

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI LANTANİT ATOMLARININ ATOMİK YAPI
HESAPLAMALARI**

DOKTORA TEZİ

Betül KARAÇOBAN

Enstitü Anabilim Dalı : FİZİK

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Leyla ÖZDEMİR

Mart 2011

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

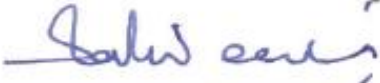
BAZI LANTANİT ATOMLARININ ATOMİK YAPI
HESAPLAMALARI

DOKTORA TEZİ

Betül KARAÇOBAN

Enstitü Anabilim Dalı : FİZİK

Bu tez 04/03/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Kadir ESMER
Jüri Başkanı



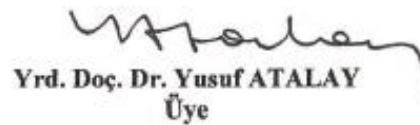
Doç. Dr. Leyla ÖZDEMİR
Üye



Doç. Dr. Erdoğan TARCAN
Üye



Prof. Dr. Halim ÖZDEMİR
Üye



Yrd. Doç. Dr. Yusuf ATALAY
Üye

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, bazı lantanit atomları (La, Ce, Yb ve Lu) ve iyonları için relativistik ve karşılıklı etkileşme etkilerini içeren çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock–MCHF) ve relativistik Hartree-Fock (Relativistic Hartree-Fock–HFR) yöntemleri kullanılarak, seviye enerjileri, Landé g -çarpanları, iyonlaşma potansiyelleri ve elektrik dipol geçişlerine ait hesaplamalar yapıldı. Ayrıca bazı atomlar için elektron ilgileri, yarı ömürleri ve aşırı ince yapı sabitleri hesaplandı.

Bu tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen ve öncülük eden değerli hocam Doç. Dr. Leyla ÖZDEMİR'e, çalışmam süresince destek olan değerli arkadaşım Arş. Gör. Güldem ÜRER'e ve çalışmaya katkıda bulunan herkese teşekkür ederim.

Ayrıca bu güne kadar maddi ve manevi her konuda destek veren anneme, babama, ablama ve kardeşlerime çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xiv
SUMMARY.....	xv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	10
2.1. Bazı Genel Kavramlar.....	10
2.1.1. Çok elektronlu atomlar için relativistik olmayan Hamiltonyen	10
2.1.2. Merkezi alan yaklaşıklığı ve çarpım dalga fonksiyonları.....	11
2.1.3. Değişim yöntemi ve matris özdeğer problemi.....	14
2.2. Hartree-Fock Yaklaşıklığı.....	17
2.2.1. Çeşitli Hartree-Fock yaklaşıklıkları.....	22
2.2.2. Hartree-Fock denklemleri.....	23
2.2.2.1. Enerji ifadesi.....	23
2.2.2.2. Hartree-Fock denklemlerinin türetilmesi.....	26
2.2.3. Çok elektronlu atomlarda karşılıklı etkileşme kavramı.....	31
2.3. Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock Yöntemi	32
2.3.1. Relativistik etkiler.....	37
2.3.1.1. Breit-Pauli Hamiltonyeni ve dalga fonksiyonu.....	37

2.3.1.2. İnce yapı seviyeleri.....	40
2.3.2. Enerji seviyeleri arasındaki geçişler.....	42
2.3.2.1. Geçişler ve geçiş özellikleri.....	42
2.3.2.2. Işımalı geçişler için kesin ve yaklaşık seçim kuralları	45
2.3.3. Enerji seviyelerinin Landé g -çarpanları.....	47
2.3.4. Aşırı ince yapı etkileşimi.....	50
2.3.5. MCHF ile atomik yapı hesaplama adımları.....	55
2.4. Relativistik Hartree-Fock Yöntemi.....	60
2.4.1. Bir-elektron ve toplam bağlanma enerjileri.....	64
2.4.2. Radyal denklemlerin sayısal çözümleri.....	66
2.4.3. Homojen denklem (yerel-potansiyel) yöntemleri.....	68
2.4.4. Relativistik düzeltmeler.....	72
2.4.5. Karşılıklı etkileşme düzeltmeleri.....	74
2.4.6. Işımalı geçişler.....	78
2.4.6.1. Elektrik dipol geçişleri.....	78
2.4.6.2. Manyetik dipol ve elektrik kuadrupol geçişleri.....	81
2.4.7. HFR ile atomik yapı hesaplama adımları.....	82

BÖLÜM 3.

HESAPLAMA SONUÇLARI.....	87
3.1. La I ($Z = 57$) için Hesaplama Sonuçları.....	87
3.1.1. La I'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları.....	89
3.1.2. La I'in bazı uyarılmış seviyelerinin geçiş enerjileri ve yarı ömürleri.....	95
3.1.3. La I'in elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	98
3.1.4. ^{139}La I'in bazı düşük hal seviyelerinin aşırı ince yapısı.....	103
3.1.5. La I ve La II'nin geçiş enerjileri.....	107
3.2. La II ($Z = 57$) için Hesaplama Sonuçları.....	110
3.2.1. La II'nin bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları..	110
3.2.2. La II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	118
3.3. La III ($Z = 57$) için Hesaplama Sonuçları.....	123

3.3.1. La III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları..	124
3.3.2. La III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	128
3.4. Ce I ve Ce II ($Z = 58$) için Hesaplama Sonuçları.....	133
3.4.1. Ce I ve Ce II'nin geçiş enerjileri.....	134
3.5. Ce III ($Z = 58$) için Hesaplama Sonuçları.....	135
3.5.1. Ce III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları..	137
3.5.2. Ce III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	138
3.6. Yb I ($Z = 70$) için Hesaplama Sonuçları.....	146
3.6.1. Yb I'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları.....	148
3.6.2. Yb I'in bazı uyarılmış seviyelerinin yarı ömürleri.....	155
3.6.3. Yb I'in elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	157
3.6.4. Yb I, Yb II ve Yb III'ün geçiş enerjileri.....	163
3.7. Yb II ($Z = 70$) için Hesaplama Sonuçları.....	169
3.7.1. Yb II'nin bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları..	170
3.7.2. Yb II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	175
3.8. Yb III ($Z = 70$) için Hesaplama Sonuçları.....	181
3.8.1. Yb III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları..	182
3.8.2. Yb III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	185
3.9. Lu I ($Z = 71$) için Hesaplama Sonuçları.....	190
3.9.1. Lu I'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları.....	191
3.9.2. Lu I'in bazı uyarılmış seviyelerinin yarı ömürleri.....	197
3.9.3. Lu I'in elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	198
3.9.4. ³⁹ Lu I'in bazı düşük hal seviyelerinin aşırı ince yapısı.....	208
3.9.5. Lu I, Lu II ve Lu III'ün geçiş enerjileri.....	210
3.10. Lu II ($Z = 71$) için Hesaplama Sonuçları.....	215
3.10.1. Lu II'nin bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları	215

3.10.2. Lu II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	220
3.11. Lu III ($Z = 71$) için Hesaplama Sonuçları.....	225
3.11.1. Lu III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları	226
3.11.2. Lu III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları.....	229
BÖLÜM 4.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	234
KAYNAKLAR.....	238
EKLER.....	272
Ek A. La I-III, Ce III, Lu I-III ve Yb I-III'e ait Ek Tablolar.....	272
ÖZGEÇMİŞ.....	378

KISALTMALAR LİSTESİ

CI	: Konfigürasyon Etkileşimi
CP	: Öz-Kutuplanma (Core-Polarization)
CSFs	: Konfigürasyon Hal Fonksiyonları (Configuration State Functions)
D1	: Bir-Cisim Darwin (One-Body Darwin)
D2	: İki-Cisim Darwin (Two-Body Darwin)
DHF	: Dirac Hartree-Fock
DREAM	: Mons Üniversitesi Nadir Toprak Veri Tabanı (Database on Rare Earths at Mons University)
EHF	: Genişletilmiş Hartree-Fock (Extended Hartree-Fock)
FS	: İnce Yapı (Fine Structure)
H	: Hartree
HFR	: Relativistik Hartree-Fock (Relativistic Hartree-Fock)
HFS	: Hartree-Fock-Slater
HS	: Hartree-Slater
HX	: Hartree+İstatistiksel-Takas
MC	: Kütle Düzeltmesi (Mass Correction)
MCDF	: Çok Konfigürasyonlu Dirac-Fock (Multiconfiguration Dirac-Fock)
MCHF	: Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock)
MC-SCF	: Çok Konfigürasyonlu-Öz-Uyum Alan (Multiconfiguration Self-Consistent Field)
NHF	: Ortogonal Olmayan Hartree-Fock (Nonorthogonal Hartree-Fock)
NIST	: National Institute of Standards and Technology's Web Site
NR	: Relativistik Olmayan (Non-Relativistic)
OO	: Yörünge-Yörünge (Orbit-Orbit)
QED	: Kuantum Elektrodinamik (Quantum Electrodynamics)

RS	: Relativistik Kayma (Relativistic Shift)
SCF	: Öz-Uyum Alan (Self-Consistent Field)
SDHF	: Tekli-Determinant Hartree-Fock (Single-Determinant Hartree-Fock)
SO	: Çekirdek Spin-Yörünge (Spin-Orbit)
SOO	: Spin-Diğer Yörünge (Spin-Other Orbit)
SPHF	: Spin-Kutuplanmış Hartree-Fock (Spin-Polarized Hartree-Fock)
SS	: Spin-Spin
SSC	: Spin-Spin Temas (Spin-Spin Contact)
SUHF	: Spin-Kısıtlamasız Hartree-Fock (Spin-Unrestricted Hartree-Fock)
TF	: Thomas-Fermi
TFD	: Thomas-Fermi-Dirac
UHF	: Kısıtlanmamış Hartree-Fock (Unrestricted Hartree-Fock)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	MCHF ile atomik yapı hesabı.....	57
Şekil 2.2.	Radyal fonksiyonların ve enerji seviyelerin hesabı.....	58
Şekil 2.3.	Landé g -çarpanları, aşırı ince yapı sabitleri ve spektrumların hesabı.....	59
Şekil 2.4.	HFR ile atomik yapı hesabı.....	84
Şekil 2.5.	Radyal fonksiyonların hesabı.....	85
Şekil 2.6.	Enerji seviyelerin ve spektrumların hesabı.....	86

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1.	Lantanitlerin ilk dört iyonlaşma dereceleri için taban hal konfigürasyonları (Öz: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$)... 3
Tablo 1.2.	Lantanit elementlerinin kararlı izotopları ve bollukları..... 4
Tablo 1.3.	Çalışılan lantanit atomlarının enerji seviyeleri, ışınım parametreleri, aşırı ince yapı ve izotop kaymaları ile ilgili yapılan çalışmalar..... 8
Tablo 3.1.	La I'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri..... 89
Tablo 3.2.	La I'in E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları..... 91
Tablo 3.3.	La I'in ΔE geçiş enerjileri (cm^{-1}) ve üst seviyeleri için τ yarı ömürler (ns)..... 96
Tablo 3.4.	La I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1})..... 100
Tablo 3.5.	^{139}La I'in A ve B aşırı ince yapı (HFS) sabitleri (MHz)..... 104
Tablo 3.6.	La^- ve La^+ 'nın İP iyonlaşma potansiyeli (eV), UE uyarılma enerjileri (eV) ve La 'nın Eİ elektron ilgisi (eV)..... 109
Tablo 3.7.	La II'ye ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri..... 111
Tablo 3.8.	La II'nin E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları..... 113
Tablo 3.9.	La II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1})..... 120
Tablo 3.10.	La III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri..... 123
Tablo 3.11.	La III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları..... 126
Tablo 3.12.	La III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})..... 130

Tablo 3.13.	Ce I ve Ce II'nin İP iyonlaşma potansiyeli (cm^{-1}) ve UE uyarılma enerjileri (cm^{-1}).....	136
Tablo 3.14.	Ce III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	137
Tablo 3.15.	Ce III'ün E (cm^{-1}) seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları.....	140
Tablo 3.16.	Ce III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})	143
Tablo 3.17.	Yb I'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	148
Tablo 3.18.	Yb I'in E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları.....	151
Tablo 3.19.	Yb I'in bazı uyarılmış seviyelerinin τ yarı ömürleri (ns).....	156
Tablo 3.20.	Yb I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1}).....	160
Tablo 3.21.	Yb I, Yb II ve Yb III'ün İP iyonlaşma potansiyeli ve UE uyarılma enerjileri hesaplamaları için alınan konfigürasyon setleri.....	164
Tablo 3.22.	Yb'nin Eİ elektron ilgisi hesaplamaları için alınan konfigürasyon setleri.....	164
Tablo 3.23.	Yb I için geçiş enerjileri.....	166
Tablo 3.24.	Yb II'nin iyonlaşma potansiyeli (cm^{-1}) ve uyarılma enerjileri (cm^{-1})	167
Tablo 3.25.	Yb III'ün iyonlaşma potansiyeli (cm^{-1}) ve uyarılma enerjileri (cm^{-1})	168
Tablo 3.26.	Yb II'ye ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	170
Tablo 3.27.	Yb II'nin E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları.....	172
Tablo 3.28.	Yb II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})	178
Tablo 3.29.	Yb III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	181
Tablo 3.30.	Yb III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları.....	183
Tablo 3.31.	Yb III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}).....	187
Tablo 3.32.	Lu I'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	192

Tablo 3.33.	Lu I'in E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları.....	194
Tablo 3.34.	Lu I'in bazı uyarılmış seviyelerinin τ yarı ömürleri (ns).....	200
Tablo 3.35.	Lu I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (\AA), log(gf) logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1}).....	204
Tablo 3.36.	¹⁷⁵ Lu I'in A ve B aşırı ince yapı (HFS) sabitleri (MHz).....	209
Tablo 3.37.	Lu I, Lu II ve Lu III'ün İP iyonlaşma potansiyeli ve UE uyarılma enerjileri hesaplamaları için alınan konfigürasyon setleri.....	211
Tablo 3.38.	Lu I için geçiş enerjileri (cm^{-1})	213
Tablo 3.39.	Lu II ve Lu III'ün İP iyonlaşma potansiyeli (cm^{-1}) ve UE uyarılma enerjileri (cm^{-1})	214
Tablo 3.40.	Lu II'ye ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	216
Tablo 3.41.	Lu II'nin E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları.....	218
Tablo 3.42.	Lu II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (\AA), log(gf) logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}).....	222
Tablo 3.43.	Lu III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri.....	226
Tablo 3.44.	Lu III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları.....	228
Tablo 3.45.	Lu III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (\AA), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}).....	231
Tablo A.1.	La I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (\AA), log(gf) logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.4'ün geniş hali).....	273
Tablo A.2.	La II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (\AA), log(gf) logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.9'un geniş hali).....	282
Tablo A.3.	La III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.11'in geniş hali).....	295
Tablo A.4.	La III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (\AA), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.12'nin geniş hali).....	298

Tablo A.5.	Ce III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.15'in geniş hali).....	309
Tablo A.6.	Ce III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.16'nın geniş hali).....	312
Tablo A.7.	Yb I'in E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.18'in geniş hali).....	320
Tablo A.8.	Yb II'nin E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.27'nin geniş hali).....	323
Tablo A.9.	Yb II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.28'in geniş hali).....	326
Tablo A.10.	Yb III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.30'un geniş hali).....	340
Tablo A.11.	Yb III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.31'in geniş hali).....	342
Tablo A.12.	Lu I'in E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.33'ün geniş hali).....	353
Tablo A.13.	Lu II'nin E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.41'in geniş hali).....	357
Tablo A.14.	Lu II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.42'nin geniş hali).....	360
Tablo A.15.	Lu III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.44'ün geniş hali).....	366
Tablo A.16.	Lu III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.45'in geniş hali).....	369

ÖZET

Anahtar kelimeler: MCHF yöntemi, HFR yöntemi, Enerji seviyeleri, Landé g -çarpanları, Geçiş enerjileri, Dalga boyları, Salınıcı şiddetleri, Geçiş olasılıkları, Yarı ömürler, Aşırı ince yapı sabitleri

Bu çalışmada, konfigürasyon etkileşme yöntemlerinden çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock–MCHF) ve relativistik Hartree-Fock (Relativistic Hartree-Fock–HFR) yaklaşıklıkları kullanılarak lantanit atomlarından La ($Z = 57$), Ce ($Z = 58$), Yb ($Z = 70$) ve Lu ($Z = 71$) ve bunların bazı iyonlarının bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri, Landé g -çarpanları, geçiş enerjileri, dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları, yarı ömürleri ve aşırı ince yapı sabitleri hesaplanmaktadır.

İlk bölümde; La, Ce, Yb ve Lu ve bunların bazı iyonları ile ilgili yapılmış mevcut çalışmalar, ikinci bölümde; Hartree-Fock yaklaşıklığı, çok konfigürasyonlu Hartree-Fock ve relativistik Hartree-Fock yöntemleri hakkında özet bilgiler verilmektedir. Dalga fonksiyonları ve bazı relativistik düzeltmeler MCHF atomik yapı paketi ve Cowan'ın program paketi kullanılarak hesaplanmaktadır. Elde edilen sonuçlar diğer deneysel ve teorik çalışmalar ile karşılaştırmalı olarak üçüncü bölümde sunulmaktadır.

ATOMIC STRUCTURE CALCULATIONS OF SOME LANTHANIDE ATOMS

SUMMARY

Key Words: MCHF method, HFR method, Energy levels, Landé g -factors, Transition energies, Wavelengths, Oscillator strengths, Transition probabilities, Lifetimes, Hyperfine structure constants

In this study, energy levels, Landé g -factors, transition energies, wavelengths, oscillator strengths, transition probabilities, lifetimes and hyperfine structure constants for lanthanide atoms, La ($Z = 57$), Ce ($Z = 58$), Yb ($Z = 70$) and Lu ($Z = 71$), and some their ions have been calculated using multiconfiguration Hartree-Fock (MCHF) and relativistic Hartree-Fock (HFR) approximations which are configuration interaction methods.

In the first chapter previous works on La, Ce, Yb and Lu atoms and some of their ions have been given. Second chapter deals with Hartree-Fock approximation, the multiconfiguration Hartree-Fock and relativistic Hartree-Fock methods. Wave functions and some relativistic corrections have been calculated using the MCHF atomic structure package and Cowan's program package. In the third chapter results obtained have been compared with other experimental and theoretical works.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bu çalışmada lantanitler olarak adlandırılan ve atom numarası $Z = 57-71$ aralığında bulunan bazı atomlar ve iyonları için atomik yapı hesaplamaları yapıldı. Bu atomlar için çeşitli çalışmalarda nadir toprak (rare-earth) elementleri tanımlaması kullanılmıştır. Nadir toprak ifadesi 4f (lantanit) ve 5f (aktinit) elementlerinin iki grubunu da içermektedir. Bu atomlar için nadir toprak elementleri tanımlaması yapılmasına rağmen, bu atomların yer kabuğundaki bollukları diğer bilinen atomlarıki kadardır.

Lantanitler genelde katı halde üç kez iyonlaşmışlardır. Bundan dolayı değerlik alt tabakalarının doluluklarının $4f^1$ 'den $4f^{14}$ 'e gittiği görülür. Lantanitler, küçük kuantum kusurundan büyük kuantum kusuruna (veya büyük yarıçaplı hidrojen benzeri yörüngeden küçük yarıçaplı hidrojen benzeri olmayan yörüngeye) ilk 4f yörüngelerinin girişken olduğu nötral atomlardır. Bu girişkenlik özellikle lantanda ($Z= 57$) ortaya çıkar. $4f^N$ konfigürasyonlarından ortaya çıkan çok sayıdaki seviyeler lantanit spektrumlarının analizini aşırı derece zorlaştırır. Lantanitlerin spektrumları son derece zor olmasına rağmen, serinin sağ kısmındaki elementler sol kısmındaki elementlerden bir dereceye kadar daha basittirler. Lantanit elementlerinin en önemli özellikleri, 5s elektronlarınınkine göre daha küçük olan 4f yörüngelerine sahip olmalarıdır. 4f elektronlarının bağlanma enerjileri 5d, 6s ve 6p elektronlarıyla kıyaslanabilir derecede küçüktür. 4f elektronları, yüksek n kuantum sayılı dış değerlik elektronları ve diğer etkiler tarafından perdelenirler.

Lantanitlerin ve iyonlarının ışımaya özellikleri geçmişte çok az incelenmiştir. Bunun nedeni bu atomların ve iyonlarının hesaplamalarını çok zor hale getiren, dolu olmayan 4f alt tabakasının karmaşık elektronik yapılarıyla karakterize edilmesi ve çoğu iyonları için laboratuvar analizlerinin eksik, hatta kayıp (gözden kaçan) olmasıyla açıklanabilir. Lantanitler için dalga boyları, ışımaya geçiş oranları ve

bununla ilgili güvenilir spektroskopik verilerin (salıncı şiddeti, dallanma kesirleri, ışmalı yarı ömür nicelikleri, aşırı ince yapı ve izotop kayması gibi) kesin bilgisine ihtiyaç giderek artmaktadır. Son yıllarda yapılan yere veya uzaya dayalı çalışmalardan, geniş miktarda yüksek çözünürlüklü spektrumlar veya yüksek sinyal-gürültü uydu spektrumları elde edilmektedir. Güneşinkileri de içeren bu spektrumlar nadir toprak çizgilerini içerdikleri için astrofizikte çok önemlidir. Nadir toprak elementlerinin spektrumlarının ayrıntılı incelenmesi, farklı türdeki yıldızların kimyasal bileşenleri hakkında yararlı bilgiler sağlar. Özellikle, nötral, bir ve iki kez iyonlaşmış lantanitler, acayip (tuhaf) yıldızların kimyasının belirlenmesine yardımcı olur. Genelde, bazı manyetik yıldızlardaki lantanitlerin bollukları, güneş sistemindeki değerlerinden oldukça fazladır. Bu bolluğun anlaşılması çok miktarda yüksek nitelikli atomik verileri gerektirir. Birçok manyetik yıldızda, etkin sıcaklıkta atomların çoğu iki kez iyonlaşmıştır. Son zamanlara kadar, yıldızlardaki bolluk değerleri çoğunlukla, iki kez iyonlaşmış nadir toprak elementlerinin geçiş olasılıklarının mevcut olmaması, atomik verilerin eksikliği ve yayınlama çizgilerinin elde edilebilir spektrum dizilimlerinin dışında olmasından dolayı baskın olmayan iyonlaşma safhasından (nötral veya bir kez iyonlaşmış atomlar) elde edilirdi. Bu yüzden, özellikle morötesi bölgesinde yayınlanan iki kez iyonlaşmış lantanit elementlerine ilgi yeniden artmıştır.

Ayrıca astrofizik dışında, lantanit iyonları görünür bölgede zengin yayınlama spektrumuna sahip oldukları için de ilgi çekmektedir. Nadir toprak element tuzları, birçok ticari metal-halojenür yüksek-yoğunluklu boşaltım lambalarında kullanılmaktadır. Lambaların dizaynı ve sistem kontrolleri için kullanılan modellerde doğru atomik verilere ihtiyaç vardır. Lantanit iyonlarının spektrumlarına artan ilgi, kısmen iki ve üç değerlikli tuzların kristal spektrumlarıyla olan bağlantısından kaynaklanmaktadır. Bağımsız iyonların kristal seviyelerinin benzerliği, kristaller içindeki iyonun seviyelerindeki değişikliklerden sorumlu olan kristal kuvvetlerin daha iyi anlaşılmasına yardım eder. Bunlar da çözümü güç olan soğurma ve floresans spektrumlarını gösterir. Dolayısıyla lantanit iyonları, tuzların kristal yapısının duyarlı bir araştırması için kullanılabilir.

Çoğu lantanit elementlerinin iyonları, morötesi ve görünür bölgede soğurma (absorbsiyon) yapar. Birçok inorganik ve organik soğurma yapan maddenin incelenmesinden belirgin biçimde farklı olarak, bunların spektrumları dar, iyi tanımlanmış ve karakteristik soğurma piklerinden oluşur. Lantanit serisi elementlerinin soğurulmalarından sorumlu olan 4f elektronlarının geçişleridir. Bu yörüngeler, daha yüksek baş kuantum sayılarındaki yörüngelerdeki elektronlar tarafından perdelenir. Bunun sonucu olarak bantlar dar olur.

Nötral bir lantanit atomunun iyonlaşması, 4f elektronlarından birinin koparılmasıyla değil, nispeten zayıf bağlı 6s elektronlarından birinin koparılmasıyla olur. Lantanitlerin ilk dört iyonlaşma dereceleri için taban hal konfigürasyonları Tablo 1.1'de verilmektedir.

Tablo 1.1. Lantanitlerin ilk dört iyonlaşma dereceleri için taban hal konfigürasyonları

(Öz: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$)

Element	Z	I	II	III	IV
La	57	$5d6s^2$	$5d^2$	5d	$5p^6$
Ce	58	$4f5d6s^2$	$4f5d^2$	$4f^2$	4f
Pr	59	$4f^3 6s^2$	$4f^3 6s$	$4f^3$	$4f^2$
Nd	60	$4f^4 6s^2$	$4f^4 6s$	$4f^4$	$4f^3$
Pm	61	$4f^5 6s^2$	$4f^5 6s$	$4f^5$	$4f^4$
Sm	62	$4f^6 6s^2$	$4f^6 6s$	$4f^6$	$4f^5$
Eu	63	$4f^7 6s^2$	$4f^7 6s$	$4f^7$	$4f^6$
Gd	64	$4f^7 5d 6s^2$	$4f^7 5d 6s$	$4f^7 5d$	$4f^7$
Tb	65	$4f^9 6s^2$	$4f^9 6s$	$4f^9$	$4f^8$
Dy	66	$4f^{10} 6s^2$	$4f^{10} 6s$	$4f^{10}$	$4f^9$
Ho	67	$4f^{11} 6s^2$	$4f^{11} 6s$	$4f^{11}$	$4f^{10}$
Er	68	$4f^{12} 6s^2$	$4f^{12} 6s$	$4f^{12}$	$4f^{11}$
Tm	69	$4f^{13} 6s^2$	$4f^{13} 6s$	$4f^{13}$	$4f^{12}$
Yb	70	$4f^{14} 6s^2$	$4f^{14} 6s$	$4f^{14}$	$4f^{13}$
Lu	71	$4f^{14} 5d 6s^2$	$4f^{14} 6s^2$	$4f^{14} 6s$	$4f^{14}$

Astrofizikte, çizgi profillerinin detaylı bilgisi yıldızlardaki bolluklarından elde edilmesini gerektirir. Bu çizgi profilleri, aşırı ince yapıya ve izotop kayma etkilerine bağlıdır. Lantanitlerin kararlı izotopları ve bollukları Tablo 1.2'de verilmektedir.

Tablo 1.2. Lantanit elementlerinin kararlı izotopları ve bollukları

Z	Element	İzotopları	Bolluğu(%)	Z	Element	İzotopları	Bolluğu(%)
57	La	138	0,1	64	Gd	158	24,8
		139	99,9			160	21,9
58	Ce	140	88,5	65	Tb	159	100
		142	11,1	66	Dy	160	2,3
59	Pr	141	100			161	18,9
60	Nd	142	27,1			162	25,5
		143	12,2			163	24,9
		144	23,8			164	28,2
		145	8,3	67	Ho	165	100
		146	17,2	68	Er	164	1,6
		148	5,8			166	33,6
62	Sm	150	5,6			167	23,0
		147	15,0			168	26,8
		148	11,3			170	14,9
		149	13,8	69	Tm	169	100
		150	7,4	70	Yb	168	0,13
		152	26,7			170	3,04
63	Eu	154	22,7			171	14,28
		151	47,8			172	21,83
		153	52,2			173	16,13
64	Gd	154	2,2			174	31,83
		155	14,8	71		176	12,7 6
		156	20,5		Lu	175	97,4
		157	15,7			176	2,6

Yukarıda bahsedildiği gibi lantanitlerde f^N alt tabakalarına ait çok sayıdaki kuantum hallerinden dolayı ve ayrıca kısmen dolu alt tabakalardan oluşan bir konfigürasyonun seviyelerinin sayısı çok büyük olabilir. Bu nedenden dolayı, nadir toprak atomlarının spektrumları son derece karışıktır. Bir spektrum onlarca, yüzlerce hatta binlerce gözlenebilen çizgi içerebilir. Saf lantanit spektrum analizlerinin başlangıcı, 1927 ile 1930'ların ortalarında yapıldı. İleri deneysel teçhizatların gelişimi, verilerin oluşturulması ve analizleri için bilgisayarların kullanımı ve Racah Cebirini içeren yeterli teorik çalışmalara kadar (1960'lara kadar) bu konu ile çalışma yapılamadı. Nadir toprak elementlerine (lantanitler ve aktinitler) ait spektrum yorumu 60'larda ve 70'lerin başlarında ilerleme gösterdi ve Martin ve çalışma arkadaşları tarafından La–Lu aralığına ait ilk spektrumlar yayınlandı [1]. Teori ve gözlemler arasındaki karşılaştırmalar Wybourne ve Goldschmidt tarafından verildi [2, 3].

Meggers nadir toprak elementlerinin atomik spektrumlarını inceledi [4, 5]. Daha sonra, Corliss ve Scribner ile içinde lantanitlerin de bulunduğu 70 elementin güçlü çizgilerinin dalga boylarını sundular [6]. Judd ve Lingren $4f^n$ tipindeki

konfigürasyonlu taban hal seviyelerinin g değerleri için Landé formülüne düzeltmeler yaptılar [7]. Lantanit atomlarının düşük hal enerji seviyeleri ve ara çiftlenimleri Conway ve Wybourne tarafından verildi [8]. Moore nadir toprak elementlerinin birinci ve ikinci spektrum analizlerinin bir özetini sundu ve bu spektrumların astrofizikteki önemlerini vurguladı [9]. Grevesse ve Blanquet nadir toprak elementlerinin güneşteki bolluklarını deneysel olarak belirlediler [10]. Nugent ve Vander Sluis, lantanitlerin $f^q d^1 s^2$ ve $f^{q+1} s^2$ konfigürasyonları arasındaki enerji farklarının teorik incelemesini [11] ve q 'nun bir fonksiyonu olarak $f^q p s^2$, $f^q d s^2$ ve $f^{q+1} s^2$ konfigürasyonlarının en düşük seviyeleri arasındaki farkların doğrusallığını gösterdiler [12]. Nötral, bir, iki ve üç kez iyonlaşmış lantanitlerin elektronik konfigürasyonlarının enerjileri Brewer tarafından tanımlandı [13, 14]. Nötral, bir ve iki kez iyonlaşmış lantanit atomlarının iki spektroskopik sistemi arasındaki enerji farkları Martin tarafından çalışıldı [15]. Yine Martin ve çalışma arkadaşları tarafından lantanit atomları ve iyonlarının taban hal enerjileri ve ilk dört iyonlaşma potansiyelleri derlendi [16]. Desclaux, lantanitlerin de içinde bulunduğu nötral atomların LS taban hal konfigürasyonunun ortalama enerjisini relativistik Dirac-Fock yöntemiyle hesapladı [17]. Wyart ve çalışma arkadaşları lantanitlerin $4f^N(5d+6s)$ konfigürasyonlarını yorumladılar [18, 19]. Daha sonra, Wyart lantanit atomların spektrumlarının analizlerini sundu [20]. Nötral, bir, iki ve üç kez iyonlaşmış nadir toprak elementlerinin iyonlaşma potansiyelleri Reader ve Sugar [21–23] ve Hertel [24] tarafından rapor edildi. Worden ve çalışma arkadaşları lazer spektroskopisiyle lantanitlerin ilk iyonlaşma potansiyellerini çalıştılar [25]. Zheng ve Xin zayıf bağlı elektron potansiyel modeliyle $4f^n$ elektronlarının ardışık iyonlaşma potansiyellerini hesapladılar [26]. Daha sonraki yıllarda Liu ve Dolg ilk dört iyonlaşma potansiyel hesaplamalarını sundular [27].

Lantanit atomlarıyla ilgili bazı seviyelerin yorumlanması ve geniş teorik bilgi Cowan tarafından verildi [28]. Outred, içinde lantanitlerinde bulunduğu bir çok elementin 10000–40000 Å bölgesindeki spektrum çizgilerini tablolastırdı [29]. Cheng ve Childs nadir toprak atomlarının $4f^N 6s^2$ konfigürasyonlarının en düşük hallerinin uyarılma enerjilerini, Landé g -çarpanlarını ve aşırı ince yapı sabitlerini hesaplamak için çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (MCDF) yöntemini kullandılar [30]. Nötral ve bir kez iyonlaşmış lantanitlerin yarı ömürleri ve salıncı şiddetleri Richter [31] ve

Penkin ve çalışma arkadaşları [32] tarafından sunuldu. Komarovskii nötral ve bir kez iyonlaşmış lantanitlerin salınıcı şiddetlerini ve geçiş olasılıklarını sundu [33]. Daha sonra, Blagoev ile ışımali yarı ömürlerini derledi ve analiz etti [34]. Lantanitlerin de içinde bulunduğu bazı atomların rezonans geçişleri için geçiş olasılıkları ve yarı ömürlerle ilgili yorumlar Doidge tarafından sunuldu [35–37]. Tatewaki ve çalışma arkadaşları lantanitlerin 6s ve 4f iyonlaşma hallerini Hartree-Fock yöntemiyle hesapladılar [38]. Daha sonra, Sekiya ve çalışma grubu konfigürasyon etkileşme (CI) yöntemiyle lantanitlerin 6s ve 4f iyonlaşma hallerini [39] ve $4f^{n+1}5d^06s^2$ ve $4f^n5d^16s^2$ ($0 \leq n \leq 13$) konfigürasyonları arasındaki enerji farkını hesapladılar [40]. Morton lantanitlerin de içinde bulunduğu ağır atomlar için rezonans soğurma çizgilerinin atomik verilerini derledi [41]. Ayrıca, Kurucz lantanitlerin izotoplarını ve aşırı ince yapı verilerini sundu [42].

2000 yılından sonra, Quinet ve çalışma grubu lantanit iyonlarının geçiş olasılıkları hesaplamalarını ve ışımali yarı ömür ölçümlerini gösterdiler [43]. Lantanit elementlerinin yıldızlardaki spektrumlarının ve laboratuvar analizlerinin derlemesi Wahlgren tarafından sunuldu [44]. Cao ve Dolg lantanit elementlerinin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü iyonlaşma potansiyellerinin teorik tahminlerini sundular [45]. Taban hal konfigürasyonlarının toplam atomik enerjilerinin sistematik bir çalışması Rodrigues ve çalışma arkadaşları tarafından yapıldı [46]. Biémont ve Quinet lantanit atomlarının ve iyonlarının spektroskopik özellikleri ile ilgili, 1981–2001 yılları arasında yapılan spektrum analizleri, geçiş olasılıkları, ışımali yarı ömürleri, aşırı ince yapı ve izotop kayması çalışmalarını sundular [47] ve iki kez iyonlaşmış lantanitlerin deneysel olarak belirlenmiş enerji seviyelerinin Landé g-çarpanlarını relativistik Hartree-Fock yöntemiyle hesapladılar [48]. Nadir toprak elementleri ve iyonları için salınıcı şiddetlerinin belirlenmesindeki gelişmeler ve zorluklar Biémont tarafından tartışıldı [49]. Daha sonra, Biémont ve Quinet nötral, bir veya çok kez iyonlaşmış lantanit atomlarının dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları ve ışımali yarı ömürleri için DREAM (Database on Rare Earths at Mons University-Mons Üniversitesi Nadir Toprak Veri tabanı) veri tabanını oluşturdu [50]. Gálvez ve çalışma arkadaşları lantanitlerin taban hal enerjileri ve iyonlaşma potansiyellerini hesapladılar [51]. Sansonetti ve Martin lantanit elementlerini de içeren nötral ve bir kez iyonlaşmış atomların enerji seviyeleri, dalga

boyları ve geçiş olasılıklarının derlemesini yaptılar [52]. Indelicato ve çalışma arkadaşları bir kez iyonlaşmış lantanitlerin taban enerjilerini ve Landé g -çarpanlarını çok konfigürasyonlu Dirac-Fock yöntemiyle hesapladılar [53].

Negatif iyonların deneysel çalışmaları astrofizikte son zamanlarda ilgi çeken bir alan oldu. Farklı gruplar bazı lantanit atomlarının elektron ilgilerini hesapladılar [54–56]. Daha sonra Bratsch lantanitlerin elektron ilgilerini sundu [57]. Hotop ve Lineberger lantanitlerin de içinde bulunduğu atomların elektron ilgilerini tablolaştırdılar [58, 59]. Negatif iyonların yapısı ve spektrumları Bates tarafından verildi [60]. Nadeau ve çalışma grubu lantanitlerin elektron ilgilerini deneysel olarak çalıştılar [61].

Lantanit atomları ve iyonlarının enerji seviyeleri, iyonlaşma potansiyelleri, dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıklarına ait mevcut çalışmalardan derlemeler NIST ve DREAM web sitelerinde bulunabilir [62–64].

Bu çalışmada seçilen lantanit atomlarının atomik özelliklerinin incelenmesi için çok elektronlu atomlar için kullanılan konfigürasyon etkileşimi ve relativistik etkileri içeren hesaplama yöntemlerinden faydalanıldı. Bu nedenle, konfigürasyon etkileşme yöntemlerinden olan ve elektronların karşılıklı etkileşmesini ve relativistik etkileri dikkate alan çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock–MCHF) [403] ve relativistik Hartree-Fock (Relativistic Hartree-Fock–HFR) [28] yaklaşımları kullanılarak lantanit atomlarından lantan (La), seryum (Ce), iterbiyum (Yb) ve lutesyum (Lu) ve bunların bazı iyonlarının bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri, Landé g -çarpanları, geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgileri), dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları, seviye yarı ömürleri ve aşırı ince yapı sabitleri hesaplandı. Tablo 1.3'te bu seçilen atom ve iyonlarına ait enerji seviyeleri, ışınım parametreleri (dalga boyu, salınıcı şiddeti, geçiş olasılığı, yarı ömür v.s.), aşırı ince yapı ve izotop kaymaları ile ilgili yapılan mevcut çalışmalar kaynak numaraları ile verilmektedir [1–402].

Tablo 1.3. Çalışılan lantanit atomlarının enerji seviyeleri, ışınım parametreleri, aşırı ince yapı ve izotop kaymaları ile ilgili yapılan çalışmalar

Z	Element	Enerji seviyeleri	Işınım parametreleri	Aşırı ince yapı ve izotop kaymaları
	Genel	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [38] [39] [40] [45] [46] [47] [48] [49] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60] [61] [62] [63] [64]	[2] [9] [10] [20] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [41] [43] [44] [47] [49] [50] [52] [62] [63] [64]	[28] [30] [42] [44] [47]
57	La I	[10] [13] [16] [17] [22] [24] [27] [38] [39] [40] [46] [51] [52] [62] [63] [65] [70] [72] [73] [74] [78] [79] [81] [103] [104] [107] [121]	[34] [35] [41] [52] [62] [66] [67] [68] [69] [70] [71] [75] [76] [77] [80] [102] [104] [105]	[70] [71] [72] [73] [74] [75] [82] [83] [84] [85] [86] [87] [88] [89] [90] [91] [92] [93] [94] [95] [96] [97] [98] [99] [100] [101] [106]
	La II	[21] [45] [52] [62] [63] [79] [107] [108] [109] [110] [111] [112]	[6] [10] [34] [52] [62] [68] [108] [109] [113] [114] [115] [116] [117] [118] [119] [120] [121] [122]	[123] [124] [125] [126] [127] [128]
	La III	[23] [45] [48] [49] [63] [64] [79] [129] [130] [131] [132] [133]	[29] [64] [68] [119] [129] [130] [131] [132] [133] [134] [135]	
58	Ce I	[1] [10] [17] [22] [38] [39] [40] [45] [51] [52] [56] [62] [63] [136] [138] [139] [145] [146] [152]	[34] [35] [52] [62] [136] [137] [140] [141] [142] [143] [144] [146] [147] [148] [149] [150] [151] [152] [235]	[153] [154] [155] [156] [157] [158]
	Ce II	[21] [45] [52] [62] [63] [64] [159] [161] [164]	[10] [34] [52] [62] [64] [69] [116] [136] [144] [147] [148] [152] [159] [162] [163] [164] [165]	[166]
	Ce III	[23] [45] [48] [63] [64] [168] [169] [170] [174]	[64] [148] [167] [168] [169] [171] [172] [173] [174] [175]	
70	Yb I	[10] [16] [17] [22] [45] [46] [38] [39] [40] [51] [52] [61] [62] [63] [65] [180] [181] [183] [184] [185] [186] [191] [192] [193] [194] [195] [196] [197] [198] [199] [202] [204] [205] [207] [208] [209] [210] [211] [212] [213] [214] [215] [216] [217] [218] [219] [220] [223] [226] [227] [282] [283] [285] [286] [287] [288] [289] [290] [291] [292] [293] [295] [358]	[4] [6] [34] [35] [36] [37] [52] [62] [116] [176] [177] [178] [179] [182] [187] [188] [189] [190] [200] [201] [203] [206] [221] [222] [223] [224] [225] [228] [229] [230] [231] [232] [233] [234] [235] [236] [237] [238] [239] [240] [241] [242] [243] [244] [245] [246] [247] [248] [249] [250] [251] [252] [253] [254] [255] [256] [257] [281] [293] [294]	[158] [258] [259] [260] [261] [262] [263] [264] [265] [266] [267] [268] [269] [270] [271] [272] [273] [274] [275] [276] [277] [278] [279] [280] [281] [282] [283] [284]

Tablo 1.3. Devam

Z	Element	Enerji seviyeleri	Işıma parametreleri	Aşırı ince yapı ve izotop kaymaları
	Yb II	[16] [21] [24] [25] [26] [27] [45] [52] [62] [63] [64] [185] [201] [216] [218] [295] [297] [298] [299] [301] [302] [304] [305] [307] [308] [312] [322] [335] [337] [358]	[4] [34] [52] [62] [64] [109] [116] [185] [230] [296] [298] [300] [303] [305] [306] [308] [309] [310] [311] [313] [314] [315] [316] [317] [318] [319] [320] [321] [322] [323] [324] [325] [326] [327] [328] [329] [330] [331] [335] [336] [337]	[218] [332] [333] [334] [335]
	Yb III	[15] [23] [45] [46] [48] [63] [64] [295] [300] [338] [339] [340] [342] [345]	[4] [64] [230] [296] [300] [338] [341] [342] [343] [344] [345] [346]	
71	Lu I	[10] [16] [17] [22] [24] [25] [26] [38] [39] [40] [45] [46] [51] [52] [57] [62] [63] [64] [202] [216] [349] [351] [352] [354] [355] [358] [359] [360] [361] [362] [363] [364] [365] [366] [377] [389] [390] [391] [392] [394]	[4] [34] [35] [52] [62] [64] [176] [347] [348] [349] [350] [352] [353] [355] [356] [357] [359] [360] [367] [368] [369] [370] [376] [377] [392] [393]	[355] [371] [372] [373] [374] [375] [376] [377] [378] [379] [380] [381] [382] [383] [384] [385] [386] [387] [388]
	Lu II	[1] [16] [21] [26] [53] [45] [46] [52] [62] [63] [64] [216] [358] [394]	[4] [6] [34] [52] [62] [64] [69] [116] [172] [347] [348] [367] [370] [395] [396] [397] [398]	[397]
	Lu III	[15] [16] [23] [45] [46] [48] [63] [64] [216] [306] [307] [323] [394] [401] [402]	[49] [64] [135] [299] [300] [306] [347] [348] [367] [370] [399] [401] [402]	[399] [400] [401]

BÖLÜM 2. HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

2.1. Bazı Genel Kavramlar

2.1.1. Çok elektronlu atomlar için relativistik olmayan Hamiltonyen

Kuantum mekaniğinde N -elektronlu bir atomun kararlı hali $\psi(q_1, \dots, q_N)$ dalga fonksiyonu ile tanımlanır. Burada $q_i = (r_i, \sigma_i)$, i . elektronun uzay ve spin koordinatlarını gösterir. Dalga fonksiyonunun uzay değişkenlerine göre sürekli olduğu ve

$$H\psi(q_1, \dots, q_N) = E\psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.1)$$

dalga denkleminin bir çözümü olduğu kabul edilir. Burada H atomik sistemin Hamiltonyen işlemcisidir. Dalga denklemi bir özdeğer problemidir ve çözümleri yalnızca belirli E değerleri için vardır. Tüm özdeğerler takımı işlemcinin özdeğer spektrumunu olarak bilinir.

H işlemcisi belirli kuantum mekaniksel yapı kadar atomik sisteme de bağlıdır. Relativistik olmayan hesaplamalar için başlama noktası, Hamiltonyeni atomik birimlerde ($\hbar = c = e = 1$),

$$H = \sum_{i=1}^N \left(-\frac{1}{2} \nabla_i^2 - \frac{Z}{r_i} \right) + \sum_{i>j}^N \frac{1}{r_{ij}} \quad (2.2)$$

şeklinde verilen Schrödinger denklemidir. Burada Z atomun çekirdek yükü, r_i , i elektronunun çekirdekten uzaklığı ve r_{ij} , i ve j elektronları arasındaki uzaklıktır.

Bu Hamiltonyen, relativistik etkilerin ihmal edilebilmesi ve atomik çekirdeğin sonsuz kütleli bir nokta yük gibi davranabilmesi kabullenimleri altında geçerlidir.

2.1.2. Merkezi alan yaklaşıklığı ve çarpım dalga fonksiyonları

Schrödinger denklemi yalnızca bir elektronlu sistemler için tam olarak çözülebilir. Çok elektronlu sistemler için özfonksiyonların gerçek şekilleri bilinmemektedir. Bu nedenle çok elektronlu atomların veya iyonların incelenmesi için bazı genel yöntemler ile yaklaşık dalga fonksiyonları elde edilir. Hartree-Fock yaklaşıklığı da bu yöntemlerden biridir. Bu yöntem merkezi alan yaklaşıklığına ve değişim yöntemine dayanır.

Atomdaki N elektron birbirleri ile Coulomb itmesiyle etkileşirler ve değişik elektronların pozisyonları arasındaki karşılıklı etkileşme, eğer sonuçların önemli ölçüde doğrulukta elde edilmesi istenirse alınan bazı fonksiyonlara yansıtılmalıdır. Yine de atomun merkezi alan modeli ile başlanır. Yani her bir i elektronu çekirdeğin elektrostatik alanındaki diğerlerinden ve diğer $N-1$ elektronlardan bağımsız olarak hareket eder (i . elektron pozisyonu ile karşılıklı etkileşmeyi ihmal ederek).

Merkezi alan yaklaşıklığında tam Hamiltonyen, H_0 ayrıştırılabilir Hamiltonyenle yer değiştirir:

$$H \approx H_0 = \sum_{i=1}^N \left(-\frac{1}{2} \nabla_i^2 - \frac{Z}{r_i} + V(r_i) \right) \quad (2.3)$$

Burada, $V(r_i)$ merkezi potansiyeli, elektronlar arası Coulomb itme etkilerini yaklaşık olarak kapsar.

Yaklaşık Hamiltonyen H_0 , tam Hamiltonyen gibi L^2 , L_z , S^2 ve S_z toplam açısal momentum işlemcileri ile sıra değiştirir ve daima H_0 'ın özfonksiyonları, bu işlemcilerin özfonksiyonları olarak seçilebilir.

$$H_0\psi_0(q_1, \dots, q_N) = E_0\psi_0(q_1, \dots, q_N) \quad (2.4)$$

olduğundan ve H_0 ayrıştırılabildiği için özdeğer ve özfonksiyonlar sırasıyla

$$E_0 = \sum_{i=1}^N E_i \quad (2.5)$$

ve

$$\psi_0(q_1, \dots, q_N) = \prod_{i=1}^N \phi(\alpha_i; q_i) \quad (2.6)$$

olarak yazılır. Schrödinger denklemi de böylece

$$\left[-\frac{1}{2}\nabla^2 + U(r) \right] \phi(\alpha; q) = E\phi(\alpha; q) \quad (2.7)$$

olur. Burada $U(r)$ potansiyeli

$$U(r) = -\left(\frac{Z}{r}\right) + V(r) \quad (2.8)$$

şeklinde verilir. $\phi(\alpha; q)$ ile gösterilen bireysel spin-yörüngemileri, bir-elektron denklemlerinin çözümleridir. $U(r)$ potansiyeli için E bir-elektron enerjisi, Coulomb halinin tersine n ve l 'ye bağlıdır.

H_0 Hamiltonyeni elektron koordinatlarının yer değişiminden bağımsız olduğu için (2.6) çarpım fonksiyonundaki koordinatların yer değişimi ile bir özfonksiyon elde edilir. Yer değiştirmiş çarpım fonksiyonları birleştirilerek antisimetrik bir fonksiyon oluşturulur:

$$\Phi(q_1, \dots, q_N) = A \prod_{i=1}^N \phi(\alpha_i; q_i) \quad (2.9)$$

Bu fonksiyon

$$\Phi(q_1, \dots, q_N) = \frac{1}{\sqrt{N!}} \begin{vmatrix} \phi(\alpha_1; q_1) & \phi(\alpha_1; q_2) & \dots & \phi(\alpha_1; q_N) \\ \phi(\alpha_2; q_1) & \phi(\alpha_2; q_2) & \dots & \phi(\alpha_2; q_N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi(\alpha_N; q_1) & \phi(\alpha_N; q_2) & \dots & \phi(\alpha_N; q_N) \end{vmatrix} \quad (2.10)$$

ile verilen bir Slater determinantıdır. Bu gösterimde, toplam dalga fonksiyonu $\Phi(q_1, \dots, q_N)$ 'nin, eğer iki elektronun $\alpha = nlm_l m_s$ dört kuantum sayısı aynı ise, özdeş olarak yok olduğu görülür. Böylece atomun izinli halleri için iki elektron dört kuantum sayısının aynı değerine sahip olmaz. Bu, Pauli tarafından ileri sürülen dışarlama ilkesidir. Determinant $q_i = q_j$ ise, yani aynı spinli iki elektron aynı uzay koordinatlarına sahip ise sıfır olur. Slater determinantındaki her bir spin-yörüngesinin paritesi $(-1)^l$, Slater determinantının paritesi ise

$$\pi = (-1)^{l_1} (-1)^{l_2} \dots (-1)^{l_N} = (-1)^{\sum_i l_i} \quad (2.11)$$

dir. Parite, açıl momentum kuantum sayılarının toplamının tek veya çift oluşuna göre tek veya çifttir.

Merkezi alan yaklaşığında, yaklaşık enerji seviyeleri ve tamamen relativistik olmayan Hamiltonyenin yaklaşık özfonksiyonları elde edilir. Genelde, Slater determinantları şeklindeki bu yaklaşık özfonksiyonlar, toplam açıl momentum işlemcilerinin gerçek özfonksiyonları değildirler. Aynı elektron konfigürasyonuna ait determinantların lineer birleşimi ile açıl momentum işlemcilerinin özfonksiyonları oluşturulur. Bu şekilde elde edilen fonksiyonlar, Slater determinantlarından daha iyi bir şekilde relativistik olmayan Hamiltonyenin gerçek özfonksiyonlarına yaklaşır. Bu

özfonksiyonlar ‘konfigürasyon hal fonksiyonları (CSFs)’ olarak adlandırılır. Konfigürasyon hal fonksiyonları, $\Phi(\gamma LM_L SM_S)$ veya $|\gamma LM_L SM_S\rangle$ ile gösterilir.

Çoğu durumlarda, CSF’ler tam Hamiltonyenin gerçek ψ özfonksiyonlarına sürpriz bir şekilde iyi bir yaklaşıklık. Daha iyi yaklaşıklıklar CSF’lerin lineer birleşimi olarak elde edilir:

$$\Psi(\gamma LS) = \sum_{i=1}^M c_i \Phi(\gamma_i LS) \quad (2.12)$$

Gerçek özfonksiyon genellikle açılımdaki baskın CSF ile benzer şekilde kodlanır. Elde edilen yaklaşık özfonksiyonlar için bu çok konfigürasyon yaklaşıklığındaki zorluk, uygun bir $U(r)$ merkezi alan potansiyelinin seçiminde yatar. Bu problem büyük ölçüde, spin-yörüngemileri belirlemek yerine değişim (varyasyon) yöntemi uygulandığında ortadan kalkar.

2.1.3. Değişim yöntemi ve matris özdeğer problemi

Schrödinger denkleminin çözümü için değişim yöntemleri, özdeğer probleminin yeniden formüle edilmesine bağlıdır. Bağ halleri için Schrödinger denkleminin çözümü, sınır şartlarını sağlayan ψ ’deki $\delta\psi$ değişimlerine göre birinci mertebeye kadar kararlı olan

$$\mathcal{E}(\psi) = \frac{\langle \psi | H | \psi \rangle}{\langle \psi | \psi \rangle} \quad (2.13)$$

şeklindeki enerji fonksiyonunu veren ψ fonksiyonlarını bulmaya eşdeğerdir. Sınır şartlarına ek olarak, değişim, beklenen değer integrallenebilir, sürekli ve diferansiyellenebilir özelliklerine sahip olması gerekir. \mathcal{E} ’nin $\delta\mathcal{E}$ değişimini dikkate alan iki problemin özdeş olduğu

$$\mathcal{E}(\psi + \delta\psi) - \mathcal{E}(\psi) = \delta\mathcal{E} + O((\delta\psi)^2) \quad (2.14)$$

şeklinde verilir. Sadece $\delta\psi$ 'nin birinci mertebeden terimlerinden oluşan (2.13)'ü kullanarak ve $\langle \psi | \psi \rangle$ ile çarpımını alarak

$$\begin{aligned} \delta\mathcal{E} \langle \psi | \psi \rangle &= \langle \delta\psi | H - \mathcal{E}(\psi) | \psi \rangle + \langle \psi | H - \mathcal{E}(\psi) | \delta\psi \rangle \\ &= 2 \langle \delta\psi | H - \mathcal{E}(\psi) | \psi \rangle \end{aligned} \quad (2.15)$$

elde edilir. Eşitlik, H 'nin bağ halleri için Hermityen olması gerçeğinden ortaya çıkar. $\mathcal{E}(\psi)$ kararlı ise $\delta\mathcal{E}$ değişimi sıfır olur ve

$$\langle \delta\psi | H - \mathcal{E}(\psi) | \psi \rangle = 0 \quad (2.16)$$

elde edilir. Bu da

$$(H - \mathcal{E}(\psi)) | \psi \rangle = 0 \quad (2.17)$$

eşitliğini verir. Tersine, ψ , H 'nin bir özfonksiyonu ise, $\delta\mathcal{E} = 0$ ve $\mathcal{E}(\psi)$ normalleşme zorunluluğu altında kararlıdır.

(2.13) enerji fonksiyonu, normalleşmemiş ψ fonksiyonları cinsinden tanımlanır.

Çoğu durumlarda,

$$\langle \psi | \psi \rangle = \langle \psi + \delta\psi | \psi + \delta\psi \rangle = 1 \quad (2.18)$$

şeklindeki değişimleri, normalleşmiş fonksiyonlar uzayına kısıtlamak uygundur: Bu değişim probleminin çözümü, ψ normalleşme zorunluluğu altında en iyiyi bulma (optimizasyon) problemi için bir çözüm ise, sınır şartlarını sağlayan ψ 'deki tüm $\delta\psi$ değişimlerine göre birinci mertebeden kararlı olan

$$F(\psi) = \mathcal{E}(\psi) + \lambda \langle \psi | \psi \rangle \quad (2.19)$$

gibi bir fonksiyonu sağlayacak şekilde bir λ ‘Lagrange çarpanı’ mevcuttur. Bu değişim problemi asla tam olarak çözülemez ve yaklaşık çözümleri bulmak gereklidir.

Basit fakat çok önemli değişim fonksiyonu (2.12) açılımı ile verilir. Burada $\Phi(\gamma_i LS)$ konfigürasyon hal fonksiyonlarının bilindiği kabul edilir ve yalnızca c_i katsayılarının belirlenmesi gerekir. Çoğunlukla, CSF’ler ortonormaldir. Normalleşme şartından dolayı

$$\langle \Psi | \Psi \rangle = \sum_{i=1}^M c_i^2 = 1 \quad (2.20)$$

olur. Bu ifade (2.19)’da yerine yazılırsa ve katsayılardaki değişimlere göre kararlı olacak şekilde fonksiyon aranır

$$\mathbf{H}\mathbf{c} = -\lambda\mathbf{c} \quad (2.21)$$

elde edilir. Burada \mathbf{H} ,

$$H_{ij} = \langle \Phi(\gamma_i LS) | H | \Phi(\gamma_j LS) \rangle \quad (2.22)$$

elemanlı Hamiltonyen matrisidir ve $\mathbf{c} = (c_1, \dots, c_M)^t$ açılım katsayılarının sütun vektörüdür. Yalnızca $-\lambda$, \mathbf{H} ’nın bir özdeğeri olduğunda normalleşmiş bir çözüm vardır. Böylece kısıtlı değişim problemi bir matris özdeğer problemini verir. Hamiltonyen matrisi Hermityen olduğundan, özdeğer denklemi

$$-\lambda_1 \leq \dots \leq -\lambda_k \leq \dots \leq -\lambda_M \quad (2.23)$$

şeklinde gerçek özdeğerlere karşılık gelen M tane

$$\mathbf{c}_k = (c_{1k}, \dots, c_{Mk})^t, \quad \mathbf{c}_k^t \mathbf{c}_l = \delta_{kl} \quad (2.24)$$

ortonormal çözümlere sahiptir. Bu M çözümlerinin dışında, açılıma bağlı bir veya birkaç tane gerçek dalga fonksiyonlarına iyi yaklaşıklıklar vardır. Farklı çözümler için $\mathcal{E}(\Psi)$ değişim enerjileri, $-\lambda$ matris özdeğerlerini elde etmeye eşdeğerdir. Bu nedenle normalleşme kısıtlaması ile elde edilen Lagrange çarpanı çoğunlukla E ile gösterilir:

$$\mathcal{E}(\Psi) = E \quad (2.25)$$

Yaklaşık dalga fonksiyonlarını elde etmek için yukarıda bahsedilen yöntem ‘konfigürasyon etkileşme yöntemi’ olarak adlandırılır.

2.2. Hartree-Fock Yaklaşıklığı

Merkezi alan yaklaşıklığına göre her bir elektron aynı $(-Z/r) + V(r)$ potansiyelinde hareket ettiği için $V(r)$ ’nin seçimi önemlidir. Hartree, her bir elektronun kendi potansiyeline sahip olduğunu ileri sürmüştür. Bir nl elektronu için potansiyel, sistemdeki diğer elektronların küresel olarak ortalama yük dağılımından (veya elektron bulutundan) belirlenir. Bu kabullenimden Hartree, Hartree denklemleri olarak bilinen denklemleri türetti. Bunlar bir elektronun bir diğerine bağlı yük dağılımı şeklinde katlı radyal denklemlerdir. Hartree bu denklemlerin ‘öz uyumlu alan’ denilen tekrarlamalı bir yöntem ile çözülebileceğini önermiştir. Hartree dalga denkleminin çözümü, radyal fonksiyonların çarpımı olan küresel simetrik bir dalga fonksiyonu verir. Fock, bu denklemlerin Pauli dışarlama ilkesini sağlamadığına dikkat çekmiştir. Basit sistemleri ele alarak, bir tek determinant ve değişim prensibini uygulayarak, ‘değiş tokuş terimleri’ denilen antisimetriklikten ortaya çıkan bazı ek terimler hariç Hartree denklemlerine benzer denklemler türetmiştir.

Kuantum mekaniksel modeller, özellikle değişim yöntemi iki elektronlu sistemler için deneyle uyumlu sonuçlar vermektedir. Bir ve iki elektronlu sistemlerin detaylı bir incelemesi Bethe ve Salpeter [404] tarafından yapılmıştır. Değişim yöntemini

büyük sistemlere genelleştirmek oldukça zordur ve ek yaklaşık yöntemler gereklidir. N elektronlu bir sistem (atom veya iyon) için Schrödinger denklemlerindeki bağımsız değişkenlerin sayısı $3N$ 'dir.

HF yaklaşıklığı, çok elektronlu sistemler için yaklaşık toplam dalga fonksiyonlarını elde eden bir yöntemdir. Bu yöntem, atom, molekül ve katıhal sistemlerini içeren kuantum mekaniğinin pek çok alanına başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bu yöntem 2.1.2'de bahsedilen merkezi alan yaklaşıklığını ve 2.1.3'te kısaca açıklanan değişim prensibini esas alır.

Hartree-Fock yöntemi yaklaşık toplam dalga fonksiyonunu elde etmek amacı ile özetle üç kısımdan oluşur. Birinci olarak, dalga fonksiyonu için bir fonksiyon seçilir ve daha sonra, belirlenecek olan baz (temel) fonksiyonları cinsinden tanımlanır. Sonra bu fonksiyonlar cinsinden toplam enerji için bir ifade türetilir. Son olarak, değişim prensibi uygulanır ve türetilen denklemlerin çözümleri toplam enerjiyi kararlı yapan fonksiyonlardır.

HF yaklaşıklığının değişik şekilleri literatürde mevcuttur. Bunlar arasındaki fark fonksiyon şeklinin tanımlanmasındadır. Ancak, Hartree-Fock yaklaşımlarının olabilmesi için basit değişim yaklaşıklıklarından daha çok, temel Hartree-Fock kabullenimleri olarak adlandırılan kesin kriterleri sağlamalıdır. Ψ , bu bahsedilen Hartree-Fock yaklaşıklıklarından herhangi biri ile elde edilmiş ise aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır:

1. Antisimetriklik

Bir elektronun yörünge hareketinin yanı sıra spin hareketi de dikkate alındığında dalga fonksiyonu dört kuantum sayısına bağlı olacaktır. Spinin enerji üzerine etkisi 'spin-yörünge etkileşimi' olarak adlandırılır. Bu etki ihmal edildiğinde sistemin Hamiltonyeni uzay ve spin kısımlarının çarpımı olarak yazılabilir. Artık Hamiltonyen herhangi iki elektronun koordinatlarının yer değiştirmesine göre simetriktir. Yani bir elektron diğeriyle yer değiştirdiğinde (dört koordinat) Hamiltonyen değişmez. Böylece çözümler simetrik, antisimetrik veya simetrik ve

antisimetrik fonksiyonların lineer kombinasyonlarıdır. Ancak, yalnızca gözlenen haller, elektronların tüm çiftlerinin yer değişimlerine göre antisimetriklerdir.

p_{ij} , çok elektronlu dalga fonksiyonuna uygulandığında i elektronunun dördüncü koordinatını j elektronunun koordinatları ile yer değiştiren bir işlemci ise çok elektronlu bir sistemin Schrödinger denkleminin fiziksel öneme sahip çözümleri, tüm $i, j \leq N, i \neq j$ için

$$p_{ij}\psi = -\psi \quad (2.26)$$

şeklinindedir. Bunlar ‘antisimetriklik şartları’ olarak adlandırılır. HF yaklaşıklığından elde edilen ψ , antisimetriklik şartlarını sağlamalıdır.

2. Spin-yörüngemsilerin çarpımı

Bir yaklaşık toplam dalga fonksiyonu, H Hamiltonyeni, çözümü olan bir Hamiltonyenle yer değiştirdiğinde elde edilebilir. Hamiltonyen için

$$H \cong \hat{H} = \sum_{i=1}^N \left\{ -\frac{1}{2} \nabla_i^2 - \frac{Z}{r_i} + V(\mathbf{r}_i) \right\} \quad (2.27)$$

kabul edilir. Burada, diğer elektronlarla etkileşime etkisi V tek-parçacık potansiyeli ile yer değiştirilir. Böylece özdeğer denklemi

$$\hat{H}\Phi = \hat{E}\Phi \quad (2.28)$$

ve Φ ’de,

$$\Phi = \phi(1)\phi(2)\dots\phi(i)\dots\phi(N) \quad (2.29)$$

olur. Burada $\phi(i)$, i . elektronun dalga fonksiyonudur:

$$\phi(r, \theta, \varphi, \sigma) = \left(\frac{1}{r} \right) P(r) Y_{lm_l}(\theta, \varphi) \chi_{m_s} \quad (2.30)$$

Burada, Y_{lm_l} bir küresel harmonik ve χ_{m_s} bir spin fonksiyonudur. N tane $\{n_j, l_j, m_l, m_s\}$ kuantum sayılarının bir kümesi ve $\phi_j(i)$, i . elektronun uzay ve spin koordinatları cinsinden kuantum sayılarının j . setine ait bir yörünge olsun: $r_i, \theta_i, \varphi_i, \sigma_i$. Buradan

$$\Phi = \phi_1(1) \phi_2(2) \dots \phi_N(N) \quad (2.31)$$

teker teker bireysel elektron fonksiyonlarına ayrıştırılabilir fakat antisimetriklik şartını sağlamaz. Ancak, \hat{H} koordinatların yer değiştirmesine göre simetrik olduğu için, koordinatların herhangi bir permütasyonu aynı enerjili bir çözümü de sağlamalıdır. Sonuç olarak \mathcal{A} antisimetrikleştirme işlemcisi bir antisimetrik fonksiyonu elde etmek için uygulanabilir:

$$\begin{aligned} \Phi &= \mathcal{A} \{ \phi_1(1) \phi_2(2) \dots \phi_N(N) \} \\ &= \left(\frac{1}{N!} \right)^{1/2} \sum_{\wp} (-1)^p \wp \{ \phi_1(1) \phi_2(2) \dots \phi_N(N) \} \end{aligned} \quad (2.32)$$

Burada, \wp elektronların koordinatlarını kendi aralarında değiştiren bir işlemci, p permütasyonun paritesi ve toplam tüm mümkün $N!$ permütasyonlar üzerindedir. (2.32) genellikle Slater determinanı denilen (2.10) şeklindeki bir determinantla ifade edilir.

Bu şekilde antisimetriklik şartının yanı sıra Pauli ilkesi de sağlanır. Yaklaşık çok elektronlu dalga fonksiyonlarını belirlemek için bu yaklaşıklıklarda ortaya çıkan zorluk uygun bir elektron potansiyelin seçiminden kaynaklanır. Hartree-Fock yöntemi, basit bir şekilde bu problemden kurtulur: Ψ , (2.30) şeklindeki N spin-yörüngemilerin çarpımının toplamından oluşmalıdır.

Ayrıca aşağıdaki iki şart, Hartree-Fock yaklaşıklıklarının bazıları için gerekli olmamakla birlikte, atomik hesaplamalarda genellikle alınır.

3. Ortogonallik

Bir l için radyal fonksiyonların tümü aynı radyal denklemin özfonksiyonları olduğu sürece bunlar ortogonal olacaktır. Ancak HF şartları bu kısıtlama yerine genellikle, spin-yörüngemsilerin bir ortonormal set oluşturması gerekir:

$$\int \phi_{nlm_s}(1)\phi_{n'l'm_s'}(1)d\tau_1 = \delta_{nn'}\delta_{ll'}\delta_{m_l m_l'}\delta_{m_s m_s'} \quad (2.33)$$

Burada $d\tau_1$, bir elektronun uzay koordinatları üzerinden integral almayı ve spin koordinatları üzerinden toplamı gösterir.

4. Açısız momentum işlemcileri

Ψ , L^2 , L_z , S^2 ve S_z toplam açısız momentum işlemcilerinin bir özfonksiyonu olmalıdır:

$$L^2\Psi = L(L+1)\Psi, \quad S^2\Psi = S(S+1)\Psi \quad (2.34)$$

$$L_z\Psi = M_L\Psi, \quad S_z\Psi = M_S\Psi \quad (2.35)$$

(3) kabullenimi enerji ifadesinin türetilmesinde oldukça faydalıdır ve (4) halin daha doğru belirlenmesine izin verir. (4) şartını sağlayan fonksiyonlar açısız momentum hallerinin çiftlenimleri yoluyla da elde edilebilir. \mathbf{J} , toplam açısız momentum işlemcisi bir açısız momentum işlemcisinin tüm genel komutasyon (sıra değiştirme) bağıntılarını sağlar. Yaygın Dirac gösteriminde, $|JM\rangle$, \mathbf{J}^2 ve \mathbf{J}_z 'nin bir öz fonksiyonudur:

$$J^2 |JM\rangle = J(J+1) |JM\rangle \quad (2.36)$$

$$J_z |JM\rangle = M |JM\rangle \quad (2.37)$$

2.2.1. Çeşitli Hartree-Fock yaklaşıklıkları

Yörüngeler $(n_1 l_1)^{q_1} (n_2 l_2)^{q_2} \dots (n_m l_m)^{q_m}$ şeklindeki tekli konfigürasyonun yörüngeleri (Ψ 'yi oluşturanlara) olduğu zaman Hartree-Fock yöntemleri değişik şekilde sınıflandırılabilir. Bu yöntemler, esas olarak radyal fonksiyonun yörünge kuantum sayılarına bağlılığına göre değişiklik gösterir. Radyal fonksiyon sadece (nl) kuantum sayılarına bağlı ise dalga fonksiyonu bir tekli Slater determinantı şeklindedir. Bu durumda yaklaşıklığa 'tekli-determinant Hartree-Fock (SDHF) yöntemi' denir.

Bir tekli determinant (3) şartını sağlamazsa bu 'ortogonal olmayan Hartree-Fock (NHF)' olarak adlandırılır. Bu yöntemin açık-tabaka için genişletilmiş hali de 'genişletilmiş Hartree-Fock (EHF)' olarak bilinir. Aslında, genişletilmiş Hartree-Fock yöntemi, ortogonal olmayan Hartree-Fock yönteminin özel bir durumudur. HF yönteminde olduğu gibi ortogonal olmayan ve genişletilmiş HF yöntemlerinin her ikisinde de toplam dalga fonksiyonu L^2 ve S^2 'nin bir öz fonksiyonudur.

Tekli determinant şeklinde ifade edilen radyal fonksiyon spin bileşenine de bağlı ise, yöntem 'spin-kutuplanmış Hartree-Fock (SPHF)' veya 'spin-kısıtlamasız Hartree-Fock (SUHF) yöntemi' adını alır. Radyal fonksiyonun n, l, m_s kuantum sayılarının yanı sıra m_l kuantum sayına da bağlı olması durumunda yöntem 'kısıtlanmamış Hartree-Fock (UHF) yöntemi' olarak adlandırılır. SUHF ve UHF'nin her ikisinde, radyal fonksiyonlar belirlendikten sonra yaklaşık izdüşüm işlemcileri L^2 ve S^2 'nin özfonksiyonlarını elde etmek için uygulanabilir.

Aslında SUHF, UHF ve EHF yöntemleri tartışmalıdır. UHF'nin felsefesi kısıtlamayı gevşek tutmakta ve verilen bir nl için yörüngenin m_l ve m_s kuantum sayıları

serbesttir. Fakat pratikte m_s bağıllığı kısıtlanmaz ve biraz bu yaklaşım SUHF'ye benzer. İzdüşüm işlemcilerine bir değişim uygulandığında, UHF de EHF'ye benzerdir.

2.2.2. Hartree-Fock denklemleri

Toplam dalga fonksiyonu için $\Psi(\gamma LS)$ Hartree-Fock yaklaşımı 2.2'deki (1), (2), (3) ve (4) şartlarını sağlayan bir $\Phi(\gamma LS)$ fonksiyonudur. Özellikle, $P(nl;r)$, radyal fonksiyonların sayısı özdeş-elektron gruplarının sayısı ile aynı olması nedeniyle yalnızca (nl) kuantum sayılarına bağlıdır. Aynı zamanda, uygunluğu sağlamak için

$$\begin{aligned} \langle nl|n'l \rangle &= \int_0^{\infty} P(nl;r)P(n'l;r)dr \\ &= 0, \quad n \neq n' \end{aligned} \quad (2.38)$$

olduğu kabul edilir.

2.2.2.1. Enerji ifadesi

Aslında radyal fonksiyonlar üzerine, diferansiyellenebilme ve integrallenebilme hariç bir kısıtlama konulmamış olsa bile değişim şartı (2.13) şeklinde ifade edilen enerji fonksiyonunun kararlı olmasını gerektirir ve bu da radyal fonksiyonları belirler.

Enerji için ifadeler, bilinmeyen $P(nl;r)$ fonksiyonları cinsinden türetilebilir. $\Phi(\gamma LS)$ bir tekli determinant olduğunda veya determinantlar cinsinden ifade edilebiliyorsa, Slater tarafından verilen basit kurallar kullanılabilir. Fakat kompleks sistemlerde göz önüne alınması gereken determinantların sayısı çok fazla olabilir ve bu yaklaşımı pratik olmaktan çıkarabilir. Açısal momentum işlemcileri teorisine dayanan Racah cebiri [405–408], matris elemanlarının değerlendirilmesi için güçlü bir cebirsel yaklaşım sağlamaktadır.

Kompleks bir atom için, enerji ifadesi çoğunlukla halin LS terim değerinden bağımsız olan birçok terim içerir. Son derece yararlı olan bir kavram, $E_{ort.}$ şeklinde gösterilen Slater'in 'konfigürasyonun ortalama enerjisi' kavramıdır. Bu kavram sadece konfigürasyona bağlıdır ve tüm fonksiyonlar normalleştirildiğinde

$$E_{ort.} = \sum_{i=1}^m q_i \left[I(n_i l_i) + \left(\frac{q_i - 1}{2} \right) \sum_{k=0}^{2l_i} f_k(l_i, l_i) F^k(n_i l_i, n_i l_i) \right] + \sum_{i=2}^m \left\{ \sum_{j=1}^{i-1} q_i q_j \left[F^0(n_i l_i, n_j l_j) + \sum_{k=|l_i - l_j|}^{(l_i + l_j)} g_k(l_i, l_j) G^k(n_i l_i, n_j l_j) \right] \right\} \quad (2.39)$$

şeklinde verilir. Burada $I(nl) \equiv I(nl, nl)$ alınmak üzere

$$I(nl, nl) = -\frac{1}{2} \int_0^{\infty} P(nl; r) LP(nl; r) dr \quad (2.40)$$

dir ve L işlemcisi de

$$L = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{2Z}{r} - \frac{l(l+1)}{r^2} \quad (2.41)$$

olarak tanımlanır.

F^k ve G^k Slater integralleri, aşağıdaki şekilde tanımlanan daha genel R^k integralinin özel durumlarıdır:

$$R^k(\alpha, \beta; \alpha', \beta') = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} P(\alpha; r) P(\alpha'; r) U^k(r, s) P(\beta; s) P(\beta'; s) dr ds \quad (2.42)$$

Burada

$$\begin{aligned}
 U^k(r, s) &= \frac{s^k}{r^{k+1}}, \quad r \geq s \\
 &= \frac{r^k}{s^{k+1}}, \quad r < s
 \end{aligned}
 \tag{2.43}$$

şeklindedir. Bu durumda

$$F^k(nl, n'l') = R^k(nl, n'l'; nl, n'l') \tag{2.44}$$

ve

$$G^k(nl, n'l') = R^k(nl, n'l'; n'l', nl) \tag{2.45}$$

dir.

Özdeş ve özdeş olmayan elektron çifti başına ortalama etkileşme

$$\sum_k f_k(l, l') F^k(l, l') \tag{2.46}$$

ve

$$F^0(l, l') + \sum_k g_k(l, l') G^k(l, l') \tag{2.47}$$

şeklinde gösterilir. (2.39)'da bu etkileşmeler böyle çiftlerin sayısı ile çarpılır.

LS terim enerjileri, $\Delta E(LS)$ ortalama enerjiden sapma olmak üzere

$$E(LS) = E_{ort.} + \Delta E(LS) \tag{2.48}$$

şeklinde ifade edilebilir. $\Delta E(LS)$ bazı faydalı özelliklere sahiptir:

1. Konfigürasyon yalnızca bir terime izin verdiğinde, $\Delta E(LS) \equiv 0$ olur.
2. Elektronlar ve boşluklar için sapmalar aynıdır: $\Delta E(l^n LS) \equiv \Delta E(l^{4l+2-n} LS)$.
3. Birkaç tane tamam olmayan grup içeren konfigürasyonlar için, ΔE bireysel tamam olmayan gruplar içerisindeki etkileşmeden ortaya çıkan sapmalar ile tamam olmayan gruplar arasındaki etkileşmelerden ortaya çıkan sapmaların toplamıdır.

2.2.2.2. Hartree-Fock denklemlerinin türetilmesi

(2.48) ifadesine göre toplam enerji ifadesi

$$E(\gamma LS) = \sum_i \frac{q_i I(n_i l_i)}{\langle n_i l_i | n_i l_i \rangle} + \sum_{i \geq j; k} \frac{a_{ijk} F^k(n_i l_i, n_j l_j)}{\langle n_i l_i | n_i l_i \rangle \langle n_j l_j | n_j l_j \rangle} + \sum_{i > j; k} \frac{b_{ijk} G^k(n_i l_i, n_j l_j)}{\langle n_i l_i | n_i l_i \rangle \langle n_j l_j | n_j l_j \rangle} \quad (2.49)$$

şeklinde. Değişim prensibi, bu enerjinin radyal fonksiyonların her birindeki değişimlere göre kararlı olmasını gerektirir. Bu, radyal fonksiyonlar üzerine bir kısıtlama getirmek gerektiğini vurgular. Genellikle değişim yönteminde Lagrange çarpanlarını belirtmek gereklidir. Böyle yapıldığında radyal fonksiyonların ortogonal olmasından doğan zorluk ortadan kaldırılabilir. λ_{ij} , $l_i = l_j$ şeklindeki bir radyal fonksiyon çifti arasındaki ortogonalite şartı ile ilişkili olan bir Lagrange çarpanı olarak alındığında yalnızca bir Lagrange çarpanı gerekli olduğu için $\lambda_{ji} = \lambda_{ij}$ olur.

Ortogonalite şartları,

$$W(\gamma LS) = E(\gamma LS) + \sum_{i > j} \delta_{l_i l_j} \lambda_{ij} \frac{\langle n_i l_i | n_j l_j \rangle}{\langle n_i l_i | n_i l_i \rangle^{1/2} \langle n_j l_j | n_j l_j \rangle^{1/2}} \quad (2.50)$$

olması gereğinden dolayı değişim yöntemine konulabilir.

(2.49)'daki terimlerin çoğu $P(nl; r)$ 'den bağımsızdır. Bunların toplamı, $(nl)^{q_{nl}}$ özdeş elektron grubu koparılması durumunda bir sistemin toplam enerjisidir ve $\bar{E}(nl^{q_{nl}})$ ile

gösterilir. $\bar{E}(nl^{q_{nl}})$, $P(nl;r)$ 'ye bağlı olmadığı için $P(nl;r)$ 'deki değişimlere göre karardır. Böylece

$$E(\gamma LS) - \bar{E}(nl^{q_{nl}}) = \langle nl|nl \rangle^{-1} \times \left[q_{nl} I(nl) + \sum_k \frac{a_{nl,nl,k} F^k(nl,nl)}{\langle nl|nl \rangle} + \sum_{n'l' \neq nl;k} \frac{a_{nl,n'l',k} F^k(nl,n'l')}{\langle n'l'|n'l' \rangle} + \sum_{n'l' \neq nl;k} \frac{b_{nl,n'l',k} G^k(nl,n'l')}{\langle n'l'|n'l' \rangle} \right] \quad (2.51)$$

dür. Ortogonalite şartları $W(\gamma LS)$ 'nin değişimine katkıda bulunmayan $P(nl;r)$ 'leri içermez. $P(nl;r)$ 'ye doğrudan bağlı fonksiyon

$$\bar{W}(nl^{q_{nl}}) = E(\gamma LS) - \bar{E}(nl^{q_{nl}}) + \sum_{n'} \lambda_{nl,n'l'} \frac{\langle nl|n'l' \rangle}{\langle nl|nl \rangle^{1/2} \langle n'l'|n'l' \rangle^{1/2}} \quad (2.52)$$

şekindedir ve bu fonksiyon $P(nl;r)$ 'deki değişimlere göre kararlı olmalıdır.

$Q(nl;r)$, $P(nl;r)$ gibi aynı sınır ve ortogonalite şartlarını sağlayan iki kez diferansiyellenebilir ve karesi integre edilebilir bir fonksiyon olarak kabul edilirse $P(nl;r)$ yerine $P(nl;r) + \varepsilon Q(nl;r)$ (burada $\varepsilon = 1$) alınır. $F(P)$ fonksiyonlarının birinci dereceden δF değişimi δP 'deki lineer terimleri içerir. δP küçük katkılar cinsinden $F(P + \delta P) - F(P)$ 'nin değişimini ortaya çıkarır. $\delta P = Q$ halinde uygunluğu sağlayan bir ε parametresi

$$\delta F = \left. \frac{d}{d\varepsilon} F(P + \varepsilon Q) \right|_{\varepsilon=0} \quad (2.53)$$

şeklinde tanımlanır. Sonuç olarak;

$$\begin{aligned}\delta I(nl) &= -\frac{1}{2} \frac{d}{d\varepsilon} \int_0^{\infty} [P(nl;r) + \varepsilon Q(nl;r)] L[P(nl;r) + \varepsilon Q(nl;r)] dr, \quad \varepsilon = 0 \\ &= -\int_0^{\infty} Q(nl;r) LP(nl;r) dr\end{aligned}\quad (2.54)$$

dir. F^k ve G^k integrallerinin (ve genel olarak R^k integrallerinin) birinci dereceden değişimini türetmek için aşağıdaki gibi fonksiyonu belirtmek uygundur:

$$\begin{aligned}Y^k(nl, n'l'; r) &= r \int_0^{\infty} U^k(r, s) P(nl; s) P(n'l'; s) ds \\ &= \int_0^r \left(\frac{s}{k}\right)^k P(nl; s) P(n'l'; s) ds + \int_r^{\infty} \left(\frac{r}{s}\right)^{k+1} P(nl; s) P(n'l'; s) ds\end{aligned}\quad (2.55)$$

Bu durumda F^k integrali

$$F^k(nl, n'l') = \int_0^{\infty} P^2(nl; r) \left(\frac{1}{r}\right) Y^k(n'l', n'l'; r) dr\quad (2.56)$$

şeklinde ve integrasyonun sırası ters çevrilebildiği için

$$F^k(nl, n'l') \equiv \int_0^{\infty} P^2(n'l'; s) \left(\frac{1}{s}\right) Y^k(nl, nl; s) ds\quad (2.57)$$

yazılabilir. Benzer şekilde;

$$G^k(nl, n'l') = \int_0^{\infty} P(nl; r) P(n'l'; r) \left(\frac{1}{r}\right) Y^k(nl, n'l'; r) dr\quad (2.58)$$

dir. Buradan F^k ve G^k 'daki değişimler

$$\delta F^k(nl, n'l') = 2(1 + \delta_{nl, n'l'}) \int_0^\infty Q(nl; r) P(nl; r) \left(\frac{1}{r} \right) Y^k(n'l', n'l'; r) dr \quad (2.59)$$

$$\delta G^k(nl, n'l') = 2 \int_0^\infty Q(nl; r) P(n'l'; r) \left(\frac{1}{r} \right) Y^k(nl, n'l'; r) dr \quad (2.60)$$

olarak elde edilebilir. $P(nl; r)$ 'ye bağılı bir fonksiyon $F(nl)$ cinsinden yazılan

$$E(\gamma LS) - \bar{E}(nl^{q_{nl}}) = \langle nl | nl \rangle^{-1} \times F(nl) \quad (2.61)$$

ifadesinde yerine yazılırsa

$$\begin{aligned} \delta \left[E(\gamma LS) - \bar{E}(nl^{q_{nl}}) \right] &= \langle nl | nl \rangle^{-1} \times \delta F(nl) + \delta \left[\langle nl | nl \rangle^{-1} \right] \times F(nl) \\ &= \langle nl | nl \rangle^{-1} \times \left[\delta F(nl) - 2 \left[E(\gamma LS) - \bar{E}(nl^{q_{nl}}) \right] \times \int_0^\infty Q(nl; r) P(nl; r) dr \right] \end{aligned} \quad (2.62)$$

elde edilir. Burada

$$\begin{aligned} \delta F(nl) &= q_{nl} \delta I(nl) + \sum_k \frac{a_{nl, nl, k} \delta F^k(nl, nl)}{\langle nl | nl \rangle} + \sum_{n'l' \neq nl; k} \frac{a_{nl, n'l', k} \delta F^k(nl, n'l')}{\langle n'l' | n'l' \rangle} \\ &+ \sum_{n'l' \neq nl; k} \frac{b_{nl, n'l', k} \delta G^k(nl, n'l')}{\langle n'l' | n'l' \rangle} + \sum_k a_{nl, nl; k} F^k(nl, nl) \delta \left[\langle nl | nl \rangle^{-1} \right] \end{aligned} \quad (2.63)$$

şeklinde bulunur. Buradaki son toplam, özdeş elektronlar için F^k integrallerine ait ek normalleşme çarpanından ortaya çıkar. Sonuç olarak, ortogonalite şartlarından ortaya çıkan terimler için

$$\delta \left[\sum_{n'} \lambda_{nl, n'l} \frac{\langle nl | n'l \rangle}{\langle nl | nl \rangle^{1/2} \langle n'l | n'l \rangle^{1/2}} \right] = \sum_{n'} \lambda_{nl, n'l} \frac{\int_0^\infty Q(nl; r) P(n'l; r) dr}{\langle nl | nl \rangle^{1/2} \langle n'l | n'l \rangle^{1/2}} \quad (2.64)$$

olur. Burada $\langle nl|n'l \rangle = 0$ alınır. (2.52) ve (2.64) denklemleri birleştirilirse

$$\delta\bar{W}(nl^{q_{nl}}) = \int_0^\infty \frac{Q(nl;r)G(nl;r)dr}{\langle nl|nl \rangle} \quad (2.65)$$

elde edilir. Burada

$$\begin{aligned} G(nl;r) = & -q_{nl} \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2Z}{r} - \frac{l(l+1)}{r^2} \right) P(nl;r) + \frac{4}{r} \sum_k \frac{a_{nl,nl,k} Y^k(nl,nl;r) P(nl;r)}{\langle nl|nl \rangle} \\ & + \frac{2}{r} \sum_{n'l' \neq nl;k} \frac{a_{nl,n'l',k} Y^k(n'l',n'l';r) P(nl;r)}{\langle n'l'|n'l' \rangle} + \frac{2}{r} \sum_{n'l' \neq nl;k} \frac{b_{nl,n'l',k} Y^k(nl,n'l';r) P(n'l';r)}{\langle n'l'|n'l' \rangle} \\ & - 2 \left[E(\gamma LS) - \bar{E}(nl^{q_{nl}}) + \sum_k \frac{a_{nl,nl,k} F^k(nl,nl)}{\langle nl|nl \rangle^2} \right] P(nl;r) + \sum_{n'} \lambda_{nl,n'l} P(n'l;r) \frac{\langle nl|nl \rangle^{1/2}}{\langle n'l'|n'l' \rangle^{1/2}} \end{aligned} \quad (2.66)$$

dir. Tüm izinli $Q(nl;r)$ fonksiyonları için $\delta\bar{W}(nl^{q_{nl}}) = 0$ olması gerektiğinden, denklemde $G(nl;r) \equiv 0$ olmalıdır. Ayrıca q_{nl} ile bölünürse,

$$\left\{ \frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} [Z - Y(nl;r)] - \varepsilon_{nl,nl} - \frac{l(l+1)}{r^2} \right\} P(nl;r) = \frac{2}{r} X(nl;r) + \sum_{n'} \varepsilon_{nl,n'l} P(n'l;r) \quad (2.67)$$

elde edilir. Burada

$$Y(nl;r) = \sum_{n'l';k} \frac{A_{nl,n'l',k} Y^k(n'l',n'l';r)}{\langle n'l'|n'l' \rangle} \quad (2.68)$$

ve

$$X(nl;r) = \sum_{n'l' \neq nl;k} \frac{B_{nl,n'l',k} Y^k(nl,n'l';r) P(n'l';r)}{\langle n'l'|n'l' \rangle} \quad (2.69)$$

şeklindedir. Bu ifadelerde

$$A_{nl,n'l',k} = \frac{(1 + \delta_{nl,n'l'})a_{nl,n'l',k}}{q_{nl}} \quad (2.70)$$

ve

$$B_{nl,n'l',k} = \frac{b_{nl,n'l',k}}{q_{nl}} \quad (2.71)$$

olmak üzere

$$\varepsilon_{nl,nl} = \frac{2}{q_{nl}} \left[\bar{E}(nl^{q_{nl}}) - E(\gamma LS) - \sum_k \frac{a_{nl,nl,k} F^k(nl, nl)}{\langle nl|nl \rangle^2} \right] \quad (2.72)$$

ve

$$\varepsilon_{nl,n'l} = \frac{\lambda_{nl,n'l}}{q_{nl}} \times \frac{\langle nl|nl \rangle^{1/2}}{\langle n'l'|n'l' \rangle^{1/2}} \quad (2.73)$$

ifadeleri elde edilir. (2.67)'de $\frac{2}{r}[Z - Y(nl; r)]$ potansiyel fonksiyonu ve $\frac{2}{r}X(nl; r)$

takas fonksiyonudur.

2.2.3. Çok elektronlu atomlarda karşılıklı etkileşme kavramı

Hartree-Fock yöntemi pek çok atomik özelliğin oldukça iyi tahminlerini verir. Fakat dikkatli analiz yapıldığında, sistematik farklılıklar gözlenebilir. Gözlenen veriler relativistik etkiler, sonlu kütle ve çekirdek hacmi gibi diğer etkileri içerir ve hafif (küçük) atomlar için küçüktürler. Böyle sistemler için farklılığın en büyük kaynağı, Hartree-Fock çözümünün Schrödinger denkleminin gerçek çözümüne bir yaklaşıklık olması gerçeğinden ve elektronların hareketindeki karşılıklı etkileşme fikrinin

ihmalinden ortaya çıkar. Hartree-Fock yönteminde, her bir elektronun diğer elektronlar tarafından belirlenen bir alanda bağımsız olarak hareket ettiği kabul edilir. Bu nedenle enerjideki hata Löwdin [409] tarafından ‘karşılıklı etkileşme enerjisi’ olarak tanımlanır.

$$E^{Kor.} = E^{Gerçek} - E^{HF} \quad (2.74)$$

Burada $E^{Gerçek}$, sadece gözlenen enerji değildir. Bu, bir dizi kabullenimleri esas alan Schrödinger denkleminin gerçek çözümüdür ve E^{HF} Hartree-Fock enerjisidir.

2.3. Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock Yöntemi

Fischer tarafından geliştirilen bu yöntem [403] göre, değişim fonksiyonu yerine çok konfigürasyonlu açılım seçilirse, radyal fonksiyonlardaki değişimlere göre kararlılık şartı Hartree-Fock denklemlerine benzer diferansiyel denklemler takımına götürür. Diferansiyel denklemler, karışım (açılım) katsayılarının değişiminden ortaya çıkan matris özdeğer denklemine eşlenir ve bu iki problem eş zamanlı olarak çözülür. Bu değişim fonksiyonunu temel alan yöntem, ‘çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi (MCHF)’ olarak bilinir. Bu yaklaşıklıkta dalga fonksiyonu,

$$\Psi(\gamma LS) = \sum_{i=1}^M c_i \Phi(\gamma_i LS), \quad \sum_{i=1}^M c_i^2 = 1 \quad (2.75)$$

şeklinde ortonormal konfigürasyon hal fonksiyonlarının lineer birleşimi ile elde edilir. Burada $\Phi(\gamma_i LS)$, γ_i ve c_i sırasıyla LS çiftlenimli konfigürasyon hal fonksiyonu, konfigürasyonları ve konfigürasyonların karışım katsayılarını ifade etmektedir. Relativistik olmayan enerji ifadesi de

$$\begin{aligned} \mathcal{E}(\gamma LS) &= \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_i c_j \langle \Phi(\gamma_i LS) | H | \Phi(\gamma_j LS) \rangle \\ &= \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_i c_j H_{ij} = \sum_{i=1}^M c_i^2 H_{ii} + 2 \sum_{i>j}^M c_i c_j H_{ij} \end{aligned} \quad (2.76)$$

olur. Burada $H_{ij} = \langle \Phi(\gamma_i LS) | H | \Phi(\gamma_j LS) \rangle$ 'dir. $H_{ij} = H_{ji}$ olduğu için i ve j üzerinden toplam köşegenlere ve etkileşim matrisi denilen $\mathbf{H} = H_{ij}$ matrisinin en alt kısmıyla sınırlandırılabilir. $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_M)^t$ açılım katsayıları (veya karışım katsayıları) bir sütun vektörü olduğunda sistemin enerjisi

$$E = \mathbf{c}^t \mathbf{H} \mathbf{c} \quad (2.77)$$

olur. $(P(a;r), P(b;r), \dots)^t$ radyal fonksiyonlarının sütun vektörü \mathbf{P} ile gösterildiğinde etkileşim matris elemanları radyal fonksiyonlara bağlı olduğu için enerji fonksiyonunun hem \mathbf{P} 'ye hem \mathbf{c} 'ye bağlı olacağı açıktır.

Hamiltonyenin matris elamanları

$$H_{ij} = \sum_{ab} w_{ab}^{ij} I(a, b) + \sum_{abcd;k} v_{abcd;k}^{ij} R^k(ab, cd) \quad (2.78)$$

şeklinde olur. Buradaki ab veya $abcd$ üzerinden toplam, her bir konfigürasyon halindeki doldurulmuş yörüngeler üzerindedir. (2.78), (2.76)'daki enerji ifadesinde yerine yazılır ve toplamın sırası değiştirilirse

$$\mathcal{E}(\gamma LS) = \sum_{ab} w_{ab} I(a, b) + \sum_{abcd;k} v_{abcd;k} R^k(ab, cd) \quad (2.79)$$

elde edilir. Burada

$$w_{ab} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_i c_j w_{ab}^{ij} \quad \text{ve} \quad v_{abcd;k} = \sum_i \sum_j c_i c_j v_{abcd;k}^{ij} \quad (2.80)$$

şeklindedir.

Bu şekilde enerji, integrallerin ve bunların karışım katsayılarına bağlı olan enerjiye katkılarının bir listesi olarak ifade edilir. İntegraller üzerinden toplamı

minimumlaştırmak için, $I(a,b)$ ve $R^k(ab,cd)$ integrallerinin simetrik özelliklerinin avantajını almak faydalıdır. MCHF programında $I(a,b)$ integrali için $a \leq b$ ve $R^k(ab,cd)$ integrali için de $a \leq b$, $a \leq c$ ve $b \leq d$ kabul edilir.

Hartree-Fock denklemlerinin türetilmesindeki gibi, kararlılık prensibi tüm kısıtlamalar için Lagrange çarpanlarını içeren bir fonksiyona uygulanmalıdır:

$$F(\mathbf{P}, \mathbf{c}) = \mathcal{E}(\gamma LS) + \sum_{a \leq b} \delta_{l_a l_b} \lambda_{ab} \langle a | b \rangle - E \sum_{i=1}^M c_i^2 \quad (2.81)$$

c_i 'deki değişimlere göre kararlılık şartlarının türetilmesinde, $\mathcal{E}(\gamma LS)$ için en uygun şekil

$$\mathbf{Hc} = E\mathbf{c} \quad (2.82)$$

şeklinde köklü (radikal) denkleme götüren (2.76)'dır. Böylece, E Lagrange çarpanı, sistemin toplam enerjisidir. $P(a;r)$ radyal fonksiyonlardaki değişimlere göre kararlılık şartı, değiştirilecek her radyal fonksiyon için bir tane olmak üzere bir denklemler sistemine götürür.

$P(a;r)$, (2.81)'in kararlılık şartına göre değiştirilecek olan bir radyal fonksiyon olarak kabul edilirse şu durumlar elde edilir.

a) $w_{aa}I(a,a)$ 'nın değişimi

$$-w_{aa} \int_0^{\infty} \delta P(a;r) LP(a;r) dr \quad (2.83)$$

olur.

b) $\sum_{b;k} v_{abab;k} R^k(ab, ab)$ 'nin değişimi

$$2w_{aa} \int_0^{\infty} \delta P(a; r) \frac{1}{r} Y(a; r) P(a; r) dr \quad (2.84)$$

olarak ifade edilebilir. Burada $2w_{aa}$ çarpanı integral dışına alınır ve diğer tüm sabitler $Y(a; r)$ 'nin tanımıyla birleştirilir.

c) Diğer tüm integrallerin değişimi

$$2w_{aa} \int_0^{\infty} \delta P(a; r) \frac{1}{r} X(a; r) dr \quad (2.85)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bazı katkılar $I(a, b)$ köşegen dışı integrallerinden ortaya çıkabilir. Slater integralleri her bir konum için bir, iki veya üç kez ortaya çıkan radyal integrale sahip olabilir. Ortonormallik kısıtlamalarıyla birlikte bu değişimlerin toplamı

$$w_{aa} \int_0^{\infty} \delta P(a; r) Q(r) dr = 0 \quad (2.86)$$

şeklinde ifade edilebilir. $\delta P(a; r)$ tüm küçük değişimler için sıfır olma şartı, $Q(r) = 0$ şartına götürür:

$$\left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} [Z - Y(nl; r)] - \frac{l(l+1)}{r^2} - \varepsilon_{nl, nl} \right) P(nl; r) = \frac{2}{r} X(nl; r) + \sum_{n' \neq n} \varepsilon_{nl, n'l} P(n'l; r) \quad (2.87)$$

Köşegen ve köşegen dışı enerji parametreleri

$$\varepsilon_{nl,nl} = \frac{2\lambda_{nl,nl}}{w_{nl,nl}} \text{ ve } \varepsilon_{nl,n'l} = \frac{\lambda_{nl,n'l}}{w_{nl,nl}} \quad (2.88)$$

şeklinde Lagrange çarpanlarıyla ilişkilidir. Buna göre, köşegen ve köşegen dışı enerji parametrelili matrisin simetrik olmadığına dikkat edilmelidir. Bununla birlikte

$$w_{nl,nl}\varepsilon_{nl,n'l} = w_{n'l,n'l}\varepsilon_{n'l,nl} \quad (2.89)$$

şeklinde dir. Radyal denklemlerin bu sistemi, $w_{nl,nl}$ doluluk sayısının, tam sayı değil daha çok beklenen doluluk sayısı olması ve $X(nl;r)$ fonksiyonunun yalnızca bir konfigürasyon hali içindeki elektronların değiş tokuşundan değil aynı zamanda konfigürasyon halleri arasındaki etkileşimlerden de ortaya çıkması durumları hariç, Hartree-Fock denklemlerine benzerdir.

Değişim radyal denklemlerinin verildiği kabul edilirse sadece köklü problemin çözülmeye ihtiyacı vardır. Bu problem bir ‘konfigürasyon etkileşme (CI) problemi’ olarak isimlendirilir. Herhangi bir radyal fonksiyon iyileştirilirse hesaplamaya ‘çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) hesabı’ denir. Çözüm yine tekrarlamalı süreç olan çok konfigürasyonlu-öz-uyum alan (MC-SCF) yöntemidir. Bu yöntemle tahmini radyal fonksiyonlarla $Y(nl;r)$ ve $X(nl;r)$ hesaplanır. Bu hesaplama sonucunda normalize edilen yeni radyal fonksiyonların tahminlerden daha iyi olması beklenir. Bu süreç, tahmin ile hesap sonucunda elde edilenler arasında ‘öz-uyum’ sağlanana kadar devam edilir. Hartree denklemleri için, Hartree ‘alanlar’ cinsinden süreci tanımladı ve öz-uyum alan (SCF) terimini türetti. Hartree-Fock denklemleri için de, bunun, her bir yörünge için radyal yükün önemli olduğu bilinir. Böylece bu süreç ana adımları ile şöyledir:

a) Başlangıç radyal fonksiyonları belirtilir.

b) Her bir radyal fonksiyon için doğrudan ve takas potansiyeli hesaplanır, köşegen enerji parametresi belirlenir ve diferansiyel denklem çözülür.

c) Son radyal fonksiyonlar elde edilir ve bu elde edilenlerle yakınsama sağlanana kadar aynı işlemler tekrarlanır.

2.3.1. Relativistik etkiler

Ağır atomlar veya yüksekçe iyonlaşmış sistemlere doğru gidildiğinde relativistik etkilerin önemi hızla artmaktadır. Relativistik etkileri dikkate almak için, Dirac denklemini çok elektronlu bir sistem için çözmek yerine, bir diğer yol Schrödinger denklemine en düşük mertebeden relativistik katkıları almaktır. Bu düzeltmeler α (ince yapı sabiti)'nın kuvvetlerine göre bir açılımla relativistik çok elektronlu denklemlerden türetilir. α^2 mertebesinde düzeltme için ortaya çıkan Hamiltonyen, 'Breit-Pauli Hamiltonyeni' olarak bilinir. Bu Hamiltonyen relativistik olmayan Hamiltonyene birinci mertebeden düzeltmedir.

2.3.1.1. Breit-Pauli Hamiltonyeni ve dalga fonksiyonu

Breit-Pauli Hamiltonyeni

$$H_{BP} = H_{NR} + H_{RS} + H_{FS} \quad (2.90)$$

şeklindedir. Burada, H_{NR} relativistik olmayan çok-elektron Hamiltonyeni, H_{RS} relativistik kayma ve H_{FS} ince yapı işlemcileridir. H_{RS} , L ve S ile sıra değiştirir. H_{MC} kütle düzeltmesi, H_{D1} ve H_{D2} sırası ile bir- ve iki-cisim Darwin terimleri, H_{OO} yörünge-yörünge terimi ve H_{SSC} spin-spin temas terimi olmak üzere H_{RS} ,

$$H_{RS} = H_{MC} + H_{D1} + H_{D2} + H_{OO} + H_{SSC} \quad (2.91)$$

şeklinde ifade edilir. Burada

$$H_{MC} = -\frac{\alpha^2}{8} \sum_{i=1}^N (\nabla_i^2)^\dagger \nabla_i^2, \quad (2.92)$$

$$H_{D1} = -\frac{\alpha^2 Z}{8} \sum_{i=1}^N (\nabla_i^2) \left(\frac{1}{r_i} \right), \quad (2.93)$$

$$H_{D2} = -\frac{\alpha^2}{4} \sum_{i<j}^N (\nabla_i^2) \left(\frac{1}{r_{ij}} \right), \quad (2.94)$$

$$H_{Oo} = -\frac{\alpha^2}{2} \sum_{i<j}^N \left[\frac{\mathbf{p}_i \cdot \mathbf{p}_j}{r_{ij}} + \frac{\mathbf{r}_{ij} (\mathbf{r}_{ij} \cdot \mathbf{p}_i) \mathbf{p}_j}{r_{ij}^3} \right] \quad (2.95)$$

ve

$$H_{SSC} = -\frac{8\pi\alpha^2}{3} \sum_{i<j}^N (\mathbf{s}_i \cdot \mathbf{s}_j) \delta(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) \quad (2.96)$$

dir. H_{FS} işlemcisi, spin ve yörünge açısal momentumları arasındaki etkileşimi tanımlar. H_{FS} bir etkileşme terimi olduğu için L ve S ile sıra değiştirmezken, $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$ toplam açısal momentumla sıra değiştirir. İnce yapı işlemcisinin açık ifadesi ise

$$H_{FS} = H_{SO} + H_{SOO} + H_{SS} \quad (2.97)$$

dir. H_{SO} çekirdek spin-yörünge, H_{SOO} spin-diğer yörünge ve H_{SS} spin-spin etkileşme terimleridir:

$$H_{SO} = \frac{\alpha^2 Z}{2} \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{r_i^3} \right) \mathbf{l}_i \cdot \mathbf{s}_i \quad (2.98)$$

$$H_{SOO} = -\frac{\alpha^2}{2} \sum_{i<j}^N \frac{\mathbf{r}_{ij} \times \mathbf{p}_i}{r_{ij}^3} (\mathbf{s}_i + 2\mathbf{s}_j) \quad (2.99)$$

$$H_{ss} = \alpha^2 \sum_{i < j}^N \frac{1}{r_{ij}^3} \left[s_i \cdot s_j - 3 \frac{(s_i \cdot r_{ij})(s_j \cdot r_{ij})}{r_{ij}^2} \right] \quad (2.100)$$

Breit-Pauli Hamiltonyeni \mathbf{J} toplam açısal momentum işlemcisi ile sıra değiştirir ve karşılık gelen dalga fonksiyonu ise \mathbf{J}^2 ve J_z 'nin özfonksiyonları olmalıdır. Çok konfigürasyonlu yaklaşımında, Breit-Pauli dalga fonksiyonları,

$$\Psi(\gamma JM_J) = \sum_{i=1}^M c_i \Phi(\gamma_i L_i S_i JM_J) \quad (2.101)$$

şeklinde lineer birleşimler olarak verilir. Burada $\Phi(\gamma LSJM_J)$ 'ler LSJ çiftlenimli CSF'lerdir:

$$\Phi(\gamma LSJM_J) = \sum_{M_L M_S} \langle LM_L SM_S | LSJM_J \rangle \Phi(\gamma LM_L SM_S) \quad (2.102)$$

L ve S , farklı LS 'li konfigürasyon hal fonksiyonlarının iyi kuantum sayıları olmadığı için, farklı LS terimli CSF'lerin (2.101)'de alınması gereklidir. Bu durumda dalga fonksiyonu 'ara-çiftlenim' denilen çiftlenim modelinde verilir.

CSF'lerden oluşturulan radyal fonksiyonlar bir ön MCHF çalışmasından alınır ve yalnızca açılım katsayıları iyileştirilir. Bu da (2.82) şeklindeki matris özdeğer problemine götürür. Burada \mathbf{H} ,

$$H_{ij} = \langle \gamma_i L_i S_i JM_J | H_{BP} | \gamma_j L_j S_j JM_J \rangle \quad (2.103)$$

elemanlı matristir. Böylece Breit-Pauli Hamiltonyeninin özdeğer ve özfonksiyonlarını bulma problemi, LSJ çiftlenimli konfigürasyon hal fonksiyonları arasındaki matris elemanlarının bulunmasına ve her J değeri için matris köşegenleştirmesine indirgenir.

2.3.1.2. İnce yapı seviyeleri

(2.101)'e karşılık gelen enerji ifadesi

$$E = E_{NR} + E_{RS} + E_{FS} \quad (2.104)$$

olarak dikkate alınabilir. Burada E_{NR} ,

$$E_{NR} = \langle \gamma LSJM_J | H_{NR} | \gamma LSJM_J \rangle \quad (2.105)$$

şeklinde relativistik olmayan enerjidir, E_{RS} ve E_{FS} sırasıyla, relativistik kaymadan ve ince yapı katkılarından elde edilen relativistik enerji düzeltmeleridir.

Relativistik kayma işlemcilerinin tümü L ve S ile sıra değiştirirler ve böylece E_{RS} J 'den (ve M_J 'den) bağımsızdır ve E_{NR} relativistik olmayan LS terim enerjisinin kaymasını gösterir. İnce yapı enerjisi,

$$E_{FS} = E_{SO} + E_{SOO} + E_{SS} \quad (2.106)$$

olarak yazılabilir. Burada E_{SO} , E_{SOO} ve E_{SS} sırasıyla spin-yörünge, spin-diğer yörünge ve spin-spin etkileşme işlemcilerine karşılık gelen enerjilerdir. Bu enerjilerin hepsi J kuantum sayısına bağlıdır ve E_{NR} relativistik olmayan LS terim enerjisinin bir yarılmasını (ince yapı seviyeleri) verir. Açısal momentumların toplama kurallarını kullanarak L ve S 'nin verilen değerlerine karşılık gelen J 'nin mümkün değerleri

$$|L-S|, |L-S|+1, \dots, L+S-1, L+S \quad (2.107)$$

dir. Terimdeki seviyelerin sayısı $L \leq S$ ise $2S+1$ çokluğu ile; $L < S$ ise $2L+1$ çokluğu ile verilir.

Glass ve Hibbert [410] çok elektronlu bir sistemde, farklı ince yapı işlemcilerinin matris elemanlarının alınan kuantum sayılarına farklı şekilde bağlı olduğunu gösterdiler. Böylece E_{so} ve E_{soo} 'nun her ikisi bir ranklı spin ve uzay işlemcilerinin çarpımıdır:

$$E_{so} = \langle \gamma LSJM_J | H_{so} | \gamma LSJM_J \rangle \propto J(J+1) - L(L+1) - S(S+1) \quad (2.108)$$

$$E_{soo} = \langle \gamma LSJM_J | H_{soo} | \gamma LSJM_J \rangle \propto J(J+1) - L(L+1) - S(S+1) \quad (2.109)$$

E_{ss} 'de iki ranklı iki tensör işlemcisinin bir skaler çarpımıdır:

$$E_{ss} = \langle \gamma LSJM_J | H_{ss} | \gamma LSJM_J \rangle \propto \frac{3}{4} C(C+1) - L(L+1) - S(S+1) \quad (2.110)$$

Burada $C = J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)$ 'dir. Daha açık olarak ince yapı enerji seviyeleri

$$E_{so} = \{J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)\} \zeta_{so}(\gamma LS), \quad (2.111)$$

$$E_{soo} = \{J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)\} \zeta_{soo}(\gamma LS) \quad (2.112)$$

ve

$$E_{ss} = \left\{ \frac{3}{4} C(C+1) - L(L+1) - S(S+1) \right\} \zeta_{ss}(\gamma LS) \quad (2.113)$$

şeklinde verilir. Burada $\zeta_{so}(\gamma LS)$, $\zeta_{soo}(\gamma LS)$ ve $\zeta_{ss}(\gamma LS)$, J 'den bağımsız çarpanlardır. Eğer spin-spin terimi ihmal edilirse J ve $J-1$ iki komşu ince yapı seviyeleri arasındaki enerji farkının

$$\Delta E_{FS} = 2\zeta J \quad (2.114)$$

olduğu görülür. Burada $\zeta = \zeta_{so}(\gamma LS) + \zeta_{soo}(\gamma LS)$ 'dir. Buna ince yapı için 'Landé aralık kuralı' denir. ζ pozitif ise ince yapı enerjisi J ile artar; bu durumda ince yapının normal olduğu, ζ negatif ise tersinir olduğu söylenir.

2.3.2. Enerji seviyeleri arasındaki geçişler

2.3.2.1. Geçişler ve geçiş özellikleri

Bir atomun enerji seviyeleri genellikle sonsuz yarı ömürlü kararlı haller olarak kabul edilir. Bir elektromanyetik alan varlığında bu durum değişir. Fotonların soğurulması atomları ve iyonları daha yüksek seviyelere uyaracaktır. Aynı anda yayınlama ile bir kez ışımaya yapacaktır. Einstein [411], tamamen istatistiksel argümanları kullanarak, bir uyarılmış iyonun manyetik alan yokluğunda da kendiliğinden ışımaya yapacağını gösterdi.

İki hal arasındaki elektromanyetik geçiş, karşılık gelen fotonun açısal momentum ve paritesi ile belirlenir. Soğurulan veya yayınlanan foton k açısal momentumu ve $\pi = (-1)^k$ pariteye sahip ise geçişe 'elektrik çok-kutuplu (Ek) geçiş'; foton $\pi = (-1)^{k+1}$ pariteli ise geçişe 'manyetik çok-kutuplu (Mk) geçiş' denir. Her bir çok-kutup, paritesi π ve rankı k olan $O_q^{\pi(k)}$ küresel tensör işlemcisi ile tanımlanır. Bu elektrik ve manyetik geçişler için,

$$E_q^{(k)} = \sum_{i=1}^N r^k(i) C_q^{(k)}(i) \quad (2.115)$$

ve

$$M_q^{(k)} = \alpha \sqrt{k(2k-1)} \left[\frac{1}{k+1} MA_q^{(k)} + \frac{1}{2} g_s MB_q^{(k)} \right] \quad (2.116)$$

şeklindedir. Burada $MA_q^{(k)}$ ve $MB_q^{(k)}$

$$MA_q^{(k)} = \sum_{i=1}^N r^{k-1}(i) \left[\mathbf{C}^{(k-1)}(i) \times \mathbf{I}^{(1)}(i) \right]_q^{(k)} \quad (2.117)$$

$$MB_q^{(k)} = \sum_{i=1}^N r^{k-1}(i) \left[\mathbf{C}^{(k-1)}(i) \times \mathbf{s}^{(1)}(i) \right]_q^{(k)} \quad (2.118)$$

olarak tanımlanır.

Bir $\gamma' J' M'$ üst seviye ve bir γJM alt seviye arasındaki geçişi tanımlamak için geçiş integrali

$$I_q^{\pi k}(\gamma JM, \gamma' J' M') = \langle \gamma JM | O_q^{\pi(k)} | \gamma' J' M' \rangle \quad (2.119)$$

ve bileşen şiddeti $s^{\pi k}$

$$s^{\pi k}(\gamma JM, \gamma' J' M') = \sum_q \left| I_q^{\pi k}(\gamma JM, \gamma' J' M') \right|^2 \quad (2.120)$$

şeklinde tanımlanır. Yalnızca M kuantum sayılarında katlı olan seviyelere sahip sistemlerle ilgilenildiğinde gözlenebilen nicelik böylece bu kuantum sayıları üzerinden bileşen şiddetlerinin toplamı olacağından çizgi şiddeti

$$S^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') = \sum_{M, M', q} \left| \langle \gamma JM | O_q^{\pi(k)} | \gamma' J' M' \rangle \right|^2 \quad (2.121)$$

dir. Wigner-Eckart teoreminden ve ortogonalite bağıntısından (M ve M' 'ler üzerinden toplam) çizgi şiddeti, indirgenmiş matris elemanlarının karesi olarak elde edilir:

$$S^{\pi k}(\gamma' J', \gamma J) = \left| \langle \gamma J | \mathbf{O}^{\pi(k)} | \gamma' J' \rangle \right|^2 \quad (2.122)$$

Bir üst seviyeden bir alt seviyeye yayınlama için geçiş olasılığı (veya hızı)

$$A^{\pi k}(\gamma' J', \gamma J) = 2C_k \left[\alpha(E_{\gamma' J'} - E_{\gamma J}) \right]^{2k+1} \frac{S^{\pi k}(\gamma' J', \gamma J)}{g_{J'}} \quad (2.123)$$

ile verilir. Burada $g_{J'}$,

$$g_{J'} = 2J' + 1 \quad (2.124)$$

şeklinde üst seviyenin istatistiksel ağırlığıdır ve

$$C_k = \frac{(2k+1)(k+1)}{k[(2k+1)!!]^2} \quad (2.125)$$

şeklinde tanımlıdır. Salıncı şiddeti soğurma ya da yayınlamadaki geçişi temsil eder. Düşük haldeki bir atom foton soğurarak üst seviyeye uyarıldığında soğurma salıncı şiddeti

$$f^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') = \frac{1}{\alpha} C_k \left[\alpha(E_{\gamma' J'} - E_{\gamma J}) \right]^{2k-1} \frac{S^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J')}{g_J} \quad (2.126)$$

dir. Benzer bir ifade $\gamma' J'$ ile γJ yer değiştirmek suretiyle yayınlama şiddeti içinde uygulanır. Bu durumda sadece işaret değişikliği yeterli olacaktır. Esas olan (özel bir önemi olan), ağırlıklı salıncı şiddeti veya gf değeridir. Ağırlıklı salıncı şiddeti

$$gf^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') = g_J f^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') \quad (2.127)$$

ile verilir. Bu özellik iki seviye arasında çizgi şiddeti gibi (işareti hariç) tamamen simetriktir.

Bu 'tekli çizgi' özelliklerinin hiçbirinin ölçümü kolay değildir. Bu nedenle, çoğu deneyler ölçümlerin kolaylığından dolayı üst seviyenin yarı ömrünü verir. Bu durumda, tüm düşük seviyelere çok-kutuplu geçişler üzerinden toplam alınmalıdır. Böylece bir $\gamma' J'$ seviyesinin yarı ömrü

$$\tau_{\gamma'J'} = \frac{1}{\sum_{\pi k, \gamma J} A^{\pi k}(\gamma'J', \gamma J)} \quad (2.128)$$

olur. Aynı $\gamma'J'$ üst seviyeden başlangıç çizgilerinin şiddeti Q dallanma oranından türetilir. Bu, $\gamma'J'$ 'den γJ 'ye bir geçiş için

$$Q = \tau_{\gamma'J'} \sum_{\pi k} A^{\pi k}(\gamma'J', \gamma J) \quad (2.129)$$

olarak tanımlanır. Bu farklı çok-kutuplu geçişlere ait hızın boyutunu verir. Bu elektrik ve manyetik çok-kutuplu geçişler için

$$A^{Ek} \propto \alpha^{2k+1} \quad (2.130)$$

ve

$$A^{Mk} \propto \alpha^{2k+3} \quad (2.131)$$

şeklindedir. Genelde en büyük geçiş hızı elektrik dipol ($E1$) ışımada olacaktır ($1/\alpha^2$ çarpım kadar). Bu nedenle, $E1$ geçişleri 'izinli', daha yüksek dereceden elektrik ve tüm manyetik geçişler 'yasaklı' olarak adlandırılır.

2.3.2.2. Işımalı geçişler için kesin ve yaklaşık seçim kuralları

Kesin seçim kuralları tüm konfigürasyon hal fonksiyonları için uygulanır. Verilen bir atomik hal fonksiyonuna ait açılımdaki tüm konfigürasyon hal fonksiyonları aynı paritelidir. Böylece ilk kuralın geçiş işlemcilerinin paritesi ile ilişkili olacağı açıktır. Parite, elektrik işlemcileri için $(-1)^k$ ile, manyetik işlemcileri için $(-1)^{k-1}$ ile belirlidir. π ve π' ile iki halin paritesi olmak üzere π'/π dikkate alınır

$$\mathbf{E}^{(k)} : \frac{\pi'}{\pi} = (-1)^k \quad (2.132)$$

ve

$$\mathbf{M}^{(k)} : \frac{\pi'}{\pi} = (-1)^{k-1} \quad (2.133)$$

olduğu görülür. Yani, $E1$ elektrik dipol işlemcisi farklı pariteli halleri, $M1$ manyetik dipol ve $E2$ elektrik kuadrupol ise aynı pariteli halleri dikkate alır.

Verilen bir atomik hal fonksiyonuna ait bir açılımdaki tüm CSF'ler için ortak olan diğer bir özellik toplam J değeri içindir. Bunun için tüm çok-kutuplu işlemcileri

$$\Delta J = J - J' = 0, \pm 1, \dots, \pm k, \quad k \leq J + J' \quad (2.134)$$

seçim kuralını verir. Bu kural $J \neq J' \neq 0$ kısıtlamasını içerecek şekildedir.

CSF'lerin farklı açısal momentumları geçişe katılıp katılmamalarına göre aktif veya pasif olarak sınıflandırılabilirler. Pasif momentumlar, aktifler (2.134)'teki kurala göre oluşurken değişmeyecektir. Dikkate alınacak ilk kural, uzaysal ve spin uzayını temsil eden farklı işlemcilerin ranklarına bağlıdır. $\mathbf{E}^{(k)}$ işlemcisinin spinden bağımsız olduğu ve spinlerin daima elektrik çok-kutup geçişleri için pasif olduğu açıktır. Böylece spin için seçim kuralı,

$$\mathbf{E}^{(k)} : \Delta S = 0 \quad (2.135)$$

olarak verilebilir. Aynı seçim kuralı $\mathbf{MA}^{(k)}$ işlemcisi için geçerlidir. Ancak, $\mathbf{MB}^{(k)}$ işlemcisi 1 ranklı bir spin işlemcisi içerir ve bu nedenle manyetik çok-kutup geçişler bir kadar farklı spinli CSF'lerle ilgili olabilir.

Uzay açısal momentumlarına ait seçim kurallarını elde etmek için, $\mathbf{E}^{(k)}$ işlemcisine karşılık gelen tensörün rankının k olduğuna dikkat edilir. Bu, seçim kuralını

$$\mathbf{E}^{(k)} : \Delta L = 0, \pm 1, \dots, \pm k, \quad k \leq L + L' \quad (2.136)$$

olarak tayin eder. Manyetik geçişler için biraz daha dikkatli olmak gerekir. Çünkü uzay tensörü $\mathbf{MA}^{(k)}$ 'da k ranklı $\mathbf{MB}^{(k)}$ 'da $k-1$ ranklıdır. Bu durumda $\mathbf{MA}^{(k)}$ ve $\mathbf{MB}^{(k)}$ 'ya ait uzay ve spin momentumları için seçim kuralları,

$$\mathbf{MA}^{(k)} : \Delta S = 0, \Delta L = 0, \pm 1, \dots, \pm k, k \leq L + L' \quad (2.137)$$

$$\mathbf{MB}^{(k)} : \Delta S = 0, \pm 1, \Delta L = 0, \pm 1, \dots, \pm(k-1), k-1 \leq L + L' \quad (2.138)$$

şeklinde birleştirilebilir.

2.3.3. Enerji seviyelerinin Landé g -çarpanları

Zeeman etkisi, dış manyetik alan ile atomun manyetik momenti arasındaki

$$H_m = -\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{B} \quad (2.139)$$

şeklindeki etkileşimden ortaya çıkar. Burada $\boldsymbol{\mu}$ manyetik moment ve \mathbf{B} manyetik alandır. Breit-Pauli yaklaşıklığında manyetik momente iki katkı vardır: Elektronların spin hareketinden ve yörünge hareketinden gelen katkılar. Bu iki katkı eklendiğinde

$$\boldsymbol{\mu} = -\mu_B (\mathbf{L} + g_s \mathbf{S}) \quad (2.140)$$

elde edilir. Burada μ_B Bohr manyetonu ve g_s kuantum elektrodinamik (QED) etkiler için düzeltilen elektron spininin g çarpanıdır ($g_s = 2,00232$). Dış alan, manyetik etkileşme enerjisi ince yapı ayrılımlarına göre küçük olacak kadar zayıf ise, H_m sıfırdan birinci dereceden fonksiyonlar olarak Breit-Pauli Hamiltonyenine ait dalga fonksiyonlarıyla birinci dereceden katkı teorisi ile iyileştirilebilir. Dış alanın yönü z -yönünde seçildiğinde, etkileşim enerjisi

$$\Delta E(\gamma JM) = \langle \gamma JM | H_m | \gamma JM \rangle = \mu_B B \langle \gamma JM | L_z + g_s S_z | \gamma JM \rangle \quad (2.141)$$

şeklindedir. H_{BP} Breit-Pauli Hamiltonyenine ait dalga fonksiyonları LSJ çiftlenimli CSF'ler üzerinden açılımla elde edildiğinden enerji ifadesi CSF'ler üzerinden bir çift toplama indirgenir:

$$\begin{aligned}\Delta E(\gamma JM) &= \langle \Psi(\gamma JM) | H_m | \Psi(\gamma JM) \rangle \\ &= \mu_B B \sum_{j,k} c_j c_k \langle \Phi(\gamma_j L_j S_j JM) | L_z + g_s S_z | \Phi(\gamma_k L_k S_k JM) \rangle\end{aligned}\quad (2.142)$$

CSF'ler arasındaki matris elemanları da

$$\langle \Phi(\gamma LSJM) | L_z + g_s S_z | \Phi(\gamma' L' S' JM) \rangle = \delta_{\gamma\gamma'} \delta_{LL'} \delta_{SS'} g_J(LS) M \quad (2.143)$$

olarak oluşturulabilir. Burada g , herhangi bir terim karışımı olmaksızın (yani saf LS çiftleniminde) Landé g -çarpanıdır:

$$g_J(LS) = 1 + (g_s - 1) \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)} \quad (2.144)$$

Bu ifade dikkate alındığında enerji yarılmaları

$$\Delta E(\gamma LS) = \mu_B B g_{\gamma J} M \quad (2.145)$$

olur.

Orta manyetik alanlar için, katkı ifadesi uygun değildir. Bu durumda,

$$H = H_{BP} + H_m = H_{BP} + \mu_B B (L_z + g_s S_z) \quad (2.146)$$

şeklindeki toplam Hamiltonyene karşılık gelen enerji ve dalga fonksiyonlarının belirlenmesi gerekir. Bu Hamiltonyen yalnızca J_z ile sıra değiştirir ve dalga fonksiyonu,

$$\Omega(\gamma M) = \sum_{\alpha} d_{\alpha} \Psi(\gamma_{\alpha} J_{\alpha} M) \quad (2.147)$$

şeklindeki Breit-Pauli özvektörler üzerinden yaklaşık olarak bulunur. Breit-Pauli özvektörleri arasındaki matris elemanları da

$$\mu_B B \langle \Psi(\gamma JM) | L_z + g_s S_z | \Psi(\gamma' JM) \rangle = \mu_B B g_{\gamma J, \gamma' J} M \quad (2.148)$$

olarak yazılabilir. J 'deki köşegen dışı matris elemanları için ise

$$\begin{aligned} \langle \Psi(\gamma JM) | L_z + g_s S_z | \Psi(\gamma' J - 1M) \rangle \\ = \sum_{i,j} c_i c'_j \langle \Phi(\gamma_i L_i S_i JM) | L_z + g_s S_z | \Phi(\gamma_j L_j S_j J - 1M) \rangle \end{aligned} \quad (2.149)$$

elde edilir. Manyetik kuantum sayısına bağlılık ayırt edildiğinde

$$\langle \Phi(\gamma LSJM) | L_z + g_s S_z | \Phi(\gamma' L' S' J - 1M) \rangle = \delta_{\gamma\gamma'} \delta_{LL'} \delta_{SS'} g_{J, J-1}(LS) (J^2 - M^2)^{1/2} \quad (2.150)$$

bulunur. Burada

$$g_{J, J-1}(LS) = -(g_s - 1) \left\{ \frac{(J + L + S + 1)(J + L - S)(J + S - L)(L + S - J + 1)}{4J^2(2J - 1)(2J + 1)} \right\}^{1/2} \quad (2.151)$$

ifadesi saf LS çiftleniminde köşegen dışı Landé g -çarpanıdır. Breit-Pauli özvektörleri arasındaki matris elemanları artık

$$\mu_B B \langle \Psi(\gamma JM) | L_z + g_s S_z | \Psi(\gamma' J - 1M) \rangle = \mu_B B g_{\gamma J, \gamma' J-1}(LS) (J^2 - M^2)^{1/2} \quad (2.152)$$

olarak yazılabilir.

Matris köşegenleştirme yöntemi kuvvetli dış manyetik alanlar için tümüyle aynı olmasına rağmen, yarılma olduğundan dolayı, katkı incelemesinden daha ileri bir yol

izlenir. Öncelikle relativistik etkileri ihmal ederek ve sıfıncı mertebeden dalga fonksiyonları olarak, relativistik olmayan Hamiltonyene ait dalga fonksiyonlarıyla birinci mertebeden katkı teorisinde manyetik etkileşmeyi iyileştirerek,

$$\Delta E(\gamma LSM_L M_S) = \mu_B B \langle \gamma LSM_L M_S | L_z + g_s S_z | \gamma LSM_L M_S \rangle = \mu_B B (M_L + g_s M_S) \quad (2.153)$$

elde edilir. M_L ve M_S 'deki katlılık kaldırılarak, küçük katkılar olarak relativistik etkileşimler uygulanabilir. Zeeman etkisinin kuvvetli alan sınırına 'Paschen-Back etkisi' denilir.

2.3.4. Aşırı ince yapı etkileşimi

(2.2) relativistik olmayan Hamiltonyen atomun çekirdeğinin sonsuz ağırlıklı bir nokta yük olarak ele alındığı varsayımı altında geçerlidir. Çekirdek proton ve nötronlardan oluşur ve her ikisi de sonlu bir kütle ve genişletilmiş bir yük dağılımına sahiptir. Çekirdeğin bu özellikleri bir atomik sistemin enerji seviye yapısını etkiler ve teoride geçiş enerjilerinin ve diğer atomik özelliklerin doğru olarak belirlenmesinde dikkate alınmalıdır. Çoğunlukla çekirdeğin etkileri, karşılıklı etkileşme katkısının hesabındaki belirsizlikten daha küçüktür. Ağır atomlar için genişletilmiş yük (sonlu hacim) düzeltmesi önemliken hafif atomlar için sonlu çekirdek kütesinden dolayı olan düzeltmeler baskındır. Breit-Pauli düzeltmelerinin yeterli olduğu sistemler için, bu düzeltmeler küçüktür ve sonsuz sıfıncı mertebeye dalga fonksiyonları ile birinci mertebeye katkı teorisinde incelenebilir.

Atomik enerji seviyelerinin aşırı ince yapısı, çekirdeğin elektromanyetik çok-kutup momentleri ve elektronlar arasındaki etkileşimden oluşur. Hamiltonyene katkı, K mertebeli çok-kutuplardan oluşan bir açılımla gösterilebilir:

$$H_{hfs} = \sum_{K \geq 1} \mathbf{T}^{(K)} \cdot \mathbf{M}^{(K)} \quad (2.154)$$

Burada $\mathbf{T}^{(K)}$ ve $\mathbf{M}^{(K)}$ sırasıyla, elektronik ve çekirdek uzayında K ranklı küresel tensör işlemcileridir. $K=1$ terimi manyetik dipol etkileşmesini ve $K=2$ terimi elektronik kuadrupol etkileşmesini gösterir. Daha yüksek mertebeden terimler çok daha küçüktür ve ihmal edilebilir.

N -elektronlu bir atom için $\mathbf{T}^{(1)}$ ve $\mathbf{T}^{(2)}$ elektronik tensör işlemcileri atomik birimlerde

$$\mathbf{T}^{(1)} = \frac{\alpha^2}{2} \sum_{i=1}^N \left[2\mathbf{I}^{(1)}(i) r_i^{-3} - g_s \sqrt{10} [\mathbf{C}^{(2)}(i) \times \mathbf{s}^{(1)}(i)]^{(1)} r_i^{-3} + g_s \frac{8\pi}{3} \delta(\mathbf{r}_i) \mathbf{s}^{(1)}(i) \right] \quad (2.155)$$

ve

$$\mathbf{T}^{(2)} = -\sum_{i=1}^N \mathbf{C}^{(2)}(i) r_i^{-3} \quad (2.156)$$

şekindedir. $\mathbf{C}^{(k)}$, k ranklı küresel tensördür:

$$\mathbf{C}_q^{(k)} = \sqrt{\frac{4\pi}{2k+1}} Y_{kq} \quad (2.157)$$

Manyetik dipol işlemcisi çekirdeğin etrafındaki elektronlardan dolayı oluşan manyetik alanı gösterir. Bu işlemcinin ilk terimi elektronların yörünge hareketinin neden olduğu alanı gösterir ve ‘yörünge terimi’ olarak adlandırılır. İkinci terim elektronun spin hareketinden oluşan dipol alanı gösterir ve ‘spin-dipol terimi’ olarak adlandırılır. Son terim elektron spinini ve çekirdek arasındaki temas etkileşimini temsil eder ve çekirdekteki spin yoğunluğu ile orantılıdır. Sadece s elektronları çekirdeğin etrafında sonlu olasılığa sahip oldukları için, spin yoğunluğu, spin yukarı ve spin aşağı yoğunluğundaki farktır. Elektrik kuadrupol işlemcisi çekirdeğin etrafındaki elektrik alan değişimini gösterir. Çekirdek işlemcileri

$$\mathbf{M}^{(1)} = \mu_N \sum_{i=1}^{cek} \nabla(r_i \mathbf{C}^{(1)}(i)) \cdot [g_l \mathbf{I}^{(1)}(i) + g_s \mathbf{s}^{(1)}(i)] \quad (2.158)$$

ve

$$\mathbf{M}^{(2)} = \sum_{i=1}^{prot.} r_i^2 \mathbf{C}^{(2)}(i) = \sum_{i=1}^{prot.} (3z_i^2 - r_i^2) \quad (2.159)$$

şeklindedir. Burada g_l ve g_s nükleonların yörünge ve spin g -çarpanlarıdır ve $\mu_N = \mu_B / M$ çekirdek manyetonudur. Çekirdek elektrik kuadrupol işlemcisi için toplam sadece protonlar üzerinden iken çekirdek manyetik dipol işlemcisi için toplam nükleonlar (proton ve nötronlar) üzerindedir.

μ_l klasik çekirdek manyetik dipol momenti ve Q çekirdek kuadrupol momenti çekirdek spini $M_l = I$ 'nin maksimum bileşenli $|vII\rangle$ çekirdek halinde $\mathbf{M}^{(1)}$ ve $\mathbf{M}^{(2)}$ işlemcilerinin beklenen değeri olarak tanımlanır:

$$\langle vII | M_0^{(1)} | vII \rangle = \mu_l \quad (2.160)$$

$$\langle vII | M_0^{(2)} | vII \rangle = \frac{1}{2} Q \quad (2.161)$$

Kuadrupol momenti çekirdeğin yük yoğunluğu dağılımının bir ölçüsünü sağlar. Bu nedenle yük yoğunluğu tam küresel simetriye sahipse elektrik kuadrupol momenti kaybolur. Diğer bir deyişle çekirdek yük dağılımı bozulmuşsa elektrik kuadrupol momenti büyük bir değere sahip olabilir. μ_l çekirdek momentleri deneysel olarak belirlenebilir ve bilinen nicelikler olarak düşünülebilir. Diğer taraftan Q çekirdek kuadrupol momenti çoğunlukla yarı-deneysel olarak belirlenir.

H_{hfs} aşırı ince yapı katkıları H_0 normal elektronik Hamiltonyene eklendiğinde, toplam Hamiltonyen

$$H = H_0 + H_{hfs} \quad (2.162)$$

olur. Bu Hamiltonyen J elektronik veya I çekirdek açısal momentum işlemcileriyle sıra değiştirmez. Onun yerine $F = I + J$ şeklinde elektronların ve çekirdeğin toplam açısal momentumuyla

$$[H, F^2] = [H, F_z] = 0 \quad (2.163)$$

şeklinde sıra değiştirir. Bu aşırı ince yapı hallerini tanımlayan H 'nın özfonksiyonları açısal kuantum sayıları F ve M_F ile tanımlanabileceği anlamına gelir:

$$|I - J| \leq F \leq I + J \quad (2.164)$$

$$M_F = -F, -F + 1, \dots, F - 1, F \quad (2.165)$$

Aşırı ince yapı etkileşimi çok zayıftır ve sıfıncı mertebe fonksiyonlar için H_0 'ın özfonksiyonları ile katkı teorisinde incelenebilir. Özfonksiyonlar $|\gamma JM_J\rangle$ ve $|\nu IM_I\rangle$ şeklindeki elektronik ve çekirdek fonksiyonlarının çarpımı olarak alınabilir ve böylece

$$H_0 |\gamma JM_J\rangle |\nu IM_I\rangle = E_{\gamma J} |\gamma JM_J\rangle |\nu IM_I\rangle \quad (2.166)$$

elde edilir. Çarpım fonksiyonları F^2 ve F_z 'nin özfonksiyonları değildir. Ancak, Clebsch-Gordan açılımı uygulanarak, doğru simetrlili özdeş fonksiyonlar takımına dönüştürülebilir:

$$|\gamma \nu JIFM_F\rangle = \sum_{M_J M_I} \langle JIM_J M_I | JIFM_F \rangle |\gamma JM_J\rangle |\nu IM_I\rangle \quad (2.167)$$

Birinci dereceden katkı teorisine göre sadece aşırı ince etkileşiminin elektrik kuadrupol ve manyetik dipol terimleri incelenirse, enerji

$$E_{hf\bar{s}}(JIF) = E_{M_1}(JIF) + E_{E_2}(JIF) \quad (2.168)$$

olur. Burada

$$E_{M_1}(JIF) = \left\langle \gamma \nu JIFM_F \left| \mathbf{T}^{(1)} \cdot \mathbf{M}^{(1)} \right| \gamma \nu JIFM_F \right\rangle \quad (2.169)$$

ve

$$E_{E_2}(JIF) = \left\langle \gamma \nu JIFM_F \left| \mathbf{T}^{(2)} \cdot \mathbf{M}^{(2)} \right| \gamma \nu JIFM_F \right\rangle \quad (2.170)$$

dir. F kuantum sayıları ilgili çarpanlara ayrılır ve enerjiler aşırı ince yapı etkileşim sabitleri (A ve B çarpanları) cinsinden ifade edilirse:

$$A(J, J) = \frac{\mu_I}{I} \frac{1}{[J(J+1)(2J+1)]^{1/2}} \langle \gamma J \| \mathbf{T}^{(1)} \| \gamma J \rangle \quad (2.171)$$

$$B(J, J) = 2Q \left[\frac{J(2J-1)}{(J+1)(2J+1)(2J+3)} \right]^{1/2} \langle \gamma J \| \mathbf{T}^{(2)} \| \gamma J \rangle \quad (2.172)$$

olur. Enerji düzeltmeleri de böylece

$$E_{M_1}(JIF) = \frac{1}{2} A(J, J) C \quad (2.173)$$

ve

$$E_{E_2}(JIF) = B(J, J) \frac{\frac{3}{4} C(C+1) - I(I+1)J(J+1)}{2I(2I-1)J(2J-1)} \quad (2.174)$$

olarak verilir. Burada $C = F(F+1) - J(J+1) - I(I+1)$ 'dir.

Bir ince yapı seviyesinin aşırı ince yapı bileşenleri, ‘bir aşırı ince yapı çokluğu’ olarak adlandırılır. Genellikle, manyetik dipol etkileşimi baskındır ve F ve $F-1$ iki komşu aşırı ince yapı seviyeleri arasındaki enerji farkı yaklaşık olarak

$$\Delta E(JIF) = E_{M1}(JIF) - E_{M1}(JIF-1) = A(J, J)F \quad (2.175)$$

dir. Bu, manyetik aşırı ince yapı için Landé aralık kuralıdır. Böylece aşırı ince yapı etkileşiminin elektrik kuadrupol ve manyetik dipol terimleri ele alındığında dalga fonksiyonu açılımındaki matris elemanları,

$$E_{M1}(JIF, J'IF) = \left\langle \gamma_V JIFM_F \left| \mathbf{T}^{(1)} \cdot \mathbf{M}^{(1)} \right| \gamma_V J'IFM_F \right\rangle, \quad J' = J \pm 1 \quad (2.176)$$

ve

$$E_{E2}(JIF, J'IF) = \left\langle \gamma_V JIFM_F \left| \mathbf{T}^{(2)} \cdot \mathbf{M}^{(2)} \right| \gamma_V J'IFM_F \right\rangle, \quad J' = J \pm 1, J \pm 2 \quad (2.177)$$

şeklinde iki terimin toplamı olarak yazılabilir.

2.3.5. MCHF ile atomik yapı hesaplama adımları

Aynı LS terimli dalga fonksiyonu için tipik hesaplama adımları Şekil 2.1, Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'teki gibi özetlenebilir. MCHF program paketi [412] ile hesaplama adımları için izlenen yol ise şöyledir:

a) Konfigürasyon hal listesinin üretilmesi: Verilen bir atomun kapalı alt tabakaları okunarak bazı kurallara göre çiftlenmiş konfigürasyon hal listesi üretilir. Spesifik yer değiştirmeler bir referans sete ilaveten bir ve iki kez yer değiştirmelerden oluşur. Yörüngelerin bir aktif setinin tüm mümkün konfigürasyonları üretilebilir.

b) Relativistik olmayan Hamiltonyenin açısal integrallerinin hesaplanması: Slater integralleri ve kinetik integrallerin lineer birleşimi olarak relativistik olmayan

Hamiltonyenin matris elemanlarını ifade etmek için gerekli olan açısallıklar hesaplanır. Verilen bir konfigürasyon hal listesi için tüm matris elemanları veya seçilenler hesaplanabilir. Bir alt tabakada s, p ve d elektronlarının herhangi bir sayısı izinliken $l \geq 3$ 'lü alt tabaka için iki elektrondan fazlası izinli değildir. Bu integral listesi kullanılarak, relativistik olmayan radyal fonksiyonlar ve açılım katsayıları hesaplanır.

c) Breit-Pauli Hamiltonyenin açısallıklarının hesaplanması: Radyal integrallerin lineer birleşimi olarak Breit-Pauli Hamiltonyenin matris elemanlarını ifade etmek için gerekli olan açısallıklar hesaplanır. Verilen bir konfigürasyon hal listesi için tüm matris elemanları veya seçilenler hesaplanabilir. Yörüngeler ortogonal olarak kabul edilir. Breit-Pauli LSJ yaklaşığında, dalga fonksiyonu farklı LS terimli konfigürasyon hal fonksiyonlarına açılır.

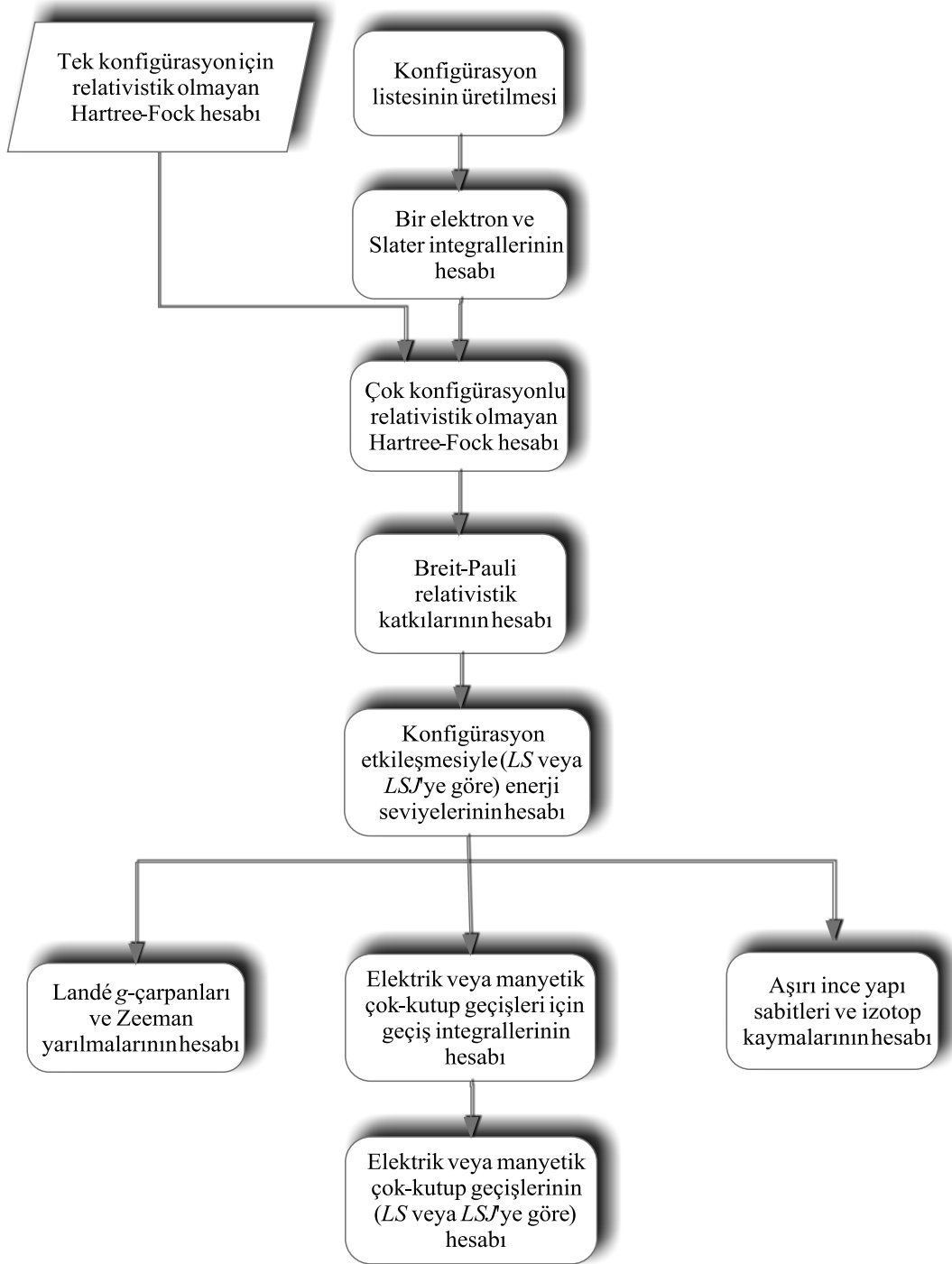
d) Konfigürasyon etkileşmesinin hesaplanması: Hem relativistik olmayan hem de Breit-Pauli yaklaşığında bir etkileşme matrisinin özdeğer ve özvektörleri hesaplanır.

e) MCHF dalga fonksiyonlarından Zeeman yarılmalarının hesaplanması: Konfigürasyon etkileşmesiyle üretilen elektronik dalga fonksiyonları kullanılarak zayıf dış manyetik alandaki manyetik alt seviyelerinin ayrılmasını belirlemek için köşegen ve köşegen-dışı Landé g -çarpanları hesaplanır [413]. Ayrıca, manyetik alanda bir atom için toplam etkileşim matrisi yazılır.

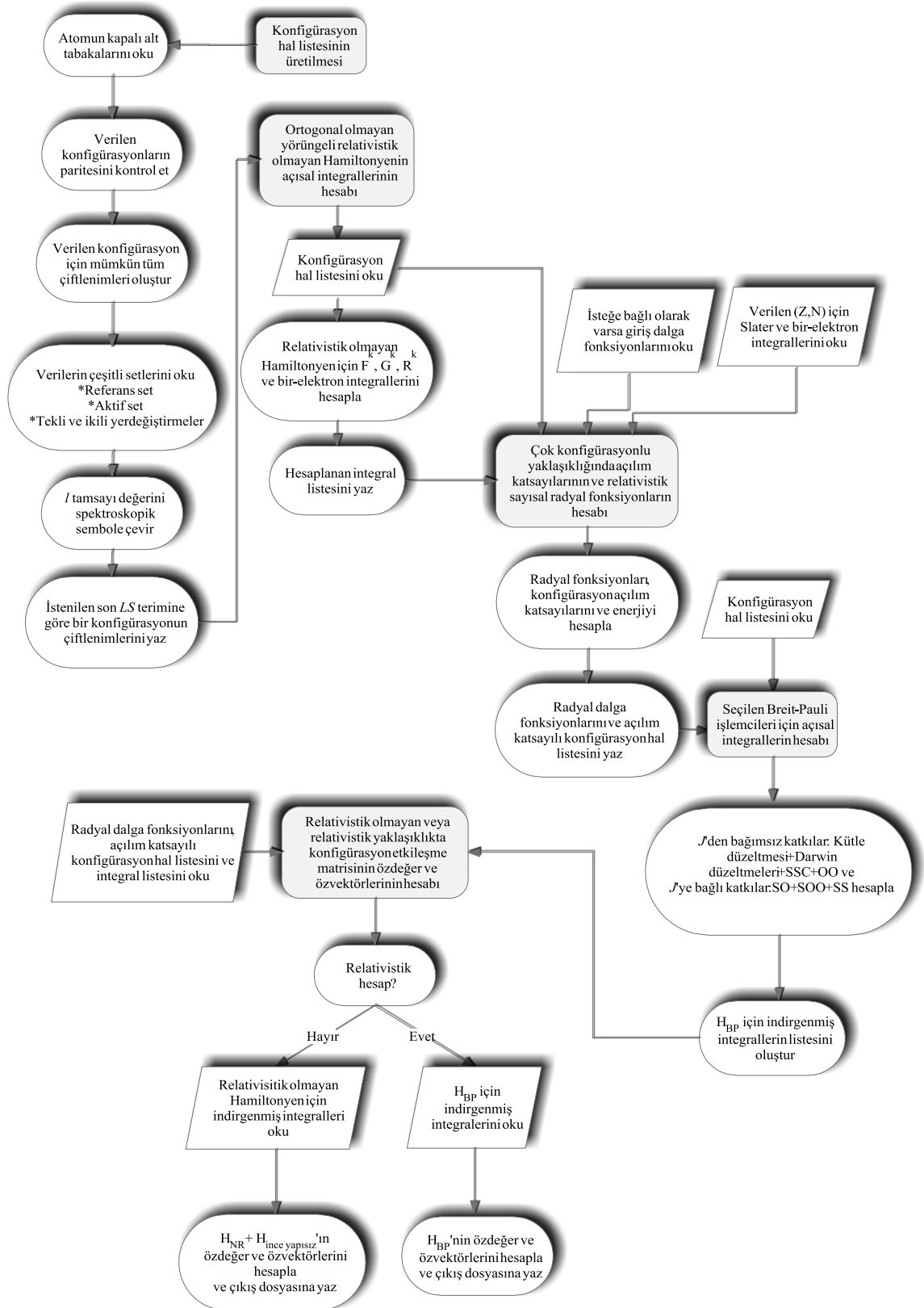
f) Geçiş işlemcileri için açısallıkların hesaplanması: Radyal integrallerin lineer birleşimi olarak $E1, E2, \dots, M1, M2, \dots$ geçiş işlemcilerinin matris elemanlarını ifade etmek için gerekli olan açısallıkları hesaplanır. İki konfigürasyon hali arasındaki geçiş için tüm matris elemanları hesaplanır.

g) MCHF dalga fonksiyonlarından LS ve LSJ geçişlerinin hesaplanması: Geçiş matris elemanlarıyla birlikte zıt veya aynı pariteli ilk ve son haller için verilen dalga fonksiyonlarıyla salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları LS ve LSJ çiftlenimine göre hesaplanır.

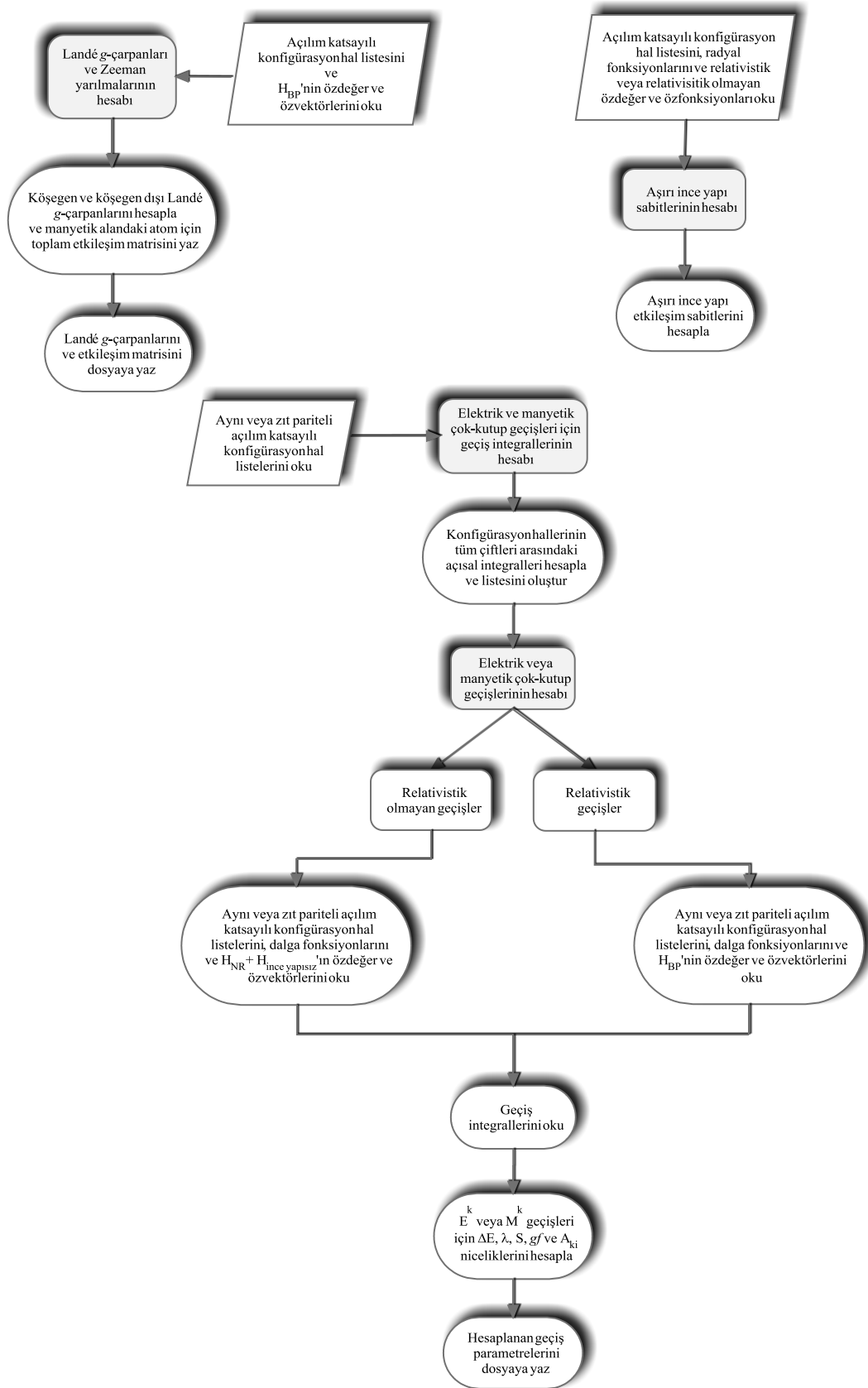
h) MCHF dalga fonksiyonlarından aşırı ince yapı sabitlerinin hesaplanması: LS veya LSJ şeklinde üretilen bir elektronik dalga fonksiyonu için aşırı ince etkileşim sabitleri (A_J ve B_J) hesaplanır.



Şekil 2.1. MCHF ile atomik yapı hesabı



Şekil 2.2. Radyal fonksiyonların ve enerji seviyelerin hesabı



Şekil 2.3. Landé g-çarpanları, aşırı ince yapı sabitleri ve spektrumların hesabı

2.4. Relativistik Hartree-Fock Yöntemi

Cowan tarafından geliştirilen bu yaklaşık yöntemde [28] Hamiltonyen atomik birimlerde

$$H = -\sum_i \nabla_i^2 - \sum_i \frac{2Z}{r_i} + \sum_{i>j} \frac{2}{r_{ij}} + \sum_i \xi_i(r_i)(l_i \cdot s_i) \quad (2.178)$$

olarak alınır. Burada $r_i = |\mathbf{r}_i|$ çekirdekten i . elektrona olan uzaklık, $r_{ij} = |\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|$, i . ve j . elektronlar arasındaki uzaklık ve $i > j$ üzerinden toplam elektronların tüm çiftleri üzerindedir. Hamiltonyenin son terimi bir elektronun spini ve kendi yörüngesi etrafındaki hareketi arasındaki manyetik etkileşim enerjinin tüm elektronlar üzerinden toplamını gösterir. Başlangıçta kütle-hız ve Darwin düzeltmeleri dikkate alınmayabilir, fakat spin-yörünge etkileşimi l ve s işlemcileri vasıtasıyla dalga fonksiyonun açıl kısmını içerir ve enerji-seviye yapıları (ilgili seviyelerin bir grubu içindeki enerji farklılıklarına) üzerine önemli bir etkiye sahiptir. ξ_i , yörünge- ve spin-açıl momentum işlemcilerinin skaler çarpımının bir orantı sayısıdır:

$$\xi(r) = \frac{\alpha^2}{2} \frac{1}{r} \left(\frac{dV}{dr} \right) \quad (2.179)$$

Bu yaklaşıklıkta da amaç ilgilenilen her kararlı kuantum hali için atomun Ψ^k dalga fonksiyonunu ve E^k enerjisini elde etmek için

$$H\Psi^k = E^k\Psi^k \quad (2.180)$$

şeklindeki Schrödinger denklemini çözmektir. Ancak, dalga fonksiyonu $4N$ değişkenlidir (her bir elektron için üç uzay ve bir spin koordinatı) ve kuantum mekaniksel problem oldukça karmaşıktır. $N > 1$ için, gerçek çözümler tam bulunmayabilir ve bir tip ya da başka bir tip yaklaşıklar gereklidir. Genel bir yaklaşım, birkaç ayarlanabilen parametreler içeren dalga fonksiyonlarının birkaç şeklini kabul etmek ve bu parametrelerin değerlerini, mümkün en iyi fonksiyonu

verecek şekilde değiştirmektedir. r_{ij} elektronlar arası uzaklık fonksiyonunda açık bir şekilde alınmış ise, problem $N=3$ veya 4 için bile oldukça karmaşıktır. Karşılıklı etkileşme enerjilerinin doğru katkı hesaplamaları 6'dan daha büyük N için oldukça fazla uzundur. Spektroskopik amaçlar için, her sayıda elektronlu (10, 100 hatta 150) atom için farklı on, yüz hatta binlerce seviye ile ilgilenmek gerekir. Bu nedenle çok önemli yaklaşımlar yaparak problemin üstesinden gelme amaçlanmaktadır.

Problemin çözümü için yaklaşık bir yol olarak, önce Slater [414] tarafından geliştirilen yöntem kullanılıp daha sonra Condon ve Shortley [415] ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilen teorilerle bu yöntem genişletilir. Temel yöntem, bilinen Ψ_b temel set cinsinden bilinmeyen Ψ^k dalga fonksiyonları açılımını almaktır (MCHF yaklaşımlığındaki gibi):

$$\Psi = \sum_b y_b^k \Psi_b \quad (2.181)$$

Temel fonksiyonlar

$$\langle \Psi_b | \Psi_{b'} \rangle = \delta_{bb'} \quad (2.182)$$

şeklinde ortonormal fonksiyonların tam bir setinin üyeleri olarak kabul edilir. Genelde set (2.181) sonsuz serileri gösterdiğinde sonsuz sayıda üyelere sahiptir. Uygulamada, sonlu sayıda terimler için seriyi kesmek gereklidir. Bu nedenle uygun tipte temel fonksiyonları almak önemlidir.

M uygun temel fonksiyonun bir setinin seçildiği kabul edilir ve y_b açılım katsayılı M 'nin değerlerini belirleme problemi incelendiğinde (burada $1 \leq b \leq M$) ve (2.181), (2.180) Schrödinger denkleminde yerine yazıldığında,

$$\sum_{b'=1}^M H y_{b'}^k \Psi_{b'} = E^k \sum_{b'=1}^M y_{b'}^k \Psi_{b'} \quad (2.183)$$

elde edilir. Bu ifade soldan Ψ_b temel fonksiyonunun herhangi biri ile çarpıldığında ve tüm $3N$ uzay koordinatları üzerinden (N spinlerin her birinin her iki mümkün yönelme üzerinden toplam olarak) integral alarak,

$$\sum_{b'=1}^M H_{bb'} y_{b'}^k = E^k \sum_{b'=1}^M y_{b'}^k \langle \Psi_b | \Psi_{b'} \rangle = E^k y_b^k, \quad 1 \leq b \leq M \quad (2.184)$$

bulunur. Burada $H_{bb} \equiv \langle \Psi_b | H | \Psi_b \rangle$, (2.178) Hamiltonyen işlemcisinin matris elemanıdır. Çoğu mekaniksel problemdeki gibi, Hamiltonyen matrisi Hermityen olduğundan bu matris daima reel simetrik matris olarak ele alınır. (2.184) bağıntıları M tane bilinmeyenli $y_{b'}^k$ 'ndeki eş zamanlı lineer homojen denklemlerin bir setini kapsar. Bu denklemler seti $(H_{bb'} - E^k \delta_{bb'})$ matrisinin determinanı sıfır değilse sıfır olmayan çözümlere sahip olacaktır. Bir mümkün yöntem E^k 'taki M dereceli bir polinoma bu determinanı genişletmektir. E^k 'nın bu değerlerinin her biri tekrar (2.184)'te yerine konulduğunda

$$y_b^k / y_i^k, \quad b \neq i \quad (2.185)$$

$M - 1$ oranları için $M - 1$ bağımsız denklemlerini verir. Daha sonra y_i^k 'nin değeri

$\sum_{b=1}^M |y_b^k|^2 = 1$ olacak şekilde seçilir. Bu Ψ^k 'nin normalleştirilmesine denktir:

$$\langle \Psi^k | \Psi^k \rangle = \left\langle \sum_b y_b^k \Psi_b \left| \sum_{b'} y_{b'}^k \Psi_{b'} \right. \right\rangle = \sum_b |y_b^k|^2 \quad (2.186)$$

2 veya 3'ten fazla olmayan M değeri için, bu yöntem hem sayısal olarak hem de analitik olarak mümkündür. Daha büyük M 'ler için pratik yöntem sayısal $H \equiv (H_{bb'})$ Hamiltonyen matrisini köşegenleştirmektir. Açılım katsayılı set

$$\mathbf{Y}^k = \begin{pmatrix} y_1^k \\ y_2^k \\ y_3^k \\ \vdots \end{pmatrix} \quad (2.187)$$

şeklinde bir sütun vektörü olarak yazılırsa, (2.184) denklemleri

$$H\mathbf{Y}^k = E^k \mathbf{Y}^k \quad (2.188)$$

şeklinde tekli matris denklemi olarak yazılabilir ve problem H matrisinin E^k özdeğerleri ve karşılık gelen \mathbf{Y}^k özvektörlerini bulmak olur. Köşegenleştirilen Hamiltonyen matrisinin

$$T^{-1}HT = (E^k \delta_{kb}) \quad (2.189)$$

şeklindeki köşegen elemanı E^k özdeğeridir ve T 'nin k . sütununa karşılık gelen \mathbf{Y}^k özvektörünü gösterir.

Bilindiği gibi \mathbf{Y}^k özvektörleri, yozlaşmış (katlı) olmayan özdeğere ait iseler kendi aralarında otomatik olarak ortogondirler ve bunlar özdeğerler yozlaşmış olsalar bile ortogonal seçilebilirler. Böylece H_{bb} , Hamiltonyen matris elemanlarını hesapladıktan sonra, atomun enerji seviyeleri ve özfonksiyonlarının hesabı önemli olmaktadır.

HFR yönteminde de MCHF yönteminde olduğu gibi yine merkezi alan yaklaşıklığını esas alarak atomun dalga fonksiyonu antisimetrik bireysel dalga fonksiyonlarının çarpımından oluşur. Bu yöntemde bir konfigürasyonun ortalama enerjisi 2.2.2'deki gibi belirlenir. Sonra toplam ortalama enerji tüm konfigürasyonların ortalama enerjisinden elde edilir.

Yalnızca atom alan-serbest uzayda ise, her bir hal J^2 ve J_z toplam açısal momentum işlemcilerinin bir öz halidir ve özdeğerler M^2 den bağımsızdır. Böylece her bir enerji seviyesi $2J + 1$ kez katlı olduğu için ortalama enerji

$$E_{ort.} = \frac{\sum_{seviyeler} (2J+1) E^J}{\sum_{seviyeler} (2J+1)} \quad (2.190)$$

şeklinde yazılabilir.

2.4.1. Bir-elektron ve toplam bağlanma enerjileri

(2.178)'deki Hamiltonyen işlemcisinin ilk iki ve sonuncu terimleri

$$\sum_{i=1}^N f_i \equiv \sum_i f(\mathbf{r}_i) \quad (2.191)$$

şeklindeki bir-elektron işlemcileridir. Bu işlemciler tüm N elektronların uzaysal ve spin koordinatlarında simetriktir ve son terim tüm $N(N-1)/2$ koordinat çiftleri için simetrik olan,

$$\sum_{i=2}^N \sum_{j=1}^{i-1} g_{ij} \equiv \sum_{i>j} \sum g(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) \quad (2.192)$$

şeklindeki iki elektron işlemcisidir. Hamiltonyenin spin-yörünge terimi için köşegen matris elemanı

$$\langle \Psi | \sum_i \xi_i(\mathbf{l}_i, \mathbf{s}_i) | \Psi \rangle = \sum_i \langle n_i l_i m_i m_{s_i} | \xi(\mathbf{l}, \mathbf{s}) | n_i l_i m_i m_{s_i} \rangle \quad (2.193)$$

dir. s elektronları için spin-yörünge etkileşimi sıfır geldiğinden geriye kalan terimler için ortalama enerji

$$E_{ort.} = \sum_i \langle i | -\nabla^2 | i \rangle_{ort.} + \sum_i \langle i | -2Z/r_i | i \rangle_{ort.} + \sum_{i>j} \left[\langle ij | 2/r_{12} | ij \rangle_{ort.} - \langle ij | 2/r_{12} | ji \rangle_{ort.} \right] \quad (2.194)$$

şeklinde yazılır. Böylece bir $n_i l_i$ yörüngesindeki bir elektronun konfigürasyon-ortalama bağlanma enerjisi

$$E^i = E_k^i + E_n^i + \sum_{j \neq i} E^{ij} \quad (2.195)$$

olur. Tüm N elektronun konfigürasyon-ortalama toplam bağlanma enerjisi

$$E_{ort.} = \sum_i E_k^i + \sum_i E_n^i + \sum_{i>j} E^{ij} \quad (2.196)$$

$$= \frac{1}{2} \sum_i (E_k^i + E_n^i + E^i) \quad (2.197)$$

şeklinde yazılabilir. Yani, i yörüngesindeki bir elektronun ortalama bir-elektron bağlanma enerjisi, kinetik enerji, çekirdek ile etkileşimden oluşan potansiyel enerji ve atomdaki diğer $N-1$ elektronla etkileşim enerjisinin toplamıdır. Atomun ortalama bağlanma enerjisi, tüm kinetik enerji ve tüm elektron-çekirdek enerjileri toplamı ve tüm elektron çiftleri üzerinden toplanan elektron-elektron Coulomb etkileşimlerinden oluşur. Elektron-elektron Coulomb etkileşimlerinden dolayı konfigürasyon-ortalama toplam bağlanma enerjisinin $(E_{ort.}) \sum E^i$ 'ye eşit olmadığı açıktır. (2.195)'teki terimler kısaca, kinetik enerji için

$$E_k^i \equiv \langle i | -\nabla^2 | i \rangle_{ort.} = \int_0^\infty P_{n_i l_i}^*(r) \left[-\frac{d^2}{dr^2} + \frac{l_i(l_i+1)}{r^2} \right] P_{n_i l_i}(r) dr, \quad (2.198)$$

elektron-çekirdek etkileşme enerjisi için

$$E_n^i \equiv \langle i | -2Z/r | i \rangle = \int_0^\infty (-2Z/r) |P_i(r)|^2 dr \quad (2.199)$$

ve elektron-elektron Coulomb etkileşim enerjisi, özdeş olmayan elektronlar için

$$E^{ij} = F^0(ij) - \frac{1}{2} \sum_k \binom{l_i \quad k \quad l_j}{0 \quad 0 \quad 0}^2 G^k(ij) \quad (2.200)$$

ve özdeş elektronlar için

$$E^{ii} = F^0(ii) - \frac{(2l_i+1)}{(4l_i+1)} \sum_{k>0} \binom{l_i \quad k \quad l_i}{0 \quad 0 \quad 0}^2 F^k(ii) \quad (2.201)$$

dir. Burada F^k ve G^k 'lar 2.2.2 kesiminde de belirtildiği gibi Slater integralleridir.

2.4.2. Radyal denklemlerin sayısal çözümleri

HFR yönteminde $P_{nl}(r)$ 'nin analitik ifadesi için

$$P_{nl}(r) = - \left[\frac{Z(n-l-1)!}{n^2 [(n+1)!]^3} \right]^{1/2} \rho^{l+1} e^{-\rho/2} L_{n+l}^{2l+1}(\rho) \quad (2.202)$$

alınır. Burada $\rho = 2Zr/n$ ve $L_{n+l}^{2l+1}(\rho)$ de bağlı Laguerre polinomlarıdır.

$P_{nl}(r)$ için (2.202) analitik ifadesi relativistik hidrojen benzeri problemi tam olarak çözmek için yeterlidir. Ancak bir elektrondan daha fazla elektron içeren atomlarla ilgilenildiğinde

$$\left[-\frac{d^2}{dr^2} + \frac{l(l+1)}{r^2} + V(r) \right] P_{nl}(r) = EP_{nl}(r) \quad (2.203)$$

şeklindeki benzer diferansiyel denklemleri çözmek gerekir. Bu durumda $V(r)$ potansiyel enerji fonksiyonu artık basit bir şekilde ifade edilemez. Bu nedenle analitik çözümü mümkün değildir ve sayısal çözümleri elde etmek gerekir. Bu

sayısal çözüm yöntemi daha önce 2.2 kesiminde verilen HF yönteminin takip ettiği yolu izler.

Atomun $E = -Z^2/n^2$ kuantumlanmış enerji seviyelerine götüren ve $P_{nl}(0) = 0$ ve $P_{nl}(\infty) = 0$ sınır şartlarının rolünü göstermek için basit bir Coulomb potansiyeli alınarak sayısal süreç başlatılabilir. Buna göre (2.203)'ü

$$\frac{d^2 P_{nl}(r)}{dr^2} = [V_{etkin}(r) - E] P_{nl}(r) \quad (2.204)$$

şeklinde yazmak uygundur. Burada etkin potansiyel enerji

$$V_{etkin}(r) = V(r) + \frac{l(l+1)}{r^2} \quad (2.205)$$

dir. Etkin potansiyel $V(r)$ üç boyutlu potansiyel enerji ve kinetik enerjinin açıl momentum kısmından gelen ek bir terimden oluşur ve merkezi kuvvetlere karşı yapılan işten sonuçlanan bir radyal potansiyel enerji olarak düşünülebilir.

Kuantum mekaniksel olarak, bir elektronun klasik olarak izinli bölgesi dışına nüfus edebildiği bilinmektedir. Pratikte herhangi bir l 'li elektron keyfi olarak küçük yarıçap içine girebilir. Bu bölgede

$$P_{nl}(\rho) = b_0 \rho^{l+1}, \quad (r \rightarrow 0) \quad (2.206)$$

terimiyle başlanan bir seri açılımı, (2.204) diferansiyel denkleminin sayısal integrasyonu ile başlayarak sağlanan sayılar için r 'nin birkaç değerinde P_{nl} 'nin değerlerini hesaplamak için kullanılabilir. b_0 sabiti $P_{nl}(r) > 0, (r \rightarrow 0)$ 'ı sağlaması için pozitif olmalıdır. (2.204)'ün integrasyonu, E enerjisinin bazı sabit değeri için $P(r)$ 'nin belirsiz bir çözümünü vermek için standart sayısal tekniklerle daha büyük r 'de hesabı sürdürür. Bu belirsiz çözümün genel şekli kolaylıkla tanımlanabilir.

Klasik olarak yasaklı bölgede ($V_{etkin} > E$), (2.204)'ten P'' , P ile aynı işarete sahip olduğu sonucuna varılır. Böylece $P(r)$ 'nin grafiği sürekli artan olmalıdır ve sonsuzda $P_{nl}(\infty)=0$ olma sınır şartını sağlamaz. E 'nin değeri böylece klasik olduğu gibi mekaniksel olarak da yasaklı olur. E 'nin, V_{etkin} 'nin minimum değerinden daha büyük olması gerektiği açıktır. ($V_{etkin} < E$) olduğu bir bölge vardır ve P salıncı şeklini verir. Bununla beraber E büyük yarıçaplı bölgede P_{nl} yatay eksene doğru asimptotik olarak azalır.

Radyal diferansiyel denklemin çözümü için sayısal süreç, sonsuzda karşılık gelen $P(r)$ integralini sifıra götürünceye kadar E değerinde düzenleme içerir. (2.204) diferansiyel denklemi lineer olduğu için $P(r)$ 'nin herhangi çokluğu sınır şartlarını sağlayan (2.204)'ün bir çözümüdür. Böylece sayısal olarak integrali

$$C^2 \equiv \int_0^{\infty} |P(r)|^2 dr \quad (2.207)$$

şeklinde hesaplanabilir. Aynı zamanda $P(r)/C$, normalleşme şartını sağlayan (2.204)'ün bir çözümüdür.

Her bir l için, en düşük enerjili $P_{nl}(r)$ radyal fonksiyonu düğümlere ($r = 0, \infty$) ve bir anti-düğümüne (maksimum büyüklüğün bir noktası) sahip değildir ve her bir ardışık daha yüksek enerjili özfonksiyon bir ek düğüme ve anti-düğümüne sahiptir. Genelde, düğümlerin sayısı $n-l-1$ ve anti-düğümlerin sayısı $n-l$ 'dir.

2.4.3. Homojen denklem (yerel-potansiyel) yöntemleri

HF denklemleri için tüm genel yaklaşımlar,

$$\left[-\frac{d^2}{dr^2} + \frac{l_i(l_i+1)}{r^2} + V^i(r) \right] P_i(r) = \varepsilon_i P_i(r) \quad (2.208)$$

şeklindeki her bir diferansiyel denklemin çözülmesini kapsar. Burada $V^i(r)$, i . elektronun hareket ettiği alan için kabul edilen potansiyel-enerji fonksiyonudur. (2.208) homojen denklemdir ve homojen olmayan denklemlerde olan tüm zorluklardan bağımsızdır:

Herhangi bir atom için (2.208) diferansiyel denklemlerin her biri hidrojenik Schrödinger denklemiyle aynı şekle sahiptir ve çözüm yöntemi her bakımdan aynıdır. Tek zorluk, $V^i(r)$, $P_j(r)$ 'ye fonksiyonel olarak bağlı ise bir SCF iterasyonunun gerekmesidir. $V^i(r)$, Thomas-Fermi (TF), Thomas-Fermi-Dirac (TFD), Hartree (H), Hartree-Fock-Slater (HFS), Hartree-Slater (HS) ve Hartree+istatistiksel-takas (HX) yöntemleri gibi yaklaşık yöntemlerde farklı şekilde verilir. HFS yönteminde

$$V^i(r) = -\frac{2Z}{r} + V_c(r) - \alpha \cdot \frac{3}{2} \left(\frac{24}{\pi} \rho(r) \right)^{1/3} \quad (2.209)$$

kullanılan takas yaklaşıklığı i elektronunun öz-takas enerjisi için doğru olarak hesaplanamadığından HFS yönteminde büyük zorluklar ortaya çıkar. Açık bir çözüm V_c 'nin yerine V_H kullanarak ilk terimde öz-enerjiyi dışarıda bırakmaktır ve sadece öz olmayan takas enerji terimlerine ait yaklaşıklığı alan bir istatistiksel yol izlemektir:

$$V^i(r) = -\frac{2Z}{r} + V_H(r) + V_x(r) \quad (2.210)$$

$V_x(r)$ yaklaşık fonksiyonu, gerçek HF terimlerinin aşağıdaki özellikleri mümkün olduğunca sağlayacak şekilde seçilmelidir:

1. V_x herhangi bir-elektron konfigürasyonu ve ns^2 iki elektron konfigürasyonu için sıfır olmalıdır.

2. Her bir alt tabaka için homojen diferansiyel denklemin ε_i özdeğeri, (2.208) denklemlerinin P_j çözümlerinden kuantum mekaniksel olarak hesaplanan E^i bir-elektron bağlanma enerjisine eşit olmalıdır.

3. Aynı l 'li farklı n 'li radyal fonksiyonlar ortogonal olmalıdır.

Uygun bir $V_x(r)$ fonksiyonunu bulmak için Slater tarafından kullanılan serbest-elektron ifadesinden başlanır. Ancak değiştirilen yoğunluk yukarıdaki 1 özelliğini sağlayacak şekilde i elektronun öz-takas etkilerini dışarıda bırakır. Takas enerjisi yalnızca ρ 'ya değil i 'nin paralel spinlere sahip $1/2\rho$ yoğunluğuna sahip olduğu için,

$$\frac{1}{2}\rho' = \frac{1}{2}\rho - \rho_i \quad (2.211)$$

şeklinde kabul edilir. Burada ρ_i , i elektronun olasılık yoğunluğudur. Ancak $w_i = 1$ ise $1/2\rho$, $1/2\rho_i$ 'den daha fazla olmaz ve böylece

$$\rho'(r) = \rho(r) - [\min(2, w_i)]\rho_i(r) \quad (2.212)$$

değiştirilmiş şekilde elde edilir. İstenilen fonksiyonun da

$$V_x(r) = -\frac{3}{2}\left(\frac{24\rho'}{\pi}\right)^{1/3} = -\frac{3}{2}\left(\frac{\rho'}{\rho}\right)^{1/3}\left(\frac{24\rho}{\pi}\right)^{1/3} \text{ Ry} \quad (2.213)$$

şeklinde olması beklenebilir.

Deneme hesaplamaları, $3/2$ katsayısının istenilen $V_x(r)$ 'nin (2) özelliğini vermesi için çok büyük olduğunu gösterdi. Daha sonraki hesaplamalardan sonra iki ek düzeltme çarpanı önerildi. HX yöntemi için V^i ,

$$V^i(r) = -\frac{2Z}{r} + \sum_{j=1}^q (w_j - \delta_{ij}) \int_0^{\infty} \frac{2}{r_2} P_j^2(r_2) dr_2 - k_x f(r) \left[\frac{\rho'}{\rho' + 0,5/(n_i - l_i)} \right] \left(\frac{\rho'}{\rho} \right) \left(\frac{24\rho}{\pi} \right)^{1/3} \quad (2.214)$$

alınır. Hesaplamalarda, $k_x = 0,65$ değeri için HF ile en iyi uyumun sağlandığını göstermiştir. Parantez içindeki çarpan büyük r 'deki takas teriminin büyüklüğünü azaltmak için küçük bir düzeltme çarpanıdır. Geri kalan iyileştirme çarpanı $f(r)$

$$f(r) = \begin{cases} 1, & r \geq r_0 \\ 1 + 0,7(1 - r/r_0), & r < r_0 \end{cases} \quad (2.215)$$

şeklindedir.

HX yöntemini kullanmak oldukça basittir ve $P_i(r)$ 'in iç kısımları hariç HF ile olandan daha iyi uyum içinde sonuçlar verir. Özellikle $E_{ort.}$ 'nin değerleri oldukça iyidir. Çünkü $E_{ort.}$ 'nin HF değeri değişimdeki bir minimumu gösterir. Aynı l 'li farklı n 'li HX radyal fonksiyonları arasındaki üst üste gelme integralleri tam olarak sıfır değildir. Fakat genellikle 0,02-0,05 aralığından da daha büyük değildir.

HX yöntemine benzer bir diğer yaklaşıklık Lindgren ve Rosén [416, 417] tarafından önerildi. Onlar Hartree potansiyelinden başlayarak takas terimi olarak

$$V_x(r) = -\left(\frac{24}{\pi} \right)^{1/3} \left[\rho_s^{1/3} - (2\rho_i)^{1/3} \right] \text{Ry} \quad (2.216)$$

ifadesini kullandılar. Burada ρ_i , i yörüngesindeki bir elektronun olasılık yoğunluğudur ve $\rho_s = \rho + \rho_i$ 'dir. $w_i = 1$ olmadıkça $\rho_s = \rho$ 'dir. V_x ifadesi hem çok sadedir hem de HX'den daha basit olarak bulunur ve yarı deneysel ayarlama parametreleri içermez.

2.4.4. Relativistik düzeltmeler

HFR yönteminde bir-elektron ve toplam bağlanma enerjileri için E_r^i ve E_r relativistik düzeltmeleri alınır:

$$E_r = \sum_{i=1}^N E_r^i = \sum_{i=1}^N (E_m^i + E_D^i) \quad (2.217)$$

Burada kütle-hız ve Darwin katkıları

$$E_m^i = -\frac{1}{4} \alpha^2 \int_0^\infty P_i(r) (\varepsilon_i - V^i(r))^2 P_i(r) dr \quad (2.218)$$

ve

$$E_D^i = -\delta_{i,0} \frac{1}{4} \alpha^2 \int_0^\infty P_i(r) \left[\frac{dV^i(r)}{dr} \right] \left[r \frac{dr^{-1} P_i(r)}{dr} \right] dr \quad (2.219)$$

şeklinde verilir. Burada $\alpha \cong 1/137,036$ ince yapı sabitidir ve tüm enerjiler rydbergs birimindedir. Bu ifadeler $V^i(r)$ merkezi alan potansiyel enerji fonksiyonu içerirler. HX potansiyel fonksiyonu veya benzer yerel fonksiyonlar kullanıldığında, HF'de karşılaşılan zorluklardan kaçınılmış olunur. Büyük Z 'ler için katkı düzeltmeleri uygun olmayabildiğinden $P_{n_i}(r)$ radyal fonksiyonlarına relativistik düzeltmeleri katmak istenebilir. Bu yaklaşıklıkta, Dirac Hartree-Fock (DHF) denklemlerine Pauli-tipi yaklaşıklık kullanılır. DHF denklemleri için yerel-potansiyel yaklaşımları

$$P'_\kappa = -\frac{\kappa}{r} P_\kappa + \frac{\alpha}{2} \left(\varepsilon_i - V^i + \frac{4}{\alpha^2} \right) Q_\kappa \quad (2.220)$$

ve

$$Q'_\kappa = \frac{\alpha}{2}(V^i - \varepsilon_i)P_\kappa + \frac{\kappa}{r}Q_\kappa \quad (2.221)$$

şeklinde. Burada P_κ ve Q_κ sırasıyla büyük ve küçük bileşenli radyal fonksiyonlardır. ε_i ve V^i rydbergs biriminde ölçülür ve

$$\kappa = \begin{cases} l_i, & j = l_i - 1/2 \\ -l_i - 1, & j = l_i + 1/2 \end{cases} \quad (2.222)$$

dir. Q_κ için ilk denklem çözülüp ikinci denklemde yerine koyarak ve $\kappa(\kappa+1) = l_i(l_i+1)$ olduğuna dikkat ederek P_κ için bir denklem elde edilir. Bu diferansiyel denklem yalnızca bir terimde κ 'yı içerir; o da κ/r 'dir. Bu katsayı $(2j+1)$ ağırlıklı ortalamayla yer değiştirilirse

$$\frac{2l_i l_i / r - (2l_i + 2)(l_i + 1) / r}{(4l_i + 2)} = -\frac{1}{r} \quad (2.223)$$

ve buradan da j 'den bağımsız radyal dalga fonksiyonu için

$$\left\{ -\frac{d^2}{dr^2} + \frac{l_i(l_i+1)}{r^2} + V^i(r) - \frac{\alpha^2}{4} [\varepsilon_i - V^i(r)]^2 \right. \\ \left. - \delta_{l_i,0} \frac{\alpha^2}{4} \left[1 + \frac{\alpha^2}{4} (\varepsilon_i - V^i(r)) \right]^{-1} \left(\frac{dV^i}{dr} \right) \left(\frac{dP_i/dr}{P_i} - \frac{1}{r} \right) \right\} P_i(r) = \varepsilon_i P_i(r) \quad (2.224)$$

diferansiyel denklemi elde edilir. Bu sonucun kütle-hız ve Darwin işlemcilerinin relativistik olmayan diferansiyel denkleme eklendiğinde basitçe elde edildiği görülebilir. Yalnızca fark $[]^{-1}$ 'li terimin bulunmasıdır. Bu spin-yörünge terimidir. Buradaki ek, $r=0$ 'da r^{-3} yerine r^{-2} Darwin terimindeki tekilleri barındırdığı için önemlidir. Spin-yörünge terimini (2.224)'ten çıkararak kütle bağımsız radyal fonksiyonlar elde edilir. (2.224)'ten elde edilen etki de $(2j+1)$ ağırlıklı ortalamanın ilk P_κ relativistik fonksiyona alınmasıdır. (2.208) ile karşılaştırma yapıldığında

(2.224)'ün sol parantez içindeki çarpan yalnızca V^i 'de P_i 'yi değil onun yanında ϵ_i 'yi de içerdiğini gösterir. Ancak relativistik terimlerin etkileri küçüktür ve SCF iterasyonuna yakınsamada problem oluşturmaz. HX potansiyel-enerji fonksiyonu ile verilen V^i ile (2.224)'ün kullanımı 'HXR yöntemi' olarak adlandırılır. Benzer şekilde HF denklemlerine iki relativistik terimin eklenmesi (HF radyal fonksiyonları elde edilen HX fonksiyonu terimlerindeki V^i için kullanarak) de 'HFR yöntemi' olarak adlandırılır.

2.4.5. Karşılıklı etkileşme düzeltmeleri

HF yönteminde (veya herhangi bir teorik yaklaşıklıkta) elektronların değişik konumları arasındaki ilişkiler (karşılıklı etkileşmeler) yalnızca bir miktar dikkate alınır (Pauli dışarlama ilkesinin uygulaması yapıldığı kadar). Sonuçta, $E_{ort.}$ toplam bağlanma enerjisinin HF değerleri deneysel olarak gözlenenle aynı olmamaktadır. HFR yönteminde ek bağlanma enerjisi (relativistik etkiler sonrası) 'karşılıklı etkileşme enerji' olarak adlandırılır $(E_c \equiv E_{ort.}^{deneysel} - (E_{ort.}^{HF} + E_r))$.

HFR yönteminde HFS, HX ve HS için verilen hesap yöntemlerinde gazın elektron yoğunluğu yerine daha çok hacmi, elektron başına ortalama hacmi olan bir kürenin r_s (Bohr biriminde) cinsinden incelenir:

$$\rho = \frac{3}{4\pi^2 r_s^3} \quad (2.225)$$

Elektron gazının, tek tip pozitif temel yükü nötrleştirildiği kabul edilir. Klasik potansiyel enerji böylece sıfırdır ve HF yaklaşıklığında enerjiler yalnızca kinetik ve takas enerjilerdir.

Çekirdekten r kadar bir uzaklıktaki kinetik enerji yoğunluğunun, $\rho(r)$ yoğunluklu sıfır sıcaklıktaki serbest-elektron gazına orantılı olacağı kabul edilir:

$$\frac{dE_k}{d\Omega} = \frac{3}{5} (3\pi^2)^{2/3} \rho(r)^{5/3} \quad (2.226)$$

Burada E , rydbergs, uzunluklar Bohr, $d\Omega$ hacim elemanı a_0^3 ve ρ ise elektronlar/ a_0^3 birimindedirler. Potansiyel enerji, $-e\rho(r)$ sürekli yük dağılımından klasik olarak hesaplanır. $\rho(r)$ fonksiyonunun şekli, atomun toplam kinetik enerji ve potansiyel enerji toplamını en aza indirecek şekilde ayarlanır. Serbest-elektron gaz yaklaşıklığında, takas-enerji yoğunluğu

$$\frac{dE_{takas}}{d\Omega} = -\frac{3}{2} \left(\frac{3}{\pi}\right)^{1/3} \rho(r)^{4/3} \quad (2.227)$$

şeklinde verilir. (2.226) ve (2.227)'den elektron başına ortalama HF enerjisi

$$\begin{aligned} \bar{E}_{ort.}^{HF} &= \bar{E}_k^i + \bar{E}_{takas}^i = \frac{3}{5} (3\pi^2 \rho)^{2/3} - \frac{3}{2\pi} (3\pi^2 \rho)^{1/3} \\ &= \frac{3}{5} \left(\frac{9\pi}{4r_s^3}\right)^{2/3} - \frac{3}{2\pi} \left(\frac{9\pi}{4r_s^3}\right)^{1/3} \\ &= \frac{2,210}{r_s^2} - \frac{0,916}{r_s} \text{ Ry} \end{aligned} \quad (2.228)$$

dir. Tek tip serbest elektron gazının bir dizi relativistik olmayan enerji hesaplamaları daha güvenilir yöntemlerle yapılmaktadır. Bu sonuçların her biri ve HF enerjisi arasındaki fark tek tip serbest elektron gazındaki $\bar{e}_c(r_s)$ şeklindeki elektron başına ortalama karşılıklı etkileşme enerjisine ait bir teorik değer verir. Atomlarda elektronlar, çekirdeğin çekim kuvveti tarafından konumları belirlendiği için serbest elektron gazındaki gibi kolaylıkla hareket etmeyebilir. Bu nedenle, serbest-elektron gazındakinden daha küçük bir büyüklükte karşılıklı etkileşme enerjisi beklenir. Bu atomlarda

$$\bar{e}_c \equiv \frac{E_{ort.}^{deneysel} - (E_{ort.}^{HF} + E_r)}{N} \cong -0,08 \text{ Ry/elektron} \quad (2.229)$$

şeklinde yarı deneysel gözlemlerle ortaya konulur.

Atomun toplam karşılıklı etkileşme enerjisini hesaplamada öz karşılıklı etkileşme enerjisi dikkat alınmamaktadır. Bunun sağlam bir yolu her bir elektron için \bar{e}_c 'nin beklenen değerini hesaplamaktır:

$$E_c^i = 4\pi \int_0^\infty \rho_i(r) \bar{e}_c(r_s) r^2 dr = \int_0^\infty P_i^2(r) \bar{e}_c(r_s) dr \quad (2.230)$$

ve tüm elektronlar için

$$E_c = \sum_{i=1}^N E_c^i = \sum_{j=1}^q w_j E_c^j \quad (2.231)$$

dir. Bu, bir elektronlu atom için kesinlikle $E_c = 0$ verir. Fakat bu iki elektronlu atom için çok küçüktür. Bu, karşılıklı etkileşme enerjisinin bir veya iki elektron etkisi olmasındandır. Daha doğrusu, serbest elektron gazındaki \bar{e}_c 'ye katkı kabaca yakın-komşu elektronlarının sayısıyla orantılıdır. Bir atomda bir tane yakın komşu olduğundan karşılıklı etkileşme enerjisi büyük olasılıkla tahmin edilir.

Bu yöntemden başka, her seferinde atoma elektron ekleyerek E_c hesaplanır (en kuvvetli bağdan en az kuvvetli bağ sırasında) ve i . elektronun karşılıklı etkileşme enerjisi \bar{e}_c ortalama serbest elektron değerinden daha çok elektron eklemek suretiyle olduğundan e_c doğrudan hesaplanır.

Böylece elektron başına karşılıklı etkileşme enerjisi

$$e_c = \left[\frac{d(N\bar{e}_c)}{dN} \right]_{\text{hacim}} = \left[\frac{d(\rho\bar{e}_c)}{d\rho} \right]_{\text{hacim}} = \frac{d(r_s^{-3}\bar{e}_c)}{d(r_s^{-3})} = -\frac{r_s^4}{3} \frac{d(r_s^{-3}\bar{e}_c)}{dr_s} \quad (2.232)$$

dir. Düşük-yoğunluk sınırında $\bar{e}_c \propto r_s^{-1}$ dir ve böylece

$$e_c = \frac{4}{3} \bar{e}_c \quad (2.233)$$

ve yüksek-yoğunluk sınırında $\bar{e}_c \cong \text{sabit}$ olduğundan

$$e_c = \bar{e}_c \quad (2.234)$$

olur. (2.233), $\bar{e}_c = -(1,142r_s)^{-1}$ ve yüksek-yoğunluk sınırı arasında bir yarı deneysel formül

$$e_c(r_s) = - \left[4(r_s + 9)^{1/2} + \frac{3}{4} 1,142r_s \right]^{-1} \quad (2.235)$$

kabul edilir. Böylece $E_{\text{ort.}}$ toplam bağlanma enerjisine karşılıklı etkileşme düzeltmesi

$$E_c = \sum_{i=2}^N \int_0^{\infty} P_i^2(r) e_c^i(r) dr \quad (2.236)$$

alınır. Burada e_c^i , (2.235) ile verilir ve r_s

$$r_s = \left[\frac{4\pi}{3} \sum_{j=1}^{i-1} \rho_j(r) \right]^{-1/3} = \left[\frac{1}{3r^2} \sum_{j=1}^{i-1} P_j^2(r) \right]^{-1/3} \quad (2.237)$$

ile r 'nin bir fonksiyonu olarak verilir.

2.4.6. Işımalı geçişler

HFR yönteminde de ışmalı geçiş parametrelerini hesaplama teorisi temelde 2.3.2'deki ile aynıdır. Sadece bu yöntemde 2.4. kesiminde anlatılan enerji ve dalga fonksiyonları alınarak hesaplamalar yapılır. HFR yönteminde relativistik katkılar olarak spin-yörünge etkileşmesi ile beraber kütle düzeltmesi ve Darwin düzeltmeleri alınmaktadır. Böylece bu yöntemde, ışmalı geçişler bu nedenle ve kullanılan birim nedeni ile temelde teori aynı olmasına rağmen biraz farklılık gösterir.

2.4.6.1. Elektrik dipol geçişleri

Bu yöntemde elektrik dipol momenti üç değişik şekilde incelenmektedir:

$$\left\langle \gamma JM \left| \sum_i \mathbf{r}(i) \right| \gamma' J'M' \right\rangle, \quad (2.238)$$

$$2(E' - E)^{-1} \left\langle \gamma JM \left| \sum_i \nabla_i \right| \gamma' J'M' \right\rangle \quad (2.239)$$

ve

$$2(E' - E)^{-2} \left\langle \gamma JM \left| \sum_i \nabla_i V \right| \gamma' J'M' \right\rangle \quad (2.240)$$

Burada E ve E' , γJM ve $\gamma' J'M'$ hallerinin enerjileri (rydbergs olarak), V merkezi alan potansiyel enerjisidir ve tüm uzaklıklar (bunların gradyanı) Bohr birimindedir. (2.239) ve (2.240)'daki işlemciler sırasıyla klasik momentum ve kuvvettir. Bu üç alternatif, uzunluk, hız ve ivme şekilleri olarak adlandırılır. Gerçek dalga fonksiyonları kullanıldığında hepsi eşittir fakat yaklaşık dalga fonksiyonları kullanıldığında genellikle oldukça farklı sonuçlar verirler. İvme ve hız şekilleri yaklaşık fonksiyonların türevlerini içerir. Özellikle ivme şekli integrallenen küçük r değerine doğru yoğunlaştığı için kötü sonuçlar verir. Hız şekli, iyi değişim dalga

fonksiyonları kullanıldığında ve $|E' - E|$ geçiş enerjisi küçük olmadığı zaman çok iyi sonuçlar verir. Uzunluk şekli büyük r değerleri için doğru sonuç verir. Ancak, bu HF radyal fonksiyonlar kullanıldığında bir dezavantaj sağlar. Uzunluk şekli hesapsal olarak en basittir ve genellikle bu şekil hesaplarda kullanılır.

Elektrik dipol çizgi şiddeti

$$S \equiv \left| \langle \gamma J \| \mathbf{P}^{(1)} \| \gamma' J' \rangle \right|^2 \quad (2.241)$$

olarak bilinir. Burada

$$\mathbf{P}_q^{(1)} \equiv \sum_{i=1}^N r_q^{(1)}(i) = \sum_{i=1}^N r_i C_q^{(1)}(i) \quad (2.242)$$

$-ea_0$ biriminde ölçülen atomun klasik dipol momentidir.

$\gamma' J' M'$ uyarılmış halden γJ seviyesinin tüm M hallere olan geçiş olasılığı:

$$A = \frac{64\pi^4 e^2 a_0^2 \sigma^3}{3h} S \sum_{Mq} \begin{pmatrix} J & 1 & J' \\ -M & q & M' \end{pmatrix}^2 = \frac{64\pi^4 e^2 a_0^2 \sigma^3}{3h(2J'+1)} S \quad (2.243)$$

şeklinde yazılabilir. Bu nicelik M' 'den bağımsızdır. Ağırlıklı geçiş olasılığı da

$$gA = (2J'+1)A = \frac{64\pi^4 e^2 a_0^2 \sigma^3}{3h} S \quad (2.244)$$

dir. Burada $\sigma = (E_j - E_{j'})/hc$ 'dir ve S niceliği tüm mümkün M, M' geçişlerini içeren spektrum çizgisinin toplam şiddetinin bir ölçüsüdür. Spektrum çizgilerinin incelenmesi için çoğunlukla kullanılan bir diğer nicelik (özellikle sürekli spektrumdan soğrulmayla ilgilenildiğinde) salıncı şiddetidir:

$$f_{ij} = \frac{8\pi^2 mca_0^2 \sigma}{3h(2J+1)} S = \frac{(E_j - E_i)}{3(2J+1)} S \quad (2.245)$$

Bu nicelik özel bir i düşük enerjili seviyeden j üst seviyenin tüm $(2J'+1)$ hallerine olan soğurmanın toplam olasılığını gösterir.

Yayınlama için karşılık gelen nicelik genellikle negatif olarak alınır. Ağırlıklı salıncı şiddeti de

$$gf = (2J+1)f_{ij} = -(2J'+1)f_{ji} \quad (2.246)$$

veya

$$gf = \frac{8\pi^2 mca_0^2 \sigma}{3h} S \quad (2.247)$$

şeklindedir. Ağırlıklı geçiş olasılığı ile ağırlıklı salıncı şiddeti arasındaki bağıntı da böylece

$$gA = \frac{8\pi^2 e^2 \sigma^2}{mc} gf \quad (2.248)$$

olur.

j seviyesindeki hallerin herhangi birinde atomun doğal yarı ömrü yine

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_i A_{ji}} \quad (2.249)$$

ile verilir.

2.4.6.2. Manyetik dipol ve elektrik kuadrupol geçişleri

Manyetik dipol geçişleri için geçiş olasılıkları elektrik dipol geçişleri için tanımlanan ifadeyle aynıdır. Sadece elektrik dipol moment işlemcisi manyetik dipol moment işlemcisiyle yer değiştirmelidir:

$$\mu^{(1)} = -\mu_0 \sum_i \left[\mathbf{l}_i^{(1)} + g_s \mathbf{s}_i^{(1)} \right] \quad (2.250)$$

$$\mu^{(1)} = -\mu_0 \left[\mathbf{J}^{(1)} + (g_s - 1) \mathbf{S}^{(1)} \right] \quad (2.251)$$

Manyetik dipol geçişleri için ağırlıklı geçiş olasılığı

$$gA_{M_1} = (2J'+1) \sum_M a_{M_1} = \frac{64\pi^4 e^2 a_0^2 (\alpha/2)^2 \sigma^3}{3h} \left| \left\langle \gamma J \left\| \mathbf{J}^{(1)} + \mathbf{S}^{(1)} \right\| \gamma' J' \right\rangle \right|^2 \quad (2.252)$$

şeklinde yazılır. $\gamma' J' M'$ üst seviyesinden tüm γJ seviyelerine olan toplam geçiş olasılığı A_{M_1} , M' 'den bağımsızdır.

Elektrik dipol işlemcisine benzer şekilde elektrik kuadrupol işlemcisi $-ea_0^2$ biriminde

$$\mathbf{P}_q^{(2)} = \sum_i r_i^2 C_q^{(2)}(i) \quad (2.253)$$

şeklinde verilir.

Elektrik kuadrupol geçişleri için ağırlıklı geçiş olasılığı

$$gA_{E_2} = (2J'+1) \sum_M a_{E_2} = \frac{64\pi^6 e^2 a_0^4 \sigma^5}{15h} \left| \left\langle \gamma J \left\| \mathbf{P}^{(2)} \right\| \gamma' J' \right\rangle \right|^2 \quad (2.254)$$

dir.

$\gamma'J'M'$ üst seviyesinden tüm γJ seviyelerine olan toplam geçiş olasılığı elektrik ve manyetik dipol geçişlerinde olduğu gibi M' 'den bağımsızdır. Elektrik dipol, manyetik dipol ve elektrik kuadrupol geçişleri de 2.3.2.2 kesiminde bahsedilen seçim kurallarını sağlamalıdır.

2.4.7. HFR ile atomik yapı hesaplama adımları

Cowan program paketi [418] ile hesaplama adımları (Şekil 2.4–2.6) şöyle sıralanabilir:

1. Hartree-Fock veya herhangi bir yaklaşık yöntemi kullanarak özel elektron konfigürasyonlarının herhangi bir sayısının her biri için bir-elektron (bağlı veya serbest) radyal dalga fonksiyonları hesaplanır. Her konfigürasyon için çıkış dosyası konfigürasyonun ortalama enerjisini ($E_{ort.}$) ve bu konfigürasyonun enerji düzeylerini hesaplamakta gerekli olan radyal Coulomb (F^k ve G^k) ve spin-yörünge integrallerini içerir.

2. Konfigürasyonların her bir çiftleri arasındaki elektrik dipol ($E1$) ve elektrik kuadrupol ($E2$) radyal integralleri ve etkileşme konfigürasyonlarının her bir çifti arasındaki konfigürasyon-etkileşme Coulomb integrallerini (R^k) hesaplamak için gerekli dalga fonksiyonları kullanılır. Hesaplanan veriler atomik spektrumların hesaplanmasında kullanılır.

3. Özdeğer (enerji seviyeleri) ve özvektörleri hesaplamak için her bir matris köşegenleştirilerek J toplam açısal momentumun olası her değeri için enerji matrisi kurulur.

4. $M1$ (manyetik dipol), $E2$ ve $E1$ ışımaları için dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları ve yarı ömürler hesaplanır. Bir süreklilik elektronu varsa fotoiyonlaşma kesitleri, kendiliğinden iyonlaşmanın geçiş olasılıkları ve dallanma oranları, toplam ömürleri ve düzlem-dalga çarpışma şiddetleri de hesaplanabilir.

5. Daha yüksek doğrulukta sonuçlar istenildiğinde, tekrarlamalı bir yöntemle deneysel enerji seviyelerine en-küçük kareler yöntemi ile bir uydurulmasını yaparak $E_{ort.}$, F^k , G^k , ξ ve R^k çeşitli radyal enerji parametreleri değiştirilir. En küçük kareler uydurma parametrelerinin sonuçları atomik enerji seviyelerinin ve spektrumlarının hesaplanmasında tekrar kullanılabilir.

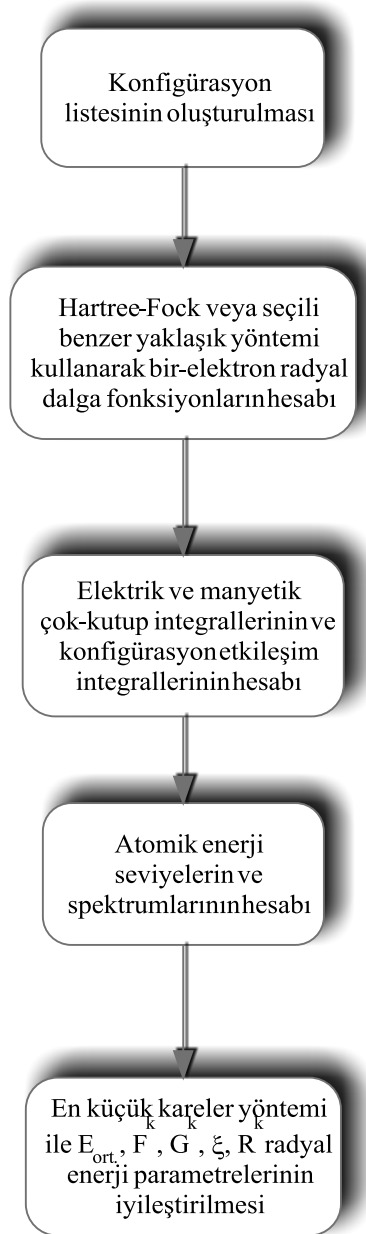
a) Radyal fonksiyonların hesabı: Hesaplama bir $V_0(r)$ yaklaşık potansiyel-enerji fonksiyonunun yardımıyla başlar. Küçük yarıçap için $-2Z/r$ ve büyük yarıçap için $-2(Z-N+1)/r$ olarak alınır. Bu SCF iterasyonun ($m=1$) ilk döngüsünde tüm $n_i l_i$ yörüngeleri için $P_i^{(1)}(r)$ deneme fonksiyonlarını hesaplamakta kullanılan $V^i(r)$ başlangıç potansiyelini sağlar. m döngüsü için $V^i(r)$ potansiyel-enerji fonksiyonu $m-1$ döngüsünden $P_j(r)$ fonksiyonunu kullanarak istenilen yöntemle göre (H, HFS, HX veya HS) hesaplanır. Yakınsamayı hızlı yapmak için, üçüncü ve daha sonraki döngülerde V^i 'yi hesaplamak için kullanılan her deneme fonksiyonu P_j , önceki döngüdeki diferansiyel denklemin integrali ve deneme giriş fonksiyonunun bir lineer kombinasyonu olarak alınır.

$$P_j^{(m)}(\text{giriş}) = c_j P_j^{(m-1)}(\text{çıkış}) + (1-c_j) P_j^{(m-1)}(\text{giriş}) \quad (2.255)$$

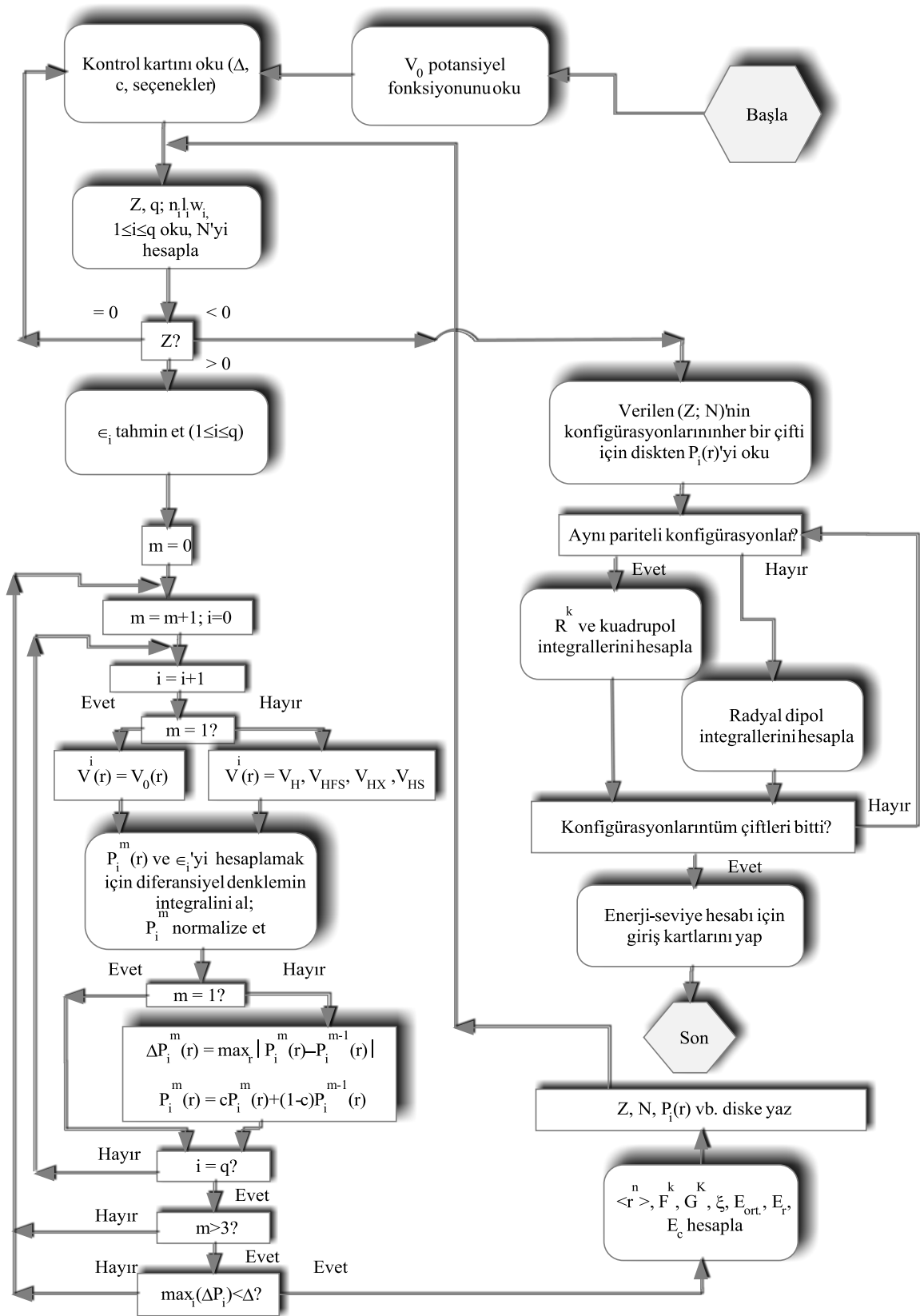
$P_j(r)$ radyal fonksiyonları, F^k ve G^k , Coulomb radyal integralleri ve spin-yörünge işlemcisinin radyal kısmının integralini nümerik olarak çözmek için kullanılabilir. Bu radyal integrallerle, E_{ij} Coulomb etkileşim enerjileri, E^i bir-elektron bağlanma enerjileri ve $E_{ort.}$ konfigürasyon-ortalama toplam bağlanma enerjileri hesaplanır.

b) Enerji seviyelerin ve spektrumların hesabı: Şekil 2.6'da seviye enerjilerinin ve spektrumların hesabının özeti verilmektedir. Şeklin sol tarafı açılma katsayı matrislerinin hesabını, sağ tarafı $E_{ort.}$, F^k , G^k , ξ , R^k ve $P^{(l)}$ radyal integrallerinin verilen değerleri için atomik enerji seviyeleri ve spektrumlarının hesabını gösterir. $K=1$ birinci pariteyi, $K=2$ ikinci pariteyi temsil eder.

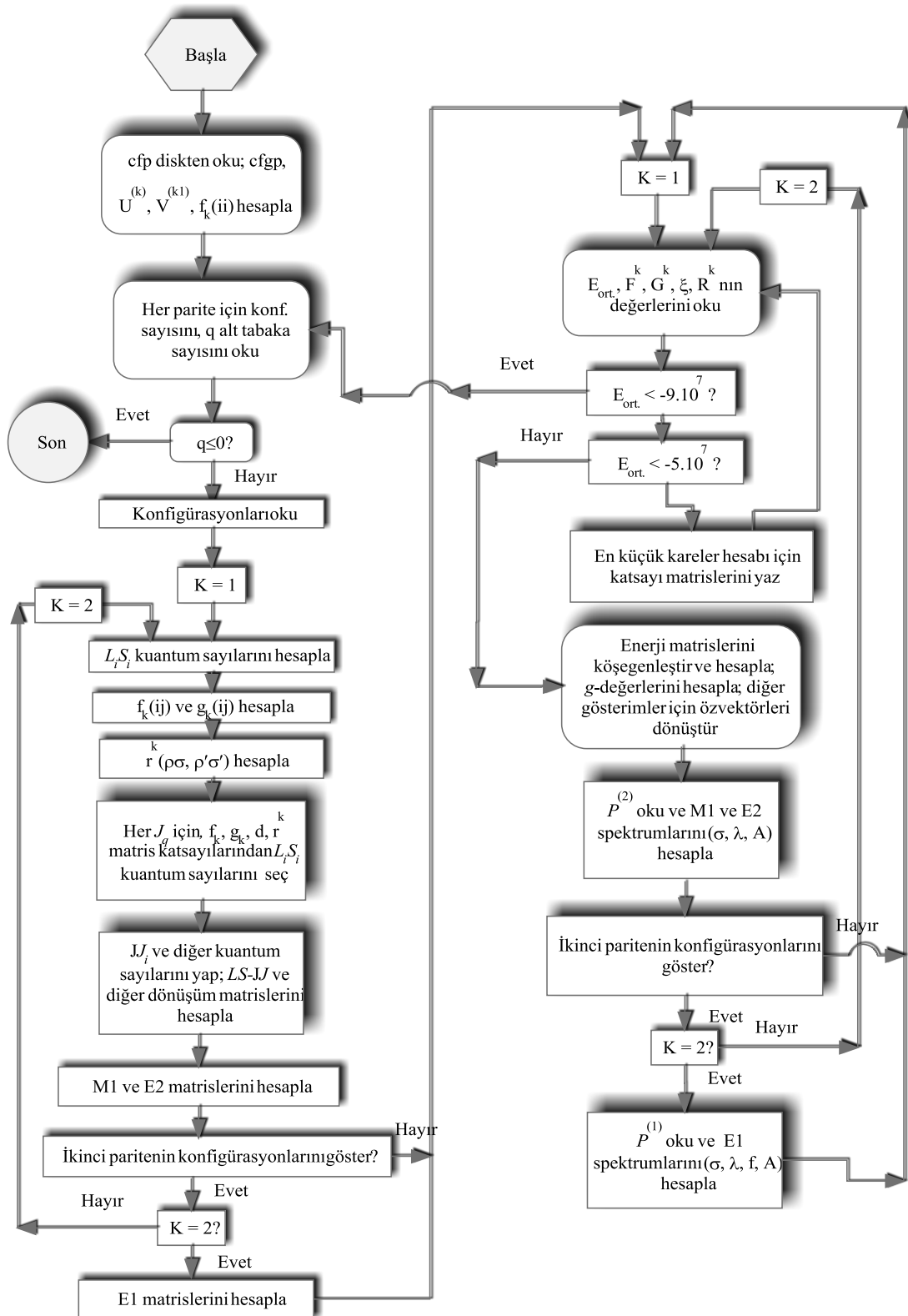
Hesaplanan enerji seviyeleri tekrarlamalı bir yöntemle deneysel enerji seviyelerine en küçük kareler yöntemi ile bir uydurmasını yapmak için çeşitli radyal enerji parametreleri değiştirilir.



Şekil 2.4. HFR ile atomik yapı hesabı



Şekil 2.5. Radyal fonksiyonların hesabı



Şekil 2.6. Enerji seviyelerin ve spektrumların hesabı

BÖLÜM 3. HESAPLAMA SONUÇLARI

Bu çalışmada, lantanit atomlarından La ($Z = 57$), Ce ($Z = 58$), Yb ($Z = 70$) ve Lu ($Z = 71$)'un nötral ve iyonlaşmış hallerine ait bazı atomik hesaplamalar yapıldı. La I–III, Ce I–III, Yb I–III ve Lu I–III için konfigürasyon etkileşme yöntemlerinden Fischer [403] tarafından geliştirilen ve relativistik düzeltmeler için Breit-Pauli Hamiltonyenini temel alan çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) yöntemi ve Cowan [28] tarafından geliştirilen relativistik Hartree-Fock (HFR) yöntemi kullanılarak bazı seviye enerjileri, Landé g -çarpanları, iyonlaşma potansiyelleri, elektron ilgileri, dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları, yarı ömürleri ve aşırı ince yapı hesaplamaları MCHF atomik yapı paketi [412, 413] ve Cowan'ın relativistik Hartree-Fock program paketi [418] ile elde edildi. HFR program paketi bilgisayar sistemine uyarlandı ve gerekli boyut ve sisteme göre uygun dönüşümler yapıldı.

3.1. La I ($Z = 57$) için Hesaplama Sonuçları

Lantanitlerin ilk üyesi olan lantan atomunun ^{138}La (%0,085) ve ^{139}La (%99,910) olan iki doğal izotopu vardır ve çeşitli teknoloji alanlarda önemlidir. Karbon esaslı aydınlatmada, optik camların yapımında, pahalı kamera merceklelerinde, çakmaktaşı ve pil elektrotlarının üretilmesinde, sinema endüstrisinde stüdyo aydınlatmalarında ve projeksiyonlarda kullanılır.

Nötral lantana ait çeşitli atomik yapı özelliklerini içeren deneysel ve teorik çalışmalar Tablo 1.3'te özetlenmektedir. Bu çalışmalar enerji seviyeleri, iyonlaşma potansiyeli, elektron ilgisi, dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları ve yarı ömürleri gibi ışına parametrelerini kapsamaktadır [65–81]. Ayrıca, aşırı ince yapı çalışmaları da bu tabloda görülmektedir [70–75, 82–101]. Bu çalışmalar gözlem sonuçlarının bir analizinin yanı sıra, seviye-çarpışma ve çift-rezonans tekniği, lazer-indirgenmiş

floresans yöntemi, atomik-demet manyetik rezonans ve lazer- rf çift-rezonans tekniği, yüksek-çözünürlüklü lazer optogalvanik, lazer-indirgenmiş rezonans floresans ve Doppler-indirgenmiş soğurma spektroskopisi sonuçlarını içermektedir. Teorik hesaplamalar çoğunlukla çok konfigürasyonlu Dirac-Fock, relativistik ve relativistik olmayan Hatree-Fock ve konfigürasyon etkileşme yöntemleri ile yapılmıştır.

Lantanitlerin ilk üyesi olan lantan atomunun nötral halinin bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları, dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri, geçiş olasılıkları ve yarı ömürleri Fischer tarafından geliştirilen ve relativistik düzeltmeler için Breit-Pauli Hamiltoniyenini temel alan çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) yöntemi [412, 413] kullanılarak hesaplandı. Ayrıca bazı seviyeler için aşırı ince yapı sabitleri ve geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyeli, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) de hesaplandı. MCHF yöntemi kullanılarak, seçilen konfigürasyonlar için elde edilen dalga fonksiyonların baskınlığını belirleyen karışım katsayıları ve relativistik olmayan enerjiler hesaplandı. Elde edilen bu dalga fonksiyonlarında Breit-Pauli relativistik düzeltmelerini dikkate almak için Breit-Pauli Hamiltoniyeni ile köşegenleştirilerek karışım katsayıları yeniden belirlendi. Bu relativistik katkılarla beraber geçişlere ait dalga boyları, geçiş enerjileri, ağırlıklı salıncı şiddetleri, geçiş olasılıkları, seviye enerjileri, iyonlaşma potansiyeli, elektron ilgisi, yarı ömürleri ve aşırı ince yapı sabitleri hesaplandı.

Hesaplamalar için La I atomunun $[Xe]$ özü dışında A, B, C ve D olarak isimlendirilen dört konfigürasyon seti seçildi (Tablo 3.1). Bu konfigürasyon setleri değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeye göre seçilmiştir. Lantanitlerin düşük hal konfigürasyonları arasındaki enerji farkları ve toplam enerjileri için çok çalışma vardır. Karşılıklı etkileşme ve relativistik etkiler ağır elementlerin spektrumları üzerinde önemli rol oynarlar. Bu yüzden lantan için bu etkiler hesaba alındı. Ayrıca, karmaşık yapılarından dolayı bu atomlar için karşılıklı elektron etkileşimini hesaplamak oldukça zordur. Fakat özellikle, hesaplamaları zorlaştırmasına rağmen 4f alt tabakasını içeren konfigürasyonlar ve yüksekçe uyarılmış seviyeler hesaplamalarda dikkate alındı. Bununla karşılıklı etkileşme etkilerini anlamak için yararlı bilgiler sağlanacağı düşünüldü. Fakat bu durumda

bilgisayar kısıtlamaları ortaya çıktı. Bundan dolayı, MCHF program paketinde konfigürasyon hal fonksiyonlarının maksimum sayısı, terimlerin maksimum sayısı gibi bazı parametrelerin değerleri değiştirilerek hesaplamalar yapılabildi.

Tablo 3.1. La I'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar			
	A	B	C	D
MCHF+BP hesaplamaları için:				
Çift parite	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² , 4f6snp (n = 6, 7), 4f ² 5d, 4f6p7s, 4f7s7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² , 4f ² ns, 4f6snp (n = 6, 7), 4f ² nd (n = 5, 6), 4f6p7s, 4f7s7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² , 4f ² ns, 4f6snp (n = 6, 7), 4f ² nd (n = 5, 6), 4f6p7s, 4f7s7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5d6s ² , 4f ² ns, 4f6snp (n = 6, 7), 4f ² nd (n = 5, 6), 4f6p7s, 4f7s7p
Tek parite	5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 4f5dns (n = 6, 7), 4fnd ² (n = 5, 6), 6s ² 6p, 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s6p7s, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ²	5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 4fns ² , 4f5dns (n = 6, 7), 4fnd ² (n = 5, 6), 4f6s7s, 6s ² 6p, 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s6p7s, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ²	5d6s6p, 5d ² 6p, 4f6s ² , 4f5dns (n = 6, 7), 4f5d ² , 4f ² 6p, 4f6p ²	5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 4fns ² , 4f5dns (n = 6, 7), 4fnd ² (n = 5, 6), 4f6s7s, 6s ² 6p, 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s6p7s, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ²

3.1.1. La I'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları

La I atomunun [Xe] özü dışında Tablo 3.1'de verilen A konfigürasyon setine ait 5d6s², 5d²6s, 5d³, 5d6s7s, 4f6s6p, 5d6s6p, 5d²6p, 5d²7p ve 4f5d6s seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları MCHF yöntemiyle hesaplandı [103, 104] ve sonuçlar Tablo 3.2'de verilmektedir. Elde edilen sonuçlar oldukça fazladır ve tabloda sadece karşılaştırması olan seviyelerin enerjileri ve Landé g-çarpanları sunulmaktadır. Enerji seviyeleri taban hal olan 5d6s² ²D_{3/2} seviyesine göre cm⁻¹ birim sistemine göre verilmektedir ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” (o:odd) indisiyle belirtilmektedir. Seviyelerin Landé g-çarpanları ise Cowan'ın formülüne [28] göre hesaplandı.

Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçların bazı seviyeler hariç uyum içinde olduğu görülmektedir. Özellikle, 4f5d6s seviyesi uyumlu iken 4f6s6p seviyesi için hesap sonuçlarında uyum zayıftır. Bu durumun dolu olmayan d ve f alt tabakalarından kaynaklandığı söylenebilir. Bu alt tabakaları içeren konfigürasyonlar MCHF hesaplamalarını zorlaştırmaktadır. Fakat tüm seviyeler için Landé g-

çarpanları NIST [63] ve Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından hesaplanan [80]'deki verilerle uyum içindedir.

Nötral lantan için yapılan MCHF hesaplamalarındaki uyumsuz seviyeleri düzeltmek için Cowan tarafından geliştirilen relativistik Hartree-Fock [28] yöntemiyle hesaplamalar tekrarlandı. La I atomu için HFR yöntemine göre Cowan tarafından geliştirilen kodu [418] kullanılarak yapılan hesaplamalarda, [Xe] özü dışında $5d6s^2$, $5d^26s$, $5d^3$, $4f6s6p$, $5d6s6p$, $4f6s^2$, $6s^26p$, $6s^27p$, $6s^28p$, $5d^26p$ ve $4f5d6s$ konfigürasyonları seçildi. Konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan elektrik dipol geçişleri için λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve gA_{ki} (sn^{-1}) ağırlıklı geçiş olasılıkları hesaplandı. HFR hesaplamalarında değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkileri dikkate alındı. HFR yaklaşıklığı Schrödinger denkleminde dayalı olmasına rağmen spin-yörünge etkisi yanında kütle-hız düzeltmeleri ve Darwin katkıları gibi relativistik etkileri içerir. Bu hesaplamada, Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yaparak iyileştirildi. En küçük kareler yönteminde tüm deneysel seviyeler NIST'ten alındı. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirilmemiş değerleri 0,75 olarak seçildi. Ölçeklendirme faktörlerinin bu düşük değerleri nötral ağır elementler için Cowan [28] tarafından öne sürülmüştür.

Tablo 3.2'de bazı uyarılmış seviyelerin enerjileri ve Landé g -çarpanları için HFR ile elde edilen sonuçlarda verildi. Bu konfigürasyonlar değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeye göre seçilmiştir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçların oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. 4f alt tabakasını içeren seviyeler için de uyumlu sonuçlar elde edildi. Tüm seviyeler için Landé g -çarpanları diğer verileri ile uyum içindedir. Bu sonuçlar MCHF+BP yöntemi ile 4f alt tabakasını içeren seviyelere ait sonuçlardan daha iyidir.

Tablo 3.2. La I'in E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları

Seviyeler		E			g-çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
Çift parite için:							
5d6s ⁺	² D _{3/2}	0,00	0,00	0,000 ^{a,b}	0,800	0,797	0,79755 ^b
	² D _{5/2}	1066,009	1053,004	1053,200 ^a 1053,164 ^b	1,200	1,199	1,19907 ^b
5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	2754,743	2628,388	2668,200 ^a 2668,188 ^b	0,400	0,407	0,40446 ^b
	⁴ F _{5/2}	3149,587	3034,793	3010,010 ^a 3010,002 ^b	1,028	1,030	1,02940 ^b
	⁴ F _{7/2}	3711,362	3611,345	3494,580 ^a 3494,526 ^b	1,238	1,238	1,23742 ^b
	⁴ F _{9/2}	4430,254	4332,099	4121,610 ^a 4121,572 ^b	1,333	1,332	1,33278 ^b
5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	7358,505	6992,001	7011,900 ^a 7011,909 ^b	0,857	0,929	0,89830 ^b
	² F _{7/2}	8469,856	8116,978	8052,150 ^a 8052,162 ^b	1,143	1,126	1,13469 ^b
5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	9209,886	7266,991	7231,360 ^a 7231,407 ^b	2,666	2,6449	2,65252 ^b
	⁴ P _{3/2}	9524,798	7543,006	7490,460 ^a 7490,521 ^b	1,733	1,671	1,70427 ^b
	⁴ P _{5/2}	9400,125	7701,573	7679,940 ^a 7679,939 ^b	1,600	1,444	1,50558 ^b
5d ² (¹ D)6s	² D _{3/2}	9107,357	8281,012	8446,030 ^a 8446,044 ^b	0,800	0,948	0,93603 ^b
	² D _{5/2}	–	9092,365	9183,797 ^b	1,285	1,285	1,25449 ^b
5d ² (³ P)6s	² P _{1/2}	9754,123	9074,599	9044,210 ^a 9044,214 ^b	0,666	0,690	0,690 ^b
	² P _{3/2}	–	9842,720	9719,439 ^b	–	1,244	1,22 ^b
5d ² (¹ G)6s	² G _{7/2}	11617,376	9582,133	9960,960 ^a 9960,904 ^b	0,888	0,907	0,892 ^b
	² G _{9/2}	11808,227	9616,798	9919,940 ^a 9919,821 ^b	1,111	1,113	1,107 ^b
5d ² (¹ S)6s	² S _{1/2}	–	17328,397	16991,42 ^a	–	1,994	–
5d ³	⁴ F _{3/2}	9763,552	12500,673	12430,609 ^b	0,400	0,409	0,411 ^b
	⁴ F _{5/2}	10037,775	12926,902	12787,404 ^b	1,028	1,030	1,026 ^b
	⁴ F _{7/2}	10608,642	13444,735	13238,323 ^b	1,238	1,235	1,228 ^b
	⁴ F _{9/2}	11159,695	13999,228	13747,276 ^b	1,333	1,324	–
5d ³	⁴ P _{1/2}	14817,644	16531,003	16617,30 ^b	2,666	2,634	–
	⁴ P _{3/2}	15028,325	16650,921	16735,14 ^b	1,733	1,696	1,698 ^b
	⁴ P _{5/2}	15358,154	17070,546	17099,38 ^b	1,600	1,591	–
5d ³	² D _{3/2}	17567,854	18262,097	18037,64 ^b	0,800	0,859	–
	² D _{5/2}	18443,393	19018,792	18776,62 ^b	1,200	1,206	–
5d ³	² H _{9/2}	20437,303	16807,821	18315,88 ^b	0,909	1,016	0,970 ^b
	² H _{11/2}	20716,276	17921,991	18310,92 ^b	1,091	1,091	–
5d ³	² P _{1/2}	20417,700	20454,015	20392,60 ^b	0,666	0,709	0,709 ^b
	² P _{3/2}	21209,733	21149,514	21037,30 ^b	1,333	1,303	1,316 ^b
5d ³	² F _{7/2}	24107,610	21635,086	21943,80 ^b	1,143	1,142	–
	² F _{5/2}	24182,201	21713,826	21969,32 ^b	0,857	0,867	–
5d ³	² D _{15/2}	28668,479	25799,316	25414,63 ^b	1,200	1,194	–
	² D _{13/2}	–	25958,793	–	–	0,800	–
5d6s(³ D)7s	⁴ D _{1/2}	38591,299	–	30019,24 ^b	0,000	–	0,000 ^b
	⁴ D _{3/2}	38775,919	–	30169,82 ^b	1,200	–	0,91 ^b
	⁴ D _{5/2}	39168,979	–	30354,28 ^b	1,371	–	1,07 ^b
	⁴ D _{7/2}	39854,970	–	31287,59 ^b	1,429	–	1,41 ^b
4f6s(³ F)6p	⁴ F _{3/2}	143927,609	28934,631	28742,34 ^b	0,400	0,424	0,45 ^b
	⁴ F _{5/2}	142794,997	28900,101	28754,96 ^b	1,028	0,916	0,93 ^b
	⁴ F _{7/2}	143231,970	30123,512	30055,05 ^b	1,238	1,100	1,19 ^b
	⁴ F _{9/2}	–	30505,367	–	–	1,309	–
4f6s(³ F)6p	⁴ G _{5/2}	–	29618,459	29578,82 ^b	–	0,724	0,78 ^b
	⁴ G _{7/2}	–	30489,330	30401,70 ^b	–	1,114	1,03 ^b
	⁴ G _{9/2}	–	30776,608	30934,76 ^b	–	1,164	1,16 ^b
	⁴ G _{11/2}	–	31986,014	–	–	1,273	–

Tablo 3.2. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f6s(¹ F)6p	² F _{7/2}	–	29207,999	–	–	1,147	–
	² F _{5/2}	–	30614,981	30305,61 ^b	–	0,882	0,84 ^b
4f6s(³ F)6p	⁴ D _{1/2}	156793,958	31088,700	31061,85 ^b	0,000	-0,002	0,00 ^b
	⁴ D _{3/2}	156079,021	30965,209	30988,36 ^b	1,200	1,118	1,12 ^b
	⁴ D _{5/2}	154241,995	30731,488	30908,86 ^b	1,371	1,253	1,25 ^b
	⁴ D _{7/2}	152979,066	32062,485	31925,00 ^b	1,429	1,289	1,27 ^b
4f6s(¹ F)6p	² G _{7/2}	–	31672,011	32219,53 ^b	–	1,033	1,06 ^b
	² G _{9/2}	–	32052,828	–	–	1,144	–
4f6s(¹ F)6p	² D _{5/2}	–	32485,688	–	–	1,253	–
	² D _{3/2}	–	32795,090	–	–	0,857	–
4f6s(³ F)6p	² F _{5/2}	–	40393,779	–	–	0,860	–
	² F _{7/2}	–	41945,528	–	–	1,075	–
4f6s(³ F)6p	² G _{7/2}	–	41336,792	–	–	0,957	–
	² G _{9/2}	–	42922,999	–	–	1,112	–
4f6s(³ F)6p	² D _{3/2}	–	42193,520	–	–	0,799	–
	² D _{5/2}	–	43618,983	–	–	1,197	–
Tek parite için:							
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{3/2} ^o	13232,437	14262,555	13260,38 ^b	0,400	0,425	0,52 ^b
	⁴ F _{5/2} ^o	14588,443	14525,394	14804,100 ^a 14804,08 ^b	1,028	1,037	1,09 ^b
	⁴ F _{7/2} ^o	15047,541	14932,806	15019,550 ^a 15019,51 ^b	1,238	1,245	1,237 ^b
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{9/2} ^o	16147,881	15661,423	16243,17 ^b	1,333	1,334	–
	⁴ D _{1/2} ^o	14224,056	14961,592	14095,700 ^a 14095,69 ^b	0,000	0,020	0,357 ^b
	⁴ D _{3/2} ^o	14813,862	14794,941	14708,960 ^a 14708,92 ^b	1,200	0,998	1,01 ^b
	⁴ D _{5/2} ^o	15245,165	16021,309	15503,670 ^a 15503,64 ^b	1,371	1,292	1,36 ^b
	⁴ D _{7/2} ^o	15820,596	16228,489	16099,280 ^a 16099,29 ^b	1,429	1,420	1,37 ^b
5d6s(³ D)6p	² D _{5/2} ^o	–	14889,109	–	0,800	0,985	–
	² D _{3/2} ^o	30643,817	15536,011	15031,650 ^a	–	1,269	–
4f6s ²	² F _{5/2} ^o	–	15186,900	15196,83 ^b	–	0,858	0,906 ^b
	² F _{7/2} ^o	–	16063,700	16538,39 ^b	–	1,143	1,179 ^b
6s ² 6p	² P _{1/2} ^o	–	15198,469	–	–	0,662	–
	² P _{3/2} ^o	–	15200,831	16280,26 ^b ?	–	1,333	1,326 ^b
6s ² 7p	² P _{1/2} ^o	–	18044,321	–	–	0,668	–
	² P _{3/2} ^o	–	18062,580	–	–	1,334	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{1/2} ^o	17991,094	16468,693	17567,49 ^b	2,666	2,618	2,63 ^b
	⁴ P _{3/2} ^o	18613,543	16798,701	17797,29 ^b	1,733	1,699	1,69 ^b
	⁴ P _{5/2} ^o	18619,409	17700,587	18157,000 ^a 18156,97 ^b	1,600	1,579	1,175 ^b
5d6s(³ D)6p	² F _{5/2} ^o	–	17447,333	–	–	0,881	–
	² F _{7/2} ^o	–	18766,068	–	–	1,142	–
5d6s(³ D)6p	² P _{1/2} ^o	16992,333	18405,709	–	0,666	0,685	–
	² P _{3/2} ^o	–	19162,702	–	–	1,191	–
5d6s(¹ D)6p	² D _{3/2} ^o	–	18627,531	–	–	0,972	–
	² D _{5/2} ^o	–	19391,702	–	–	1,159	–
5d6s(¹ D)6p	² F _{7/2} ^o	–	19316,885	–	–	1,147	–
	² F _{5/2} ^o	–	19683,920	–	–	0,896	–
5d6s(¹ D)6p	² P _{1/2} ^o	28990,650	20538,240	20197,380 ^a	0,666	0,646	–
	² P _{3/2} ^o	29170,163	20898,295	20019,000 ^a	1,333	1,328	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{5/2} ^o	16418,444	18002,059	17947,160 ^a 17947,13 ^b	0,571	0,586	1,061 ^b
	⁴ G _{7/2} ^o	15929,488	18352,225	18603,950 ^a 18603,92 ^b	0,984	0,989	1,051 ^b
	⁴ G _{9/2} ^o	16976,127	18785,014	19129,340 ^a 19129,31 ^b	1,171	1,172	1,173 ^b
	⁴ G _{11/2} ^o	17968,328	19284,719	20117,400 ^a 20117,38 ^b	1,272	1,273	1,290 ^b

Tablo 3.2. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d ² (³ F)6p	² D ^o _{3/2}	16833,954	21245,103	18172,390 ^a 18172,35 ^b	0,800	0,809	0,799 ^b 0,835 ^c
	² D ^o _{5/2}	18016,456	23355,647	19379,440 ^a 19379,40 ^b	1,200	1,228	1,186 ^b 1,192 ^c
5d ² (³ F)6p	² F ^o _{7/2}	17188,287	20074,433	16538,440 ^a	1,143	1,196	–
	² F ^o _{5/2}	19943,941	20542,406	16856,820 ^a	0,857	0,916	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F ^o _{3/2}	17938,358	21524,990	20083,020 ^a 20082,98 ^b	0,400	0,583	0,724 ^b
	⁴ F ^o _{5/2}	18347,598	21658,503	20338,300 ^a 20338,25 ^b	1,028	1,133	1,006 ^b
	⁴ F ^o _{7/2}	18722,185	21938,735	20763,310 ^a 20763,21 ^b	1,238	1,224	1,178 ^b
	⁴ F ^o _{9/2}	19578,111	22082,143	21384,060 ^a 21384,00 ^b	1,333	1,282	1,278 ^b
5d ² (³ F)6p	² G ^o _{7/2}	19427,255	22661,185	21662,610 ^a 21662,51 ^b	0,888	0,915	0,995 ^b
	² G ^o _{9/2}	20632,930	22827,503	22285,850 ^a 22285,77 ^b	1,111	1,096	1,13 ^b
5d ² (³ F)6p	⁴ D ^o _{1/2}	19509,341	20673,931	22246,640 ^a 22246,64 ^b	0,000	0,038	0,04 ^b 0,025 ^c
	⁴ D ^o _{3/2}	20728,772	20601,964	22439,370 ^a 22439,36 ^b	1,200	1,074	1,192 ^b 1,196 ^c
	⁴ D ^o _{5/2}	20853,930	20851,907	22804,260 ^a 22804,25 ^b	1,371	1,276	1,362 ^b 1,364 ^c
	⁴ D ^o _{7/2}	21483,213	21291,746	23303,310 ^a 23303,26 ^b	1,429	1,367	1,178 ^b 1,417 ^c
5d ² (³ P)6p	² S ^o _{1/2}	23052,633	23703,821	23260,900 ^a 23260,92 ^b	2,000	1,991	1,891 ^b
5d ² (³ P)6p	⁴ S ^o _{3/2}	23917,544	27259,664	24639,270 ^a 24639,26 ^b	2,000	1,988	1,781 ^b
5d ² (³ P)6p	⁴ D ^o _{1/2}	23843,621	24212,942	23528,380 ^a 23528,45 ^b	0,000	0,084	0,153 ^b
	⁴ D ^o _{3/2}	24110,761	24363,275	23704,760 ^a 23704,81 ^b	1,200	1,200	1,133 ^b
	⁴ D ^o _{5/2}	24536,547	24600,119	24046,060 ^a 24046,10 ^b	1,371	1,355	1,271 ^b
	⁴ D ^o _{7/2}	25087,221	24706,65	25083,420 ^a 25083,36 ^b	1,429	1,358	1,381 ^b 1,312 ^c
5d ² (³ P)6p	² D ^o _{3/2}	25367,405	27678,943	25950,390 ^a 24762,60 ^b ?	0,800	0,812	0,854
	² D ^o _{5/2}	25972,070	27542,518	25218,250 ^a	1,200	1,198	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P ^o _{1/2}	25957,876	21994,499	25616,900 ^a 25616,95 ^b	2,666	2,610	2,274 ^b
	⁴ P ^o _{3/2}	26015,609	22253,800	25643,020 ^a 25643,00 ^b	1,733	1,672	1,59 ^b
	⁴ P ^o _{5/2}	26087,066	22580,208	26338,900 ^a 26338,93 ^b	1,600	1,539	1,524 ^b
5d ² (¹ G)6p	² G ^o _{7/2}	26403,496	28076,619	27132,500 ^a 27132,44 ^b	0,888	0,911	0,94 ^b
	² G ^o _{9/2}	26417,628	28089,270	27619,690 ^a 27619,54 ^b	1,111	1,135	1,12 ^b
5d ² (¹ D)6p	² D ^o _{3/2}	26582,888	22913,280	27968,530 ^a	0,800	0,823	–
	² D ^o _{5/2}	27417,240	21733,478	28506,390 ^a	1,200	1,151	–
5d ² (¹ G)6p	² H ^o _{9/2}	–	23443,874	–	–	0,977	–
	² H ^o _{11/2}	27632,141	23884,630	25874,680 ^a	1,091	1,092	–
5d ² (³ P)6p	² P ^o _{3/2}	27562,227	25537,026	27225,270 ^a 27225,26 ^b	1,333	1,333	1,31 ^b 1,331 ^c
	² P ^o _{1/2}	27894,521	24807,763	27749,050 ^a 27748,97 ^b	0,666	0,652	0,682 ^b
4f5d(³ H)6s	⁴ H ^o _{7/2}	36420,346	22356,672	24088,54 ^b	0,666	0,675	0,72 ^b
	⁴ H ^o _{9/2}	36856,410	23126,415	24249,00 ^b	0,969	0,977	0,96 ^b
	⁴ H ^o _{11/2}	37454,837	24235,423	24841,42 ^b	1,132	1,138	1,15 ^b

Tablo 3.2. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f5d(³ F)6s	⁴ H ^o _{13/2}	–	26031,707	–	–	1,231	–
	⁴ F ^o _{3/2}	37552,517	23529,300	24173,860 ^a 24173,83 ^b	0,400	0,46	0,717 ^b
	⁴ F ^o _{5/2}	37854,600	23704,308	24507,890 ^a 24507,87 ^b	1,028	1,019	1,158 ^b 1,185 ^c
	⁴ F ^o _{7/2}	38261,403	23980,130	25378,460 ^a 25380,27 ^b	1,238	1,186	1,228 ^b 1,227 ^c
4f5d(¹ G)6s	⁴ F ^o _{9/2}	39091,197	24534,587	25997,270 ^a 25997,17 ^b	1,333	1,269	1,319 ^b 1,325 ^c
	² G ^o _{7/2}	38575,685	25473,486	24409,700 ^a	0,888	0,964	–
	² G ^o _{9/2}	38416,495	27968,786	23466,850 ^a 23466,84 ^b	1,111	1,133	1,11 ^b
4f5d(³ H)6s	² H ^o _{9/2}	–	26104,980	–	–	0,978	–
5d ² (³ F)7p	² H ^o _{11/2}	40846,558	30089,795	28179,07 ^b	1,091	1,093	1,098 ^b
	⁴ F ^o _{3/2}	44141,046	–	34015,76 ^b ?	0,400	–	0,60 ^b
	⁴ F ^o _{5/2}	44559,502	–	34213,53 ^b ?	1,028	–	–
	⁴ F ^o _{7/2}	45207,763	–	34988,17 ^b ?	1,238	–	–
4f5d(³ G)6s	⁴ F ^o _{9/2}	44164,236	–	35888,45 ^b ?	1,333	–	–
	⁴ G ^o _{5/2}	50458,531	26387,614	27022,600 ^a 27022,62 ^b	0,571	0,692	0,58 ^b
	⁴ G ^o _{7/2}	50951,931	27179,905	27455,340 ^a 27455,31 ^b	0,984	1,032	0,976 ^b 0,991 ^c
	⁴ G ^o _{9/2}	51521,633	28852,717	28089,180 ^a 28089,17 ^b	1,171	1,113	1,163 ^b
	⁴ G ^o _{11/2}	52181,831	28961,871	28743,100 ^a 28743,24 ^b	1,272	1,264	1,27 ^b
4f5d(³ D)6s	⁴ D ^o _{1/2}	54635,599	29198,522	28893,470 ^a 28893,51 ^b	0,000	0,239	0,018 ^b
	⁴ D ^o _{3/2}	54936,293	29787,078	28971,820 ^a 28971,84 ^b ?	1,200	1,234	0,884 ^b
	⁴ D ^o _{5/2}	55485,755	29944,472	29502,170 ^a 29502,18 ^b ?	1,371	1,359	1,263 ^b
4f5d(³ P)6s	⁴ D ^o _{7/2}	–	29555,931	–	–	1,348	–
	² P ^o _{3/2}	–	29621,348	–	–	1,144	–
4f5d(³ G)6s	² P ^o _{1/2}	–	31053,710	–	–	0,642	–
	² G ^o _{7/2}	–	34917,891	–	–	0,932	–
4f5d(¹ F)6s	² G ^o _{9/2}	–	35148,110	–	–	1,108	–
	² F ^o _{5/2}	–	35843,504	–	–	0,981	–
4f5d(³ D)6s	² F ^o _{7/2}	–	35981,795	–	–	1,116	–
	² D ^o _{3/2}	–	36271,792	–	–	0,824	–
4f5d(¹ H)6s	² D ^o _{5/2}	–	36703,495	–	–	1,071	–
	² H ^o _{11/2}	–	37007,688	34245,05 ^b	–	1,094	1,06 ^b
4f5d(¹ P)6s	² H ^o _{9/2}	–	38008,725	34239,61 ^b	–	0,914	0,9 ^b
	² P ^o _{1/2}	–	39324,933	32290,16 ^b	–	0,65	0,67 ^b
6s ² 8p	² P ^o _{3/2}	–	39990,359	–	–	1,318	–
	² P ^o _{1/2}	–	44978,795	44978,9 ^b	–	0,666	–
	² P ^o _{3/2}	–	44978,805	44978,6 ^b	–	1,334	–

^aAtomic Spectral Line database from R.L.Kurucz's CD-ROM 23 [102], ^bNIST Atomic Spectra Database [63], ^cBiémont ve çalışma arkadaşları [80]

3.1.2. La I'in bazı uyarılmış seviyelerinin geçiş enerjileri ve yarı ömürleri

La I atomunun [Xe] özü dışında A konfigürasyon setindeki çift ve tek pariteli seviyeler arasında elektrik dipol geçişleri (E1) hesaplandı [104]. $5d6s6p$, $5d^26p$ ve $4f5d6s$ uyarılmış seviyeleri için ΔE (cm^{-1}) geçiş enerjileri ve τ (ns) yarı ömürleri Tablo 3.3'te verilmektedir. $5d6s6p$, $5d^26p$ ve $4f5d6s$ seviyelerinin yarı ömürleri, bu seviyelerden daha düşük seviyelere olan tüm mümkün geçişler üzerinden (2.128) formülüne göre hesaplandı ve bu seviyelerden en yüksek geçiş olasılığına sahip daha düşük seviyelere olan geçişler için geçiş enerjileri de Tablo 3.3'te verilmektedir.

Bazı seviyeler hariç elde edilen geçiş enerjileri diğer çalışma sonuçlarıyla uyum içindedir. Özellikle, bazı $5d^26p-5d6s^2$, $5d6s6p-5d6s^2$, $5d6s6p-5d^26s$ ve $5d^26p-5d^26s$ geçişleri için hesap sonuçları iyi uyum içindedir fakat $4f5d6s-5d^26s$ geçiş enerjilerindeki uyum iyi değildir. Tablo 3.3'te aynı zamanda üst seviyelerin yarı ömür değerleri için uyumun bazı seviyeler hariç iyi olduğu görülmektedir. Ayrıca, diğer çalışma sonuçları da incelendiğinde bunlar arasında da uyumsuzlukların olduğu görülmektedir. Bunun nedeni dolu olmayan 4f alt tabakasının karmaşık elektronik yapısıyla açıklanabilir. Bu alt tabaka hesaplamaları zor hale getirmektedir. Ayrıca, La I için mevcut laboratuvar analizleri hala eksik veya kayıptır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için MCHF atomik yapı paketindeki bazı parametrelerin değerleri değiştirildi. Fakat 4f yörüngesinin girişkenliğinden dolayı, lantanın dalga fonksiyonlarının doğru hesaplamaları aşırı derece zor olmaktadır. Daha doğru yarı ömür değerleri daha büyük konfigürasyon setlerinin seçilmesiyle yapılan hesaplamalarda olabilir. Bu nedenle 4f alt tabakasını içeren konfigürasyon sayısının artırılmasına çalışıldı. Tablo 3.3'te verilen B konfigürasyon setini kullanılarak elektrik dipol geçişleri hesaplandı ve bazı geçiş enerjileri ve yarı ömürleri Tablo 3.3'te B üst indisıyla verildi. Bu hesap sonuçları incelendiğinde bazı geçiş enerjilerinin A hesabına göre daha iyi olduğu görülmektedir. Fakat yarı ömürlerde A hesabı daha iyidir.

Tablo 3.3. La I'in ΔE geçiş enerjileri (cm^{-1}) ve üst seviyeleri için τ yarı ömürler (ns)

Üst Seviye		Alt Seviye		ΔE		τ	
Konf.	Terim	Konf.	Terim	Bu çalışma	Diğer çalışmalar	Bu çalışma	Diğer çalışmalar
				MCHF+BP		MCHF+BP	
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	13232,36 ^A	–	301,50 ^A	–
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{5/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	14588,36 ^A	–	770,68 ^A	–
5d ² (³ P)6p	² D _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	25367,26 ^A	24762,62 ^a	13,73 ^A	13,5(1,0) ^e
						19,57 ^B	
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{1/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	19509,23 ^A	–	9,40 ^A	10,1(0,9) ^{c1}
						17,96 ^B	9,29 ^{c2}
5d ² (³ F)6p	² D _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	16833,86 ^A	18172,390 ^a	21,65 ^A	17,7(1,4) ^{c1}
					18172,35 ^b	12,45 ^B	14,13 ^{c2}
							18(3) ^d
							16(1) ^e
5d ² (³ P)6p	² P _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	27562,07 ^A	27225,27 ^a	23,53 ^A	17,1(0,9) ^{c1}
							26,86 ^{c2}
5d6s(¹ D)6p	² P _{1/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	32716,75 ^B	20197,38 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	21662,57 ^B	20083,02 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{5/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	22346,15 ^B	18157,00 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{1/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	29686,35 ^B	25616,90 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{3/2}	29745,08 ^B	25643,02 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{7/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	13981,45 ^A	–	794,09 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	20585,19 ^B	19029,82 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{5/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	20994,45 ^B	19285,10 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² G _{7/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	22061,65 ^B	20609,41 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	17547,43 ^A	–	218,88 ^A	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{5/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	17553,30 ^A	17103,80 ^a	59,60 ^A	–
5d ² (³ P)6p	² D _{5/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	24905,92 ^A	24165,05 ^a	9,55 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{3/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	19662,65 ^A	–	10,31 ^A	10,2(0,5) ^{c1}
						6,89 ^B	9,40 ^{c2}
5d ² (³ F)6p	² D _{5/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	16950,35 ^A	18326,24 ^a	21,56 ^A	17,2(1,0) ^{c1}
				20650,50 ^B	18326,236 ^b	12,86 ^B	13,59 ^{c2}
							16(1,5) ^e
5d ² (³ F)6p	² F _{7/2} ^o	5d6s ²	² D _{5/2}	16122,19 ^A	15485,24 ^a	41,55 ^A	–
5d ² (³ F)6p	² F _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	12585,36 ^A	13960,32 ^a	62,28 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	11635,25 ^B	11592,05 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² F _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	12832,38 ^B	14436,02 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	15132,60 ^B	14650,70 ^a	–	–
5d ² (¹ D)6p	² D _{3/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	22307,37 ^B	20956,63 ^a	–	–
5d ² (¹ G)6p	² G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{7/2}	21033,00 ^B	19080,35 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² D _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{7/2}	12635,48 ^B	11327,29 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{7/2}	15268,21 ^B	14233,70 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	² D _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	² F _{7/2}	26176,68 ^B	20454,24 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ D _{1/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	11469,25 ^A	11427,50 ^a	295,18 ^A	–
						212,52 ^B	–
5d6s(³ D)6p	⁴ D _{3/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	12059,05 ^A	–	330,63 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{3/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	15183,53 ^A	17414,82 ^a	17,05 ^A	–
							–
							–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	13663,62 ^A	15278,96 ^a	39,68 ^A	51(4) ^d
4f5d(³ F)6s	⁴ F _{3/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	34797,58 ^A	21505,66 ^a	6,04 ^A	12,5(1,5) ^e
						5,81 ^B	
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	18241,95 ^B	17670,10 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{1/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	19407,67 ^B	19578,44 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	15197,93 ^A	17328,29 ^a	21,66 ^A	–
							–
							–
4f5d(³ G)6s	⁴ G _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	47308,68 ^A	–	4,77 ^A	–
4f5d(³ F)6s	⁴ F _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	34704,82 ^A	21497,88 ^a	6,24 ^A	21,9(1,0) ^{c1}
						6,20 ^B	16,27 ^{c2}
							14,5(1,5) ^e
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	12779,83 ^A	15593,94 ^a	44,89 ^A	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	18128,53 ^B	15146,99 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	18215,32 ^B	17753,30 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	15424,06 ^B	15593,94 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{3/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	17444,94 ^B	17073,01 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	20362,92 ^B	19794,25 ^a	–	–

Tablo 3.3. Devam

Üst Seviye		Alt Seviye		ΔE		τ	
Konf.	Terim	Konf.	Terim	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
				MCHF+BP	çalışmalar	MCHF+BP	çalışmalar
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{3/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{5/2}	19495,60 ^B	19429,36 ^a 19429,358 ^b	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ D _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	11533,74 ^A	12009,09 ^a	196,80 ^A 133,74 ^B	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	17142,47 ^A 19799,09 ^B	19309,68 ^a 19309,724 ^b	9,07 ^A 6,13 ^B	10,7(1,0) ^{c1} 9,70 ^{c2}
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	15010,74 ^A 17651,49 ^B	17268,73 ^a	22,23 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	13264,69 ^A 15923,43 ^B	15634,76 ^a 15634,784 ^b	32,37 ^A	–
5d ² (³ F)6p	² G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	15715,80 ^A 18357,57 ^B	18168,03 ^a	40,81 ^A	–
4f5d(³ G)6s	⁴ G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	47240,32 ^A	23960,76 ^a	5,06 ^A	21,6(1,6) ^{c1} 9,48 ^{c2}
5d ² (³ F)6p	² G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	16921,47 ^A	18791,27 ^a	49,09 ^A	–
4f5d(³ F)6s	⁴ F _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	34549,85 ^A	21885,75 ^a	5,67 ^A 5,40 ^B	23,2(1,5) ^{c1} 12,40 ^{c2}
5d ² (³ F)6p	² G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	19579,16 ^B	18791,27 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² F _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	16057,36 ^B	17953,34 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² D _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	16946,43 ^B	15884,86 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	18519,90 ^B	17889,48 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	13854,40 ^B	14452,58 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	14860,22 ^B	15109,37 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² F _{5/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	18671,20 ^B	17477,64 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{7/2}	20413,69 ^B	19808,73 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	11717,56 ^A	–	1974,83 ^A	–
5d6s(³ D)6p	⁴ D _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	11390,28 ^A	11977,67 ^a	270,92 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	17052,86 ^A 19696,32 ^B	19181,70 ^a 19181,688 ^b	9,20 ^A 6,14 ^B	16,1(0,1) ^{c1} 9,91 ^{c2}
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	15147,77 ^A 17802,53 ^B	17262,45 ^a 17262,428 ^b	19,18 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{11/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	13538,00 ^A 16198,26 ^B	15995,79 ^a 15995,808 ^b	36,56 ^A	–
4f5d(³ H)6s	⁴ H _{11/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	33024,40 ^A	–	2858,77 ^A	–
4f5d(³ F)6s	⁴ F _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	34666,75 ^A	21875,66 ^a	7,11 ^A 6,78 ^B	23,3(1,5) ^{c1} 12,78 ^{c2}
4f5d(³ G)6s	⁴ G _{11/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	47751,31 ^A 50411,27 ^B	24621,49 ^a 24621,668 ^b	1,36 ^A	–
4f5d(³ G)6s	⁴ G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	47091,11 ^A	–	10,93 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	15206,06 ^B	15007,73 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	16934,12 ^B	16641,70 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² G _{7/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	17640,21 ^B	17541,00 ^a	–	–
5d ² (³ F)6p	² G _{9/2} ^o	5d ² (³ F)6s	⁴ F _{9/2}	18861,79 ^B	18164,24 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	² D _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	² P _{1/2}	16811,57 ^B	15718,41 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	² S _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	² P _{1/2}	14496,82 ^B	14216,69 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ D _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	14633,65 ^A	16297,02 ^a	20,97 ^A	–
5d ² (³ P)6p	² S _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	16616,14 ^B	16029,54 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ S _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	17493,57 ^B	17407,91 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	19519,78 ^B	18385,54 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	19578,51 ^B	18411,66 ^a	–	–
4f5d(³ D)6s	⁴ D _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	47771,87 ^B	21662,11 ^a	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	8466,25 ^A	–	733,43 ^A	–
5d ² (³ P)6p	⁴ D _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	14585,88 ^A	16214,30 ^a	20,74 ^A	–
5d ² (³ P)6p	⁴ D _{5/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	15011,66 ^A	16555,60 ^a	17,37 ^A	–
4f5d(³ D)6s	⁴ D _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	45425,45 ^A	–	1,22 ^A	–
4f5d(³ D)6s	⁴ D _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	45411,24 ^A	–	1,21 ^A	–
4f5d(³ D)6s	⁴ D _{5/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	45960,70 ^A	22011,71 ^a	1,01 ^A	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	16432,99 ^A 19289,50 ^B	18126,44 ^a	15,48 ^A	–
5d ² (³ P)6p	⁴ D _{1/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	17175,55 ^B	16037,92 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ S _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	17263,29 ^B	17148,81 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{5/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{3/2}	19379,71 ^B	18848,44 ^a	–	–

Tablo 3.3. Devam

Üst Seviye		Alt Seviye		ΔE		τ	
Konf.	Terim	Konf.	Terim	Bu çalışma	Diğer çalışmalar	Bu çalışma	Diğer çalışmalar
				MCHF+BP		MCHF+BP	
5d ² (³ P)6p	⁴ S _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{5/2}	17158,55 ^B	16959,33 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	² D _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{5/2}	18595,86 ^B	17082,68 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	⁴ D _{7/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{5/2}	15687,01 ^A	17403,48 ^a	17,30 ^A	21,1(0,9) ^{c1} 28,66 ^{c2}
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{3/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{5/2}	16615,39 ^A	17963,08 ^a	14,66 ^A	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P _{5/2} ^o	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{5/2}	16686,85 ^A	18658,96 ^a	12,69 ^A	–
				19274,96 ^B			
5d ² (³ P)6p	² P _{1/2} ^o	5d ² (¹ D)6s	² D _{3/2}	17187,55 ^A	18779,24 ^a	13,73 ^A	–
5d ² (³ F)6p	⁴ F _{3/2} ^o	5d ² (¹ D)6s	² D _{3/2}	10372,54 ^B	11636,99 ^a	–	–
5d ² (³ P)6p	² P _{3/2} ^o	5d ² (¹ D)6s	² D _{3/2}	19999,59 ^B	19303,02 ^a	–	–
4f5d(³ H)6s	⁴ H _{7/2} ^o	5d ² (¹ G)6s	² G _{7/2}	24802,83 ^A	–	341,18 ^A	–
5d ² (¹ G)6p	² G _{7/2} ^o	5d ² (¹ G)6s	² G _{7/2}	16478,99 ^B	17171,54 ^a	–	–
5d ² (¹ G)6p	² G _{9/2} ^o	5d ² (¹ G)6s	² G _{9/2}	16454,97 ^B	17699,75 ^a	–	–
4f5d(³ H)6s	⁴ H _{9/2} ^o	5d ² (¹ G)6s	² G _{9/2}	25048,04 ^A	–	375,50 ^A	–

^aAtomic Spectral Line database from R.L.Kurucz's CD-ROM 23 [102], ^bNIST Atomic Spectra Database [63], ^{c1,c2}Biémont ve çalışma arkadaşları [80], ^dBulos ve çalışma arkadaşları [75], ^ePenkin ve çalışma arkadaşları [76]

3.1.3. La I'in elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

La I'in Tablo 3.1'de verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan elektrik dipol geçişleri için λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} (sn⁻¹) geçiş olasılıkları MCHF program paketi [412] ile hesaplandı. Bu çalışma sonuçları [105] kaynağından da bulunabilir. Sırasıyla A, B, C ve D konfigürasyon setleriyle yapılan hesaplamalarda 114709, 45645, 24146 ve 34152 tane mümkün E1 geçişi elde edildi. Tablo 3.4 ve Ekler kısmındaki Tablo A.1'de bu geçişler için elde edilen veriler çok fazla olduğu için sadece literatürde mevcut geçişlere karşılık gelen sonuçlar sunulmaktadır. Ağırlıklı salıncı şiddetleri, logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetine çevrildi. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtildi ve geçiş olasılıkları için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazıldı.

MCHF+BP ile elde edilen 5d6s²–5d²6p, 5d6s²–5d6s6p, 5d6s²–4f5d6s, 5d²6s–5d²6p, 5d²6s–5d6s6p ve 5d²6s–4f5d6s geçişleri için dalga boyları, logaritmik salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıklarının, farklı konfigürasyon setlerine ait hesaplamaları A, B, C ve D üst indisiyle tablolarda verildi. Genel olarak 5d6s²–5d²6p geçişleri için A konfigürasyon seti kullanılarak elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla uyum içerisindedir. B ve C konfigürasyon setleriyle elde edilen sonuçlar log(gf) ve A_{ki} için

çoğunlukla A'dan daha iyidir. Bazı J değerleri hariç $5d6s^2-5d6s6p$ geçişlerinin, özellikle D konfigürasyon setiyle elde edilen sonuçları daha iyidir. $5d6s^2-4f5d6s$ geçişlerinde, $\log(gf)$ ve A_{ki} için biraz uyum varken, her dalga boyu karşılaştırma değerinin hemen hemen iki katıdır. 4f alt tabakalı konfigürasyonları içeren D konfigürasyon seti $\log(gf)$ ve A_{ki} değerlerini daha iyi vermektedir. $5d^26s-5d^26p$ geçişlerinde, B ve C konfigürasyon setlerinin dalga boyları ve $\log(gf)$ için iyi sonuçlar vermektedir. Fakat A_{ki} sonuçlarında A konfigürasyon seti kullanılarak elde edilen sonuçlar iyidir. A konfigürasyon seti kullanılarak elde edilen $5d^26s-5d6s6p$ geçişleri, bazı geçişler hariç karşılaştırma değerleriyle uyum içindedir. $5d^26s-4f5d6s$ geçişlerinde bazı J değerleri için $\log(gf)$ ve A_{ki} değerleri iyi olmasına rağmen elde edilen dalga boyu sonuçları iyi değildir. İki den fazla dolu olan 4f alt tabakasını içeren konfigürasyon setlerinin alınmaması bazı uyumsuzlukların nedeni olarak açıklanabilir.

Relativistik Hartree-Fock (HFR) yöntemiyle, La I'in [Xe] özü dışında $5d6s^2$, $5d^26s$, $5d^3$ ve $4f6s6p$ çift pariteli ve $5d6s6p$, $4f6s^2$, $6s^26p$, $6s^27p$, $6s^28p$, $5d^26p$ ve $4f5d6s$ tek pariteli konfigürasyonları arasında 3796 tane mümkün elektrik dipol geçişleri hesaplandı. $5d6s^2-5d^26p$, $5d6s^2-5d6s6p$, $5d6s^2-4f5d6s$, $5d^26s-5d^26p$, $5d^26s-5d6s6p$ ve $5d^26s-4f5d6s$ geçişlerinin sonuçları Tablo 3.4 ve daha geniş olarak Ekler kısımdaki Tablo A.1'de sunulmaktadır. En küçük kareler yöntemiyle enerjileri deneysel seviyelere uydurma yaparak iyileştirildi ve elde edilen uydurma parametreleriyle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların bazı geçişler için dalga boyları uyumlu olmasına rağmen logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıklarının uyumlu olmadığı görülmektedir. Özellikle MCHF+BP yönteminde fazla uyumlu olmayan $5d6s^2-4f5d6s$ ve $5d^26s-4f5d6s$ geçişlerinin dalga boyları için HFR yöntemiyle elde edilen sonuçları uyumlu olmuştur. Bazı geçişlerin $\log(gf)$ ve A_{ki} değerleri için karşılaştırma değerleriyle uyum az olmasına rağmen MCHF+BP ile elde edilen sonuçlarla uyumludur. Bazı uyumsuzlukların iyileştirilmesi için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin ele alındığı konfigürasyonlarda hesaba katılmalıdır.

Tablo 3.4. La I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ P _{1/2} ^o	3851,32 ^A	4546,608	3902,567 ^a	-2,177 ^A	-4,260	-1,400 ^a	1,4962(6) ^A	0,88(4)	8,713(6) ^a
		3367,58 ^B			-2,136 ^B			2,1473(6) ^B		
		3654,34 ^C			-1,249 ^C			14,068(6) ^C		
		3966,54 ^D			-2,118 ^D			1,6158(6) ^D		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ P _{3/2} ^o	3842,78 ^A	-	3898,592 ^a	-1,017 ^A	-	-1,240 ^a	1,0852(7) ^A	-	0,6310(7) ^a
		3360,94 ^B			-0,898 ^B			1,8677(7) ^B		
		3634,93 ^C			-1,028 ^C			1,1816(7) ^C		
		3957,32 ^D			-1,272 ^D			0,5692(7) ^D		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ D _{5/2} ^o	4074,43 ^A	4065,03	4157,513 ^a	-1,437 ^A	-2,095	-1,450 ^a	2,4465(6) ^A	0,54(6)	2,281(6) ^a
		3527,94 ^B			-0,792 ^B			14,393(6) ^B		
		4190,91 ^D			-0,673 ^D			13,428(6) ^D		
		3940,97 ^A			-0,440 ^A			3,9002(7) ^A		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ P)6p ² D _{3/2} ^o	3435,74 ^B	3612,86	4037,204 ^a	-0,414 ^B	-1,386	-0,860 ^a	5,4398(7) ^B	0,52(7)	1,411(7) ^a
		3602,05 ^C			-0,457 ^C			4,4880(7) ^C		
		4061,44 ^D			-0,317 ^D			4,8644(7) ^D		
		3627,14 ^A			-1,005 ^A			1,2509(7) ^A		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ P)6p ² P _{3/2} ^o	3195,02 ^B	3915,89	3672,012 ^a	-0,923 ^B	-1,856	-1,530 ^a	1,9374(7) ^B	0,52(7)	0,3648(7) ^a
		3611,67 ^C			-1,196 ^C			0,8133(7) ^C		
		3729,31 ^D			-0,897 ^D			1,5182(7) ^D		
		5573,13 ^A			-0,803 ^A			8,4535(6) ^A		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ F)6p ⁴ F _{3/2} ^o	4614,97 ^B	4645,77	4977,942 ^a	-0,750 ^B	-1,281	-1,910 ^a	13,906(6) ^B	4,04(6)	0,8274(6) ^a
		4768,14 ^C			-1,003 ^C			7,2862(6) ^C		
		5819,13 ^D			-1,187 ^D			3,1977(6) ^D		
		5938,76 ^A			-0,209 ^A			2,9187(7) ^A		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d ² (³ F)6p ² D _{3/2} ^o	5090,22 ^C	4364,29	5501,325 ^a 5501,34 ^b	-0,886 ^C	-1,871	-0,850 ^a	0,8360(7) ^C	0,12(7)	0,7778(7) ^a 5,29(7) ^b
		6216,81 ^D			-0,338 ^D			1,9798(7) ^D		
		2964,39 ^A			-0,051 ^A			3,3758(8) ^A		
		4816,86 ^B			-2,231 ^B			8,4421(5) ^B		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d6s(³ D)6p ² P _{1/2} ^o	6143,83 ^D	5433,12	3927,556 ^a	-2,815 ^D	-0,042	-0,750 ^a	1,3528(5) ^D	1,03(8)	0,3842(8) ^a
		3262,38 ^A			0,176 ^A			2,3495(8) ^A		
		2908,43 ^B			0,163 ^B			2,8698(8) ^B		
		3344,62 ^D			0,376 ^D			3,5379(8) ^D		

Tablo 3.4. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s ² 2D _{3/2}	5d6s(3D)6p 4D ^o _{3/2}	6748,61 ^A	6759,09	6796,701 ^a	-1,680 ^A	-0,140	-2,940 ^a	7,6373(5) ^A	2,64(7)	0,4142(5) ^a
		5530,65 ^B			-3,908 ^B			0,6732(4) ^B		
		4894,60 ^C			-1,737 ^C			12,752(5) ^C		
		7110,15 ^D			-1,745 ^D			5,9295(5) ^D		
5d6s ² 2D _{3/2}	5d6s(3D)6p 4P ^o _{5/2}	5369,28 ^A	5649,55	5505,988 ^a	-1,370 ^A	-1,259	-1,810 ^a	1,6438(6) ^A	1,92(6)	0,5676(6) ^a
		4473,79 ^B			-1,303 ^B			2,7597(6) ^B		
		5596,45 ^D			-1,551 ^D			0,9973(6) ^D		
		3448,42 ^A			4868,97			4949,756 ^a		
3055,65 ^B	-0,452 ^B	1,2604(8) ^B								
3090,11 ^C	-1,863 ^C	4,7810(6) ^C								
3540,80 ^D	-0,417 ^D	1,0190(8) ^D								
5d6s ² 2D _{3/2}	5d6s(1D)6p 2P ^o _{3/2}	3427,20 ^A	4785,08	4993,861 ^a	-0,481 ^A	-1,013	-1,610 ^a	4,6862(7) ^A	0,71(7)	0,1640(7) ^a
		3039,00 ^B			-0,503 ^B			5,6618(7) ^B		
		3128,40 ^C			-2,923 ^C			1,9036(5) ^C		
		3518,46 ^D			-0,452 ^D			4,7520(7) ^D		
5d6s ² 2D _{3/2}	4f5d(3F)6s 4F ^o _{5/2}	2640,92 ^A	4218,65	4079,167 ^a	-3,556 ^A	-2,860	-0,940 ^a	4,4312(4) ^A	0,86(5)	7,666(6) ^a
		2404,86 ^B			-1,636 ^B			4,4380(6) ^B		
		2695,55 ^D			-1,369 ^D			6,5310(6) ^D		
		4006,97 ^A			4716,79			4065,575 ^a		
3487,25 ^B	-3,512 ^B	4,2184(4) ^B								
3783,13 ^C	-1,784 ^C	1,9160(6) ^C								
3995,53 ^A	4645,27	3953,686 ^a	-1,337 ^A	-2,752		-1,240 ^a	3,2026(6) ^A		0,91(5)	4,090(6) ^a
3483,42 ^B			-1,443 ^B		3,2981(6) ^B					
3750,38 ^C			-0,779 ^C		13,132(6) ^C					
4170,68 ^D			-2,053 ^D		0,5655(6) ^D					
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (3F)6p 4F ^o _{3/2}	5925,25 ^A	4884,71	5253,448 ^a	-3,212 ^A	-2,611	-0,820 ^a	2,9129(4) ^A	0,17(6)	9,140(6) ^a
		4856,51 ^B			-3,265 ^B			3,8368(4) ^B		
		6304,96 ^D			-2,873 ^D			5,6198(4) ^D		
		5784,93 ^A			4853,06			5183,907 ^a		
4761,83 ^B	-0,529 ^B	14,501(6) ^B								
4930,44 ^C	-0,511 ^C	14,094(6) ^C								
6146,31 ^D	-0,860 ^D	4,0640(6) ^D								

Tablo 3.4. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ P)6p 2D ^o _{5/2}	4013,98 ^A	3775,07	4137,041 ^a	-0,147 ^A	-1,084	-0,880 ^a	4,9161(7) ^A	0,64(7)	0,8558(7) ^a
		3523,72 ^B			-0,060 ^B			7,7952(7) ^B		
		4228,58 ^D			-0,072 ^D			5,2587(7) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ F)6p 2D ^o _{5/2}	5897,95 ^A	4574,49	5455,141 ^a	-0,357 ^A	-1,646	-0,690 ^a	1,4038(7) ^A	0,12(7)	0,7623(7) ^a
		4841,14 ^B			-0,292 ^B			2,4179(7) ^B		
		4985,13 ^C			-0,298 ^C			2,2492(7) ^C		
		6279,09 ^D			-0,438 ^D			1,0289(7) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ F)6p 4G ^o _{5/2}	6511,86 ^A	5900,02	5917,636 ^a	-0,812 ^A	-2,199	-1,800 ^a	4,0241(6) ^A	0,20(6)	0,5028(6) ^a
		5693,67 ^B			-1,090 ^B			2,7856(6) ^B		
		5997,74 ^C			-1,358 ^C			1,3557(6) ^C		
		7792,42 ^D			-1,682 ^D			0,3804(6) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ F)6p 2F ^o _{5/2}	5295,75 ^A	5257,21	6325,915 ^a	-3,536 ^A	-3,027	-1,490 ^a	0,1151(5) ^A	0,38(5)	8,984(5) ^a
		5665,36 ^D			-2,661 ^D			0,7549(5) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (¹ D)6p 2D ^o _{5/2}	3793,83 ^A	4835,46	3641,526 ^a	-1,943 ^A	-1,226	-0,380 ^a	8,8000(5) ^A	0,28(7)	3,493(7) ^a
		3326,22 ^B			-1,429 ^B			0,3741(7) ^B		
		3293,05 ^C			-0,553 ^C			2,8698(7) ^C		
		3947,32 ^D			-1,666 ^D			0,1538(7) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ F)6p 4D ^o _{7/2}	4896,49 ^A	4941,01	4493,099 ^a	-2,127 ^A	-2,288	-1,440 ^a	0,2593(6) ^A	0,18(6)	1,499(6) ^a
		4145,15 ^B			-2,037 ^B			0,4451(6) ^B		
		4316,69 ^C			-2,249 ^C			0,2522(6) ^C		
		5156,20 ^D			-2,851 ^D			0,4416(6) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ F)6p 2G ^o _{7/2}	5444,77 ^A	4627,86	4850,797 ^a	-2,585 ^A	-2,181	-1,370 ^a	7,3126(4) ^A	0,26(6)	1,511(6) ^a
		4531,48 ^B			-2,483 ^B			0,1333(6) ^B		
		4591,85 ^C			-2,914 ^C			4,8210(4) ^C		
		5767,87 ^D			-1,803 ^D			0,3938(6) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d ² (³ F)6p 2F ^o _{7/2}	6200,92 ^A	5130,98	6455,978 ^a	-0,179 ^A	-1,631	-1,140 ^a	1,4347(7) ^A	0,74(6)	1,448(6) ^a
		5058,95 ^B			-0,085 ^B			2,6761(7) ^B		
		5354,77 ^C			-0,137 ^C			2,1221(7) ^C		
		6650,46 ^D			-0,487 ^D			0,6133(7) ^D		
5d6s ² 2D _{5/2}	5d6s(³ D)6p 4P ^o _{5/2}	5695,35 ^A	6006,87	5845,034 ^a	-0,614 ^A	-1,181	-2,080 ^a	8,3136(6) ^A	2,03(6)	0,2705(6) ^a
		4700,41 ^B			-0,572 ^B			13,459(6) ^B		
		4404,68 ^C			-2,458 ^C			0,1994(6) ^C		
		6044,37 ^D			-0,824 ^D			4,5619(6) ^D		

^aAtomic Spectral Line database from R.L.Kurucz's CD-ROM 23 [102], ^bNIST Periodictable [62], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.1'de verilmektedir.

3.1.4. ^{139}La I'in bazı düşük hal seviyelerinin aşırı ince yapısı

Lantanın ^{138}La ve ^{139}La olan iki doğal izotopu vardır. ^{139}La izotopunun bolluğu %99,910, çekirdek spini $7/2$, manyetik dipol momentini $\mu_I = 2,7830455(9)\mu_N$ ve elektrik kuadrupol momentini $Q = 0,20(1)$ barn'dır [97].

La I atomunun $[\text{Xe}]$ özü dışında çift ve tek pariteli seviyeleri için Tablo 3.1'de verilen A konfigürasyon setindeki konfigürasyonlar seçilerek MCHF program paketiyle $5d6s^2$, $5d^26s$, $5d^3$, $5d^27s$, $5d6s7s$, $5d6p^2$, $4f^25d$, $4f6s6p$, $5d6s6p$, $5d^26p$, $4f5d6s$ ve $4f5d^2$ seviyelerinin A manyetik dipol ve B elektrik kuadrupol etkileşim terimleri hesaplandı [106]. Tablo 3.5'te $5d6s^2$, $5d^26s$, $5d^3$, $5d6s6p$, $5d^26p$ ve $4f5d6s$ seviyelerinin elde edilen A manyetik dipol ve B elektrik kuadrupol aşırı ince yapı sabitleri diğer sonuçlarla karşılaştırılmaktadır.

La I'in aşırı ince yapı hesaplamaları geçmişte lazer-indirgenmiş floresans yöntemi, atomik-demet manyetik rezonans ve lazer- rf çift-rezonans tekniği, yüksek-çözünürlüklü lazer optogalvanik, lazer-indirgenmiş rezonans floresans ve Doppler-indirgenmiş soğurma spektroskopisi gibi deneysel yöntemlerle çalışılmıştır. Sadece çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (MCDF) yöntemiyle teorik hesap sonuçları mevcuttur. Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında bazı seviyeler hariç uyumun iyi olduğu görülmektedir. $5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$ ve $5d^3^4F_{7/2,9/2}$ seviyeleri için deneysel sonuçlarla uyum az olmasına rağmen Childs ve Nielsen tarafından yapılan MCDF hesaplarıyla [88] uyumludur. Tek pariteli seviyeler incelendiğinde, $5d6s(^1D)6p^2P^o_{1/2,3/2}$, $5d^2(^3F)6p^4,2D^o_{7/2,5/2}$, $5d^2(^3P)6p^4S^o_{3/2}$, $4P^o_{1/2}$, $4f5d(^1G)6s^2G^o_{7/2}$ ve $4f5d(^1H)6s^2H^o_{9/2}$ için deneysel verilerle uyumlu olmadığı görülmektedir. Az uyumun sebebinin öz-değerlik ve öz-öz elektronları arasındaki karşılıklı etkileşimleri içeren konfigürasyonların, konfigürasyon setinde alınmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ağır atomların spektrumunda, elektronlar arasındaki karşılıklı etkileşme ve relativistik etkilerinin önemli olduğu bilinmektedir. Lantan atomunun karmaşık yapısı ve mevcut bilgisayar kısıtlamalarından dolayı MCHF yönteminde bu etkileri dikkate almak oldukça zor olmaktadır.

Tablo 3.5. ^{139}La I'in A ve B aşırı ince yapı (HFS) sabitleri (MHz)

Seviyeler		HFS sabitleri					
Konf.	Terim	A			B		
		Bu çalışma MCHF+BP	Diğer çalışmalar Deneysel	MCDF	Bu çalışma MCHF+BP	Diğer çalışmalar Deneysel	MCDF
Çift parite için:							
5d6s ²	² D _{3/2}	143,27	141,1959 ^a 147(6) ^e	111,23 ^a	27,57	44,781 ^a	29,59 ^a
	² D _{5/2}	184,10	182,1706 ^a 210(5) ^e 183(5) ^g	235,64 ^a	37,57	54,213 ^a	32,21 ^a
5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	-322,87	-480,292 ^a -480,312 ^b -480,66(28) ^c -480(6) ^e -479(6) ^g -480,224(8) ^h	-398,55 ^a	11,66	15,188 ^a 15,082 ^b 16,7(2,1) ^c 14,2±0,2 ^h	14,84 ^a
	⁴ F _{5/2}	246,44	300,563 ^a 300,56 ^b 300,58(18) ^c 300(5) ^{e-g} 300,631(8) ^h	250,19 ^a	11,62	10,873 ^a 10,87 ^b 11,3(2,8) ^c 14,0±0,3 ^h	11,41 ^a
	⁴ F _{7/2}	379,86	462,868 ^a 462,87 ^b 463,25(32) ^c 459(8) ^e 459(4) ^g 462,889(7) ^h	392,78 ^a	16,08	17,925 ^a 17,93 ^b 23,3(5,9) ^c 19,3±0,2 ^h	15,45 ^a
	⁴ F _{9/2}	410,92	489,534 ^a 489,534 ^b 489,71(22) ^c 495(4) ^e 489,533(2) ^h	451,32 ^a	24,22	32,180 ^a 32,180 ^b 32,6(6,1) ^c 31,9±0,2 ^h	26,17 ^a
5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	2137,07	2460,161 ^a 2460,173(70) ^h	1913,46 ^a	0,00	0 ^a	0 ^a
	⁴ P _{3/2}	822,32	929,618 ^a 936(6) ^e 929,6±0,2 ^h	844,26 ^a	23,27	37,221 ^a 37,2±2,5 ^h	28,58 ^a
	⁴ P _{5/2}	604,59	802,172 ^a 810(5) ^{e-g} 801,9±0,5 ^h	731,87 ^a	-17,17	-34,186 ^a -40±8 ^h	-36,09 ^a
5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	209,15	304,372 ^a 303(5) ^g 304,381(4) ^h	271,92 ^a	21,26	28,091 ^a 27,8±0,1 ^h	20,04 ^a
	² F _{7/2}	-11,01	-197,064 ^a -197(4) ^{e,g} -197,068(7) ^h	-12,80 ^a	27,46	40,754 ^a 41,4±0,2 ^h	29,02 ^a
5d ² (¹ G)6s	² G _{7/2}	-98,07	-292,267 ^a -300(4) ^e	-178,47 ^a	79,38	67,537 ^a	76,66 ^a
	² G _{9/2}	333,93	559,812 ^a	431,58 ^a	70,67	202,638 ^a	85,78 ^a
5d ² (¹ S)6s 5d ³	² S _{1/2}	2543,29	–	–	0,00	–	–
	⁴ F _{3/2}	109,78	445,086 ^a	176,15 ^a	-12,02	-16,068 ^a	-12,02 ^a
	⁴ F _{5/2}	182,90	97,510 ^a	105,89 ^a	-14,69	-16,521 ^a	-12,91 ^a
	⁴ F _{7/2}	102,15	-19,103 ^a	86,06 ^a	-14,33	-20,898 ^a	-17,80 ^a
	⁴ F _{9/2}	155,31	-63,829 ^a	82,06 ^a	-3,29	-27,385 ^a	-23,87 ^a
Tek parite için:							
5d6s(³ D)6p	⁴ F ^o _{3/2}	-81,93	-351,3(3) ^b -348,8(1,8) ^d -471(6) ^g	–	13,09	75(5) ^b	–
	⁴ F ^o _{5/2}	239,54	333(1) ^b 334,4(2,0) ^d	–	35,62	20(5) ^b	–
	⁴ F ^o _{7/2}	438,90	673,6(3) ^b 673,2(1,1) ^d	–	49,23	60(10) ^b	–
	⁴ F ^o _{9/2}	416,81	613,3(4) ^b 611,0(3,1) ^d	–	93,92	150(15) ^b	–

Tablo 3.5. Devam

Seviyeler		HFS sabitleri					
Konf.	Terim	A			B		
		Bu çalışma	Diğer çalışmalar		Bu çalışma	Diğer çalışmalar	
		MCHF+BP	Deneyisel	MCDF	MCHF+BP	Deneyisel	MCDF
5d6s(³ D)6p	⁴ D ^o _{1/2}	-600,20	-581,4(1,3) ^b -579,0(0,9) ^d	–	0,00	0 ^b	–
	⁴ D ^o _{3/2}	261,01	586,1(3) ^b 589,3(3,3) ^d	–	26,56	53(5) ^b	–
	⁴ D ^o _{5/2}	365,92	589,5(2,2) ^d	–	1,42	–	–
	⁴ D ^o _{7/2}	490,06	585,9(3,5) ^d	–	-7,98	–	–
	⁴ P ^o _{1/2}	1926,43	2887,7(2,6) ^d	–	0,00	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P ^o _{3/2}	770,34	1328,6(2,9) ^d	–	3,24	–	–
	⁴ P ^o _{5/2}	579,97	633,3(1,2) ^d 661,4(6) ^f	–	19,27	18(10) ^d	–
	² P ^o _{1/2}	358,40	–	–	0,00	–	–
5d6s(³ D)6p	² P ^o _{3/2}	188,61	–	–	14,80	–	–
	² D ^o _{3/2}	260,27	–	–	3,66	–	–
5d6s(³ D)6p	² D ^o _{5/2}	48,37	–	–	14,24	–	–
	² P ^o _{1/2}	-172,71	126,88(56) ^c 132,6(2,0) ^d 145(7) ^g	–	0,00	0,0 ^d	–
5d2(¹ G)6p	² P ^o _{3/2}	420,80	-41,81(15) ^c -38,7(5,2) ^d -48(6) ^g	–	19,92	1,8(1,2) ^c	–
	² F ^o _{5/2}	154,71	–	–	63,56	–	–
	² F ^o _{7/2}	106,77	–	–	68,80	–	–
5d2(³ P)6p	² D ^o _{3/2}	133,93	478,5(1,9) ^d	–	2,08	18(16) ^d	–
	² D ^o _{5/2}	118,78	100(5) ^e	–	14,12	–	–
5d2(³ F)6p	² F ^o _{5/2}	6,80	–	–	29,75	–	–
	² F ^o _{7/2}	83,78	–	–	23,20	–	–
5d2(³ F)6p	⁴ D ^o _{1/2}	244,87	524,8(9,0) ^d	–	0,00	0,0 ^d	–
	⁴ D ^o _{3/2}	155,32	149,5(3,2) ^d	–	2,34	-45(35) ^d	–
	⁴ D ^o _{5/2}	216,31	45,4(6,5) ^d	–	7,01	0(20) ^d	–
	⁴ D ^o _{7/2}	188,99	-28,1(0,5) ^d	–	18,76	49(20) ^d	–
5d2(³ F)6p	⁴ G ^o _{5/2}	342,30	539,9(3,3) ^d 540(5) ^g	–	28,76	–	–
	⁴ G ^o _{7/2}	169,93	223(4) ^g	–	39,44	–	–
	⁴ G ^o _{9/2}	136,17	110,1(1,0) ^d	–	49,07	85(30) ^d	–
	⁴ G ^o _{11/2}	111,08	–	–	61,13	–	–
5d2(¹ S)6p	² P ^o _{1/2}	307,91	–	–	0,00	–	–
	² P ^o _{3/2}	61,61	–	–	32,05	–	–
5d2(¹ D)6p	² D ^o _{3/2}	71,24	132,9(1,6) ^d	–	-21,93	–	–
	² D ^o _{5/2}	160,34	344,3(5,0) ^d	–	-24,36	-71(40) ^d	–
5d2(¹ G)6p	² G ^o _{7/2}	139,77	75,8 ^a 88(4) ^c	–	46,01	45,0 ^a	–
	² G ^o _{9/2}	168,68	186,7(2,0) ^d	–	58,84	35(30) ^d	–
	² H ^o _{9/2}	155,00	–	–	123,50	–	–
5d2(³ P)6p	² H ^o _{11/2}	138,48	–	–	138,40	–	–
	² S ^o _{1/2}	5,42	–	–	0,00	–	–
5d2(³ P)6p	⁴ S ^o _{3/2}	1,71	-199,77(8) ^c -199,6(1,0) ^d -232(6) ^c -235(6) ^g	–	0,095	2,75(64) ^c 14(10) ^d	–
	⁴ D ^o _{1/2}	220,27	290,3(2,0) ^d	–	0,00	0,00 ^d	–
5d2(³ P)6p	⁴ D ^o _{3/2}	125,90	105,1(2,0) ^d 156(6) ^e	–	-0,23	-21(15) ^d	–
	⁴ D ^o _{5/2}	112,51	324,8(1,7) ^d	–	-7,13	-44(15) ^d	–
	⁴ D ^o _{7/2}	149,03	70(2) ^b 68,1(2,0) ^d 77(4) ^c	–	8,49	13(20) ^b 70(20) ^d	–
	² P ^o _{1/2}	232,42	274,8(3,4) ^d	–	0,00	0,00 ^d	–
	² P ^o _{3/2}	59,26	–	–	4,61	–	–
5d2(³ F)6p	² D ^o _{3/2}	59,14	142,1(0,6) ^d	–	8,93	–	–
	² D ^o _{5/2}	144,41	-58,1(0,6) ^d -58,7(3) ^f	–	15,88	–	–

Tablo 3.5. Devam

Seviyeler		HFS sabitleri					
Konf.	Terim	A			B		
		Bu çalışma	Diğer çalışmalar		Bu çalışma	Diğer çalışmalar	
		MCHF+BP	Deneysel	MCDF	MCHF+BP	Deneysel	MCDF
5d ² (³ F)6p	² G ^o _{7/2}	156,40	283,9(3) ^b	–	32,61	60(25) ^b	–
			284,7(1,0) ^d			44(27) ^d	
5d ² (³ F)6p	² G ^o _{9/2}	119,34	–	–	40,83	–	–
	⁴ F ^o _{3/2}	160,14	88,67(10) ^c	–	-2,06	-4,0(1,8) ^c	–
			83,6(10) ^d				
			91(6) ^e				
	⁴ F ^o _{5/2}	287,18	258,76(26) ^c	–	-2,10	6,9(4,1) ^c	–
5d ² (³ P)6p	⁴ P ^o _{1/2}	204,08	195,59(8) ^c	–	8,15	1,8(3,1) ^c	–
			194,5(1,6) ^d				
			193(8) ^e				
		176,09	92,38(4) ^c	–	10,49	-10,1(3,2) ^c	–
		94,9(1,0) ^d			-20(15) ^d		
		96(4) ^e					
		-296,8 ^a	–	0,00	0 ^a	–	
		-297,3(1,5) ^d			0,00 ^d		
	⁴ P ^o _{3/2}	51,01	–	–	-4,87	–	–
	⁴ P ^o _{5/2}	94,860	100,7 ^a	–	13,81	-5,6 ^a	–
			103,2(2,2) ^d			-29(20) ^d	
4f5d(¹ D)6s	² D ^o _{3/2}	-84,09	–	–	-2,01	–	–
	² D ^o _{5/2}	197,02	–	–	14,72	–	–
4f5d(¹ F)6s	² F ^o _{5/2}	232,65	–	–	43,06	–	–
	² F ^o _{7/2}	248,33	–	–	53,67	–	–
4f5d(¹ G)6s	² G ^o _{7/2}	-21,67	188,4(1,7) ^d	–	26,47	17(15) ^d	–
			182,8(2) ^f				
	² G ^o _{9/2}	335,98	373,1(0,5) ^d	–	10,95	18(10) ^d	–
4f5d(¹ H)6s	² H ^o _{9/2}	65,01	-97,5(7,0) ^d	–	77,01	–	–
	² H ^o _{11/2}	209,87	423,5(4,5) ^d	–	91,77	–	–
4f5d(³ D)6s	² D ^o _{3/2}	172,71	–	–	22,62	–	–
	² D ^o _{5/2}	112,50	–	–	0,93	–	–
4f5d(³ F)6s	⁴ F ^o _{3/2}	-244,04	-228,9(2,2) ^d	–	-11,07	30(11) ^d	–
	⁴ F ^o _{5/2}	233,64	–	–	-15,10	–	–
	⁴ F ^o _{7/2}	245,25	391,0(0,5) ^d	–	-9,74	-42(19) ^d	–
	⁴ F ^o _{9/2}	300,18	414,3(2,0) ^d	–	6,13	40(20) ^d	–
4f5d(³ G)6s	² G ^o _{7/2}	163,64	–	–	44,24	–	–
	² G ^o _{9/2}	96,76	–	–	54,46	–	–
4f5d(³ G)6s	⁴ G ^o _{5/2}	-23,18	-147,7(1,6) ^d	–	34,72	17(20) ^d	–
	⁴ G ^o _{7/2}	127,33	358,0(1,6) ^d	–	33,74	50(13) ^d	–
	⁴ G ^o _{9/2}	171,41	393,0(5,2) ^d	–	34,04	120(60) ^d	–
	⁴ G ^o _{11/2}	159,26	–	–	39,54	–	–
4f5d(³ H)6s	² H ^o _{9/2}	163,09	–	–	64,81	–	–
	² H ^o _{11/2}	1,05	17,3(0,4) ^d	–	72,20	–	–
4f5d(³ H)6s	⁴ H ^o _{7/2}	-107,53	-134,1(4,0) ^d	–	69,78	72(30) ^d	–
	⁴ H ^o _{9/2}	171,68	–	–	67,93	–	–
	⁴ H ^o _{11/2}	251,55	–	–	75,31	–	–
	⁴ H ^o _{13/2}	275,59	–	–	88,13	–	–

^aChilds ve Nielsen [88], ^bBaşar ve çalışma arkadaşları [97], ^cGangrsky ve çalışma arkadaşları [95], ^dFurmann ve çalışma arkadaşları [99], ^eGovindarajan ve Pramila [90], ^fLuo ve çalışma arkadaşları [92], ^gPramila [91], ^hChilds ve Goodman [85]

3.1.5. La I ve La II'nin geçiş enerjileri

Geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgileri) bir çok lantanit atomlarını da içeren atomlar için deneysel olarak bilinmektedir [1]. İyonlaşma potansiyelleri atomların fiziksel özelliklerinin tanımlanması için önemlidir ve atomik spektrumlarının yorumlanmasında ve elementten elemente bağlanma enerjilerinde sistematik eğilimlerin tanımlanmasında yararlıdır.

Nötral ve bir kez iyonlaşmış lantan atomunun (La I ve La II) geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyeli, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) Breit-Pauli relativistik düzeltmeler çerçevesinde çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi (MCHF) [412] ile hesaplandı. Bu alışma sonuçlarına [107]'de yer verildi. Hesaplamalarda değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alındı ve mümkün olduğunca 4f elektronları konfigürasyon setine dahil edildi. Çünkü ağır atomlar için 4f alt tabakasının karşılıklı etkileşme etkileri ve relativitenin etkileri oldukça önemlidir. Literatürde bu alt tabakanın ve relativistik etkilerin dikkate alınması durumunda özellikle lantanitlerde yarıçapın klmesine ve iyonlaşma potansiyelinin artmasına neden olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca yine literatürde büyük atomlar için karmaşık spektrumlarından dolayı karşılıklı etkileşmenin de dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir. Çünkü 4f elektronlarının çekirdek etkisini hissetmesi, 5p, 5d ve 6s yörüngeleri ile kuvvetli bir şekilde perdelenir.

La I ve La II'nin geçiş enerjileri hesaplamalarında La^{+} 'nın iyonlaşma potansiyeli için $5p^65d$, $5p^66s$, $5p^66d$, $5p^55d4f$ ve $5p^54f6s$, La^{+} 'nın uyarılma enerjileri ve La 'nın iyonlaşma potansiyeli için nd^2 ($n = 5, 6$), $4f^2$, $5d6d$, $6s6d$, $4fnp$, $5dns$, ns^2 , np^2 ($n = 6-9$), $6sns$, $6pnp$, $6dns$ ($n = 7-9$), $7sns$, $7pnp$ ($n = 8, 9$), $8s9s$ ve $8p9p$ konfigürasyonları dikkate alındı. La 'nın uyarılma enerjileri için $5dns^2$, $5d^2ns$, $5dnp^2$, $6snp^2$, $4f^2ns$, $4f6snp$ ($n = 6, 7$), $4f^2nd$ ($n = 5, 6$), $5d^3$, $6p^27s$, $6s7s^2$, $6s^27s$, $7s7p^2$, $5d6s7s$, $5d6p7p$, $6s6p7p$, $6p7s7p$, $6s^26p$, $4f6s^2$, $4f7s^2$, $4f5d6s$, $5d6s6p$ ve $5d6s7p$ konfigürasyonları seçildi. Ayrıca, La 'nın elektron ilgisi hesabında taban hali için $5dns^2$, $5d^2ns$, $5dnp^2$, $6snp^2$, $4f6snp$ ($n = 6, 7$), $4f^25d$, $4f6p7s$, $4f7s7p$, $5d^3$, $6p^27s$, $6s7s^2$, $6s^27s$, $7s7p^2$, $5d6s7s$, $5d6p7p$, $6s6p7p$ ve $6p7s7p$ konfigürasyonları ve La^{-} için $5d6s^2np$, $5d^26snp$ ($n = 6, 7$), $5d7s^27p$, $5d^27s7p$, $4f5d6s^2$, $4f5d^26s$, $4f5d6p^2$, $4f^25d6p$,

$4f6s6p^2$, $4f^26s6p$, $5d^26s^2$, $5d^26p^2$, $4f^26s^2$, $4f^26p^2$, $4f^25d6s$ ve $4f5d^26p$ konfigürasyonları alındı. Bu konfigürasyonlar [Xe] özünü içerir.

La I ve La II'nin iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve La'nın elektron ilgisi hesap sonuçları Tablo 3.6'da diğer hesap ve deney sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Tabloda enerji birimi olarak eV kullanıldı ve tek pariteli seviyeler "o" indisiyle gösterildi. Karşılaştırma için veriler [79] ve [63]'ten alındı. Son çalışma sonuçları "a" üst indisiyle belirtildi [51]. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir. MCHF+BP ile elde edilen relativistik elektron ilgisi değerleri için uyum az iken MCHF ile elde edilen relativistik olmayan elektron ilgisi sonuçları uyumludur. Elektron ilgisi için iyileştirme 4f alt tabakasını içeren konfigürasyonların sayısı artırılarak ve öz-değerlik veya öz-öz elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme hesaba katılarak yapılabilir. Bu durumda seviyeleri sayısı çok fazla arttığı için konfigürasyon etkileşme hesabı çok zor olmaktadır. La⁺'nin iyonlaşma potansiyeli ve La'nın elektron ilgisini hesaplamada MCHF+BP hesabı, konfigürasyonlar için terim sınırlandırılması yapıldığında mümkün olmaktadır. Bundan dolayı La⁻ için ¹D ve ³F ve La⁺ için ²D terimleri seçildi. Relativistik hesaplamalar için elektron ilgisi sonuçları [79] ile uyumludur.

Tablo 3.6. La⁻ ve La⁺'nın İP iyonlaşma potansiyeli (eV), UE uyarılma enerjileri (eV) ve La'nın Eİ elektron ilgisi (eV)

Son hal		Relativistik olmayan hesaplama		Relativistik hesaplama		[63]	
		MCHF	NR [79]	MCHF+BP	DCB [79]		
La ⁺ , Taban hal [Xe] 5d ² 3F ₂							
İP	5d	² D _{3/2}	9,379	10,311	10,390	11,330	11,059
UE	5d ²	³ F ₃	0,00	0	0,136472	0,127	0,125980
		³ F ₄	0,00	0	0,264259	0,246	0,244336
	5d ²	¹ D ₂	0,169839	0,293	0,171074	0,172	0,172891
		5d6s	³ D ₁	0,547477	1,067	0,206136	0,237
	³ D ₂		0,547477	1,067	0,307077	0,323	0,321317
	³ D ₃		0,547477	1,067	0,383780	0,404	0,402992
	5d ²	³ P ₀	0,593908	0,586	0,666765	0,669	0,650880
		³ P ₁	0,593908	0,586	0,743923	0,727	0,708956
		³ P ₂	0,593908	0,586	0,807517	0,791	0,772102
	6s ²	¹ S ₀	2,145235	3,112	0,797039	0,911	0,916810
	5d ²	¹ G ₄	0,888165	0,737	1,083513	0,920	0,926574
	5d6s	¹ D ₂	1,204632	1,605	1,247895	1,309	1,251603
	6p ²	³ P ₀	7,223080	–	7,159121	–	7,450810
		³ P ₁	7,223080	–	7,271370	–	7,579009
		³ P ₂	7,223080	–	7,348589	–	7,749800
	La, Taban hal [Xe] 5d6s ² 2D _{3/2}						
İP	5d ²	³ F ₂	5,050	7,135 3,31 ^a	4,575	5,582 4,22 ^a	5,577
UE	5d6s ²	² D _{5/2}	0,00	0	0,137089	0,153	0,130575
		5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	0,095947	–	0,283845	–
	⁴ F _{5/2}		0,095947	–	0,336422	–	0,373192
	⁴ F _{7/2}		0,095947	–	0,410451	–	0,433266
	⁴ F _{9/2}		0,095947	–	0,506622	–	0,511009
	5d ² (³ F)6s	² F _{5/2}	0,518613	–	0,823048	–	0,869365
		² F _{7/2}	0,518613	–	0,972209	–	0,998340
	5d ² (³ P)6s	⁴ P _{1/2}	0,704415	–	0,964710	–	0,896580
		⁴ P _{3/2}	0,704415	–	0,999558	–	0,928706
		⁴ P _{5/2}	0,704415	–	1,017935	–	0,952191
	5d ³	⁴ F _{3/2}	1,278919	–	1,556786	–	1,541199
		⁴ F _{5/2}	1,278919	–	1,617271	–	1,585435
		⁴ F _{7/2}	1,278919	–	1,694653	–	1,641342
		⁴ F _{9/2}	1,278919	–	1,782613	–	1,704444
	5d ³	⁴ P _{1/2}	1,886861	–	2,245593	–	2,060282
		⁴ P _{3/2}	1,886861	–	2,260740	–	2,074893
		⁴ P _{5/2}	1,886861	–	2,324965	–	2,120053
	6s ² 6p	² P _{1/2} ^o	2,666945	2,668	2,021017	2,032	–
		² P _{3/2} ^o	2,666945	2,668	2,055823	2,249	2,018495
	La ⁻						
Eİ	5d6s ² 6p	¹ D ₂ ^o	0,436	0,482	0,110	0,325	–
		5d ² 6s ²	³ F ₂	0,635	0,610	0,297	0,193
	³ F ₃		0,635	0,610	0,215	0,113	–
	³ F ₄		0,635	–	0,106	–	–

^aGálvez ve çalışma arkadaşları [51]

3.2. La II (Z = 57) için Hesaplama Sonuçları

Farklı derecelerde iyonlaşmış hallerdeki nadir toprak elementlerinin doğru geçiş olasılıklarına ve salıncı şiddetlerine, astrofizikte nükleosentez ve yıldızların kimyasal bileşenlerinin belirlenmesinde ihtiyaç vardır.

Bir kez iyonlaşmış lantanın (La II) enerji seviyeleri, ışınım parametreleri, yarı ömürleri, aşırı ince yapı ve geçiş enerjileri ile ilgili deneysel ve teorik çalışmalar Tablo 1.3'te özetlenmiştir [6, 10, 21, 34, 45, 52, 62, 68, 108–128]. Bu çalışmalarda La II'nin zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans, zaman-çözünürlüklü lazer spektroskopisi, demet-lazer teknikleri, MCDF ve HFR+CP yöntemleriyle yarı ömürleri, Fourier dönüşüm spektroskopisi, Hartree+istatistiksel-takas ve HFR+CP yöntemleriyle dallanma kesirleri, salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları ve relativistik konfigürasyon etkileşme yöntemi, lazer ve radyo-frekanslı çift rezonans ve lazer-iyon-demet spektroskopisiyle ince ve aşırı ince yapısı incelenmiştir.

Bir kez iyonlaşmış lantanın (La II) bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları, elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412, 413] ve relativistik Hartree-Fock [418] yöntemleri (HFR) kullanılarak hesaplandı. La II'nin [Xe] özü dışında değerlik-değerlik ve öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen konfigürasyon setleri Tablo 3.7'de verilmektedir.

3.2.1. La II'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları

Bir kez iyonlaşmış lantanın [Xe] özü dışında $5d^2$, $5d6s$, $6s^2$, $4f6p$, $5d7s$, $5d6d$, $4f^2$, $6p^2$, $6s6d$, $6s7s$, $4f6s$, $4f5d$, $5d6p$ ve $6s6p$ uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.8'de sunulmaktadır. Enerji seviyeleri taban hal olan $5d^2\ ^3F_2$ seviyesine göre cm^{-1} birim sisteminde verilmektedir. Tabloda farklı konfigürasyon setlerine göre hesaplanan sonuçlar MCHF+BP için A, B, C ve D, HFR için A ve B üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar NIST verileri [63] ve Kulaga-Egger ve Migdalek'in HFR'ye öz-kutuplanmaya (CP) göre tanımlanan yarı klasik bir

potansiyel ekleyerek geliştirilmiş olan HFR+CP yöntemi ile elde edilen hesaplama sonuçları [121] ile karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.7. La II'ye ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar			
	A	B	C	D
MCHF+BP hesaplamaları için:				
Çift parite	nd^2 (n = 5, 6), $4f^2$, 5d6d, 6s6d, 4fnp, 5dns, ns^2 , np^2 (n = 6-9), 6sns, 6pnp, 6dns (n = 7-9), 7sns, 7pnp (n = 8, 9), 8s9s, 8p9p	Konfigürasyon seti A hesabı ile aynı, MCHF çalışması farklı	$5p^65d^2$, $5p^65d6s$, $5p^66s^2$, $5p^64f6p$, $5p^64f^2$, $5p^54f6s^2$, $5p^55d^26p$, $5p^56s^26p$	$5p^6 nd^2$ (n = 5, 6), $5p^64f^2$, $5p^65d6d$, $5p^66s6d$, $5p^64fnp$, $5p^65dns$, $5p^6ns^2$, $5p^6np^2$ (n = 6-9), $5p^66sns$, $5p^66dns$ (n = 7-9), $5p^67sns$, $5p^67p8p$, $5p^68s9s$, $5p^68p9p$
Tek parite	4f6s, 4f5d, 5dnp, 6snp (n = 6-9), 6pns 7snp (n = 7-9), 7pns, 8snp (n = 8, 9), 8p9s, 9s9p	Konfigürasyon seti A hesabı ile aynı, MCHF çalışması farklı	$5p^64f6s$, $5p^64f5d$, $5p^65d6p$, $5p^54f^26s$, $5p^55d6s^2$, $5p^55d6p^2$	
HFR hesaplamaları için:				
Çift parite	$5d^2$, 5d6s, $6s^2$, 4f6p, $4f^2$	$5d^2$, 5d6s, $6s^2$, 4f6p, 5d7s, 5d6d, $4f^2$, $6p^2$, 6s6d, 6s7s		
Tek parite	4f6s, 4f5d, 5d6p, 6s6p	4f6s, 4f5d, 5d6p, 6s6p, 4f7s, 4f6d, 5d7p, 6s7p		

MCHF yönteminde değerlik-değerlik ve öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen konfigürasyonlar için önce, elde edilen dalga fonksiyonların baskınlığını belirleyen karışım katsayıları ve relativistik olmayan enerjiler hesaplandı. Elde edilen bu dalga fonksiyonları, relativistik düzeltmeleri dikkate almak için Breit-Pauli Hamiltoniyeni ile köşegenleştirilerek karışım katsayıları yeniden belirlendi ve konfigürasyon etkileşme yöntemiyle seviye enerjileri elde edildi. Jönsson ve Gustafsson tarafından geliştirilen Zeeman programında [413], elde edilen seviye enerjileri kullanılarak seviyelerin Landé g -çarpanları hesaplandı.

MCHF+BP hesaplamaları Tablo 3.7'de verilen konfigürasyon setlerinde La II'nin özü olarak A ve B hesaplarında [Xe], C ve D hesaplarında [Cd] alındı. A, B ve D'de değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alınırken C hesabında öz

ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alındı. $5d^2$, $5d6s$, $6s^2$, $5d6d$, $6p^2$, $6s6d$, $4f6s$, $4f5d$, $5d6p$ ve $6s6p$ seviyelerinin enerjisi ve Landé g -çarpanları Tablo 3.8'de verilmektedir. Hesap sonuçları NIST [63] ve Kułaga-Egger ve Migdalek'in [121] verileri ile karşılaştırıldığında $5d6d$, $6s6d$ ve $4f5d$ seviyelerinde uyum az iken diğer seviyeler için uyum iyidir. Uyumsuzluk durumlarının, dolu olmayan d ve f alt tabakalarından kaynaklandığı söylenebilir. Bu seviyelerdeki uyumsuzluğun giderilmesi için yapılan öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme C hesabında ele alındı. Bu hesapta $4f5d$ seviyesi için bir miktar daha iyi sonuç elde edildi. Tek pariteli seviyelerde ise özden uyarılmaları içeren C hesabında daha iyi sonuçlar elde edildi. Landé g -çarpanlarının tüm hesap sonuçları NIST verileri ile uyum içindedir.

HFR hesaplamalarında konfigürasyon setleri değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate alacak şekilde seçildi ve Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurmayı yapmak için iyileştirildi. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A hesabı için 0,75 ve B hesabı için 0,70 olarak seçildi. HFR sonuçları, [Xe] özü dışında Tablo 3.7'de verilen konfigürasyon setleri dikkate alınarak HFR atomik yapı paketi [418] kullanılarak elde edildi. Tabloda $5d^2$, $5d6s$, $6s^2$, $4f6p$, $5d7s$, $5d6d$, $4f^2$, $6p^2$, $6s6d$, $6s7s$, $4f6s$, $4f5d$, $5d6p$ ve $6s6p$ seviyelerinin enerjisi ve Landé g -çarpanları sunuldu. Diğer çalışmalarla [63, 121] karşılaştırıldığında sonuçların tüm seviyeler için oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. Özellikle A hesabı için uyumun daha iyi olduğu görülmektedir.

Tablo 3.8. La II'nin E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé *g*-çarpınları

Seviyeler		E			<i>g</i> -çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
Çift parite için:							
5d ²	³ F ₂	0,00 ^{A,B,C,D}	-0,13 ^A 0,02 ^B	0,00 ^a -4 ^b	0,728 ^A 0,708 ^B 0,715 ^C	0,732 ^A 0,736 ^B	0,721 ^a
	³ F ₃	1100,72 ^A 816,18 ^B 743,03 ^C 898,90 ^D	1018,92 ^A 1046,86 ^B	1016,100 ^a 1028 ^b	1,083 ^{A,B,C}	1,084 ^{A,B}	1,038 ^a
	³ F ₄	2131,38 ^A 1612,45 ^B 1456,54 ^C 1741,31 ^D	1935,49 ^A 1974,01 ^B	1970,700 ^a 1963 ^b	1,249 ^{A,B,C}	1,249 ^{A,B}	1,248 ^a
5d ²	¹ D ₂	1379,80 ^A 1443,25 ^B 1236,03 ^C 1398,12 ^D	1394,91 ^A 1393,79 ^B	1394,460 ^a 1395 ^b	0,993 ^A 0,981 ^B 0,968 ^C	0,965 ^A 0,959 ^B	0,977 ^a
5d ²	³ P ₀	5377,78 ^A 5918,77 ^B 5575,39 ^C 5654,01 ^D	5228,71 ^A 5265,77 ^B	5249,700 ^a 5244 ^b			
	³ P ₁	6000,10 ^A 6374,80 ^B 5867,74 ^C 6132,57 ^D	5769,81 ^A 5737,42 ^B	5718,120 ^a 5725 ^b	1,501 ^{A,B,C}	1,501 ^{A,B}	1,497 ^a
	³ P ₂	6513,01 ^A 6798,78 ^B 6247,36 ^C 6588,07 ^D	6261,60 ^A 6239,70 ^B	6227,420 ^a 6224 ^b	1,485 ^A 1,488 ^B 1,497 ^C	1,489 ^A 1,488 ^B	1,481 ^a
5d ²	¹ G ₄	8739,05 ^A 8468,71 ^B 8941,04 ^C 9027,98 ^D	7445,09 ^A 7374,70 ^B	7473,320 ^a 7476 ^b	1,002 ^A 1,001 ^{B,C}	1,002 ^{A,B}	1,000 ^a
5d ²	¹ S ₀	16629,75 ^A 18979,63 ^B 18143,98 ^D	16453,30 ^A 13675,30 ^B	–			
5d6s	³ D ₁	1662,59 ^A 2481,69 ^B 1994,95 ^C 2533,26 ^D	1893,01 ^A 1898,19 ^B	1895,150 ^a 1902 ^b	0,499 ^{A,B,C}	0,499 ^{A,B}	0,498 ^a
	³ D ₂	2476,73 ^A 2939,18 ^B 2550,88 ^C 3010,41 ^D	2580,063 ^A 2549,72 ^B	2591,600 ^a 2572 ^b	1,119 ^A 1,165 ^B 1,154 ^C	1,143 ^A 1,144 ^B	1,133 ^a
	³ D ₃	3094,79 ^A 3501,39 ^B 3204,83 ^C 3614,27 ^D	3311,82 ^A 3255,89 ^B	3250,350 ^a 3260 ^b	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B}	1,334 ^a
5d6s	¹ D ₂	10064,87 ^A 11480,98 ^B 13078,05 ^C 11980,57 ^D	10088,91 ^A 10095,00 ^B	10094,800 ^{a?} 10096 ^b	1,010 ^A 1,003 ^B 1,001 ^C	1,006 ^{A,B}	1,005 ^a
6s ²	¹ S ₀	6428,50 ^A 6664,52 ^B 9713,71 ^C 6709,28 ^D	7371,89 ^A 7393,30 ^B	7394,570 ^a 7395 ^b			
4f6p	³ F ₂	–	35544,74 ^A 35756,53 ^B	35787,53 ^a 35771 ^b	–	0,669 ^A 0,747 ^B	0,719 ^a
	³ F ₃	–	35687,88 ^A 37062,30 ^B	36954,65 ^a 36953 ^b	–	1,050 ^A 1,005 ^B	1,061 ^a
	³ F ₄	–	37018,59 ^A 37733,47 ^B	37790,57 ^a 37779 ^b	–	1,212 ^A 1,105 ^B	1,113 ^a

Tablo 3.8. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f6p	¹ F ₃	–	36917,97 ^A 37302,79 ^B	37209,71 ^a 37243 ^b	–	0,934 ^A 1,036 ^B	0,944 ^a
4f6p	³ G ₃	–	37604,82 ^A 35373,81 ^B	35452,66 ^a 35465 ^b	–	0,854 ^A 0,856 ^B	0,876 ^a
	³ G ₄	–	37768,59 ^A 37186,27 ^B	37172,79 ^a 37157 ^b	–	1,068 ^A 1,098 ^B	1,127 ^a
	³ G ₅	–	39201,02 ^A 39035,52 ^B	39018,74 ^a 39007 ^b	–	1,200 ^{A,B}	1,21 ^a
4f6p	³ D ₁	–	38123,37 ^A 38536,02 ^B	38534,11 ^a 38545 ^b	–	0,499 ^{A,B}	0,497 ^a
	³ D ₂	–	38214,22 ^A 38070,87 ^B	38221,49 ^a 38210 ^b	–	1,131 ^A 1,027 ^B	1,071 ^a
	³ D ₃	–	39512,21 ^A 39535,50 ^B	39402,55 ^a 39403 ^b	–	1,329 ^A 1,270 ^B	1,274 ^a
4f6p	¹ G ₄	–	38968,77 ^A 39162,52 ^B	39221,65 ^a 39235 ^b	–	1,021 ^A 1,097 ^B	1,059 ^a
4f6p	¹ D ₂	–	40343,10 ^A 40233,91 ^B	40457,71 ^a 40456 ^b	–	1,033 ^A 1,059 ^B	1,036 ^a
5d7s	³ D ₁	–	49703,78 ^B	49733,13 ^a 49714 ^b	–	0,500 ^B	0,500 ^a
	³ D ₂	–	49952,52 ^B	49884,35 ^a 49905 ^b	–	1,128 ^B	1,117 ^a
	³ D ₃	–	51238,10 ^B	51228,57 ^a 51235 ^b	–	1,307 ^B	1,315 ^a
5d7s	¹ D ₂	–	51501,10 ^B	51523,86 ^a 51516 ^b	–	1,058 ^B	1,036 ^a
5d6d	¹ F ₃	70728,01 ^A 74919,76 ^B	51978,02 ^B	52137,67 ^a 52216 ^b	0,978 ^A 0,988 ^B	1,048 ^B	0,987 ^a
5d6d	³ D ₁	71108,98 ^A 75022,05 ^B	52220,02 ^B	52169,66 ^a 52148 ^b	0,544 ^A	0,557 ^B	0,621 ^a
	³ D ₂	71922,34 ^A 75364,62 ^B	52746,60 ^B	52734,81 ^a 52728 ^b	1,167 ^A 1,036 ^B	1,126 ^B	1,154 ^a
	³ D ₃	72905,11 ^A 75927,05 ^B	53276,41 ^B	53689,56 ^a 53647 ^b	1,302 ^A 1,233 ^B	1,297 ^B	1,218 ^a
5d6d	¹ P ₁	74454,96 ^A 75644,43 ^B	53356,36 ^B	53302,56 ^a 53317 ^b	1,048 ^A 1,010 ^B	1,343 ^B	1,335 ^a
5d6d	³ F ₂	86857,66 ^A 75086,62 ^B	53855,01 ^B	53885,24 ^a 53914 ^b	0,687 ^A 0,728 ^B	0,741 ^B	0,751 ^a
	³ F ₃	76042,84 ^B	54392,59 ^B	54840,04 ^a 54755 ^b	1,084 ^A	1,050 ^B	1,088 ^a
	³ F ₄	88422,30 ^A 76155,48 ^B	54664,69 ^B	55321,35 ^a 55303 ^b	1,196 ^B	1,139 ^B	1,136 ^a
5d6d	³ S ₁	–	54175,01 ^B	54365,80 ^a 54370 ^b	–	1,566 ^B	1,455 ^a
5d6d	¹ S ₀	74225,09 ^B	54244,49 ^B	54793,82 ^a			
5d6d	¹ D ₂	84447,02 ^A 76453,25 ^B	55024,06 ^B	55184,05 ^a 55208 ^b	0,996 ^A	1,056 ^B	1,183 ^a
5d6d	³ G ₃	69310,22 ^A 75153,22 ^B	55169,13 ^B	52847,88 ^a 52878 ^b	0,803 ^A 0,776 ^B	0,798 ^B	0,861 ^a
	³ G ₄	70592,95 ^A 75339,70 ^B	55607,00 ^B	53333,37 ^a 53368 ^b	1,050 ^A 1,052 ^B	1,069 ^B	1,036 ^a
	³ G ₅	71830,19 ^A 76224,45 ^B	56214,97 ^B	54434,65 ^a 54435 ^b	1,200 ^{A,B}	1,200 ^B	1,21 ^a
5d6d	³ P ₀	90419,13 ^A 76456,13 ^B	55630,81 ^B	54964,19 ^a 54786 ^b			
	³ P ₁	90863,55 ^A 76858,62 ^B	55411,73 ^B	55230,33 ^a 55352 ^b	1,501 ^{A,B}	1,535 ^B	1,552 ^a
	³ P ₂	91525,97 ^A 76983,87 ^B	55746,81 ^B	56036,60 ^a 56090 ^b	1,488 ^A 1,496 ^B	1,392 ^B	1,203 ^a
5d6d	¹ G ₄	76564,89 ^B	59068,02 ^B	56035,70 ^a 55076 ^b	1,000 ^B	1,056 ^B	1,027 ^a

Tablo 3.8. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı			
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	
4f ²	³ H ₄	–	55201,97 ^A	55107,25 ^a	–	0,839 ^A	0,883 ^a	
			53676,92 ^B	55079 ^b		0,887 ^B		
	³ H ₅	–	56092,25 ^A	55982,09 ^a	–	1,033 ^{A,B}	1,033 ^a	
4f ²	³ H ₆	–	55318,80 ^B	55995 ^b				
			56863,10 ^A	56837,94 ^a	–	1,166 ^A	1,14 ^a	
4f ²	¹ G ₄	–	56547,89 ^B	59845 ^b		1,165 ^B		
			56394,91 ^A	59527,60 ^a	–	0,974 ^A	1,046 ^a	
4f ²	³ F ₂	–	55328,98 ^B	59522 ^b		1,016 ^B		
			57396,38 ^A	57399,58 ^a	–	0,672 ^A	0,675 ^a	
4f ²	³ F ₃	–	56706,59 ^B	57385 ^b		0,680 ^B		
			57884,41 ^A	57918,50 ^a	–	1,084 ^A	1,085 ^a	
			57513,31 ^B	57936 ^b		1,083 ^B		
4f ²	³ F ₄	–	58533,37 ^A	58259,41 ^a	–	1,237 ^A	1,196 ^a	
			58315,69 ^B	58264 ^b		1,184 ^B		
4f ²	¹ I ₆	–	61521,93 ^A	62408,40 ^a	–	1,001 ^A	1,003 ^a	
4f ²	¹ D ₂	–	61759,71 ^B			1,002 ^B		
			62065,79 ^A	62026,27 ^a	–	1,028 ^A	1,054 ^a	
4f ²	³ P ₀	–	62417,80 ^B	62029 ^b		1,044 ^B		
			63593,22 ^A	63463,95 ^a	–			
4f ²	³ P ₁	–	64001,07 ^B	63496 ^b				
			63865,10 ^A	63703,18 ^a	–	1,501 ^{A,B}	1,471 ^a	
			64480,52 ^B	63736 ^b				
4f ²	³ P ₂	–	64283,97 ^A	64278,92 ^a	–	1,467 ^A	1,414 ^a	
			65194,71 ^B	64214 ^b		1,449 ^B		
4f ²	¹ S ₀	–	69782,30 ^A	69505,06 ^a	–			
6p ²	¹ D ₂	–	71321,50 ^B					
			61118,75 ^A	59900,08 ^a	1,205 ^A	1,061 ^B	1,035 ^a	
6p ²	³ P ₀	–	63903,98 ^B	59899 ^b	1,200 ^B			
			68314,29 ^D					
6p ²	³ P ₁	–	57741,75 ^A	60001,21 ^B				
			57033,69 ^B	60094,84 ^a				
			58691,43 ^D	60091 ^b				
6p ²	³ P ₂	–	58647,09 ^A	61128,83 ^a	1,501 ^A	1,502 ^B	1,528 ^a	
			57752,71 ^B	61132 ^b	1,391 ^B			
6p ²	³ P ₂	–	59347,37 ^D					
			59269,90 ^A	61418,50 ^B	62506,36 ^a	1,296 ^A	1,435 ^B	1,416 ^a
6p ²	¹ S ₀	–	58826,49 ^B	62504 ^b	1,301 ^B			
			60398,00 ^D					
6s6d	³ D ₁	–	70729,58 ^A	66591,91 ^a				
			83062,12 ^B					
6s6d	³ D ₂	–	82414,06 ^D					
			79297,74 ^A	63251,92 ^B	64361,28 ^a	0,499 ^{A,B}	0,499 ^B	0,506 ^a
			86162,37 ^B		64374 ^b			
6s6d	³ D ₂	–	79538,63 ^A	64529,90 ^a	1,133 ^A	1,165 ^B	1,217 ^a	
			86172,16 ^B		64509 ^b	1,166 ^B		
6s6d	³ D ₃	–	80684,92 ^A	64853,61 ^B	64692,59 ^a	1,334 ^{A,B}	1,334 ^B	–
			86191,20 ^B		64701 ^b			
6s6d	¹ D ₂	–	86532,15 ^B	–	1,001 ^B	1,003 ^B	–	
6s7s	³ S ₁	–	69906,50 ^B	–		2,001 ^B	1,955 ^a	
6s7s	¹ S ₀	–	61127,80 ^B	60660,18 ^{a?}				
			63307,50 ^B	60660 ^b				
Tek parite için:								
4f6s	³ F ^o ₂	–	14378,61 ^A	14174,39 ^A	14147,980 ^a	0,666 ^{A,C}	0,666 ^{A,B}	0,664 ^a
			14264,12 ^B	14267,68 ^B	14184 ^b	0,668 ^B		
			13925,11 ^C					
4f6s	³ F ^o ₃	–	14756,50 ^A	14283,31 ^A	14375,170 ^a	1,060 ^{A,C}	1,055 ^A	1,056 ^a
			14858,62 ^B	14256,22 ^B	14338 ^b	1,068 ^B	1,047 ^B	
			14291,70 ^C					
4f6s	³ F ^o ₄	–	16270,43 ^A	15651,91 ^A	15698,740 ^a	1,250 ^{A,B}	1,250 ^A	1,247 ^a
			16250,88 ^B	15747,51 ^B	15682 ^b	1,250 ^C	1,245 ^B	
			15785,08 ^C					

Tablo 3.8. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f6s	$^1F^o_3$	16349,78 ^A	15822,29 ^A	15773,770 ^a	1,023 ^{A,C}	1,028 ^A	1,017 ^a
		16448,12 ^B	15725,69 ^B	15790 ^b	1,016 ^B	1,037 ^B	
		15889,78 ^C					
4f5d	$^1G^o_4$	23958,81 ^A	16965,67 ^A	16559,170 ^a	0,971 ^{A,C}	0,905 ^A	0,969 ^a
		25542,89 ^B	15525,19 ^B	16630 ^b	1,059 ^B	1,005 ^B	
		23797,47 ^C					
4f5d	$^3F^o_2$	25007,46 ^A	17448,60 ^A	17211,930 ^a	0,725 ^A	0,713 ^A	0,754 ^a
		28148,54 ^B	18658,83 ^B	17196 ^b	0,684 ^B	0,680 ^B	
		24733,62 ^C			0,735 ^C		
4f5d	$^3F^o_3$	25740,72 ^A	18242,30 ^A	18235,560 ^a	1,091 ^A	1,083 ^A	1,086 ^a
		29158,71 ^B	18866,08 ^B	18215 ^b	1,083 ^B	1,079 ^B	
		25479,83 ^C			1,098 ^C		
4f5d	$^3F^o_4$	27201,89 ^A	19267,37 ^A	19214,540 ^a	1,225 ^A	1,226 ^A	1,232 ^a
		30358,80 ^B	19233,10 ^B	19199 ^b	1,241 ^B	1,241 ^B	
		26932,00 ^C			1,224 ^C		
4f5d	$^3H^o_4$	25669,19 ^A	17727,74 ^A	17825,620 ^a	0,855 ^A	0,920 ^A	0,846 ^a
		27280,97 ^B	17683,40 ^B	17803 ^b	0,862 ^B	0,806 ^B	
		25499,67 ^C			0,856 ^C		
4f5d	$^3H^o_5$	26756,81 ^A	18250,23 ^A	18580,410 ^a	1,033 ^{A,B,C}	1,034 ^A	1,017 ^a
		28223,06 ^B	18122,03 ^B	18573 ^b		1,034 ^B	
		26582,89 ^C					
4f5d	$^3H^o_6$	28460,49 ^A	19394,18 ^A	19749,620 ^a	1,167 ^{A,C}	1,167 ^A	1,178 ^a
		28275,22 ^C	18802,98 ^B	19767 ^b		1,167 ^B	
		31071,25 ^A	19151,58 ^A	18895,410 ^a	0,981 ^A	0,970 ^A	
4f5d	$^1D^o_2$	32636,97 ^B	21057,91 ^B	18926 ^b	0,997 ^B	1,114 ^B	0,923 ^a
		30916,96 ^C			0,982 ^C		
		31665,41 ^A	20315,59 ^A	20402,820 ^a	0,763 ^A	0,757 ^A	
4f5d	$^3G^o_3$	34021,44 ^B	21064,80 ^B	20405 ^b	0,757 ^B	0,782 ^B	0,757 ^a
		31554,09 ^C			0,764 ^C		
		32976,84 ^A	21247,80 ^A	21331,600 ^a	1,050 ^{A,B,C}	1,049 ^A	
4f5d	$^3G^o_4$	35195,62 ^B	21629,90 ^B	21324 ^b		1,054 ^B	1,049 ^a
		32859,39 ^C					
		34349,12 ^A	22107,93 ^A	22282,900 ^a	1,200 ^{A,B}	1,200 ^A	
4f5d	$^3G^o_5$	36498,47 ^B	21982,01 ^B	22269 ^b	1,199 ^C	1,199 ^B	1,197 ^a
		34188,45 ^C					
		35406,25 ^A	21395,42 ^A	21441,730 ^a	0,503 ^A	0,508 ^A	
4f5d	$^3D^o_1$	37453,79 ^B	22982,69 ^B	21477 ^b	0,501 ^B	0,591 ^B	0,542 ^a
		35168,59 ^C			0,511 ^C		
		35923,09 ^A	22032,81 ^A	22106,020 ^a	1,170 ^A	1,159 ^A	
4f5d	$^3D^o_2$	37936,33 ^B	23003,68 ^B	22112 ^b	1,169 ^{B,C}	1,195 ^B	1,167 ^a
		35808,76 ^C					
		36203,19 ^A	22475,18 ^A	22537,300 ^a	1,263 ^A	1,305 ^A	
4f5d	$^3D^o_3$	38173,89 ^B	23296,42 ^B	22483 ^b	1,270 ^B	1,251 ^B	1,288 ^a
		36085,58 ^C			1,168 ^C		
		39198,12 ^A	22445,78 ^A	22683,700 ^a			
4f5d	$^3P^o_0$	40330,43 ^B	22463,20 ^B	22674 ^b			1,431 ^a
		38565,29 ^C					
		39440,20 ^A	22667,40 ^A	22705,150 ^a	1,499 ^A	1,481 ^A	
4f5d	$^3P^o_1$	40455,15 ^B	22524,24 ^B	22690 ^b	1,498 ^B	1,345 ^B	1,459 ^a
		38560,21 ^C			1,484 ^C		
		40081,21 ^A	23571,92 ^A	23246,930 ^a	1,497 ^A	1,489 ^A	
4f5d	$^3P^o_2$	40802,14 ^B	21850,66 ^B	23294 ^b	1,492 ^{B,C}	1,337 ^B	1,459 ^a
		39052,77 ^C					
		38465,61 ^A	24240,21 ^A	24552,700 ^a	1,061 ^A	1,024 ^A	
4f5d	$^1F^o_3$	40442,67 ^B	22482,21 ^B	24569 ^b	1,057 ^B	1,055 ^B	1,034 ^a
		38356,86 ^C			1,023 ^C		
		46448,76 ^C	28811,47 ^A	28525,710 ^a	1,000 ^C	1,001 ^{A,B}	
4f5d	$^1H^o_5$	27193,29 ^B	28529 ^b				1,004 ^a
		27193,29 ^B					
		47396,25 ^C	30265,31 ^A	30353,330 ^a	1,003 ^C	1,040 ^A	
4f5d	$^1P^o_1$		21477,10 ^B			1,060 ^B	1,074 ^a

Tablo 3.8. Devam

Konf.	Seviyeler Terim	E			g-çarpımı		
		Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6p	¹ D ₂	22996,58 ^A 19478,98 ^B 22618,34 ^C	24514,82 ^A 24310,90 ^B	24462,66 ^a 24567 ^b	0,968 ^A 1,011 ^B 0,974 ^C	1,014 ^A 1,017 ^B	0,887 ^a
5d6p	³ D ₁	24485,41 ^A 20646,65 ^B 23978,78 ^C	25907,37 ^A 25815,48 ^B	25973,37 ^a 25839 ^b	0,502 ^A 0,499 ^B 0,511 ^C	0,579 ^A 0,507 ^B	0,782 ^a
	³ D ₂	25339,58 ^A 21467,30 ^B 24934,60 ^C	26457,83 ^A 26411,29 ^B	27388,11 ^a 27362 ^b	1,161 ^{A,B} 1,138 ^C	1,133 ^A 1,120 ^B	1,168 ^a
	³ D ₃	26382,52 ^A 22400,30 ^B 25902,53 ^C	26950,18 ^A 26951,83 ^B	28315,25 ^a 28290 ^b	1,323 ^A 1,332 ^B 1,316 ^C	1,316 ^A 1,312 ^B	1,308 ^a
5d6p	¹ P ₀	–	26059,89 ^A 30735,20 ^B	–	–	0,955 ^A 1,064 ^B	–
5d6p	³ F ₂	27730,01 ^A 23795,02 ^B 27441,41 ^C	27524,69 ^A 27633,61 ^B	26414,01 ^a 26409 ^b	0,702 ^A 0,700 ^B 0,693 ^C	0,691 ^A 0,705 ^B	0,825 ^{aa}
	³ F ₃	28937,43 ^A 24648,21 ^B 28616,27 ^C	27941,30 ^A 28199,61 ^B	26837,66 ^a 26828 ^b	1,083 ^{A,B,C}	1,098 ^A 1,103 ^B	1,088 ^a
	³ F ₄	30401,18 ^A 26075,37 ^B 30028,17 ^C	28617,50 ^A 29206,78 ^B	28565,40 ^a 28531 ^b	1,248 ^{A,C} 1,138 ^B	1,251 ^{A,B}	1,245 ^a
5d6p	³ P ₀	27489,54 ^A 23324,32 ^B 27777,75 ^C	31804,81 ^A 32009,00 ^B	31785,82 ^a 31797 ^b			
	³ P ₁	27767,31 ^A 23622,98 ^B 27808,39 ^C	32243,52 ^A 32711,11 ^B	32160,99 ^a 32134 ^b	1,498 ^A 1,500 ^B 1,473 ^C	1,497 ^A 1,437 ^B	1,492 ^a
	³ P ₂	28480,17 ^A 24351,70 ^B 28624,94 ^C	33269,26 ^A 33441,59 ^B	29593 ^b	1,469 ^A 1,460 ^B 1,482 ^C	1,501 ^A 1,500 ^B	–
5d6p	¹ F ₃	34048,66 ^A 31107,39 ^B 33748,76 ^C	32144,41 ^A 32749,00 ^B	32201,05 ^a 32273 ^b	0,998 ^A 1,000 ^B 0,996 ^C	1,002 ^A 1,003 ^B	1,005 ^a
6s6p	³ P ₀	36704,74 ^A 32174,15 ^B	27560,27 ^A 28370,01 ^B	27545,850 ^a 27563 ^b			
	³ P ₁	37150,85 ^A 32612,03 ^B	28103,04 ^A 28403,35 ^B	28154,550 ^{aa?} 28147 ^b	1,498 ^A 1,501 ^B	1,438 ^A 1,496 ^B	1,267 ^a
	³ P ₂	37997,38 ^A 33501,99 ^B	29477,41 ^A 28508,94 ^B	29498,050 ^{aa?} 33133 ^b	1,493 ^A 1,491 ^B	1,500 ^A 1,501 ^B	1,471 ^a
6s6p	¹ P ₁	–	45700,40 ^A 45953,40 ^B	45692,170 ^a 45702 ^b	–	1,002 ^B 1,121 ^B	0,999 ^a

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bKulaga-Egger ve Migdalek [121]

3.2.2. La II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

La II'nin elektrik dipol geçişleri için λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} (sn^{-1}) geçiş olasılıkları gibi ışınım parametreleri hem relativistik hem konfigürasyon etkileşme etkilerinin ele alındığı MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. Tablo 3.9 ve daha geniş olarak Ekler kısmındaki Tablo A.2'de $5d6p-5d^2$, $5d6p-5d6s$, $5d6p-6s^2$, $4f5d-5d^2$, $4f5d-5d6s$, $4f5d-6s^2$, $6s6p-5d^2$, $6s6p-5d6s$, $6s6p-6s^2$ ve $4f6p-4f6s$ elektrik dipol geçişlerinin dalga boyları, $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} (sn^{-1}) geçiş olasılıkları sunulmaktadır. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtildi ve geçiş olasılığı için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazıldı.

MCHF program paketi [412] ile Tablo 3.7'de verilen A konfigürasyon setindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan E1 geçişleri A hesabı, D konfigürasyon setinin çift pariteli seviyesi ile C konfigürasyon setinin tek pariteli seviyesi arasındaki E1 geçişleri B hesabı ve B konfigürasyon setindeki çift ve tek pariteli seviyeler arasındaki E1 geçişleri C hesabı olarak gösterildi. A, B ve C hesaplamalarında sırasıyla 13951, 35060 ve 13943 tane mümkün E1 geçişleri elde edildi. Tablo 3.9 ve Tablo A.2'de bu geçişler için elde edilen veriler çok fazla olduğu için sadece düşük seviye geçişleri sunulmaktadır. Tablolarda, ağırlıklı salıncı şiddetleri, logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetine çevrilerek verilmektedir. $5d6p-5d^2$, $5d6p-5d6s$, $5d6p-6s^2$, $4f5d-5d^2$, $4f5d-5d6s$, $4f5d-6s^2$, $6s6p-5d^2$, $6s6p-5d6s$, $6s6p-6s^2$ ve $4f6p-4f6s$ geçişleri için dalga boyları, logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıklarının farklı konfigürasyon setlerine ait hesaplamaları A, B ve C üst indisiyle belirtilmektedir. Genel olarak tüm geçişlerde dalga boyları için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin dikkate alındığı B konfigürasyon seti kullanılarak elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla daha uyum içerisindedir. Fakat aynı durum $\log(gf)$ ve A_{ki} değerleri için geçerli değildir. Sadece bazı geçişlerde uyum söz konusudur. A ve C konfigürasyon setleriyle elde edilen sonuçlar $\log(gf)$ ve A_{ki} için çoğunlukla B'den daha iyidir. $6s6p-5d6s$ geçişi için sadece A sonuçları elde edildi. A sonuçlarındaki dalga boylarında uyum az iken diğer parametrelerde uyum daha iyidir. $6s6p-5d^2$ geçişlerin de ise dalga boyları için C

sonuçları, $\log(gf)$ ve A_{ki} için A sonuçları daha iyidir. Ayrıca, $4f6p-4f6s$ geçişleri de sadece A hesabında elde edildi ve dalga boylarında uyum çok az olmasına rağmen logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları için uyum bir miktar iyidir.

HFR hesaplamalarında Tablo 3.7’de verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında, A hesabı için 768 ve B hesabı için 2906 tane mümkün E1 geçişleri hesaplandı. Tablolarda kısalık için sadece $5d6p-5d^2$, $5d6p-5d6s$, $5d6p-6s^2$, $4f5d-5d^2$, $4f5d-5d6s$, $4f5d-6s^2$, $6s6p-5d^2$, $6s6p-5d6s$, $6s6p-6s^2$ ve $4f6p-4f6s$ düşük seviye E1 geçişlerinin dalga boyları, logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıklarının sonuçları A ve B üst indisiyle verilmektedir. En küçük kareler yöntemiyle enerjileri deneysel verilere uydurma yapıldı. Elde edilen uydurma parametreleriyle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların hemen hemen tüm geçişler için uyumlu olduğu görülmektedir. Uyum en çok dalga boylarında görülmektedir. Bazı geçişler için logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıklarında uyum azdır. A hesabının sonuçları B hesabına göre daha iyidir. Fakat geçiş olasılıkları için Kulaga-Egger ve Migdalek’in HFR+CP yöntemiyle [121] ve Lawer ve çalışma arkadaşlarının Fourier dönüşüm spektroskopisi ile [115] yaptıkları çalışmaları kendi aralarında uyumlu iken, Zhiguo ve çalışma arkadaşlarının zaman-çözünürlüklü lazer spektroskopisiyle sundukları verilerinin [113] uyumlu olmadığına da dikkat edilmelidir. Bazı geçişlerde ($5d6p \ ^3F_{3,4}^o-5d^2 \ ^3F_{3,4}$, 1D_2 , $5d6p \ ^3F_{3,4}^o-5d6s \ ^3D_{3,4}$ gibi) geçiş olasılığı sonuçları [121] ve [115] ile karşılaştırıldığında az uyumlu olmasına rağmen, B hesabı ile elde edilen sonuçlar [113] ile uyumludur. Bazı uyumsuzlukların iyileştirilmesi için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin ele alındığı konfigürasyonlar da hesaba katılmalıdır. Fakat öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin olduğu konfigürasyonlar, konfigürasyon setlerine dahil edildiğinde bilgisayar kısıtlamalarıyla karşılaşıldığından bu tür hesapları yapmak zor olmaktadır.

Tablo 3.9. La II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d 2 3F_2	3706,09 ^A	4079,151 ^A	4086,71 ^b	-0,170 ^A	-0,139 ^A	-0,07 ^b	6,47(7) ^A	5,82(7) ^A	9,69(7) ^a
		4184,23 ^B	4113,391 ^B	4086,72 ^e	-2,050 ^B	-2,630 ^B		6,72(5) ^B	9,24(5) ^B	6,80±0,40(7) ^b
		4228,75 ^C			-0,370 ^C			3,15(7) ^C		0,552(8) ^e
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d 2 3F_3	3863,75 ^A	4256,059 ^A	–	-1,305 ^A	-1,190 ^A	–	4,42(6) ^A	4,76(6) ^A	3,73(4) ^a
		4347,81 ^B	4298,485 ^B		-3,441 ^B	-2,328 ^B		2,56(4) ^B	1,70(6) ^B	
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d 2 1D_2	3905,89 ^A	4325,272 ^A	4333,75 ^b	0,260 ^A	0,307 ^A	-0,06 ^b	1,58(8) ^A	1,45(8) ^A	9,85(7) ^a
		4444,30 ^B	4363,552 ^B	4333,74 ^{d,e}	-2,970 ^B	-0,895 ^B	-0,03 ^d	7,18(4) ^B	4,46(7) ^B	6,20±0,30(7) ^b
		4566,03 ^C			0,329 ^C			1,37(8) ^C		
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d6s 3D_1	3949,52 ^A	4420,514 ^A	4429,91 ^b	-1,153 ^A	-2,861 ^A	-0,35 ^b	6,01(6) ^A	9,41(4) ^A	3,56(7) ^a
		4680,50 ^B	4461,757 ^B	4429,90 ^d	-2,306 ^B	-2,602 ^B	-0,37 ^d	3,00(5) ^A	8,39(5) ^B	3,03±0,17(7) ^b
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d6s 3D_2	4080,78 ^A	4558,978 ^A	–	-1,201 ^A	-1,388 ^A	–	5,04(6) ^A	2,63(6) ^A	5,52(4) ^a
		4787,44 ^B	4595,339 ^B		-2,739 ^B	-1,357 ^B		1,06(5) ^B	1,39(7) ^B	
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d6s 3D_3	4186,40 ^A	4716,323 ^A	–	-4,093 ^A	-2,619 ^A	–	6,14(3) ^A	1,44(5) ^A	6,26(4) ^a
		4930,01 ^B	4749,460 ^B		-4,606 ^B	-3,377 ^B		1,36(3) ^B	1,24(5) ^B	
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d 2 3P_1	5629,08 ^B	5334,748 ^A	–	-4,140 ^B	-1,928 ^A	–	3,04(3) ^B	5,54(5) ^A	–
		5644,15 ^C	5384,029 ^B		-3,753 ^C	-2,004 ^B		7,39(3) ^C	2,28(6) ^B	
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d 2 3P_2	4885,76 ^A	5478,473 ^A	–	-2,541 ^A	-2,306 ^A	–	1,61(5) ^A	2,20(5) ^A	–
		5777,25 ^B	5533,675 ^B		-3,575 ^B	-1,926 ^B		1,06(4) ^B	2,58(6) ^B	
		5818,50 ^C			-2,625 ^C			9,34(4) ^C		
5d6p $^1D^{\circ}_2$	5d6s 1D_2	5912,00 ^A	6931,966 ^A	–	-0,893 ^A	-1,045 ^A	–	4,87(6) ^A	2,50(6) ^A	–
		8392,61 ^B	7034,381 ^B		-2,901 ^B	-0,022 ^B		2,37(4) ^B	1,28(8) ^B	
5d6p $^3D^{\circ}_1$	5d 2 3F_2	3512,23 ^A	3859,891 ^A	3849,01 ^b	-0,095 ^A	-0,227 ^A	-0,45 ^b	1,45(8) ^A	8,85(7) ^A	4,53(7) ^a
		4029,71 ^C	3873,652 ^B		-0,086 ^C	-0,216 ^B		1,12(8) ^C	2,70(8) ^B	5,30±0,30(7) ^b
5d6p $^3D^{\circ}_1$	5d 2 1D_2	3691,17 ^A	4079,553 ^A	4067,38 ^b	-0,296 ^A	-0,641 ^A	-0,96 ^b	8,23(7) ^A	3,06(7) ^A	2,00(7) ^a
		4334,84 ^C	4094,718 ^B		-0,604 ^C	-2,453 ^B		2,94(7) ^C	1,40(6) ^B	1,49±0,11(7) ^b
5d6p $^3D^{\circ}_1$	5d6s 3D_1	3730,12 ^A	4164,175 ^A	4151,96 ^b	-0,023 ^A	-0,163 ^A	-0,46 ^b	1,51(8) ^A	8,80(7) ^A	4,00(7) ^a
			4181,076 ^B			-0,161 ^B			2,64(8) ^B	4,55±0,29(7) ^b
5d6p $^3D^{\circ}_1$	5d6s 3D_2	3846,98 ^A	4286,823 ^A	4275,63 ^b	-0,889 ^A	-0,968 ^A	-1,15 ^b	1,94(7) ^A	1,30(7) ^A	0,74(7) ^a
			4298,159 ^B			-0,657 ^B			7,96(7) ^B	8,70±0,8(6) ^b
5d6p $^3D^{\circ}_1$	5d 2 3P_0	4330,41 ^A	4835,906 ^A	4824,05 ^b	-1,336 ^A	-0,780 ^A	-0,87 ^b	5,46(6) ^A	1,58(7) ^A	1,82(7) ^a
		5100,89 ^B	4866,255 ^B		-2,761 ^B	-2,074 ^B		1,48(5) ^B	2,37(6) ^B	1,29±0,10(7) ^b
		5165,36 ^C			-1,312 ^C			4,05(6) ^C		
5d6p $^3D^{\circ}_1$	5d 2 3P_1	4450,38 ^A	4965,838 ^A	–	-1,520 ^A	-1,106 ^A	–	3,38(6) ^A	7,06(6) ^A	1,34(6) ^a
		5295,08 ^C	4980,565 ^B		-1,514 ^C	-2,632 ^B		2,42(6) ^C	6,27(5) ^B	

Tablo 3.9. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6p $^3D^o_1$	5d ² 3P_2	4554,37 ^A	5090,142 ^A	–	-2,713 ^A	-2,638 ^A	–	2,07(5) ^A	1,97(5) ^A	1,33(6) ^a
		5448,24 ^C	5108,356 ^B		-2,625 ^C	-4,325 ^B		1,77(5) ^C	1,21(4) ^B	
5d6p $^3D^o_1$	6s ² 1S_0	4536,91 ^A	5395,057 ^A	5380,98 ^b	-1,898 ^A	-1,580 ^A	-1,13 ^b	1,36(6) ^A	2,01(6) ^A	7,36(6) ^a
		5391,16 ^B	5428,247 ^B		-3,662 ^B	-3,675 ^B		0,17(5) ^B	0,48(5) ^B	5,7±0,8(6) ^b
5d6p $^3D^o_1$	5d6s 1D_2	5433,59 ^A	6321,720 ^A	–	-2,139 ^A	-1,302 ^A	–	5,48(5) ^A	2,78(6) ^A	1,63(7) ^a
			6361,127 ^B			-2,579 ^B			4,35(5) ^B	
5d6p $^3D^o_2$	5d ² 3F_2	3409,90 ^A	3779,586 ^A	3650,18 ^{c,d}	-0,983 ^A	-2,091 ^A	-1,17±0,02 ^c	1,19(7) ^A	7,57(5) ^A	1,03(7) ^a
		3814,43 ^B	3786,266 ^B		-2,583 ^B	-2,108 ^B	-1,009 ^d	2,39(5) ^B	3,63(6) ^B	6,70(7) ^c
		3900,67 ^C			-1,085 ^C			7,19(6) ^C		
5d6p $^3D^o_2$	5d ² 3F_3	3542,92 ^A	3930,983 ^A	3790,82 ^b	0,174 ^{A?}	0,101 ^A	0,03 ^b	1,58(8) ^A	1,09(8) ^A	1,41(8) ^a
		4060,77 ^C	3942,532 ^B	3790,83 ^{c,d,e}	0,139 ^C	0,004 ^B	0,03±0,02 ^c	1,11(8) ^C	4,33(8) ^B	9,90±0,60(7) ^b
							0,143 ^d			9,94(8) ^c
5d6p $^3D^o_2$	5d ² 1D_2	3578,31 ^A	3989,953 ^A	–	-1,977 ^A	-2,245 ^A	–	1,09(6) ^A	4,77(5) ^A	1,43(7) ^a
		4029,38 ^B	3997,200 ^B		-2,883 ^B	-1,000 ^B		1,07(5) ^B	4,17(7) ^B	
		4185,89 ^C			-1,671 ^C			1,62(6) ^C		
5d6p $^3D^o_2$	5d6s 3D_1	3614,90 ^A	4070,862 ^A	3921,54 ^{b,c,d}	0,662 ^A	-0,183 ^A	-0,45 ^b	2,22(7) ^A	5,28(7) ^A	6,76(7) ^a
			4079,452 ^B			-0,141 ^B	-0,50±0,02 ^c		2,90(8) ^B	3,10±0,40(7) ^b
							-0,251 ^d			2,72(8) ^c
5d6p $^3D^o_2$	5d6s 3D_2	3724,55 ^A	4187,998 ^A	4031,69 ^{b,c,d,e}	0,186 ^A	-0,025 ^A	-0,08 ^b	1,48(8) ^A	7,19(7) ^A	5,53(7) ^a
			4190,837 ^B			-0,202 ^B	-0,09±0,02 ^c		2,39(8) ^B	6,80±0,50(7) ^b
							-0,133 ^d			6,58(8) ^c
5d6p $^3D^o_2$	5d6s 3D_3	3812,34 ^A	4320,406 ^A	4141,72 ^b	-0,337 ^A	-0,739 ^A	-0,66 ^b	4,22(7) ^A	1,30(7) ^A	2,58(7) ^a
			4318,643 ^B	4141,74 ^{c,d}		-0,767 ^B	-0,66±0,02 ^c		6,11(7) ^B	1,70±0,15(7) ^b
							-0,465 ^d			1,68(8) ^c
5d6p $^3D^o_2$	5d ² 3P_1	4287,35 ^A	4833,709 ^A	4613,38 ^b	-0,823 ^A	-0,633 ^A	-0,76 ^b	1,09(7) ^A	1,33(7) ^A	2,15(7) ^a
		4979,62 ^B	4837,028 ^B	4613,39 ^{c,d}	-2,358 ^B	-1,596 ^B	-0,75±0,02 ^c	2,35(5) ^B	7,23(6) ^B	1,10±0,10(7) ^b
		5074,50 ^C			-0,881 ^C		-0,467 ^d	6,81(6) ^C		1,10(8) ^c
5d6p $^3D^o_2$	5d ² 3P_2	4383,78 ^A	4951,408 ^A	–	-1,618 ^A	-0,798 ^A	–	1,67(6) ^A	8,67(6) ^A	1,12(6) ^a
		5095,23 ^B	4957,471 ^B		-3,205 ^B	-4,190 ^B		3,20(4) ^B	1,75(4) ^B	
		5215,00 ^C			-1,467 ^C			1,67(6) ^C		
5d6p $^3D^o_2$	5d6s 1D_2	5192,53 ^A	6109,132 ^A	–	-1,738 ^A	-2,109 ^A	–	9,03(5) ^A	2,78(5) ^A	–
			6128,843 ^B			-0,824 ^B			2,66(7) ^B	

Tablo 3.9. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6p $^3D^o_3$	5d 2 3F_2	3292,76 ^A 3678,57 ^B 3763,66 ^C	3710,536 ^A 3710,328 ^B	–	-1,644 ^A -2,625 ^B -2,104 ^C	-2,343 ^A -1,699 ^B	–	1,99(6) ^A 1,67(5) ^B 5,29(5) ^C	3,14(5) ^A 9,69(6) ^B	3,81(5) ^a
5d6p $^3D^o_3$	5d 2 3F_3	3416,64 ^A 3804,41 ^B 3912,49 ^C	3856,345 ^A 3860,263 ^B	3662,07 ^b 3662,08 ^c	-0,756 ^A -2,262 ^B -0,775 ^C	-1,519 ^A -1,585 ^B	-1,37 ^b -0,73±0,02 ^c	1,43(7) ^A 0,36(6) ^B 1,04(7) ^C	1,94(6) ^A 1,16(7) ^B	7,82(5) ^a 3,0±0,6(6) ^b 1,29(8) ^c
5d6p $^3D^o_3$	5d 2 1D_2	3449,54 ^A 3878,09 ^B 4028,51 ^C	3913,081 ^A 3912,659 ^B	3713,54 ^{b,c}	-0,845 ^A -2,990 ^B -1,699 ^C	-0,906 ^A -0,634 ^B	-0,80 ^b -0,73±0,02 ^c	1,14(7) ^A 0,06(6) ^B 1,17(6) ^C	0,77(7) ^A 1,01(8) ^B	1,51(7) ^a 1,09±0,17(7) ^b 1,28(8) ^c
5d6p $^3D^o_3$	5d 2 3F_4	3541,38 ^A 4069,04 ^C	3997,64 ^A 4003,551 ^B	3794,77 ^b 3794,78 ^{c,d,e}	0,359 ^A 0,322 ^C	0,267 ^A 0,226 ^B	0,21 ^b 0,14±0,02 ^c 0,318 ^d	1,74(8) ^A 1,21(8) ^C	1,10(8) ^A 7,00(8) ^B	1,47(8) ^a 1,07±0,09(8) ^b 9,33(8) ^c
5d6p $^3D^o_3$	5d6s 3D_2	3585,24 ^A	4103,386 ^A 4098,002 ^B	3886,37 ^{b,c,d}	-0,416 ^A	-0,117 ^A -0,134 ^B	-0,28 ^b -0,31±0,02 ^c -0,135 ^d	2,84(7) ^A	4,32(7) ^A 2,92(8) ^B	6,69(7) ^a 3,30±0,40(7) ^b 3,06(8) ^c
5d6p $^3D^o_3$	5d6s 3D_3	3666,52 ^A	4230,416 ^A 4220,125 ^B	3988,51 ^b 3988,52 ^{c,d,e}	0,400 ^A	0,187 ^A 0,225 ^B	0,21 ^b 0,17±0,02 ^c 0,244 ^d	1,78(8) ^A	8,19(7) ^A 6,29(8) ^B	9,73(7) ^a 9,70±0,90(7) ^b 8,97(8) ^c
5d6p $^3D^o_3$	5d 2 3P_2	4192,07 ^A 4855,69 ^B 4972,97 ^C	4833,571 ^A 4828,088 ^B	4526,12 ^{c,d}	-0,703 ^A -2,157 ^B -0,724 ^C	-0,311 ^A -1,125 ^B	-0,65±0,02 ^c -0,350 ^d	1,07(7) ^A 0,28(6) ^B 0,73(7) ^C	1,99(7) ^A 2,15(7) ^B	2,11(7) ^a 1,03(8) ^c
5d6p $^3D^o_3$	5d 2 1G_4	4623,66 ^A 5600,66 ^C	5126,855 ^A 5107,999 ^B	4796,68 ^b	-4,208 ^A -2,344 ^C	-3,599 ^A -2,754 ^B	-1,70 ^b	0,02(5) ^A 1,37(5) ^C	9,14(3) ^A 4,50(5) ^B	8,95(5) ^a 8,3±1,0(5) ^b
5d6p $^3D^o_3$	5d6s 1D_2	4925,70 ^A 3878,09 ^B	5930,741 ^A 5932,307 ^B	–	-3,889 ^A -2,990 ^B	-3,086 ^A -2,403 ^B	–	5,06(3) ^A 6,47(4) ^B	2,22(4) ^A 7,49(5) ^B	2,87(5) ^a
5d6p $^3F^o_2$	5d 2 3F_2	3152,83 ^A 3481,43 ^B 3575,89 ^C	3633,091 ^A 3618,789 ^B	3784,81 ^c	-0,229 ^A -1,265 ^B -0,981 ^C	-0,266 ^A -0,386 ^B	-2,02±0,02 ^c	7,89(7) ^A 5,96(6) ^B 1,09(7) ^C	5,47(7) ^A 2,09(8) ^B	4,03(6) ^a 8,78(6) ^c
5d6p $^3F^o_2$	5d 2 3F_3	3266,21 ^A 3593,94 ^B 3709,98 ^C	3772,762 ^A 3761,276 ^B	3936,22 ^{b,c}	-0,954 ^A -2,324 ^B -1,515 ^C	-3,090 ^A -2,545 ^B	-1,29 ^b -1,34±0,02 ^c	1,38(7) ^A 0,49(6) ^B 2,96(6) ^C	7,63(4) ^A 1,34(6) ^B	2,95(5) ^a 4,5±0,7(6) ^b 3,88(7) ^c

^aKulaga-Egger ve Migdalek [121], ^bLawer ve çalışma arkadaşları [115], ^cZhiguo ve çalışma arkadaşları [113, gA_{ki}'den çevrildi], ^dBord ve çalışma arkadaşları [114], ^eNIST Periodictable [62], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.2'de verilmektedir.

3.3. La III (Z = 57) için Hesaplama Sonuçları

İki kez iyonlaşmış lantan (La III), kapalı bir öz dışında bir dış değerlik elektronuna sahip olduğu için La I ve La II'ye göre basit bir atomik yapıya sahiptir. La III, nötral ve bir kez iyonlaşmış hallerine göre geçmişte daha az çalışılmıştır. La III'ün enerji seviyeleri, Landé g-çarpanları, zaman-çözünürlüklü lazer spektroskopisiyle yarı ömürleri, geçiş enerjileri ve dalga boyları incelenmiştir [29, 68, 79, 119, 129, 130, 133, 135]. Ayrıca salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları HFR+CP ve model potansiyel yöntemleriyle çalışılmıştır [48, 68, 129–131, 133–135]. 700-12000Å aralığındaki çizgileri çeşitli deneysel tekniklerle gözlenmiştir [131, 132].

İki kez iyonlaşmış lantanın (La III) bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g-çarpanları, elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412, 413] ve relativistik Hartree-Fock (HFR) [418] yöntemleri kullanılarak hesaplandı. La III'ün MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için, hem değerlik-değerlik hem de öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen ve A, B, C ve D ile gösterilen konfigürasyon setleri Tablo 3.10'da verilmektedir.

Tablo 3.10. La III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar			
	A	B	C	D
MCHF+BP hesaplamaları için:				
Çift parite	nd, ng (n = 5–9), ns (n = 6–9)	A hesabı ile aynı	5p ⁶ nd, 5p ⁶ ng (n = 5–9), 5p ⁶ ns (n = 6–9), 5p ⁵ 6snp (n=6, 7), 5p ⁵ 5d4f, 5p ⁵ 5d6p	C hesabı ile aynı
Tek parite	nf (n = 4–9), np (n = 6–9)	5p ⁶ nf (n = 4–9), 5p ⁶ np (n = 6–9), 5p ⁵ 5dns (n = 6, 7)	B hesabı ile aynı	5p ⁶ nf (n = 4–9), 5p ⁶ np (n = 6–9), 5p ⁵ 5dns (n = 6, 7), 5p ⁵ 4f ² , 5p ⁵ 6p ²
HFR hesaplamaları için:				
Çift parite	nd, ng (n = 5–10), ns (n = 6–10)	5p ⁶ nd, 5p ⁶ ng (n = 5–10), 5p ⁶ ns (n = 6–10), 5p ⁵ 6s6p, 5p ⁵ 6s4f, 5p ⁵ 5d6p	nd, ng (n = 5–15), ns (n = 6–12)	nd (n = 5–20), ns (n = 6–20), ng (n = 5–15)
Tek parite	nf (n = 4–10), np (n = 6–10)	5p ⁶ nf (n = 4–10), 5p ⁶ np (n = 6–10), 5p ⁵ 4f ² , 5p ⁵ 6p ²	nf (n = 4–15), np (n = 6–15)	nf (n = 4–20), np (n = 6–20)

3.3.1. La III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları

İki kez iyonlaşmış lantanın [Xe] özü dışında nd ($n = 5-20$), ns ($n = 6-20$), ng ($n = 5-15$), nf ($n = 4-20$) ve np ($n = 6-20$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.11 ve daha geniş şekli Tablo A.3'te taban hal seviyesi $5d^2D_{3/2}$ 'ye göre cm^{-1} birim sistemine göre sunulmaktadır. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre elde edilen sonuçlar MCHF+BP ve HFR için A, B, C ve D üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar için seviye enerjileri NIST verileri [63] ve Sugar ve Kaufman'ın çalışmaları [131] ile ve Landé g -çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ve [63] ile karşılaştırılmaktadır.

MCHF+BP hesaplamaları için, Tablo 3.10'da verilen konfigürasyon setlerinde La III'ün özü olarak A hesabında [Xe], B, C ve D hesaplarında [Cd] alındı. A'nın tek ve çift pariteli ve B'nin çift pariteli seviyelerinde değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alınırken B'nin tek pariteli ve C ve D'nin tek ve çift pariteli seviyelerinde değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin yanı sıra öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme de hesaplamalara dahil edildi. MCHF yönteminde değerlik-değerlik ve öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen konfigürasyonlar için ilk olarak dalga fonksiyonları ve relativistik olmayan enerjiler hesaplandı. Elde edilen bu dalga fonksiyonlarında relativistik düzeltmeler dikkate alınarak, konfigürasyon etkileşme yöntemiyle seviye enerjileri elde edildi. Daha sonra MCHF dalga fonksiyonları ve seviye enerjileri kullanılarak Jönsson ve Gustafsson tarafından geliştirilen Zeeman programıyla [413] Landé g -çarpanları hesaplandı. MCHF+BP hesaplamalarında elde edilen nd ($n = 5-9$), ns ($n = 6-9$), ng ($n = 5-9$), nf ($n = 4-9$) ve np ($n = 6-9$) uyarılmış seviyelerinin enerjisi ve Landé g -çarpanları Tablo 3.11 ve Tablo A.3'te sunulmaktadır. Çift pariteli seviyeler için hesap sonuçları incelendiğinde 6s seviyesinin A ve C hesaplarında elde edilen sonuçların iyi olmadığı fakat B ve D sonuçlarının iyi olduğu görülmektedir. 8s seviyesi için C ve D sonuçları uyumluyken 7s ve 9s seviyelerinde uyum azdır. 6d seviyesinin uyumsuzluğu yapılan çeşitli hesap sonuçlarında düzeltilememiştir. 7d ve 8d seviyeleri için C ve D sonuçları iyi iken 9d

seviyesi için A ve B sonuçları iyidir. Tüm g alt tabakasını içeren seviyeler için A ve B hesap sonuçları oldukça uyumludur. Tek pariteli seviyelerde ise ilk 4f seviyesi için uyum az olmasına rağmen diğer f alt tabakasını içeren seviyelerde uyum oldukça iyidir. 7f ve 8f seviyeleri için A hesabı, 9f seviyesi için A ve B hesapları NIST değerleri ile uyumludur. 6p seviyesi için uyum iyi olmasına rağmen 7p seviyesi için uyum iyi değildir. Ayrıca, 8p ve 9p seviyeleri için B ve C hesapları uyumludur. Uyumsuzlukların giderilmesi için özden uyarılmalarla yapılan hesaplamalarda bazı seviyelerde iyileşme olmuşken bazı seviyelerde iyileşme olmamıştır. Elde edilen Landé g -çarpanlarının [63] ve [48] ile uyumu oldukça iyidir.

HFR hesaplamalarında konfigürasyonlar A, C ve D'de değerlik elektronları arasındaki ve B'de değerlik-değerlik ve öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate alacak şekilde seçildi ve Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurmayı yapmak için iyileştirildi. Spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A, B, C ve D hesaplarında 0,85 olarak seçildi. HFR hesaplamaları Tablo 3.10'da verilen konfigürasyon setleriyle HFR atomik yapı paketi [418] kullanılarak elde edildi. HFR sonuçlarının hem karşılaştırma değeri olanlar hem de yeni veriler sunmak amacıyla yüksekçe uyarılmış seviyeleri Tablo 3.11 ve Tablo A.3'te sunulmaktadır. La III'ün özü olarak A, C ve D hesaplarında [Xe], B hesaplarında [Cd] alınarak yapılan hesaplamaların nd ($n = 5-20$), ns ($n = 6-20$), ng ($n = 5-15$), nf ($n = 4-20$) ve np ($n = 6-20$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları tablolarda verilmektedir. NIST verileri [63] ile karşılaştırıldığında A, B ve C sonuçları karşılaştırma değerleri ile bire bir uyumludur. D hesabında en küçük kareler yöntemi ile deneysel verilere uydurma bilgisayar kısıtlamalarından dolayı yapılamadığından bu sonuçlar ilk elde edilen şekli ile verilmektedir. D hesabında 4f seviyesinde uyum az iken diğer seviyelerinde uyum iyidir. Ayrıca, tüm hesaplamalarda Landé g -çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ve [63] ile oldukça uyumludur.

Tablo 3.11. La III'ün E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpınları*

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
Çift parite için:							
5d	² D _{3/2}	0,00 ^{A,B,C,D}	0,00 ^{A,B,C,D}	0,00 ^a	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
	² D _{5/2}	1623,73 ^A	1603,23 ^{A,B,C}	1603,23 ^{a,c}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		1652,04 ^B	1686,00 ^D				
		1729,42 ^C					
		1755,92 ^D					
6s	² S _{1/2}	125488,13 ^A	13591,140 ^{A,C}	13591,14 ^a	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^{A,B,C,D}	2,10 ^a
		16931,68 ^B	13591,10 ^B	13590,76 ^c			2,002 ^b
		120670,31 ^C	14367,30 ^D				
		22012,63 ^D					
7s	² S _{1/2}	132410,66 ^A	82347,280 ^{A,B,C}	82347,28 ^a	2,002 ^{A,B}	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
		133755,22 ^B	82150,50 ^D	82345,0 ^c			
8s	² S _{1/2}	136917,44 ^A	110209,57 ^{A,B,C}	110209,57 ^a	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
		138328,55 ^B	109529,60 ^D	110207,6 ^c			
		113546,09 ^C					
		116566,98 ^D					
9s	² S _{1/2}	140188,88 ^A	124504,10 ^{A,B,C}	124504,10 ^a	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
		141758,61 ^B	123616,10 ^D	124503,8 ^c			
		142101,27 ^C					
		140412,16 ^D					
10s	² S _{1/2}	–	132840,41 ^{A,B,C}	132840,41 ^b	–	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
			131856,70 ^D				
6d	² D _{3/2}	122595,38 ^A	82380,76 ^{A,B,C}	82380,76 ^a	0,800 ^{A,B}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
		123862,14 ^B	82050,50 ^D	82378,75 ^c			
	² D _{5/2}	122624,36 ^A	82814,27 ^{A,B,C}	82814,27 ^a	1,200 ^{A,B}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		123890,23 ^B	82415,20 ^D	82812,51 ^c			
7d	² D _{3/2}	130584,95 ^A	110534,20 ^{A,B,C}	110534,20 ^a	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
		131854,34 ^B	109894,00 ^D	110532,0 ^c			
		106332,06 ^C					
		107582,55 ^D					
	² D _{5/2}	130598,53 ^A	110738,31 ^{A,B,C}	110738,31 ^a	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		131867,55 ^B	110058,50 ^D	110736,1 ^c			
		106334,02 ^C					
		107584,50 ^D					
8d	² D _{3/2}	135616,77 ^A	124742,24 ^{A,B,C}	124742,24 ^a	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
		136887,56 ^B	123908,10 ^D	124741,8 ^c			
		126663,66 ^C					
		127914,64 ^D					
	² D _{5/2}	135624,45 ^A	124856,08 ^{A,B,C}	124856,08 ^a	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		136895,05 ^B	123998,10 ^D	124855,9 ^c			
		126665,31 ^C					
		127916,29 ^D					
9d	² D _{3/2}	139029,45 ^A	133006,65 ^{A,B,C}	133006,65 ^a	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
		140301,17 ^B	132063,20 ^D				
		159747,58 ^C					
		160985,81 ^D					
	² D _{5/2}	139033,81 ^A	133076,90 ^{A,B,C}	133076,90 ^a	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		140305,42 ^B	132118,50 ^D				
		159752,22 ^C					
		160990,48 ^D					
5g	² G _{7/2}	111957,39 ^A	114754,90 ^{A,B,C}	114754,90 ^a	0,889 ^{A,B}	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^b
		113227,32 ^B	113598,10 ^D	114753,4 ^c			
	² G _{9/2}	111957,59 ^A	114755,34 ^{A,B,C}	114755,34 ^a	1,111 ^{A,B}	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^b
		113227,50 ^B	113599,70 ^D	114753,4 ^c			
6g	² G _{7/2}	124028,46 ^A	126952,47 ^{A,B,C}	126952,47 ^a	0,889 ^{A,B}	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^b
		125298,62 ^B	125790,20 ^D	126950,2 ^c			
	² G _{9/2}	124028,57 ^A	126953,16 ^{A,B,C}	126953,16 ^a	1,111 ^{A,B}	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^b
		125298,73 ^B	125791,10 ^D	126950,2 ^c			
7g	² G _{7/2}	131313,86 ^A	134318,02 ^{A,B,C}	134318,02 ^a	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^b
		132584,70 ^B	133162,00 ^D	134316,4 ^c			
		118378,81 ^C					
		119632,94 ^D					

Tablo 3.11. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	² G _{9/2}	131313,92 ^A 132584,77 ^B 118379,35 ^C 119633,48 ^D	134319,39 ^{A,B,C} 133162,50 ^D	134319,39 ^a 134316,4 ^c	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^b
8g	² G _{7/2}	136044,56 ^A 137315,97 ^B 133348,66 ^C 134598,81 ^D	139100,48 ^{A,B,C} 137948,60 ^D	139100,48 ^a	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^b
	² G _{9/2}	136044,61 ^A 137316,02 ^B 133349,58 ^C 134599,75 ^D	139101,70 ^{A,B,C} 137948,90 ^D	139101,70 ^a	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^b
Tek parite için:							
4f	² F _{5/2}	11875,50 ^A 11874,53 ^B 11831,40 ^C	7195,14 ^{A,B,C} 14522,06 ^D	7195,14 ^a 7193,4 ^c	0,857 ^{A,B,C}	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
	² F _{7/2}	13549,56 ^A 13540,91 ^B 13544,79 ^C	8695,41 ^{A,B,C} 16218,56 ^D	8695,41 ^a 8693,6 ^c	1,143 ^{A,B,C}	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
6p	² P _{1/2}	43454,17 ^A 43384,77 ^B 43391,80 ^C	42015,04 ^{A,B,C} 42306,96 ^D	42015,04 ^a 42014,92 ^c	0,666 ^{A,B,C}	0,666 ^{A,B,C,D}	0,63 ^a 0,666 ^b
	² P _{3/2}	45540,70 ^A 45525,89 ^B 45533,23 ^C	45110,94 ^{A,B,C} 44801,76 ^D	45110,94 ^a 45110,64 ^c	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B,C,D}	1,37 ^a 1,334 ^b
7p	² P _{1/2}	132426,11 ^A	93232,39 ^{A,B,C} 93037,26 ^D	93232,39 ^a 93232,4 ^c	0,666 ^A	0,666 ^{A,B,C,D}	0,666 ^b
	² P _{3/2}	132639,00 ^A	94461,44 ^{A,B,C} 94040,46 ^D	94461,44 ^a 94461,5 ^c	1,334 ^A	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^b
8p	² P _{1/2}	137060,08 ^A 110535,08 ^B 110535,09 ^C	115602,26 ^{A,B,C} 115010,10 ^D	115602,26 ^a 115601,6 ^c	0,666 ^{A,B,C}	0,666 ^{A,B,C,D}	0,666 ^b
	² P _{3/2}	137243,34 ^A 110577,74 ^{B,C}	116225,92 ^{A,B,C} 115523,80 ^D	116225,92 ^a 116225,3 ^c	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^b
9p	² P _{1/2}	140245,12 ^A 134640,09 ^B 134640,05 ^C	127548,93 ^{A,B,C} 126788,60 ^D	127548,93 ^a	0,666 ^{A,B,C}	0,666 ^{A,B,C,D}	0,666 ^b
	² P _{3/2}	140430,97 ^A 134699,70 ^B 134699,64 ^C	127935,04 ^{A,B,C} 127088,10 ^D	127935,04 ^a	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^b
5f	² F _{5/2}	113330,40 ^A	92454,54 ^{A,B,C} 92659,86 ^D	92454,54 ^a 92454,6 ^c	0,857 ^A	0,857 ^{A,B,C,D}	–
	² F _{7/2}	113359,79 ^A	92534,73 ^{A,B,C} 92769,56 ^D	92534,73 ^a 92534,4 ^c	1,143 ^A	1,143 ^{A,B,C,D}	–
6f	² F _{5/2}	125138,22 ^A 96416,81 ^B	114889,80 ^{A,B,C} 114679,40 ^D	114889,80 ^{a,c}	0,857 ^{A,B}	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
	² F _{7/2}	125156,56 ^A 96418,07 ^B	114938,90 ^{A,B,C} 114731,70 ^D	114938,90 ^a 114938,8 ^c	1,143 ^{A,B}	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
7f	² F _{5/2}	132277,92 ^A 106805,03 ^C	127042,58 ^{A,B,C} 126536,40 ^D	127042,58 ^a 127042,6 ^c	0,857 ^{A,C}	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
	² F _{7/2}	132290,12 ^A 106813,72 ^C	127075,60 ^{A,B,C} 126566,00 ^D	127075,60 ^a 127074,7 ^c	1,143 ^{A,C}	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
8f	² F _{5/2}	136924,41 ^A 116902,98 ^B 125556,48 ^C	134373,83 ^{A,B,C} 133689,50 ^D	134373,83 ^a 134371,8 ^c	0,857 ^{A,B,C}	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
	² F _{7/2}	136933,11 ^A 116903,48 ^B 125559,39 ^C	134399,63 ^{A,B,C} 133708,00 ^D	134399,63 ^a 134397,0 ^c	1,143 ^{A,B,C}	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve Biémont [48], ^cSugar ve Kaufman [131], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.3'te verilmektedir.

3.3.2. La III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

MCHF ve HFR yöntemleriyle La III'ün elektrik dipol geçişleri için ışıma parametreleri (dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları) hesaplandı. nd ($n = 5-9$)- nf ($n = 4-8$), $nd-np$ ($n = 5-9$), np ($n = 6-9$)- ns ($n = 6-10$) ve ng ($n = 5-8$)- nf ($n = 4-8$) geçişlerinin λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} (sn^{-1}) ağırlıklı geçiş olasılıkları Tablo 3.12'de verilmektedir. Ayrıca daha çok sayıda sonuçlar Ekler kısmındaki Tablo A.4'te yer almaktadır. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler "0" indisıyla belirtilirken geçiş olasılığı için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazıldı.

MCHF+BP hesaplamalarında Tablo 3.10'da verilen B konfigürasyon setindeki çift pariteli ve A'nın tek pariteli seviyeleri arasında yapılan geçişler A hesabı ve A konfigürasyon setindeki çift ve tek pariteli seviyeleri arasındaki geçişler B hesabı olarak MCHF program paketi [412] ile 272 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Bu geçişler için elde edilen veriler Tablo 3.12 ve Tablo A.4'te sunulmaktadır. Tablolarda geçiş olasılıkları üst seviyenin istatistiksel ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklı geçiş olasılıklarına (gA_{ki}) çevrildi. Tablo 3.12 ve Tablo A.4'te hesaplanan geçişler için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarının farklı konfigürasyon setlerine ait hesaplamaları A ve B üst indisıyla verilmektedir. Hesap sonuçları incelendiğinde birçok geçiş için karşılaştırma değerleri [119, 132-135] ile uyumun olduğu görülmektedir. $6s-6p$, $6s-8p$ ve $6s-9p$ geçişlerinde A hesabı iyi olmasına rağmen B hesabının sonuçları kötüdür. $5f-6g$, $5f-7g$, $5f-8g$ ve $6d-9p$ geçişlerinde hem A hem de B hesap sonuçlarıyla karşılaştırma değerleri arasında uyum yoktur. $6f-7g$, $6f-8g$ $7d-9p$ geçişlerinde dalga boyu ve gf sonuçları kötü olmasına rağmen gA_{ki} değerleri uyumludur. $5d-4f$ geçişlerinin dalga boyu uyumsuzken, $6d-5f$ geçişlerinin dalga boyu iyi olmasına rağmen diğer ışıma parametrelerinde uyum azdır. Bu uyumsuzlukların giderilmesi için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin dikkate alındığı konfigürasyon setleriyle yapılan geçişlerde de düzelme olmadığı görüldüğünden tablolarda verilmedi. Kapalı alt tabakaların dışında bir dış elektron olduğu için diğer alt tabakalardaki elektronlar arasındaki etkileşim oldukça azdır. Konfigürasyon

setindeki konfigürasyonların artırılması da sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmamıştır.

HFR program paketiyle [418] Tablo 3.10'da verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan A, B, C ve D hesaplamaları için sırasıyla 383, 7785, 1235 ve 2499 tane mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Geçiş verileri fazla olduğu için sadece nd (n = 5-9)-nf (n =4-8), nd-np (n =5-9), np (n = 6-9)-ns (n =6-10) ve ng (n = 5-8)-nf (n =4-8) geçişlerinin dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları A, B, C ve D üst indisıyla Tablo 3.12 ve Tablo A.4'te verilmektedir. A, B ve C hesaplarında en küçük kareler yöntemiyle elde edilen enerji değerleri deneysel verilere uydurma yapılarak elde edilen parametrelerle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. D hesabında en küçük kareler yöntemi kullanılmadı. Birçok geçiş için diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir. Dalga boylarında uyum çok iyi olmasına rağmen bazı ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarında uyum azdır. Özellikle 6s-8p, 6s-9p, 4f-6d ve 7s-9p geçişlerinde dalga boyundaki uyum iyi olduğu halde diğer geçiş parametrelerinde uyum oldukça azdır. 5d-4f geçişinin D hesabında dalga boylu sonuçları uyumsuzdur. Ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları için karşılaştırma verileri birkaç geçiş hariç sadece Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP yöntemiyle yapılan çalışmadır [135]. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında sadece HFR yöntemiyle elde edilen bazı geçişler için uyum daha az gözükmemektedir. Ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarındaki uyumsuzlukların iyileştirilmesi için özden uyarılmaların yapıldığı B hesabındaki sonuçlarda da iyileştirme olmadığı görülmektedir.

Tablo 3.12. La III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d $^2D_{3/2}$	8f $^2F_{5/2}^o$	729,95 ^A	744,192 ^{A,C}	744,19 ^a	0,102 ^{A,B}	0,17566 ^{A,C}	0,110 ^a	1,28(9) ^{A,B}	2,12(9) ^{A,B,C}	1,33(9) ^a
		727,90 ^B	744,193 ^B			0,17605 ^B			2,08(9) ^D	
5d $^2D_{5/2}$	8f $^2F_{7/2}^o$	738,81 ^A 736,57 ^B	748,504 ^D	753,03 ^a	0,153 ^{A,B}	0,17465 ^D	0,155 ^a	1,87(9) ^A 1,89(9) ^B	2,92(9) ^{A,B,C}	1,83(9) ^a
			753,032 ^{A,B,C}			0,24800 ^{A,C}			2,86(9) ^D	
			757,964 ^D			0,24857 ^B				
5d $^2D_{5/2}$	8f $^2F_{5/2}^o$	738,86 ^A 736,60 ^B	0,24638 ^D	753,18 ^a	0,008 ^{A,B}	0,01240 ^{A,C}	0,008 ^a	9,33(7) ^A 9,42(7) ^B	1,46(8) ^{A,B,C}	9,14(7) ^a
			758,070 ^D			0,01243 ^B			1,43(8) ^B	
						0,01232 ^D				
4f $^2F_{5/2}^o$	8g $^2G_{7/2}$	797,65 ^A 808,30 ^B	0,02434 ^{A,C}	758,12 ^a	0,027 ^{A,B}	0,02349 ^B	0,014 ^a	2,86(8) ^A 2,75(8) ^B	2,82(8) ^A	1,67(8) ^a
			809,611 ^D			0,02279 ^D			2,73(8) ^B	
						0,03120 ^{A,C}			2,83(8) ^C	
4f $^2F_{7/2}^o$	8g $^2G_{9/2}$	808,44 ^A 819,40 ^B	0,03120 ^{A,C}	766,83 ^a	0,035 ^A	0,03005 ^B	0,018 ^a	3,53(8) ^A 3,39(8) ^B	3,54(8) ^{A,C}	2,09(8) ^a
			820,884 ^D			0,02914 ^D			3,41(8) ^B	
						0,00240 ^{A,C}			2,89(8) ^D	
5d $^2D_{3/2}$	9p $^2P_{3/2}^o$	711,73 ^A 709,80 ^B	0,00231 ^B	781,65 ^a	0,002 ^{A,B}	0,00239 ^D	0,001 ^a	2,20(7) ^{A,B}	2,62(7) ^A	1,54(7) ^a
			781,647 ^{A,B,C}			0,00231 ^B			2,52(7) ^B	
5d $^2D_{3/2}$	9p $^2P_{1/2}^o$	712,67 ^A 710,70 ^B	787,411 ^D	784,01 ^a	0,006 ^{A,B}	0,01199 ^{A,C}	0,007 ^a	7,58(7) ^A 7,56(7) ^B	13,01(7) ^{A,C}	7,61(7) ^a
			784,013 ^{A,B,C}			0,01153 ^B			12,50(7) ^B	
			789,272 ^D			0,01191 ^D			12,80(7) ^D	
4f $^2F_{5/2}^o$	7g $^2G_{7/2}$	828,93 ^A 808,30 ^B	0,03412 ^{A,C}	786,64 ^a	0,039 ^A	0,03300 ^B	0,021 ^a	3,74(8) ^A 2,75(8) ^B	3,68(8) ^{A,C}	2,23(8) ^a
			842,250 ^D			0,03186 ^D			3,56(8) ^B	
						0,30476 ^{A,C}			3,00(8) ^D	
5d $^2D_{3/2}$	7f $^2F_{5/2}^o$	755,57 ^A 753,40 ^B	0,30501 ^B	787,14 ^a	0,156 ^{A,B}	0,30333 ^D	0,203 ^a	1,82(9) ^A 1,84(9) ^B	3,28(9) ^{A,B,C}	2,18(9) ^a
			787,137 ^{A,C}			0,02137 ^{A,C}			3,24(9) ^D	
			787,138 ^B			0,02054 ^B				
5d $^2D_{5/2}$	9p $^2P_{3/2}^o$	720,20 ^A 718,10 ^B	0,02120 ^D	791,57 ^a	0,009 ^{A,B}	0,00030 ^{A,C}	0,013 ^a	1,14(8) ^A 1,13(8) ^B	2,28(8) ^{A,C}	1,33(8) ^a
			790,847 ^D			0,02054 ^B			2,19(8) ^B	
			791,566 ^{A,B,C}			0,02120 ^D			2,22(8) ^D	
4f $^2F_{5/2}^o$	9d $^2D_{3/2}$	779,10 ^A 789,30 ^B	0,00021 ^B	794,84 ^a	0,001 ^{A,B}	0,00002 ^C	0,004 ^a	0,95(7) ^{A,B}	3,20(6) ^A	4,35(7) ^a
			0,00002 ^C			0,00028 ^D			2,17(6) ^B	
			0,00028 ^D						2,29(5) ^C	
									2,62(6) ^D	

Tablo 3.12. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f $^2F^o_{7/2}$	7g $^2G_{9/2}$	840,60 ^A 852,44 ^B	796,034 ^A 796,027 ^B 796,026 ^C 854,456 ^D	796,03 ^a	0,049 ^{A,B}	0,00125 ^{A,C} 0,04222 ^B 0,04370 ^C 0,04071 ^D	0,026 ^a	4,67(8) ^A 4,48(8) ^B	0,13(8) ^A 4,44(8) ^B 4,60(8) ^C 3,72(8) ^D	2,78(8) ^a
5d $^2D_{5/2}$	7f $^2F^o_{7/2}$	765,05 ^A 762,66 ^B	796,989 ^{A,B,C} 801,343 ^D	796,99 ^a	0,231 ^A 0,233 ^B	0,42998 ^{A,C} 0,43038 ^B 0,42765 ^D	0,286 ^a	2,64(9) ^A 2,69(9) ^B	4,52(9) ^{A,B,C} 4,44(9) ^D	3,00(9) ^a
5d $^2D_{5/2}$	7f $^2F^o_{5/2}$	765,12 ^A 762,70 ^B	797,198 ^{A,C} 797,197 ^B 801,534 ^D	797,20 ^a	0,012 ^{A,B}	0,02149 ^{A,C} 0,02151 ^B 0,02138 ^D	0,014 ^a	1,32(8) ^A 1,34(8) ^B	2,26(8) ^{A,B,C} 2,22(8) ^D	1,50(8) ^a
4f $^2F^o_{7/2}$	9d $^2D_{5/2}$	789,37 ^A 799,80 ^B	803,977 ^{A,C} 803,978 ^B 862,147 ^D	803,98 ^a	0,0001 ^A 0,00 ^B	0,00043 ^{A,C} 0,00028 ^B	0,006 ^a	0,18(7) ^A 0,20(7) ^B	0,442(7) ^{A,C} 0,289(7) ^B 0,358(7) ^D	6,00(7) ^a
4f $^2F^o_{5/2}$	6g $^2G_{7/2}$	882,21 ^A 895,30 ^B	835,023 ^{A,C} 835,022 ^B 898,006 ^D	835,02 ^a	0,058 ^A 0,057 ^B	0,04789 ^{A,C} 0,04643 ^B 0,04453 ^D	0,030 ^a	4,98(8) ^A 4,73(8) ^B	4,58(8) ^{A,C} 4,44(8) ^B 3,68(8) ^D	2,87(8) ^a
4f $^2F^o_{7/2}$	6g $^2G_{9/2}$	895,44 ^A 908,89 ^B	845,609 ^{A,C} 845,610 ^B 911,892 ^D	845,61 ^a	0,073 ^A 0,072 ^B	0,06130 ^{A,C} 0,05938 ^B 0,05685 ^D	0,038 ^a	6,06(8) ^A 5,79(8) ^B	5,72(8) ^{A,C} 5,54(8) ^B 4,56(8) ^D	3,58(8)
4f $^2F^o_{7/2}$	6g $^2G_{7/2}$	895,44 ^A 908,89 ^B	845,615 ^{A,C} 845,616 ^B 911,899 ^D	845,62 ^a	0,002 ^{A,B}	0,00175 ^{A,C} 0,00171 ^B 0,00162 ^D	0,001 ^a	1,73(7) ^A 1,65(7) ^B	1,63(7) ^{A,C} 1,59(7) ^B 1,30(7) ^D	1,02(7) ^a
4f $^2F^o_{5/2}$	8d $^2D_{3/2}$	800,38 ^A 845,60 ^B	850,723 ^{A,C} 850,722 ^B 913,446 ^D	850,72 ^a	0,0003 ^A 0,000 ^B	0,00044 ^{A,C} 0,00032 ^B 0,00041 ^D	0,007 ^a	0,29(7) ^A 0,12(7) ^B	0,409(7) ^{A,C} 0,297(7) ^B 0,330(7) ^D	6,16(7) ^a
5d $^2D_{3/2}$	8p $^2P^o_{3/2}$	728,25 ^A 726,20 ^B	860,393 ^{A,C} 860,394 ^B 866,294 ^D	860,39 ^a	0,001 ^{A,B}	0,00484 ^{A,C} 0,00470 ^B 0,00481 ^D	0,003 ^a	1,27(7) ^A 1,26(7) ^B	4,36(7) ^{A,C} 4,24(7) ^B 4,28(7) ^D	2,76(7) ^a
4f $^2F^o_{7/2}$	8d $^2D_{5/2}$	811,20 ^A 822,20 ^B	860,876 ^{A,C} 860,877 ^B 927,049 ^D	860,88 ^a	0,00003 ^A 0,000 ^B	0,00063 ^{A,C} 0,00044 ^B 0,00058 ^D	0,009 ^a	0,35(6) ^A 0,45(6) ^B	0,564(7) ^{A,C} 0,399(7) ^B 0,451(7) ^D	8,49(7) ^a
5d $^2D_{3/2}$	8p $^2P^o_{1/2}$	729,22 ^A 727,20 ^B	865,035 ^{A,C} 865,036 ^B 870,167 ^D	865,04 ^a	0,004 ^{A,B}	0,02409 ^{A,C} 0,02338 ^B 0,02395 ^D	0,015 ^a	0,50(8) ^A 0,49(8) ^B	2,15(8) ^{A,C} 2,08(8) ^B 2,11(8) ^D	1,36(8) ^a

Tablo 3.12. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d $^2D_{3/2}$	6f $^2F^o_{5/2}$	798,66 ^A 796,20 ^B	870,398 ^{A,C} 870,399 ^B 872,678 ^D	870,40 ^a	0,256 ^A 0,258 ^B	0,61357 ^A 0,61441 ^B 0,61357 ^C 0,61196 ^D	0,446 ^a	2,68(9) ^A 2,71(9) ^B	5,402(9) ^A 5,41(9) ^B 5,40(9) ^C 5,36(9) ^D	3,93(9) ^a 4,21(9) ^b
5d $^2D_{5/2}$	8p $^2P^o_{3/2}$	737,12 ^A 734,90 ^B	872,428 ^{A,B,C} 879,134 ^D	872,43 ^a	0,007 ^{A,B}	0,04299 ^{A,C} 0,04170 ^B 0,04266 ^D	0,027 ^a	0,82(8) ^A 0,81(8) ^B	3,77(8) ^{A,C} 3,65(8) ^B 3,68(8) ^D	2,38(8) ^a
6s $^2S_{1/2}$	9p $^2P^o_{3/2}$	809,25 ^A 6492,90 ^B	874,555 ^{A,B,C} 887,853 ^D	874,56 ^a	0,058 ^A 0,649 ^B	0,00017 ^{A,C,D} 0,00004 ^B	0,005 ^a	5,88(8) ^A 1,03(8) ^B	1,50(6) ^{A,C} 3,10(5) ^B 1,43(6) ^D	3,89(7) ^a
6s $^2S_{1/2}$	9p $^2P^o_{1/2}$	810,47 ^A 6572,20 ^B	877,518 ^{A,B,C} 890,220 ^D	877,52 ^a	0,029 ^A 0,238 ^B	0,00009 ^{A,C} 0,00002 ^B 0,00008 ^D	0,002 ^a	2,95(8) ^A 0,37(8) ^B	7,41(5) ^{A,C} 1,52(5) ^B 7,10(5) ^D	1,93(7) ^a
5d $^2D_{5/2}$	6f $^2F^o_{7/2}$	809,22 ^A 806,53 ^B	882,334 ^{A,B,C} 885,300 ^D	882,34 ^a	0,386 ^A 0,389 ^B	0,86466 ^{A,C} 0,86593 ^B 0,86177 ^D	0,629 ^a	3,93(9) ^A 3,99(9) ^B	7,41(9) ^{A,C} 7,42(9) ^B 7,33(9) ^D	5,39(9) ^a 5,95(9) ^b
5d $^2D_{5/2}$	6f $^2F^o_{5/2}$	809,34 ^A 806,70 ^B	882,712 ^A 882,716 ^{B,C} 885,709 ^D	882,72 ^a	0,019 ^A 0,020 ^B	0,04321 ^{A,C} 0,04328 ^B 0,04307 ^D	0,031 ^a	1,98(8) ^A 2,00(8) ^B	3,69(8) ^A 3,71(8) ^B 3,70(8) ^C 3,66(8) ^D	2,69(8) ^a 2,99(8) ^b
4f $^2F^o_{5/2}$	5g $^2G_{7/2}$	987,36 ^A 1003,70 ^B	929,717 ^{A,C} 929,714 ^B 1008,41 ^D	929,72 ^a	0,093 ^A 0,091 ^B	0,06003 ^A 0,05824 ^B 0,06004 ^C 0,05535 ^D	0,040 ^a	6,35(8) ^A 6,05(8) ^B	4,63(8) ^{A,C} 4,49(8) ^B 3,63(8) ^D	3,06(8) ^a
4f $^2F^o_{7/2}$	5g $^2G_{9/2}$	1003,96 ^A 1020,89 ^B	942,862 ^{A,C} 942,863 ^B 1025,949 ^D	942,86 ^a	0,106 ^A 0,104 ^B	0,07674 ^{A,C} 0,07440 ^B 0,07052 ^D	0,051 ^a	6,99(8) ^A 6,64(8) ^B	5,76(8) ^{A,C} 5,58(8) ^B 4,47(8) ^D	3,81(8) ^a
4f $^2F^o_{7/2}$	5g $^2G_{7/2}$	1003,96 ^A 1020,89 ^B	942,867 ^{A,C} 942,866 ^B 1025,966 ^D	942,87 ^a	0,003 ^{A,B}	0,00219 ^{A,C} 0,00213 ^B 0,00201 ^D	0,001 ^a	2,00(7) ^A 1,89(7) ^B	1,65(7) ^{A,C} 1,60(7) ^B 1,28(7) ^D	1,09(7) ^a
4f $^2F^o_{5/2}$	7d $^2D_{3/2}$	833,98 ^A 845,60 ^B	967,688 ^{A,B,C} 1047,542 ^D	967,69 ^a	0,0001 ^A 0,000 ^B	0,00067 ^{A,C} 0,00054 ^B 0,00062 ^D	0,012 ^a	1,48(6) ^A 1,17(6) ^B	0,474(7) ^{A,C} 0,381(7) ^B 0,374(7) ^D	8,53(7) ^a

^aBiémont ve çalışma arkadaşları [135], ^bMigdalek ve Wyrozumska [134], * Tablonun daha geniş hali Tablo A.4'te verilmektedir.

3.4. Ce I ve Ce II ($Z = 58$) için Hesaplama Sonuçları

Nadir toprak elementlerinden seryumun özellikle hem nötral hem de bir kez iyonlaşmış hallerinin optik yayınlama spektrumu zengindir. Bu özellik seryumun, hem ışık verimi hem de renk oluşturmayı geliştirdiğinden dolayı yüksek yoğunluklu deşarj ışık kaynaklarında kullanımını cazip hale getirmektedir.

Nötral seryumun (Ce I) karmaşık spektrumu hem deneyçiler hem de teorikçiler için bir sorun oluşturmayı sürdürmektedir. Atomik yapı parametrelerinin belirlenmesi üzerine yoğun bir çalışma vardır. Nötral seryumun (Ce I) enerji seviyeleri, ışınım parametreleri, izotop kaymaları ve geçiş enerjileri ile ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalar Tablo 1.3'te kaynak numaraları ile verilmiştir [1, 34, 35, 38–40, 45, 51, 52, 136–158]. Ce I için yayınlanan mevcut çalışmalar arasında büyük öneme sahip olanlar, Martin'in kapsamlı enerji seviye analizleri [1, 138, 139], Meggers ve arkadaşları tarafından gözlenen yaklaşık 1000 çizgi için çizgi şiddetleri [140, 141] ve Bisson ve çalışma arkadaşlarının seviye yarı ömürleri ve atomik geçiş olasılıklarıyla ilgili olan çalışmalarıdır [142, 143]. Martin'in 338,5–1000 nm aralığında yaklaşık 20000 sınıflandırılmış çizgilerini içeren yayınlanmamış olan verileri nötral seryum spektrumunun zorluğunu büyük ölçüde gösterir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda Fourier dönüşüm spektrumu ile 2874 çizgi için geçiş olasılıkları [151] ve zaman-çözünürlüklü lazer indirgenmiş floresans tekniğiyle 153 seviyenin yarı ömürleri sunulmuştur [150]. Ayrıca, seryumun izotop kaymaları da çeşitli çalışma grupları tarafından çalışılmıştır [153–158].

Seryum güneş sistemindeki nadir toprak elementleri arasında en yüksek bolluğa sahip olduğu için de önemli bir elementtir. Ce II'nin spektrum çizgileri sönmüş yıldızların kimyasında çokça gözlenir. Ce II'nin enerji seviyeleri, iyonlaşma potansiyeli, bazı çizgilerinin tanımlanması ve güneşteki bollukları incelenmiştir [10, 21, 34, 52, 69, 136, 159–161]. Işınım parametreleri deneysel olarak geçmişte az çalışılmıştır. Zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans tekniğiyle yarı ömürler [116, 148, 162, 163] ve 921 çizginin geçiş olasılıklarını belirlemek için Fourier dönüşüm spektroskopisiyle dallanma kesirleri [152] incelenmiştir. Ayrıca, 6185 spektrum çizgisinin Landé g -çarpanları ve ağırlıklı salınıcı şiddetleri [164], HFR+CP

yöntemiyle yarı ömürleri, salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları [165] çalışılmıştır. Ce II'nin kararlı izotopları için 566,1–590,0 nm aralığındaki geçişlerin izotop kaymaları lazer-iyon-demet spektroskopisiyle belirlenmiştir [166].

Nötral ve bir kez iyonlaşmış seryumun (Ce I ve Ce II) iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri çok konfigürasyonlu Hartree-Fock [412] ve relativistik Hartree-Fock [418] yöntemleri ile hesaplandı.

3.4.1. Ce I ve Ce II'nin geçiş enerjileri

Ce I ve Ce II'nin iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri MCHF [412] ve HFR [418] yöntemleri ile hesaplandı ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.13'te verilmektedir. Tabloda iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri cm^{-1} birim sistemlerinde ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle sunulmaktadır. Her iki hesaplamada da değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alındı.

Ce I ve Ce II'nin geçiş enerjilerinin MCHF+BP hesaplamalarında Ce II'nin iyonlaşma potansiyeli için [Cd] özü dışında $5p^64f^2$, $5p^65d^2$, $5p^64fnp$ ($n = 6, 7$), $5p^64fnf$ ($n = 5, 6$), $5p^64f6s$, $5p^55d^26p$ ve $5p^56s^26p$, Ce II'nin uyarılma enerjileri ve Ce I'in iyonlaşma potansiyeli için [Xe] özü dışında $4f5d^2$, $4f5d6s$, $4f6s^2$ ve $4f^26p$ konfigürasyonları dikkate alındı. Ce I'in uyarılma enerjileri için $4f5d6s^2$, $4f5d^26s$, $4f^26s6p$, $4f6s6p^2$, $5d^36p$, $5d^26s6p$, $5d6s^26p$, $5d6p^3$ ve $6s6p^3$ konfigürasyonları seçildi. HFR hesaplamalarında ise, Ce II'nin iyonlaşma potansiyeli için $4f^2$, $5d^2$, $4fnp$ ($n = 6, 7$), $4f5f$, $5d6s$, $4fnd$ ($n = 5-7$), $4f6s$ ve $4f5g$, Ce II'nin uyarılma enerjileri ve Ce I'in iyonlaşma potansiyeli için $4f5d^2$, $4f5d6s$, $4f6s^2$, $4f^26p$, $4f^3$, $4f^26s$, $4f^25d$, $4f5d6p$, $5d^3$, $4f6s6p$ ve $5d^26s$ konfigürasyonları alındı. Ce I'in uyarılma enerjileri için $4f5d6s^2$, $4f^26s6p$, $4f6s6p^2$, $4f^26s^2$, $4f^25d6s$, $4f6s^26p$ ve $4f5d^26p$ konfigürasyonları seçildi. Bu konfigürasyonlar [Xe] özünü içerir.

HFR hesaplamalarında alınan konfigürasyon setleri değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeleri içerir. Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yaparak iyileştirilir ve en küçük kareler yönteminde spin-

yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri Ce I için 0,65 ve Ce II için 0,75 olarak seçildi. Ce I için en küçük kareler yöntemi ile deneysel verilere uydurma bilgisayar kısıtlamalarından dolayı yapılamadığından bu sonuçlar ilk elde edilen şekli ile verilmektedir.

Ce I ve Ce II'nin iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri Tablo 3.13'te diğer çalışmalarla karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Karşılaştırma için veriler [63], [45] ve [51]'den alındı. Ce I ve Ce II'nin iyonlaşma potansiyelleri karşılaştırma verileri ile az uyumlu iken iki hesap birbiriyle uyumludur. Ce I'in uyarılma enerjilerinde ise $4f5d6s^2 \ ^3G^o$, $\ ^3D^o$ ve $\ ^1D^o_2$ seviyelerinin MCHF+BP ve HFR hesap sonuçlarında uyum azdır. Ce II'nin MCHF+BP hesabı için $4f5d^2 \ ^4H^o_{9/2}$ ve HFR için $4f5d^2 \ ^4I^o_{9/2}$ seviyelerinde uyum kötüdür. Her iki yöntemde de $4f5d^2$ seviyesinin $J = 9/2$ 'li seviyelerinin birbirine konfigürasyon katkılarının fazla olduğu görüldü. Ce I ve Ce II'nin hesaplamalarında görülen uyumsuzlukların iyileştirilmesi için öz-değerlik veya öz-öz elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelerin hesaba alındığı konfigürasyonlar, konfigürasyon setlerine dahil edilmelidir. Bu durumda hem konfigürasyon sayısı hem de açık alt tabakalardaki elektron sayısı çok fazla arttığı için konfigürasyon etkileşme hesabı çok zor olmaktadır.

3.5. Ce III (Z = 58) için Hesaplama Sonuçları

İki kez iyonlaşmış seryum (Ce III) nötral ve bir kez iyonlaşmış hallerine göre daha az çalışılmıştır. Ce III enerji seviyeleri, ışınım parametreleri ve geçiş enerjileri ile ilgili çalışmalar [45, 167–175]'te bulunabilir. Ce III için yapılan ilk çalışmalarda enerji seviyeleri ve spektrum analizleri mevcuttur [167–170]. 11000–26000Å bölgesinde $4f^2$ – $4f5d$ geçişlerinin dalga boyları deneysel olarak ölçülmüştür [171]. Bazı uyarılmış seviyelerin yarı ömürleri demet-folyo yöntemiyle [172] ve zaman-çözünürlüklü lazer spektroskopisiyle [148] çalışılmıştır. Ce III'ün enerji seviyeleri, Landé g -çarpanları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları için çeşitli teorik çalışmaları da yapılmıştır [48, 148, 173–175].

Tablo 3.13. Ce I ve Ce II'nin İP iyonlaşma potansiyeli (cm⁻¹) ve UE uyarılma enerjileri (cm⁻¹)

	Seviyeler		Bu çalışma		Diğer çalışmalar
	Konf.	Terim	MCHF+BP	HFR	
Ce I, Taban hal [Xe] 4f5d6s ² 1G ^o ₄					
İP	4f(2F ^o)5d ² (3F)	⁴ H ^o _{7/2}	38495,91	39740,00	44672 ^a 30971,44 ^b 44521,44 ^c
UE	4f5d6s ²	³ F ^o ₂	598,83	286,939	228,849 ^a
		³ F ^o ₃	2015,07	1745,079	1663,120 ^a
		³ F ^o ₄	3869,07	3548,514	3100,151 ^a
	4f5d6s ²	³ H ^o ₄	1944,75	1459,635	1279,424 ^a
		³ H ^o ₅	3318,86	2560,725	2208,657 ^a
		³ H ^o ₆	5476,71	4546,599	3976,104 ^a
	4f5d6s ²	³ G ^o ₃	2348,59	1512,246	1338,941 ^a
		³ G ^o ₄	4123,27	3245,696	–
		³ G ^o ₅	6016,45	4758,608	4199,367 ^a
	4f5d6s ²	¹ D ^o ₂	4667,70	3455,762	2378,827 ^a
	4f5d6s ²	³ D ^o ₁	5993,80	4093,175	3710,513 ^a
		³ D ^o ₂	7301,30	5461,096	4766,323 ^a
		³ D ^o ₃	7143,12	6979,718	5006,719 ^a
	Ce II, Taban hal [Xe] 4f(2F ^o)5d ² (3F) ⁴ H ^o _{7/2}				
İP	4f ²	³ H ₄	103596,12	95394,10	87500 ^a 89768,79 ^c
UE	4f(2F ^o)5d ² (3F)	⁴ H ^o _{9/2}	960,26	1162,368	2581,257 ^a
		⁴ H ^o _{11/2}	2749,12	2704,945	2879,695 ^a
		⁴ H ^o _{13/2}	4388,64	4235,424	4203,934 ^a
	4f(2F ^o)5d ² (3F)	⁴ I ^o _{9/2}	1346,88	685,785	1410,304 ^a
		⁴ I ^o _{11/2}	2506,23	2031,472	2563,233 ^a
		⁴ I ^o _{13/2}	3695,30	3333,187	3793,634 ^a
		⁴ I ^o _{15/2}	5754,10	5188,407	5455,845 ^a
	4f5d(3F)6s	³ F ^o _{3/2}	3373,97	2654,066	2595,644 ^a
		³ F ^o _{5/2}	4283,66	4375,606	3363,427 ^a
		³ F ^o _{7/2}	4873,40	4705,325	4459,872 ^a
		³ F ^o _{9/2}	6420,99	6038,878	5675,763 ^a
	4f ² (3H)6s	⁴ H _{7/2}	–	3947,707	3854,012 ^a
		⁴ H _{9/2}	–	4217,783	4165,550 ^a
		⁴ H _{11/2}	–	5607,925	5513,709 ^a
		⁴ H _{13/2}	–	7076,004	6967,547 ^a
	4f(2F ^o)5d ² (3F)	² S ^o _{1/2}	4410,83	4100,367	3508,470 ^a
	4f(2F ^o)5d ² (3F)	⁴ G ^o _{5/2}	3864,16	4466,708	–
		⁴ G ^o _{7/2}	5269,67	5395,109	5437,422 ^a
		⁴ G ^o _{9/2}	6174,73	6318,497	6389,942 ^a
⁴ G ^o _{11/2}		7157,76	7381,370	7522,622 ^a	

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bGálvez ve çalışma arkadaşları [51], ^cCao ve Dolg [45]

İki kez iyonlaşmış seryumun (Ce III) çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412] ve relativistik Hartree-Fock (HFR) [418] yöntemleriyle bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé *g*-çarpanları ve elektrik dipol geçişlerinin dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları hesaplandı. Bu sonuçlar Tablo 3.15 (daha geniş hali Tablo A.5) ve Tablo 3.16'da (daha geniş hali Tablo A.6) verilmektedir. Ce III'ün [Xe] özü dışında MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için hem değerlik-değerlik hem de öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen A ve B konfigürasyon setleri Tablo 3.14'te verilmektedir.

Tablo 3.14. Ce III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar	
	A	B
MCHF+BP hesaplamaları için:		
Çift parite	$4f^2, 5d^2, 4fnp$ (n = 6, 7), $4f5f, 5d6s$	$5p^64f^2, 5p^65d^2, 5p^64fnp$ (n = 6, 7), $5p^64fnf$ (n = 5, 6), $5p^64f6s, 5p^55d^26p, 5p^56s^26p$
HFR hesaplamaları için:		
Çift parite	$4f^2, 5d^2, 4fnp$ (n = 6, 7), $4f5f, 5d6s$	$4f^2, 5d^2, 4fnp$ (n = 6, 7), $4fnf$ (n = 5, 6), $5d6s, 5d6d, 6p^2$
Tek parite	$4fnd$ (n = 5-7), $4f6s, 4f5g$	$4fnd$ (n = 5-7), $4fns$ (n = 6-8), $4f5g, 5d6p$

3.5.1. Ce III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları

İki kez iyonlaşmış seryumun [Xe] özü dışında $4f^2, 5d^2, 4fnp$ (n = 6, 7), $4fnf$ (n = 5, 6), $5d6s, 5d6d, 6p^2, 4fnd$ (n = 5-7), $4fns$ (n = 6-8), $5d6p$ ve $4f5g$ uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.15 ve Ekler kısmındaki Tablo A.5'te sunulmaktadır. Enerji seviyeleri $4f^2$ 3H_4 taban hal seviyesine göre cm^{-1} birim sistemine göre verilmektedir. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre hesaplanan sonuçlar MCHF+BP ve HFR için A ve B üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler "o" indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçların seviye enerjileri NIST verileri [63] ile ve Landé g-çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ve [63] ile karşılaştırılmaktadır.

Ce III için MCHF+BP yöntemiyle tek pariteli seviyeleri için yapılan çalışmalarda $4f5d$ seviyesi taban enerji seviyesinden daha düşük çıktığından sadece çift pariteli seviyeler hesaplanabildi. Hem değerlik hem de öz ve değerlik elektronları arasındaki etkileşmelerin de alındığı konfigürasyon setleriyle bu durum düzeltilemedi. Bu yüzden Tablo 3.15 ve Tablo A.5'te MCHF+BP hesaplamaları için sadece çift pariteli seviyelerin enerjileri sunulmaktadır. A hesabında [Xe] özü alınarak değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alınırken, B hesabında [Cd] özü alınarak hem değerlik elektronları arasındaki hem de öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alındı. Relativistik düzeltmeler dikkate alınarak elde edilen dalga fonksiyonlarıyla konfigürasyon etkileşme yöntemiyle

seviye enerjileri elde edildi. MCHF dalga fonksiyonları ve seviye enerjileri kullanılarak Landé g -çarpanları hesaplandı [413]. MCHF+BP hesaplamalarında elde edilen $4f^2$, $4fnp$ ($n = 6, 7$) ve $4f5f$ çift pariteli seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları tablolarda verilmektedir. Hesap sonuçları incelendiğinde $4f^2$, $4f7p$ ve $4f5f$ seviyeleri için A hesabı karşılaştırma değerleri ile daha uyumluyken, özden uyarılmaların da olduğu B hesabında $4f6p$ seviyesi için iyileşme olmuştur. A ve B hesaplarının Landé g -çarpanları karşılaştırma değerleri ile uyumludur.

Ce III için HFR hesaplamaları Tablo 3.14'te verilen konfigürasyon setleriyle hesaplandı. HFR hesaplamalarında, A ve B konfigürasyon setlerindeki konfigürasyonlar, değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkileri dikkate alınarak seçildi ve en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yapıldı. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A ve B hesaplarında 0,75 olarak seçildi. Tablo 3.15 ve Tablo A.5'te HFR sonuçlarının $4f^2$, $5d^2$, $4fnp$ ($n = 6, 7$), $4fnf$ ($n = 5, 6$), $5d6s$, $5d6d$, $6p^2$, $4fnd$ ($n = 5-7$), $4fns$ ($n = 6-8$), $5d6p$ ve $4f5g$ uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları verilmektedir. Sonuçlar karşılaştırma değerleri ile uyumludur. $5d^2$ ve $4f5d$ seviyeleri için B çalışması daha iyi iken $5d6s$, $4f6s$ ve $4f6d$ seviyeleri için A hesabı daha uyumludur. Ayrıca, tüm hesaplamalarda Landé g -çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ve [63] ile oldukça uyumludur.

3.5.2. Ce III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

HFR yöntemiyle Ce III'ün elektrik dipol geçişlerine ait ışıma parametreleri (dalga boyları, salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları) hesaplandı. Tablo 3.16 ve Ekler kısmındaki Tablo A.6'da sadece karşılaştırma değeri olan düşük enerjili çift ve tek pariteli seviyeler arasındaki elektrik dipol geçişleri sunulmaktadır. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisıyla belirtilmektedir ve ağırlıklı geçiş olasılık verilerinde 10'un kuvvetleri parantez içinde yazılmaktadır.

HFR program paketiyle Tablo 3.14'te verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan A ve B hesaplamaları için sırasıyla 3096 ve 6216 tane mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Geçiş verileri fazla olduğu için sadece $4f^2-4f5d$, $4f^2-4f6d$, $4f^2-4f6s$, $4f5d-5d^2$, $4f5d-4f6p$, $4f5d-5d6s$, $4f5d-4f5f$, $4f6s-5d^2$, $4f6s-4f6p$ ve $4f6s-5d6s$ geçişlerinin dalga boyları, logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları A ve B üst indisleriyle verilmektedir. A ve B hesaplarında en küçük kareler yöntemiyle elde edilen enerji değerleri deneysel verilere uydurma yapıldı. Elde edilen parametrelerle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. Tablolarda Ce III için karşılaştırma değerleri fazla olduğundan sadece DREAM veri tabanındaki [64] verilerle karşılaştırma yapılmaktadır. Bu veriler Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP yöntemiyle yapılmıştır ve bir kısmı [175] de sunulmuştur. A ve B hesap sonuçları [64] ile karşılaştırıldığında birçok geçiş için oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. A ve B hesaplarının dalga boylarında uyum çok iyi olmasına rağmen bazı logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarında bazen A bazen de B hesabı daha uyumludur. A hesabının $4f5d \ ^3F_2-5d^2 \ ^3P_2$ geçişinin gA_{ki} değeri uyumsuzken, $4f5d \ ^3G_4-4f6p \ (7/2, 3/2)_5$ geçişinin de B hesabının $\log(gf)$ ve gA_{ki} değerleri uyumsuzdur. $4f5d \ ^3G_3-5d6s \ ^3D_2$, $4f5d \ ^3F_4-5d^2 \ ^3F_3$ ve $4f6s \ (5/2, 1/2)_2-5d^2 \ ^3P_2$ geçişlerinde dalga boyundaki uyum iyi olduğu halde diğer geçiş parametrelerinde uyum oldukça azdır. Logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarındaki uyumsuzlukların iyileştirilmesi için konfigürasyon setlerine özden uyarılmaların yapıldığı konfigürasyonlar eklenmelidir fakat bu durumda da çok fazla konfigürasyon hal fonksiyonları üretildiğinden geçişlerin yapılması için bilgisayar kısıtlamalarıyla karşılaşıldığından bu tür hesaplamaları yapmak zor olmaktadır.

Tablo 3.15. Ce III'ün E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé *g*-çarpanları*

Seviyeler		E			<i>g</i> -çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
Çift parite için:							
4f ²	³ H ₄	0,00 ^{A,B}	0,02 ^A 0,00 ^B	0,00 ^{a,b}	0,805 ^{A,B}	0,805 ^{A,B}	0,805 ^b
	³ H ₅	1307,50 ^A 1316,88 ^B	1513,74 ^A 1535,39 ^B	1528,32 ^a	1,033 ^{A,B}	1,033 ^{A,B}	1,033 ^b
	³ H ₆	2684,65 ^A 2713,52 ^B	3107,48 ^A 3147,01 ^B	3127,10 ^a	1,167 ^{A,B}	1,167 ^{A,B}	1,167 ^b
4f ²	³ F ₂	4252,69 ^A 4617,14 ^B	3660,47 ^A 3696,42 ^B	3762,75 ^a	0,670 ^{A,B}	0,673 ^{A,B}	0,673 ^b
	³ F ₃	5080,60 ^A 5447,64 ^B	4671,27 ^A 4718,90 ^B	4764,76 ^a	1,083 ^{A,B}	1,084 ^{A,B}	1,084 ^b
	³ F ₄	6788,94 ^A 7193,19 ^B	5001,47 ^A 5002,26 ^B	5006,06 ^a	1,140 ^A 1,138 ^B	1,157 ^A 1,150 ^B	1,156 ^b
4f ²	¹ G ₄	4252,69 ^A 5358,35 ^B	7131,03 ^A 7118,91 ^B	7120,00 ^a	1,104 ^A 1,107 ^B	1,088 ^A 1,095 ^B	1,089 ^b
4f ²	¹ D ₂	14593,93 ^A 15764,55 ^B	12844,70 ^A 12777,09 ^B	12835,09 ^a	1,016 ^A 1,015 ^B	1,028 ^A 1,026 ^B	1,027 ^b
4f ²	³ P ₀	18563,34 ^A 20060,93 ^B	16001,42 ^A 16029,38 ^B	16072,04 ^a			
	³ P ₁	18923,64 ^A 20421,00 ^B	16494,98 ^A 16520,61 ^B	16523,66 ^a	1,501 ^{A,B}	1,501 ^{A,B}	1,501 ^b
	³ P ₂	19565,80 ^A 21057,80 ^B	17372,82 ^A 17390,99 ^B	17317,49 ^a	1,480 ^A 1,482 ^B	1,466 ^A 1,468 ^B	1,467 ^b
4f ²	¹ I ₆	17519,13 ^A 18921,47 ^B	17541,69 ^A 17450,52 ^B	17420,60 ^a	1,000 ^{A,B}	1,000 ^{A,B}	1,000 ^b
4f ²	¹ S ₀	40084,20 ^A 42426,66 ^B	32779,20 ^A 32890,30 ^B	32838,62 ^a			
4f(2F ^o _{5/2})6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	32444,57 ^A 47560,89 ^B	47919,80 ^A 48434,60 ^B	48267,00 ^a	1,290 ^A 1,297 ^B	1,297 ^A 1,287 ^B	0,87 ^a 0,872 ^b
	(5/2,1/2) ₂	37697,89 ^A 46523,69 ^B	48159,93 ^A 49108,59 ^B	48404,86 ^a	1,088 ^A 1,091 ^B	1,062 ^A 1,064 ^B	0,81 ^a 0,825 ^b
	(7/2,1/2) ₄	44106,61 ^B 36673,43 ^A	50223,61 ^B 52705,32 ^A	50057,60 ^a	0,846 ^B 1,101 ^A	0,819 ^B 1,103 ^A	1,149 ^b 1,06 ^a
	(5/2,3/2) ₁	45330,26 ^B 38347,46 ^A	50932,28 ^B 48980,07 ^A	51932,34 ^a	1,089 ^B 0,499 ^{A,B}	1,088 ^B 0,499 ^{A,B}	1,034 ^b 0,40 ^a
	(5/2,3/2) ₂	47290,61 ^B 32691,36 ^A	50769,20 ^B 50333,93 ^A	51640,68 ^a	0,710 ^A 0,704 ^B	0,785 ^A 0,892 ^B	0,499 ^b 0,99 ^a
	(5/2,3/2) ₃	40888,93 ^B 34043,53 ^A	52069,89 ^B 51477,60 ^A	51262,21 ^a	1,095 ^A 1,090 ^B	1,002 ^A 1,099 ^B	0,94 ^a 0,937 ^b
	(5/2,3/2) ₄	42235,20 ^B 34589,46 ^A	52896,53 ^B 50703,29 ^A	52440,96 ^a	1,089 ^B 1,180 ^A	1,088 ^B 1,165 ^A	1,034 ^b 1,135 ^a
	(7/2,3/2) ₅	42839,47 ^B 38416,98 ^A	53583,49 ^B 53818,91 ^A	54193,84 ^a	1,195 ^B 1,200 ^A	1,171 ^B 1,200 ^{A,B}	1,122 ^b 1,21 ^a
	(7/2,3/2) ₂	47195,31 ^B 41086,48 ^A	53704,28 ^B 55043,11 ^A	54556,48 ^a	1,200 ^B 1,033 ^A	1,200 ^{A,B} 0,994	1,200 ^b 1,08 ^a
	(7/2,3/2) ₃	49899,59 ^B 38772,14 ^A	53775,10 ^B 52992,48 ^A	53615,98 ^a	1,037 ^B 0,915 ^A	0,906 ^B 0,957 ^A	1,045 ^b 1,24 ^a
	(7/2,3/2) ₄	40816,78 ^B 39440,84 ^A	53924,67 ^B 54158,88 ^A	54549,34 ^a	0,932 ^B 1,018 ^A	0,963 ^B 1,015 ^A	1,208 ^b 1,05 ^a
		47988,20 ^B 100376,54 ^A	54437,04 ^B 98760,59 ^A		1,016 ^B 0,823 ^A	1,022 ^B 0,828 ^A	1,052 ^b 0,837 ^b
4f(2F ^o _{5/2})5f	² [7/2] ₃	109313,80 ^B 101098,47 ^A	99984,97 ^B 99499,13 ^A	98913,68 ^a	0,797 ^B 1,050 ^A	1,030 ^B 1,050 ^A	
	² [7/2] ₄	109792,83 ^B 100930,29 ^A	100516,83 ^B 100384,29 ^A	99577,01 ^a	1,044 ^B 0,699 ^A	1,063 ^B 1,282 ^A	1,047 ^b 0,758 ^b
4f(2F ^o _{5/2})5f	² [3/2] ₁	110618,20 ^B 101564,45 ^A	98738,82 ^B 100185,39 ^A	99248,38 ^a	0,596 ^B 1,166 ^A	0,692 ^B 1,141 ^A	
	² [3/2] ₂	110930,51 ^B 100721,08 ^A	99628,59 ^B 99051,73 ^A	99894,15 ^a	1,123 ^B 0,930 ^A	1,148 ^B 0,879 ^A	1,144 ^b 0,899 ^b
4f(2F ^o _{5/2})5f	² [11/2] ₅	110586,88 ^B 101667,34 ^A	99060,03 ^B 99924,94 ^A	99178,16 ^a	0,950 ^B 1,023 ^A	0,859 ^B 1,025 ^A	
	² [11/2] ₆	111205,17 ^B 100204,30 ^B		100015,70 ^a	1,032 ^B 1,026 ^B		1,026 ^b

Tablo 3.15. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f(² F _{5/2})5f	² [9/2] ₅	101230,44 ^A	99593,06 ^A	99604,30 ^a	0,964 ^A	1,016 ^A	0,993 ^b
		109537,72 ^B	100046,72 ^B		1,032 ^B	1,015 ^B	
	² [9/2] ₄	109719,15 ^A	101120,11 ^A	100814,08 ^a	0,831 ^{A,B}	0,863 ^A	0,851 ^b
4f(² F _{5/2})5f	² [5/2] ₃	111165,91 ^B	100037,28 ^B			0,825 ^B	
		102332,59 ^A	102070,62 ^A	99708,39 ^a	1,208 ^A	1,168 ^A	1,083 ^b
	² [5/2] ₂	111678,74 ^B	101428,08 ^B		1,230 ^B	1,114 ^B	
4f(² F _{5/2})5f	² [1/2] ₁	110291,83 ^A	101075,11 ^A	101354,33 ^a	0,721 ^A	0,871 ^A	0,797 ^b
		112175,81 ^B	100288,10 ^B		0,746 ^B	0,823 ^B	
	² [1/2] ₀	102855,78 ^A	99067,49 ^A	100189,69 ^a	1,410 ^A	0,893 ^A	1,519 ^b
4f(² F _{7/2})5f	² [9/2] ₅	112054,30 ^B	101716,39 ^B		1,161 ^B	1,282 ^B	
		111880,73 ^A	102240,99 ^A	102502,41 ^a			
	² [9/2] ₄	114602,18 ^B	102240,29 ^B				
4f(² F _{7/2})5f	² [9/2] ₅	102017,45 ^A	101666,49 ^A	101178,46 ^a	1,137 ^A	1,140 ^A	1,142 ^b
		110933,05 ^B	102025,10 ^B		1,058 ^B	1,173 ^B	
	² [9/2] ₄	110920,92 ^A	104177,10 ^A	102566,29 ^a	1,068 ^A	1,123 ^A	1,052 ^b
4f(² F _{7/2})5f	² [5/2] ₃	112710,55 ^B	103173,40 ^B		1,053 ^B	1,081 ^B	
		101330,28 ^A	99770,58 ^A	101343,93 ^a	1,051 ^A	1,062 ^A	1,158 ^b
	² [5/2] ₂	110273,27 ^B	99148,96 ^B		1,034 ^B	0,986 ^B	
4f(² F _{7/2})5f	² [13/2] ₇	111907,86 ^A	104876,51 ^A	103231,23 ^a	1,111 ^A	1,059 ^A	1,095 ^b
		114280,52 ^B	102175,49 ^B		1,037 ^B	0,966 ^B	
	² [13/2] ₆	102580,54 ^A	102017,09 ^A	101564,83 ^a	1,143 ^{A,B}	1,143 ^{A,B}	1,143 ^b
4f(² F _{7/2})5f	² [13/2] ₆	112291,84 ^B	101735,72 ^B				
		112392,45 ^A	104323,61 ^A	103676,13 ^a	1,010 ^A	1,057 ^A	1,025 ^b
	² [13/2] ₅	115029,16 ^B	103126,39 ^B		1,002 ^B	1,040 ^B	
4f(² F _{7/2})5f	² [3/2] ₁	102855,78 ^A	102171,79 ^A	101647,49 ^a	1,390 ^A	1,253 ^A	1,214 ^b
		113236,99 ^B	100244,39 ^B		1,711 ^B	1,516 ^B	
	² [3/2] ₂	112934,31 ^A	103715,01 ^A	104177,07 ^a	1,334 ^A	1,295 ^A	1,298 ^b
4f(² F _{7/2})5f	² [11/2] ₅	115536,82 ^B	103719,69 ^B		1,425 ^B	1,376 ^B	
		110602,50 ^A	103281,90 ^A	102408,70 ^a	1,033 ^A	1,032 ^A	1,032 ^b
	² [11/2] ₆	112227,66 ^B	101565,70 ^B		1,025 ^B	1,019 ^B	
4f(² F _{7/2})5f	² [7/2] ₃	111224,59 ^A	103741,25 ^A	102897,68 ^a	1,156 ^{A,B}	1,108 ^A	1,140 ^b
		112679,38 ^B	102211,32 ^B			1,125 ^B	
	² [7/2] ₄	110980,40 ^A	103422,24 ^A	102649,22 ^a	1,083 ^A	1,108 ^A	1,089 ^b
4f(² F _{7/2})5f	² [7/2] ₄	112926,74 ^B	101840,43 ^B		1,103 ^B	1,036 ^B	
		111789,93 ^A	103388,60 ^A	103351,21 ^a	1,149 ^A	1,082 ^A	1,157 ^b
	² [1/2] ₁	113409,66 ^B	102041,87 ^B		1,169 ^B	1,126 ^B	
4f(² F _{7/2})5f	² [1/2] ₁	112370,47 ^A	103776,30 ^A	103612,68 ^a	1,501 ^A	1,564 ^A	1,510 ^b
		115235,30 ^B	103064,83 ^B		1,532 ^B	1,513 ^B	
	² [1/2] ₀	114818,42 ^A	107351,60 ^A	–			–
		118507,35 ^B	106284,40 ^B				
Tek parite için:							
4f5d	¹ G ₄	–	3431,61 ^A	3276,66 ^a	–	0,924 ^A	0,99 ^a
			3372,91 ^B			0,914 ^B	0,965 ^b
4f5d	³ F ₂	–	3950,38 ^A	3821,53 ^a	–	0,737 ^A	0,76 ^a
			3843,05 ^B			0,743 ^B	0,763 ^b
	³ F ₃	–	5539,56 ^A	5502,37 ^a	–	1,055 ^A	1,10 ^a
			5479,13 ^B			1,032 ^B	1,072 ^b
	³ F ₄	–	7277,68 ^A	7150,05 ^a	–	1,189 ^A	1,30 ^a
			7262,13 ^B			1,170 ^B	1,214 ^b
4f5d	³ H ₄	–	5020,45 ^A	5127,27 ^a	–	0,911 ^A	0,87 ^a
			5017,42 ^B			0,924 ^B	0,864 ^b
	³ H ₅	–	6064,41 ^A	6361,27 ^a	–	1,033 ^{A,B}	1,07 ^a
			6025,20 ^B				1,033 ^b
	³ H ₆	–	8136,50 ^A	8349,99 ^a	–	1,167 ^{A,B}	1,17 ^a
			8159,59 ^B				1,167 ^b
4f5d	³ G ₃	–	6035,12 ^A	6265,21 ^a	–	0,788 ^A	0,76 ^a
			6002,91 ^B			0,813 ^B	0,773 ^b
	³ G ₄	–	7720,04 ^A	7836,72 ^a	–	1,077 ^A	1,06 ^a
			7739,26 ^B			1,092 ^B	1,057 ^b
	³ G ₅	–	9217,38 ^A	9325,51 ^a	–	1,198 ^{A,B}	1,22 ^a
			9243,80 ^B				1,198 ^b

Tablo 3.15. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f5d	$^1D^o_2$	–	7083,69 ^A 7074,81 ^B	6571,36 ^a	–	0,956 ^A 0,950 ^B	0,88 ^a 0,922 ^b
4f5d	$^3D^o_1$	–	8851,76 ^A 8837,31 ^B	8922,05 ^a	–	0,521 ^A 0,529 ^B	0,52 ^a 0,520 ^b
	$^3D^o_2$	–	9942,57 ^A 9915,68 ^B	9900,49 ^a	–	1,161 ^A 1,166 ^B	1,18 ^a 1,164 ^b
	$^3D^o_3$	–	10148,74 ^A 10061,79 ^B	10126,53 ^a	–	1,249 ^A 1,236 ^B	1,34 ^a 1,239 ^b
4f5d	$^3P^o_0$	–	11598,43 ^A 11616,39 ^B	11577,16 ^a	–	–	–
	$^3P^o_1$	–	11615,86 ^A 11586,90 ^B	11612,67 ^a	–	1,467 ^A 1,458 ^B	1,29 ^a 1,469 ^b
	$^3P^o_2$	–	12735,02 ^A 12640,30 ^B	12641,55 ^a	–	1,480 ^A 1,475 ^B	1,38 ^a 1,485 ^b
4f5d	$^1F^o_3$	–	12700,10 ^A 12625,38 ^B	12500,72 ^a	–	1,075 ^A 1,086 ^B	1,03 ^a 1,083 ^b
4f5d	$^1H^o_5$	–	16081,53 ^A 16200,62 ^B	16152,32 ^a	–	1,003 ^{A,B}	1,06 ^a 1,002 ^b
4f5d	$^1P^o_1$	–	18415,28 ^A 18316,19 ^B	18443,63 ^a	–	1,013 ^{A,B}	0,99 ^a 1,011 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)6s _{1/2}	$(5/2,1/2)^o_2$	–	19239,51 ^A 19173,08 ^B	19236,23 ^a	–	0,666 ^{A,B}	0,665 ^a 0,666 ^b
	$(5/2,1/2)^o_3$	–	19460,29 ^A 19403,42 ^B	19464,46 ^a	–	1,058 ^{A,B}	1,07 ^a 1,057 ^b
4f($^2F^o_{7/2}$)6s _{1/2}	$(7/2,1/2)^o_4$	–	21474,39 ^A 21406,51 ^B	21476,46 ^a	–	1,251 ^{A,B}	1,27 ^a 1,251 ^b
	$(7/2,1/2)^o_3$	–	21851,41 ^A 21773,59 ^B	21849,47 ^a	–	1,026 ^{A,B}	1,035 ^a 1,026 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)7s _{1/2}	$(5/2,1/2)^o_3$	–	89380,20 ^B	89663,07 ^a	–	1,051 ^B	1,051 ^b
	$(5/2,1/2)^o_2$	–	89497,51 ^B	89596,39 ^a	–	0,693 ^B	0,673 ^b
4f($^2F^o_{7/2}$)7s _{1/2}	$(7/2,1/2)^o_4$	–	91798,29 ^B	91840,44 ^a	–	1,192 ^B	1,236 ^b
	$(7/2,1/2)^o_3$	–	91890,61 ^B	91922,55 ^a	–	1,047 ^B	1,097 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)6d	$^2[5/2]^o_2$	–	89534,96 ^A 88813,69 ^B	89350,03 ^a	–	0,754 ^A 0,741 ^B	0,774 ^b
	$^2[5/2]^o_3$	–	90142,41 ^A 89917,29 ^B	90086,92 ^a	–	1,056 ^A 1,034 ^B	1,079 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)6d	$^2[9/2]^o_4$	–	89493,00 ^A 90217,03 ^B	89651,91 ^a	–	0,876 ^A 0,872 ^B	0,88 ^a 0,924 ^b
	$^2[9/2]^o_5$	–	90544,71 ^A 90794,51 ^B	90658,94 ^a	–	1,037 ^A 1,045 ^B	1,07 ^a 1,041 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)6d	$^2[7/2]^o_4$	–	90044,32 ^A 89972,19 ^B	90045,27 ^a	–	0,985 ^A 1,011 ^B	0,942 ^b
	$^2[7/2]^o_3$	–	89698,61 ^A 90086,48 ^B	89743,68 ^a	–	0,812 ^A 0,826 ^B	0,786 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)6d	$^2[3/2]^o_1$	–	90170,42 ^A 90132,70 ^B	90144,52 ^a	–	0,554 ^A 0,709 ^B	0,577 ^b
	$^2[3/2]^o_2$	–	92190,88 ^A 90294,39 ^B	90223,72 ^a	–	1,155 ^A 0,987 ^B	1,045 ^b
4f($^2F^o_{5/2}$)6d	$^2[1/2]^o_0$	–	90862,07 ^A 90726,31 ^B	90902,41 ^a	–	–	–
	$^2[1/2]^o_1$	–	90865,83 ^A 90829,30 ^B	90878,78 ^a	–	1,390 ^A 1,259 ^B	1,357 ^b
4f($^2F^o_{7/2}$)6d	$^2[7/2]^o_4$	–	92156,59 ^A 91432,91 ^B	92080,62 ^a	–	1,183 ^A 1,211 ^B	1,165 ^b
	$^2[7/2]^o_3$	–	91899,93 ^A 92649,43 ^B	91954,59 ^a	–	1,151 ^A 1,233 ^B	1,088 ^b
4f($^2F^o_{7/2}$)6d	$^2[5/2]^o_3$	–	92670,48 ^A 91591,70 ^B	92705,16 ^a	–	1,148 ^A 1,056 ^B	1,149 ^b
	$^2[5/2]^o_2$	–	90329,56 ^A 91729,67 ^B	92018,61 ^a	–	1,096 ^A 1,030 ^B	1,085 ^b

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve Biémont [48], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.5'te verilmektedir.

Tablo 3.16. Ce III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

		Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye		Üst seviye		Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
4f ²	³ H ₄	4f5d	³ D ₃	9853,452 ^A	9872,344 ^a	-3,360 ^A	-3,39 ^a	3,00(4) ^A	2,78(4) ^a
				9938,551 ^B		-3,209 ^B		4,17(4) ^B	
4f ²	³ H ₄	4f5d	¹ F ₃	7873,966 ^A	7997,339 ^a	-3,539 ^A	-3,60 ^a	3,11(4) ^A	2,62(4) ^a
				7920,536 ^B		-3,469 ^B		3,61(4) ^B	
4f ²	³ H ₄	4f(² F _{5/2})6d	² [7/2] ₃ ^o	1114,844 ^A	1114,285 ^a	-1,951 ^A	-2,18 ^a	6,01(7) ^A	3,55(7) ^a
				1110,044 ^B		-2,023 ^B		5,14(7) ^B	
4f ²	³ H ₄	4f(² F _{7/2})6d	² [5/2] ₃ ^o	1079,092 ^A	1078,689 ^a	-3,445 ^A	-3,75 ^a	2,06(6) ^A	1,02(6) ^a
				1093,698 ^B		-3,915 ^B		6,78(5) ^B	
4f ²	³ H ₅	4f(² F _{5/2})6d	² [9/2] ₄ ^o	1136,631 ^A	1134,770 ^a	-3,620 ^A	-3,24 ^a	1,24(6) ^A	2,98(6) ^a
				1127,628 ^B		-2,383 ^B		2,17(7) ^B	
4f ²	³ H ₅	4f(² F _{5/2})6d	² [7/2] ₄ ^o	1129,552 ^A	1129,727 ^a	-2,140 ^A	-2,40 ^a	3,79(7) ^A	2,06(7) ^a
				1130,751 ^B		-2,515 ^B		1,59(7) ^B	
4f ²	³ H ₅	4f(² F _{5/2})6d	² [9/2] ₅ ^o	1123,204 ^A	1121,949 ^a	-2,821 ^A	-2,94 ^a	7,98(6) ^A	6,07(6) ^a
				1120,333 ^B		-2,792 ^B		8,58(6) ^B	
4f ²	³ H ₅	4f(² F _{7/2})6d	² [9/2] ₄ ^o	1108,750 ^A	1108,555 ^a	-2,025 ^A	-2,35 ^a	5,12(7) ^A	2,43(7) ^a
				1107,260 ^B		-2,416 ^B		2,09(7) ^B	
4f ²	³ H ₆	4f5d	¹ H ₅	7707,692 ^A	7675,301 ^a	-2,847 ^A	-3,09 ^a	16,0(4) ^A	9,36(4) ^a
				7660,727 ^B		-2,830 ^B		16,8(4) ^B	
4f ²	³ H ₆	4f(² F _{5/2})6d	² [9/2] ₅ ^o	1143,677 ^A	1142,441 ^a	-2,761 ^A	-2,87 ^a	8,84(6) ^A	6,90(6) ^a
				1140,933 ^B		-2,608 ^B		1,26(7) ^B	
4f ²	³ H ₆	4f(² F _{7/2})6d	² [11/2] ₆ ^o	1119,627 ^A	1118,575 ^a	-2,488 ^A	-2,60 ^a	1,73(7) ^A	1,35(7) ^a
				1122,264 ^B		-2,453 ^B		1,87(7) ^B	
4f5d	¹ G ₄ ^o	5d ²	³ F ₄	2479,155 ^A	2484,29 ^a	-1,360 ^A	-1,55 ^a	4,74(7) ^A	3,02(7) ^a
				2505,432 ^B		-1,509 ^B		3,29(7) ^B	
4f5d	¹ G ₄ ^o	4f(² F _{7/2})6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₃	2017,721 ^A	1986,519 ^a	-1,209 ^A	-1,31 ^a	1,01(8) ^A	8,23(7) ^a
				1978,172 ^B		-1,276 ^B		9,03(7) ^B	
4f5d	¹ G ₄ ^o	4f(² F _{7/2})6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₄	1971,325 ^A	1950,356 ^a	-0,773 ^A	-0,92 ^a	2,89(8) ^A	2,09(8) ^a
				1958,322 ^B		-0,702 ^B		3,46(8) ^B	
4f5d	¹ G ₄ ^o	5d6s	³ D ₃	1608,865 ^A	1605,805 ^a	-3,672 ^A	-3,63 ^a	5,48(5) ^A	6,12(5) ^a
				1610,940 ^B		-4,164 ^B		1,76(5) ^B	
4f ²	³ F ₂	4f(² F _{5/2})6s _{1/2}	(5/2,1/2) ₂ ^o	6418,882 ^A	6460,885 ^a	-2,943 ^A	-3,71 ^a	1,84(5) ^A	3,11(4) ^a
				6461,343 ^B		-3,161 ^B		1,10(5) ^B	
4f ²	³ F ₂	4f(² F _{5/2})6d	² [7/2] ₃ ^o	1162,274 ^A	1163,049 ^a	-3,548 ^A	-3,84 ^a	1,40(6) ^A	0,72(6) ^a
				1157,540 ^B		-3,469 ^B		1,69(6) ^B	

Tablo 3.16. Devam

Geçişler				λ		$\log(gf)$		$g^{A_{ki}}$	
Alt seviye		Üst seviye		Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
				HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
4f ²	³ F ₂	4f(² F _{5/2})6d	² [3/2] ^o ₁	1155,936 ^A	1157,652 ^a	-3,398 ^A	-3,90 ^a	2,00(6) ^A	6,21(5) ^a
				1156,921 ^B		-2,791 ^B		8,06(6) ^B	
4f ²	³ F ₂	4f(² F _{7/2})6d	² [3/2] ^o ₁	1110,194 ^A	1113,089 ^a	-3,958 ^A	-3,81 ^a	5,96(5) ^A	8,31(5) ^a
				1114,414 ^B		-3,154 ^B		3,76(6) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d ²	³ F ₂	2756,523 ^A	2730,039 ^a	-0,751 ^A	-1,00 ^a	1,56(8) ^A	8,98(7) ^a
				2742,549 ^B		-0,834 ^B		1,30(8) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d ²	³ F ₃	2627,552 ^A	2622,718 ^a	-1,740 ^A	-1,99 ^a	1,76(7) ^A	9,84(6) ^a
				2637,455 ^B		-1,832 ^B		1,41(7) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d ²	¹ D ₂	2358,312 ^A	2321,182 ^a	-3,235 ^A	-3,12 ^a	6,98(5) ^A	9,40(5) ^a
				2325,978 ^B		-3,359 ^B		5,39(5) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	4f(² F _{5/2})6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₂	2261,955 ^A	2242,295 ^a	-0,454 ^A	-0,25 ^a	4,59(8) ^A	7,56(8) ^a
				2209,187 ^B		-0,361 ^B		5,95(8) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d ²	³ P ₁	2157,082 ^A	2228,833 ^a	-3,519 ^A	-3,67 ^a	4,34(5) ^A	2,87(5) ^a
				2232,315 ^B		-3,375 ^B		5,64(5) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d ²	³ P ₂	2098,689 ^A	2162,778 ^a	-3,303 ^A	-2,00 ^a	7,53(5) ^A	1,44(7) ^a
				2167,500 ^B		-1,746 ^B		2,55(7) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	4f(² F _{7/2})6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₃	2175,450 ^A	2147,392 ^a	-0,821 ^A	-2,10 ^a	2,13(8) ^A	1,15(7) ^a
				2156,077 ^B		-0,857 ^B		2,00(8) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	4f(² F _{5/2})6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	2220,756 ^A	2077,873 ^a	-0,971 ^A	-0,88 ^a	1,45(8) ^A	2,02(8) ^a
				2131,008 ^B		-0,858 ^B		2,04(8) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d6s	³ D ₁	1683,554 ^A	1680,281 ^a	-2,091 ^A	-2,06 ^a	1,91(7) ^A	2,05(7) ^a
				1676,283 ^B		-2,043 ^B		2,15(7) ^B	
4f5d	³ F ₂ ^o	5d6s	³ D ₂	1664,672 ^A	1661,428 ^a	-2,409 ^A	-2,72 ^a	9,38(6) ^A	4,61(6) ^a
				1660,227 ^B		-2,707 ^B		4,75(6) ^B	
4f ²	³ F ₃	4f(² F _{5/2})6d	² [7/2] ^o ₄	1171,329 ^A	1172,601 ^a	-3,656 ^A	-3,98 ^a	1,07(6) ^A	5,10(5) ^a
				1176,887 ^B		-2,956 ^B		5,33(6) ^B	
4f ²	³ F ₃	4f(² F _{5/2})6d	² [5/2] ^o ₃	1169,984 ^A	1172,028 ^a	-3,005 ^A	-3,00 ^a	4,82(6) ^A	4,85(6) ^a
				1177,648 ^B		-3,442 ^B		1,74(6) ^B	
4f ²	³ F ₃	4f(² F _{7/2})6d	² [7/2] ^o ₄	1143,048 ^A	1145,267 ^a	-3,736 ^A	-3,89 ^a	9,38(5) ^A	6,60(5) ^a
				1156,997 ^B		-3,199 ^B		3,15(6) ^B	
4f ²	³ F ₄	4f5d	¹ H ₅ ^o	9025,223 ^A	8969,157 ^a	-3,252 ^A	-3,39 ^a	4,59(4) ^A	3,32(4) ^a
				8929,883 ^B		-3,213 ^B		5,12(4) ^B	
4f ²	³ F ₄	4f(² F _{5/2})6d	² [9/2] ^o ₅	1168,998 ^A	1167,503 ^a	-3,406 ^A	-3,56 ^a	1,92(6) ^A	1,35(6) ^a
				1165,606 ^B		-3,348 ^B		2,20(6) ^B	

Tablo 3.16. Devam

Geçişler				λ		$\log(gf)$		g_{ki}^A	
Alt seviye		Üst seviye		Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
				HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
4f ²	³ F ₄	4f(²F ^o _{7/2})6d	²[9/2] ^o ₄	1153,350 ^A	1153,006 ^a	-2,769 ^A	-2,80 ^a	8,53(6) ^A	7,99(6) ^a
				1151,461 ^B		-3,302 ^B		2,51(6) ^B	
4f ²	³ F ₄	4f(²F ^o _{7/2})6d	²[9/2] ^o ₅	1146,940 ^A	1147,126 ^a	-3,087 ^A	-3,61 ^a	4,15(6) ^A	1,24(6) ^a
				1148,825 ^B		-3,270 ^B		2,72(6) ^B	
4f ²	³ F ₄	4f(²F ^o _{7/2})6d	²[11/2] ^o ₅	1136,162 ^A	1133,520 ^a	-3,129 ^A	-3,16 ^a	3,84(6) ^A	3,58(6) ^a
				1130,842 ^B		-2,708 ^B		1,02(7) ^B	
4f5d	³ H ^o ₄	5d ²	³ F ₄	2580,811 ^A	2604,054 ^a	-1,171 ^A	-1,68 ^a	6,76(7) ^A	2,08(7) ^a
				2613,098 ^B		-1,224 ^B		5,84(7) ^B	
4f5d	³ H ^o ₄	4f(²F ^o _{5/2})6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	2331,038 ^A	2317,337 ^a	-1,273 ^A	-0,57 ^a	6,54(7) ^A	3,31(8) ^a
				2303,238 ^B		-0,981 ^B		1,31(8) ^B	
4f5d	³ H ^o ₄	4f(²F ^o _{7/2})6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	2049,242 ^A	2037,393 ^a	-2,157 ^A	-1,98 ^a	1,11(7) ^A	1,71(7) ^a
				2053,944 ^B		-1,859 ^B		2,19(7) ^B	
4f5d	³ H ^o ₄	5d6s	³ D ₃	1651,070 ^A	1654,986 ^a	-3,090 ^A	-3,22 ^a	1,99(6) ^A	1,45(6) ^a
				1654,778 ^B		-3,197 ^B		1,55(6) ^B	
4f5d	³ F ^o ₃	5d ²	³ F ₂	2882,807 ^A	2861,387 ^a	-1,053 ^A	-1,45 ^a	7,11(7) ^A	2,92(7) ^a
				2871,390 ^B		-0,935 ^B		9,40(7) ^B	
4f5d	³ F ^o ₃	5d ²	³ F ₃	2742,050 ^A	2743,714 ^a	-0,721 ^A	-0,91 ^a	1,69(8) ^A	1,10(8) ^a
				2756,396 ^B		-0,891 ^B		1,13(8) ^B	
4f5d	³ F ^o ₃	5d ²	³ F ₄	2615,857 ^A	2629,750 ^a	-1,615 ^A	-1,85 ^a	2,36(7) ^A	1,36(7) ^a
				2645,008 ^B		-1,751 ^B		1,69(7) ^B	
4f5d	³ F ^o ₃	5d ²	¹ D ₂	2450,137 ^A	2415,459 ^a	-2,157 ^A	-2,45 ^a	7,75(6) ^A	4,07(6) ^a
				2417,995 ^B		-2,102 ^B		9,01(6) ^B	

^aDream Database [64], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.6'da verilmektedir.

3.6. Yb I (Z = 70) için Hesaplama Sonuçları

İterbiyum yedi doğal izotopa (^{168}Yb (%0,13), ^{170}Yb (%3,04), ^{171}Yb (%14,28), ^{172}Yb (%21,83), ^{173}Yb (%16,13), ^{174}Yb (%31,83) ve ^{176}Yb (%12,76)) sahip nadir toprak elementidir. İterbiyumun yapısı, $4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ taban hal konfigürasyonu ile alkali topraklara benzediğinden dolayı spektroskopi çalışmaları için, onu önemli bir element haline getirmektedir. Ancak, iç alt tabaka ve çift uyarma sınırlarında, enerji seviyelerinin yakınlığından dolayı iterbiyumda 4f alt tabakası bir toprak alkali elementinden, spektrumlarının ayrılması için kolayca uyarılabilir.

Hem nötral hem de bir kez iyonlaşmış iterbiyum, lazer soğutma, nötral atom ve iyonların hapsi, atomik saatler, frekans standartları, kuantum bilgisayar deneyleri, kuantum optik ve atomik parite korumasız deneyleri gibi hapsedilmiş atom ve iyonları içeren deneylerde kullanılan yaygın bir elementtir. Nötral iterbiyum atomunun çeşitli atomik yapı özelliklerini içeren gözlem, deney ve teorik çalışmalar Tablo 1.3'te özetlenmektedir. Yb I'in seviye enerjileri, Rydberg halleri, kendiliğinden iyonlaşması, iyonlaşma potansiyeli ve çift uyarılmış rezonanslarının fotoiyonlaşma kesitleriyle ilgili çalışmalar farklı çalışma grupları tarafından incelenmiştir [4, 6, 10, 38, 39, 40, 51, 52, 176–221]. Bu çalışmalarda, optik-mikrodalga çift-rezonans spektrumu, üç-foton polarizasyon spektroskopisi, iki-foton iyonlaşma spektroskopisi, üç-renkli dört-foton rezonans uyarma tekniği, iki-renkli üç-foton uyarılması ile 4f iç tabaka uyarılması, üç aşamalı lazer uyarma tekniği, seçici üç aşamalı lazer spektroskopisi, relativistik çiftlenmiş-küme yöntemi, Hartree-Fock-Dirac yöntemi gibi deneysel ve teorik yöntemler kullanılmıştır.

İterbiyumun ışınım parametrelerinden yarı ömürleri geniş ölçüde incelenmiştir. Bazı düşük seviyelerinin ve $4f^{14}6snp \ ^{1,3}P_{1,2}$, $4f^{14}6sns \ ^1S_0$ ve $4f^{14}6snd \ ^{1,3}D_2$ Rydberg seviyelerinin yarı ömürleri çeşitli çalışmalarda, optik çift rezonans, zaman-çözünürlüklü floresans spektroskopisi, gecikmeli elektrik-alan iyonlaşma tekniği, çok konfigürasyonlu Dirac-Fock yöntemi ve çok kanallı kuantum kusur teorisi ile çalışılmıştır [34, 36 222–230, 234, 238–241, 243–254, 259]. Diğer ışınım parametreleri olan salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları daha çok $4f^{14}6s^2-4f^{14}6s6p$ geçiş için model-potansiyel ve çok konfigürasyonlu Dirac-Fock yöntemleri ile

incelenmiştir [231–242]. Ayrıca, $4f^{14}6s^2 \ ^1S_0-4f^{14}5d6s \ ^3D_1$ yasaklı geçişi farklı gruplar tarafından çalışılmıştır [255–257].

Nötral iterbiyumun bazı uyarılmış seviyelerinin aşırı ince yapısı ve $4f^{14}6s^2 \ ^1S_0-4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1$, $4f^{14}6s^2 \ ^1S_0-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$ ve $4f^{14}6s6p \ ^3P^o_0-4f^{14}6s7s \ ^3S_1$ geçişlerinin izotop kayması ve aşırı ince yapısı atomik demet-lazer spektroskopisi, iki-foton spektroskopisi, seviye-çarpışma ve ters çarpışma spektroskopisi, optik çift-rezonans spektroskopisi, doymuş-soğurma spektroskopisi, Doppler-bağımsız doymuş soğurma lazer spektroskopisi, yüksek-çözünürlüklü lazer spektroskopisi, Fabry-Perot spektroskopi gibi deneysel yöntemlerle incelenmiştir [158, 258–282]. Yb I'in izotop kaymaları ve aşırı ince yapı sabitleri için teorik çalışmalar oldukça azdır [283, 284]. Ayrıca, Yb'in elektron ilgisi çalışmaları [57, 61, 285–292] kaynaklarında bulunabilir.

Nötral iterbiyumun (Yb I) bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları, elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412, 413] ve relativistik Hartree-Fock (HFR) [418] yöntemleri kullanılarak hesaplandı. Ayrıca bazı uyarılmış seviyelerinin yarı ömürleri ve geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyeli, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) de aynı yöntemlerle incelendi.

Yb I'in [Xe] özü dışında, MCHF+BP hesaplamalarında, dört farklı hesaplama değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre konfigürasyon hal fonksiyonlarını elde etmek için seçildi. Atomlarda karşılıklı etkileşme etkileri değerlik-değerlik, öz-değerlik ve öz-öz katkıları olarak sınıflandırılabilir. Genellikle, bu katkılar çok konfigürasyon teknikleri ile değerlendirilebilir. Özellikle salıncı şiddetleri hesaplamaları için, ilk iki katkı çok önemlidir. Ancak, özden uyarılmalar çok fazla konfigürasyon üretir. MCHF+BP hesaplamalarında, öz-değerlik ve öz-öz elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkileri de hesaplara dahil edilmeye çalışıldı. Bununla birlikte, bu tür konfigürasyonlar açık öz ve değerlik alt tabakalarından dolayı çok fazla konfigürasyon hal fonksiyonları üretir ve bu da iyileştirme problemlerini ortaya çıkarır. Bu nedenle hesaplamalarda sadece değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alındı. HFR hesaplamalarında ise, değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin (A ve B) yanı sıra öz ve

değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme (C ve D) de göz önüne alındı. C ve D hesaplamalarında hem değerlik hem de öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelerin alındığı konfigürasyonların sayısı, bilgisayar kısıtlamalarından dolayı fazla seçilemedi. MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için A, B, C ve D olarak isimlendirilen bu konfigürasyon setleri Tablo 3.17’de verilmektedir.

Tablo 3.17. Yb I’e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar			
	A	B	C	D
MCHF+BP hesaplamaları için:				
Çift parite	4f ¹⁴ 6s ² , 4f ¹⁴ 5dns, 4f ¹⁴ 6snd (n = 6–9), 4f ¹⁴ 6sns (n = 7–9), 4f ¹⁴ 6p ² , 4f ¹⁴ 5d ² , 4f ¹⁴ 5dnd (n = 6–8), 4f ¹⁴ 5d5g, 4f ¹⁴ 5g ² , 4f ¹⁴ 6sng (n = 5–7), 4f ¹⁴ 6p5f, 4f ¹⁴ 5f7p, 4f ¹⁴ 5f ²	4f ¹⁴ 6s ² , 4f ¹⁴ 5d6s, 4f ¹⁴ 5d ² , 4f ¹⁴ 6p ² , 4f ¹⁴ 6sns (n = 7, 8), 4f ¹⁴ 6snd (n = 6, 7)	A hesabı ile aynı	4f ¹⁴ ns ² , 4f ¹⁴ 5dns, 4f ¹⁴ np ² (n = 6–9), 4f ¹⁴ 5d ² , 4f ¹⁴ 6snd (n = 6, 7), 4f ¹⁴ 6sng (n = 5–7), 4f ¹⁴ ns5g (n = 7, 8), 4f ¹⁴ 6p5f, 4f ¹⁴ 5f7p, 4f ¹⁴ 6sns, 4f ¹⁴ 6pnp (n = 7–9), 4f ¹⁴ 7sns, 4f ¹⁴ 7pnp (n = 8, 9), 4f ¹⁴ 8s9s, 4f ¹⁴ 8p9p
Tek parite	4f ¹⁴ 6snp (n = 6–9), 4f ¹⁴ 6snf (n = 5, 6), 4f ¹⁴ 7s5f, 4f ¹⁴ 6p5g, 4f ¹⁴ 5f5g, 4f ¹⁴ 6pns, 4f ¹⁴ 7snp (n = 7–9), 4f ¹⁴ 7pns, 4f ¹⁴ 8snp (n = 8, 9), 4f ¹⁴ 8p9s, 4f ¹⁴ 9s9p	4f ¹⁴ 6snp (n = 6, 7), 4f ¹⁴ 6snf (n = 5, 6), 4f ¹⁴ 5f5g	B hesabı ile aynı	4f ¹⁴ 6snp (n = 6–9), 4f ¹⁴ 6snf (n = 5–9), 4f ¹⁴ 5dnp (n = 6, 7)
HFR hesaplamaları için:				
Çift parite	4f ¹⁴ 6s ² , 4f ¹⁴ 5d6s, 4f ¹⁴ 6p ² , 4f ¹⁴ 6snd (n = 6, 7), 4f ¹⁴ 6s7s	4f ¹⁴ 6s ² , 4f ¹⁴ 5d6s, 4f ¹⁴ 6p ² , 4f ¹⁴ 5d ² , 4f ¹⁴ 6snd (n = 6–14), 4f ¹⁴ 6sns (n = 7–11)	4f ¹⁴ 6s ² , 4f ¹³ 6s ² 6p	4f ¹⁴ 6s ² , 4f ¹⁴ 5d6s, 4f ¹³ 6s ² 6p, 4f ¹³ 5d6s6p
Tek parite	4f ¹⁴ 6snp (n = 6, 7), 4f ¹⁴ 6snf (n = 5, 6), 4f ¹⁴ 5d6p	4f ¹⁴ 6snp (n = 6–14), 4f ¹⁴ 6snf (n = 5–12), 4f ¹⁴ 5d6p	4f ¹⁴ 6s6p, 4f ¹³ 5d6s ²	4f ¹⁴ 6s6p, 4f ¹³ 5d6s ² , 4f ¹³ 5d ² 6s

3.6.1. Yb I’in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları

Nötral iterbiyumun [Xe] özü dışında 4f¹⁴6s², 4f¹⁴5d6s, 4f¹³6s²6p, 4f¹⁴6sns (n = 7, 8), 4f¹⁴6snd (n = 6, 7), 4f¹⁴6p², 4f¹⁴5d², 4f¹⁴6snp (n = 6–8), 4f¹³5d6s², 4f¹⁴6snf (n = 5, 6) ve 4f¹⁴5d6p uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları hesaplandı [293].

Elde edilen sonuçlar $4f^{14}6s^2\ ^1S_0$ taban hal seviyesine göre cm^{-1} biriminde Tablo 3.18 ve daha geniş şekilde Ekler kısmındaki Tablo A.7’de sunulmaktadır. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre hesaplanan sonuçlar MCHF+BP ve HFR için A, B, C ve D üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen enerji seviyelerinin sonuçları NIST verileri [63], Wyart ve Camus’un çok kanallı kuantum kusur teorisiyle [185] ve Baumann ve çalışma arkadaşlarının zaman-çözünürlüklü floresans spektroskopisiyle [226] yaptıkları çalışmaları ile karşılaştırılmaktadır.

MCHF atomik yapı paketinde bazı parametre değerleri değiştirilerek Tablo 3.17’de verilen konfigürasyon setleri ile hesaplamaları yapmak mümkün oldu. Ayrıca, Zeeman programıyla [413], relativistik etkiler dikkate alınarak elde edilen enerji seviyeleri ve dalga fonksiyonları kullanılarak seviyelerin Landé g -çarpanları hesaplandı. Sonuçlar Tablo 3.18 ve Tablo A.7’de diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmaktadır.

MCHF atomik yapı paketi ile elde edilen $4f^{14}6s^2$, $4f^{14}5d6s$, $4f^{14}6sns$ ($n = 7, 8$), $4f^{14}6snd$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}6p^2$, $4f^{14}5d^2$, $4f^{14}6snp$ ($n = 6-8$), $4f^{14}6snf$ ($n = 5, 6$) ve $4f^{14}5d6p$ uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanlarının farklı konfigürasyon setlerine ait sonuçları A, B, C ve D üst indisleriyle Tablo 3.18 ve Tablo A.7’de verilmektedir. Elde edilen enerjiler diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, uyumun bazı yüksek uyarılmış seviyeleri hariç iyi olduğu görülmektedir. $4f^{14}5d6s$ seviyesi için A ve C hesaplamaları ve $4f^{14}6s7p$ seviyesi için C hesabı karşılaştırma değerleri ile uyumludur. $4f^{14}6p^2$ ve $4f^{14}6s6d$ seviyeleri için A, B ve C hesapları ile elde edilen sonuçlar, D hesabı ile elde edilenden daha iyidir. Özellikle $4f^{14}6s7s$ ve $4f^{14}6s8s$ seviyeleri için B konfigürasyon seti ile elde edilen sonuçlar iyidir. $4f^{14}6s6p$, $4f^{14}6s6f$ ve $4f^{14}5d6p$ tek pariteli seviyeleri içinde B hesabı uyumludur. Aynı zamanda, bazı seviyeler için A ve D hesapları diğer çalışmalarla uyumludur. Tüm hesaplamalarda elde edilen Landé g -çarpanları da diğer çalışmalarla uyum içindedir. MCHF+BP hesaplamaları sadece değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşimler dikkate alınarak yapıldığından bazı uyumsuzluklar, özden uyarılarak elde edilen konfigürasyonlar hesaba katılarak düzeltiler. Fakat bu tür hesaplamalar konfigürasyonlardaki tüm yörüngeler için iyileştirme

kısıtlamaları nedeniyle mümkün olmadı. $4f^{14}$ 'ten uyarıma ve daha çok dolu olmayan d ve f alt tabakalarını içeren konfigürasyonlar alındığında son derece karmaşık ve zaman alıcı hesaplamalar ortaya çıkmaktadır.

Cowan'ın program paketi [418] kullanılarak yapılan HFR hesaplamalarında karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate almak için Tablo 3.17'de verilen konfigürasyon setleri alındı. Bu hesaplamalarda, Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yapmak için iyileştirildi. En küçük kareler yönteminde tüm deneysel seviyeler NIST'ten alındı. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirilmemiş değerleri A, B, C ve D hesaplamalarında 0,75 olarak seçildi. HFR hesaplamalarıyla elde edilen $4f^{14}6s^2$, $4f^{14}5d6s$, $4f^{13}6s^26p$, $4f^{14}6sns$ ($n = 7, 8$), $4f^{14}6snd$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}6p^2$, $4f^{14}5d^2$, $4f^{14}6snp$ ($n = 6-8$), $4f^{13}5d6s^2$, $4f^{14}6snf$ ($n = 5, 6$) ve $4f^{14}5d6p$ uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları Tablo 3.18 ve Tablo A.7'de verilmektedir. Tüm hesaplamalar için seviye enerjileri ve Landé g-çarpanları diğer çalışma verileri ile çok iyi uyum içindedir. C ve D konfigürasyon setleri öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşimleri hesaba katmak için $4f^{14}$ 'ten uyarılmış konfigürasyonları ($4f^{13}6s^26p$, $4f^{13}5d6s6p$, $4f^{13}5d6s^2$ ve $4f^{13}5d^26s$) içerir. Fakat bu konfigürasyonlar A ve B konfigürasyon setlerine iyileştirme sorunlarından dolayı alınamadı.

Tablo 3.18. Yb I'in E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları*

Seviyeler		E			g- çarpanı					
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar			
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR				
Çift parite için:										
4f ¹⁴ 6s ²	¹ S ₀	0,00 ^{A,B,C,D}	0,00 ^{A, D}	0,00 ^a						
4f ¹⁴ 5d6s	³ D ₁	23740,08 ^{A,C}	24489,390 ^A	24489,102 ^a	0,499 ^{A,B,C,D}	0,499 ^{A,B,D}	0,50 ^{a,b}			
		24094,77 ^B	24484,649 ^B	24489 ^b						
4f ¹⁴ 5d6s	³ D ₂	28871,97 ^D	24489,586 ^D	24751,948 ^a	1,150 ^{A,C}	1,164 ^{A,B,D}	1,16 ^a			
		24171,81 ^{A,C}	24751,614 ^A					24751 ^b	1,147 ^B	1,164 ^b
		24505,97 ^B	24752,449 ^B	25270,902 ^a	1,142 ^D	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^{A,B,D}	1,34 ^a		
		28973,71 ^D	24751,119 ^D						25270 ^b	1,334 ^b
4f ¹⁴ 5d6s	¹ D ₂	25499,96 ^{A,C}	25271,096 ^A	27677,665 ^a	1,017 ^{A,C}	1,003 ^{A,B,D}	1,01 ^a			
		25860,31 ^B	25275,501 ^B					27654 ^b	1,020 ^B	1,003 ^b
		29374,42 ^D	25271,295 ^D	32065,282 ^a	-	1,266 ^C	1,23 ^a			
		26841,47 ^{A,C}	27677,700 ^A					31957 ^b	1,254 ^D	1,262 ^b
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6s ² 6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₃	-	32100,309 ^D	32273,597 ^a	-	1,062 ^{C,D}	1,064 ^b			
		-	32346,703 ^C					32279 ^b		
		4f ¹⁴ 6s7s	³ S ₁	40022,96 ^{A,C}	32694,700 ^A	32694,692 ^a	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^{A,B}	2,01 ^{a,c}	
				57664,65 ^B	32694,713 ^B					32695 ^b
4f ¹⁴ 6s7s	¹ S ₀	32594,31 ^D	34350,700 ^A	34350,65 ^a	-	1,20 ^{C,D}	1,200 ^b			
		43110,06 ^{A,C}						34349,725 ^B	34350 ^b	
		59389,89 ^B	35039,281 ^C	35178,78 ^a				-	1,060 ^C	1,05 ^a
		34038,53 ^D								
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6s ² 6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	-	35210,312 ^C	35196,98 ^a	-	1,059 ^D	1,059 ^b			
		-	35397,304 ^D					35199 ^b		
		(7/2,3/2) ₂	-	35826,279 ^C	35807,52 ^a	-	1,080 ^C	1,08 ^a		
			-	35778,076 ^D	35741 ^b				1,093 ^D	1,085 ^b
(7/2,3/2) ₃	-	36199,503 ^C	36060,98 ^a	-	1,202 ^C	1,199 ^b				
	-	35977,204 ^D	36041 ^b				1,201 ^D			

Tablo 3.18. Devam

Seviyeler		E			g- çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 6s6d	³ D ₁	47446,68 ^{A,C}	39807,524 ^A	39808,72 ^a	0,499 ^{A,B,C,D}	0,499 ^{A,B}	0,50 ^{a,b,c}
		46870,04 ^B	39807,056 ^B	39795 ^b			
		51420,55 ^D					
4f ¹⁴ 6s6d	³ D ₂	47446,68 ^{A,C}	39839,374 ^A	39838,04 ^a	1,167 ^{A,B,C,D}	1,143 ^A	1,16 ^a
		46870,06 ^B	39838,732 ^B	39833 ^b			
		51421,52 ^D					
4f ¹⁴ 6s6d	³ D ₃	47446,68 ^{A,C}	39965,998 ^A	39966,09 ^a	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^{A,B}	1,33 ^a
		46870,09 ^B	39967,809 ^B	39952 ^b			
		51422,53 ^D					
4f ¹⁴ 6s6d	¹ D ₂	47452,23 ^{A,C}	40061,204 ^A	40061,51 ^a	1,00 ^{A,B,C,D}	1,024 ^A	1,03 ^a
		46877,79 ^B	40057,109 ^B	40094 ^b			
		51460,07 ^D					
4f ¹⁴ 6s8s	³ S ₁	58195,51 ^{A,C}	41615,099 ^B	41615,04 ^a	2,002 ^{A,B,C}	2,002 ^B	2,02 ^a
		47835,38 ^B		41602 ^b			
		54228,50 ^D					
4f ¹⁴ 6s8s	¹ S ₀	58900,12 ^{A,C}	41919,359 ^B	41939,90 ^a	2,001 ^D	2,002 ^B	2,00 ^b
		47843,59 ^B		41955 ^b			
		60105,46 ^D					
4f ¹³ (² F _{5/2})6s ² 6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	–	42253,692 ^C	42413,58 ^a	–	0,797 ^C	0,801 ^b
			42079,725 ^D	42471 ^b			
			42521,983 ^C	42531,87 ^a			
4f ¹⁴ 6p ²	³ P ₀	–	42361,895 ^D	42578 ^b	–	0,973 ^C	1,01 ^a
			42361,895 ^D	42578 ^b			
			42361,895 ^D	42578 ^b			
4f ¹⁴ 6p ²	³ P ₁	44243,37 ^{A,C}	42511,300 ^A	42436,91 ^a	1,501 ^{A,B,C}	1,501 ^{A,B}	1,47 ^a
		43519,96 ^B	42559,755 ^B	42429 ^b			
		45487,64 ^{A,C}	43835,200 ^A	43805,42 ^a			
4f ¹⁴ 6p ²	³ P ₂	44864,27 ^B	43534,913 ^B	43823 ^b	1,469 ^A	1,335 ^A	1,34 ^a
		46912,30 ^{A,C}	44540,599 ^A	44760,37 ^a			
		46380,96 ^B	44393,023 ^B	44716 ^b			
4f ¹⁴ 6p ²	¹ D ₂	51411,60 ^{A,C}	46531,601 ^A	47821,78 ^{a?}	0,986 ^{A,C}	1,154 ^A	1,04 ^{a?}
		51313,31 ^B	46780,665 ^B				
		56732,09 ^{A,C}	48324,000 ^A				
4f ¹⁴ 6p ²	¹ S ₀	56804,45 ^B	48382,640 ^B	48332 ^b	0,984 ^B	1,027 ^B	

Tablo 3.18. Devam

Seviyeler		E			g- çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Tek parite için: 4f ¹⁴ 6s6p	³ P ₀	18850,70 ^A	17320,693 ^A	17288,439 ^a			
		18087,44 ^B	17287,302 ^B	17312 ^b			
		18730,43 ^C	17310,632 ^C				
		17262,64 ^D	17313,665 ^D				
	³ P ₁	18883,84 ^A	17954,209 ^A	17992,007 ^a	1,501 ^{A,B,C}	1,490 ^{A,B}	1,49282 ^a
		18174,60 ^B	17917,397 ^B	17962 ^b	1,499 ^D	1,492 ^C	1,490 ^b
		18817,59 ^C	17963,859 ^C			1,491 ^D	
		17567,98 ^D	17959,345 ^D				
	³ P ₂	18951,41 ^A	19710,498 ^A	19710,388 ^a	1,501 ^{A,B,C,D}	1,501 ^{A,B,C,D}	1,50 ^{a,b}
		18356,54 ^B	19663,600 ^B	19716 ^b			
		18999,52 ^C	19715,408 ^C				
		18248,59 ^D	19717,191 ^D				
4f ¹⁴ 6s6p	¹ P ₁	24474,23 ^A	25069,400 ^A	25068,222 ^a	1,000 ^{A,B,C}	1,011 ^{A,B}	1,035 ^a
		24613,97 ^B	25163,800 ^B	25075 ^b	1,001 ^D	1,065 ^C	1,052 ^b
		25256,96 ^C	25063,101 ^C			1,050 ^D	
		26667,25 ^D	25033,399 ^D				
4f ¹³ (² F _{7/2})5d _{3/2} 6s ²	(7/2,3/2) ^o ₂	–	23341,506 ^C	23188,518 ^a	–	1,468 ^C	1,45 ^a
			23392,975 ^D	23229 ^b		1,462 ^D	1,463 ^b
	(7/2,3/2) ^o ₅	–	25851,108 ^C	25859,682 ^a	–	1,021 ^C	1,04 ^a
			25757,722 ^D	25847 ^b		1,023 ^D	1,022 ^b
	(7/2,3/2) ^o ₃	–	27562,712 ^C	27445,638 ^a	–	1,199 ^C	1,22 ^a
			27330,304 ^D	27349 ^b		1,213 ^D	1,215 ^b
	(7/2,3/2) ^o ₄	–	28217,685 ^C	28184,512 ^a	–	1,163 ^C	1,14 ^a
			28136,414 ^D	28128 ^b		1,135 ^D	1,139 ^b
4f ¹³ (² F _{7/2})5d _{5/2} 6s ²	(7/2,5/2) ^o ₆	–	26980,996 ^C	27314,919 ^a	–	1,167 ^{C,D}	1,16 ^a
			27130,014 ^D	27348 ^b			1,167 ^b
	(7/2,5/2) ^o ₂	–	28583,678 ^C	28195,960 ^a	–	1,015 ^C	1,02 ^{a,b}
			28454,612 ^D	28185 ^b		1,023 ^D	
4f ¹⁴ 6s7p	³ P ₀	39035,66 ^A	38071,599 ^A	38090,71 ^a			
		41425,37 ^B	38064,690 ^B	38073 ^b			
		42068,36 ^C					

Tablo 3.18. Devam

Seviyeler		E			g- çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	$^3P^o_1$	39035,66 ^A 41425,46 ^B 42068,45 ^C	38204,902 ^A 38198,014 ^B	38174,17 ^a 38199 ^b	1,501 ^{A,B,C}	1,495 ^A 1,497 ^B	1,14 ^a 1,468 ^b
4f ¹⁴ 6s7p	$^3P^o_2$	39035,66 ^A 41425,64 ^B 42068,62 ^C	38551,699 ^A 38526,996 ^B	38551,93 ^a 38543 ^b	1,501 ^{A,B,C}	1,501 ^{A,B}	1,50 ^{a,b}
4f ¹⁴ 6s7p	$^1P^o_1$	39045,72 ^A 41663,45 ^B 42306,44 ^C	40567,400 ^A 40833,500 ^B	40563,97 ^a 40561 ^b	1,000 ^{A,B,C}	1,005 ^A 1,004 ^B	1,01 ^a 1,001 ^b
4f ¹⁴ 6s5f	$^3F^o_2$	38159,19 ^A 37628,69 ^B 38271,68 ^C	43510,488 ^A 43579,210 ^B	43433,85 ^a 43419 ^b	0,666 ^{A,B,C}	0,685 ^{A,B}	0,68 ^a 0,678 ^b
	$^3F^o_3$	38159,22 ^A 37628,71 ^B 38271,70 ^C	43137,729 ^A 43284,921 ^B	43292 ^b	1,083 ^{A,B,C}	1,061 ^A 1,083 ^B	1,057 ^b
	$^3F^o_4$	38159,27 ^A 37628,73 ^B 38271,72 ^C	43282,598 ^A 43330,273 ^B	43326 ^b	1,251 ^{A,B,C}	1,251 ^{A,B}	1,250 ^b
4f ¹⁴ 6s5f	$^1F^o_3$	38189,29 ^A 37648,71 ^B 38291,71 ^C	43356,784 ^A 43439,200 ^B	43271 ^b	1,000 ^{A,B,C}	1,035 ^A 1,001 ^B	1,029 ^b
4f ¹⁴ 6s8p	$^3P^o_0$	45073,77 ^A 46387,38 ^D	43298,721 ^B	43614,27 ^a			
	$^3P^o_1$	45074,60 ^A 46387,37 ^D	43303,371 ^B	43659,38 ^a	1,501 ^A 1,499 ^D	1,498 ^B	1,48 ^a
	$^3P^o_2$	45076,29 ^A 46387,48 ^D	43319,907 ^B	43805,69 ^a	1,501 ^{A,D}	1,494 ^B	1,49 ^a
4f ¹⁴ 6s8p	$^1P^o_1$	45620,30 ^A 46392,17 ^D	43751,100 ^B	44017,60 ^a	1,000 ^A 1,001 ^D	1,004 ^B	1,00 ^a

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bWyart ve Camus [185], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.7’de verilmektedir.

3.6.2. Yb I'in bazı uyarılmış seviyelerinin yarı ömürleri

HFR yöntemiyle Yb I'in $4f^{14}5d6s$, $4f^{13}6s^26p$, $4f^{14}6sns$ ($n = 7, 8$), $4f^{14}6snd$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}6p^2$, $4f^{14}5d^2$, $4f^{14}6snp$ ($n = 6-8$), $4f^{13}5d6s^2$, $4f^{14}6snf$ ($n = 5, 6$) ve $4f^{14}5d6p$ seviyelerinin yarı ömürleri Tablo 3.17'de verilen konfigürasyon setleri için hesaplandı ve E ile gösterilen $4f^{14}6s^2$, $4f^{14}5d6s$, $4f^{14}6p^2$, $4f^{14}5d^2$, $4f^{14}6snd$ ($n = 6-20$), $4f^{14}6sns$ ($n = 7-12$), $4f^{14}6sng$ ($n = 5-8$), $4f^{14}6snp$ ($n = 6-20$), $4f^{14}6snf$ ($n = 5-18$) ve $4f^{14}5d6p$ konfigürasyon setiyle yeni bir hesaplama daha yapıldı [293]. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.19'da sunulmaktadır. E konfigürasyon seti için elde edilen seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları A ve D'nin sonuçlarıyla hemen hemen aynı olmasına rağmen yarı ömür sonuçları biraz farklıdır. Bundan dolayı Tablo 3.18 ve Ekler kısmındaki Tablo A.7'de seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları sunulmamasına rağmen yarı ömür sonuçları Tablo 3.19'da sunulmaktadır. Bu hesaplamada, ölçeklendirme faktörlerinin en küçük kareler yöntemiyle iyileştirilmemiş değerleri 0,85 olarak seçildi. Tek ve çift pariteli seviyelerinin yarı ömürleri, bu seviyelerden daha düşük seviyelere olan tüm mümkün geçişler üzerinden (2.249) formülüne göre hesaplandı.

Tablo 3.19'da görüldüğü gibi, HFR yöntemiyle elde edilen sonuçlar diğerleri ile uyum içindedir. $4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s^26p_{3/2}$, $4f^{14}6s6p\ ^3P^o_1$ ve bazı yüksek uyarılmış seviyeler için uyum azdır. İlk uyarılmış $4f^{14}6s6p\ ^3P^o_1$ seviyesi için diğer teorik [234] ve deneysel [34, 222, 224, 229, 262] yöntemlerle elde edilen sonuçlar arasında uyumun az olduğuna dikkat edilmelidir. $4f^{14}6s6p\ ^3P^o_1$ seviyesinin dalga fonksiyonu için en önemli katkı bu seviyeden gelmektedir. Diğer seviyelerin konfigürasyon katkısı tüm hesaplamalar için [293] kaynağından ulaşılabilir. Öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelerin dikkate alındığı C ve D hesaplarında $4f^{14}6s6p\ ^1P^o_1$ seviyesi diğer çalışmalarla daha uyumludur. Fakat $4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2}6s^2\ (^{7/2,5/2})^o_1$ için uyum azdır. Ayrıca, 5g yörüngesini içeren E hesabında özellikle $4f^{14}6snf$ ($n = 5, 6$) $^3F^o_2$ ve $4f^{14}6snp\ ^3P^o_{1,2}$ ($n = 7, 8$) seviyeleri diğer çalışmalar ile uyum içindedir. E hesabı için çift pariteli seviyelerde uyum iyidir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında görülen bazı seviyelerdeki uyumsuzluklar, özden uyarılan daha çok konfigürasyon içeren konfigürasyon setleriyle daha iyi olabilir.

Tablo 3.19. Yb I'in bazı uyarılmış seviyelerinin τ yarı ömürleri (ns)

Seviyeler		τ					Diğer çalışmalar	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma (HFR)					DeneySEL	Teorik
		A	B	C	D	E		
Çift parite için:								
4f ¹⁴ 5d6s	³ D ₁	247,0	246,0	–	202,0	227,0	380(30) ^a	–
	³ D ₂	306,0	301,0	–	243,0	277,0	460(30) ^a	–
	³ D ₃	480,0	461,0	–	379,0	429,0	–	–
4f ¹⁴ 5d6s	¹ D ₂	10500,0	12400,0	–	4360,0	10700	6700(500) ^a	–
4f ¹⁴ 6s7s	³ S ₁	16,0	15,3	–	–	13,1	15,9(19) ^b	21 ^b
4f ¹⁴ 6s7s	¹ S ₀	31,4	37,1	–	–	37,1	45,8(1,0) ^d	–
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6s ² 6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₃	–	–	376,0	871,0	–	–	–
	(7/2,1/2) ₄	–	–	537,0	1220,0	–	–	–
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6s ² 6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	–	–	247,0	556,0	–	–	–
	(7/2,3/2) ₂	–	–	279,0	526,0	–	1120(50) ^c	–
	(7/2,3/2) ₃	–	–	317,0	756,0	–	–	–
	(7/2,3/2) ₄	–	–	305,0	776,0	–	–	–
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6s ² 6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	–	–	626,0	1360,0	–	–	–
	(5/2,1/2) ₂	–	–	512,0	986,0	–	–	–
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6s ² 6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	–	–	227,0	573,0	–	–	–
	(5/2,3/2) ₄	–	–	309,0	792,0	–	–	–
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6s ² 6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₂	–	–	334,0	804,0	–	–	–
	(5/2,3/2) ₃	–	–	375,0	856,0	–	–	–
4f ¹⁴ 6s6d	³ D ₁	60,0	39,8	–	–	28,8	22,7(7) ^{b,c}	12 ^b
	³ D ₂	54,2	40,5	–	–	30,0	24,2(12) ^{b,e}	24 ^b
	³ D ₃	89,1	55,2	–	–	38,6	23,4(11) ^b	35 ^b
4f ¹⁴ 6s6d	¹ D ₂	44,6	52,5	–	–	43,4	35,2(10) ^{b,e}	11 ^b
4f ¹⁴ 6s8s	³ S ₁	–	32,0	–	–	34,4	34,3(42) ^b	85 ^b
4f ¹⁴ 6s8s	¹ S ₀	–	42,6	–	–	18,9	37,9(42) ^b	143 ^b
4f ¹⁴ 6p ²	³ P ₀	3,76	3,97	–	–	4,15	–	–
	³ P ₁	3,13	3,64	–	–	3,34	15(1) ^c	–
	³ P ₂	3,91	4,43	–	–	3,39	–	–
4f ¹⁴ 6p ²	¹ D ₂	4,51	6,53	–	–	5,92	21,8(0,9) ^f	28,6 ^g
4f ¹⁴ 6p ²	¹ S ₀	10,9	5,48	–	–	3,51	25,3(3,8) ^f	–
							27,5(16) ^h	–
4f ¹⁴ 6s7d	¹ D ₂	45,2	24,1	–	–	74,6	49,8(20) ^b	38 ^b
4f ¹⁴ 6s7d	³ D ₁	32,8	61,8	–	–	49,0	38,4(17) ^b	34 ^b
	³ D ₂	37,1	57,0	–	–	53,9	66,5(36) ^b	63 ^b
	³ D ₃	40,1	80,7	–	–	63,1	43,1(12) ^b	93 ^b
4f ¹⁴ 5d ²	³ P ₀	–	7,21	–	–	4,60	–	–
	³ P ₁	–	7,28	–	–	4,45	–	–
	³ P ₂	–	5,67	–	–	4,03	–	–
4f ¹⁴ 5d ²	¹ D ₂	–	5,54	–	–	1,82	–	–
4f ¹⁴ 5d ²	¹ S ₀	–	2,76	–	–	0,629	–	–
Tek parite için:								
4f ¹⁴ 6s6p	³ P ₀	366,9	374,7	419,1	396,2	323,6	850(50) ^a	1294 ^j
							850(80) ^c	
							820(20) ⁱ	
							827(40) ^k	
							760(80) ^l	
4f ¹⁴ 6s6p	¹ P ₀	3,303	2,989	6,088	4,872	2,881	5,8(0,8) ^c	4,78 ^j
							5,12(0,12) ⁱ	
							5,50(0,25) ^k	
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} 6s ²	(7/2,5/2) ₁ ^o	–	–	3,806	5,266	–	15(1) ^c	–
							14,4(0,4) ⁱ	
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} 6s ²	(5/2,5/2) ₁ ^o	–	–	4,655	7,198	–	–	–
4f ¹⁴ 6s7p	³ P ₀	58,09	64,71	–	–	83,90	–	–
	³ P ₁	54,54	61,34	–	–	77,74	120(30) ^a	–
	³ P ₂	47,92	55,55	–	–	69,09	–	–
4f ¹⁴ 6s7p	¹ P ₀	29,28	27,81	–	–	25,15	9,8(0,6) ^c	–
							9,32(0,6) ⁱ	–
4f ¹⁴ 5d6p	³ F ₂	40,58	51,71	–	–	16,89	68(9) ^a	–
	³ F ₃	10,86	10,31	–	–	10,28	22(7) ^a	–

Tablo 3.19. Devam

Seviyeler		τ					Diğer çalışmalar	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma (HFR)					Deneysel	Teorik
		A	B	C	D	E		
4f ¹⁴ 5d6p	³ F ₄ ^o	33,70	18,17	–	–	7,881	–	–
	³ P ₀ ^o	5,031	11,17	–	–	5,757	–	–
	³ P ₁ ^o	5,323	12,11	–	–	6,851	–	–
4f ¹⁴ 5d6p	³ P ₂ ^o	10,04	11,37	–	–	11,76	–	–
	¹ D ₂ ^o	7,551	8,707	–	–	9,768	25(20) ^a	–
4f ¹⁴ 5d6p	³ D ₁ ^o	6,509	10,80	–	–	14,01	–	–
	³ D ₂ ^o	5,735	8,191	–	–	7,085	–	–
	³ D ₃ ^o	6,531	8,619	–	–	9,214	–	–
4f ¹⁴ 5d6p	¹ F ₃ ^o	5,978	8,309	–	–	10,07	–	–
4f ¹⁴ 5d6p	¹ P ₁ ^o	0,716	1,820	–	–	5,551	–	–
4f ¹⁴ 6s5f	¹ F ₃ ^o	41,82	45,96	–	–	38,20	62(9) ^a	–
4f ¹⁴ 6s5f	³ F ₂ ^o	11,84	11,37	–	–	23,55	26(7) ^a	–
	³ F ₃ ^o	180,8	93,92	–	–	59,86	88(10) ^a	–
	³ F ₄ ^o	52,18	57,59	–	–	49,14	–	–
	³ F ₂ ^o	38,36	35,38	–	–	47,60	53(9) ^a	–
4f ¹⁴ 6s6f	³ F ₃ ^o	29,33	36,87	–	–	40,89	–	–
	³ F ₄ ^o	8,585	14,59	–	–	822,9	–	–
	¹ F ₃ ^o	226,0	99,73	–	–	78,05	–	–
4f ¹⁴ 6s8p	³ P ₀ ^o	–	89,20	–	–	141,9	–	–
	³ P ₁ ^o	–	93,06	–	–	120,5	140(20) ^a	–
	³ P ₂ ^o	–	109,6	–	–	99,84	140(20) ^a	–
4f ¹⁴ 6s8p	¹ P ₁ ^o	–	80,36	–	–	82,32	50(20) ^a	–
							47(4) ^c	–
							39,1(3,5) ⁱ	–

^aBowers ve çalışma arkadaşları [229], ^bBaumann ve çalışma arkadaşları [226], ^cBlagoev and Komarovskii [34], ^dBai ve Mossberg [238], ^eBaumann ve çalışma arkadaşları [225], ^fBaumann ve çalışma arkadaşları [250], ^gLiu ve Wang [247], ^hWang ve çalışma arkadaşları [249], ⁱRambow ve Schearer [222], ^jMigdalek ve Baylis [234], ^kBaumann ve Wandel [224], ^lBudick ve Snir [262]

3.6.3. Yb I'in elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

Yb I'in elektrik dipol geçişler için geçiş parametreleri (dalga boyları, salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları) MCHF+BP [412] ve HFR [418] program paketleri ile hesaplandı [294]. Her iki yöntemle yapılan hesaplamalarda, konfigürasyon etkileşimi ve relativistik düzeltmeler dikkate alınmaktadır. 4f¹⁴6s6p–4f¹⁴6s², 4f¹⁴6s7p–4f¹⁴6s², 4f¹⁴6p²–4f¹⁴6s6p, 4f¹⁴6s6d–4f¹⁴6s6p, 4f¹⁴6s7d–4f¹⁴6s6p, 4f¹⁴6s10d–4f¹⁴6s6p, 4f¹⁴6s7s–4f¹⁴6s6p, 4f¹³5d6s²–4f¹⁴6s², 4f¹³5d6s6p–4f¹⁴6s6p ve 4f¹³6s²6p–4f¹³5d6s² elektrik dipol geçişlerinin λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} (sn⁻¹) geçiş olasılıkları Tablo 3.20'de sunulmaktadır. Tabloda verilen veriler büyük-ölçekli geçiş hesaplamalarının bir kısmını içermektedir. Farklı konfigürasyon setleriyle yapılan sonuçlar A, B, C ve D üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilmektedir. Ayrıca, geçiş olasılığı için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazılmaktadır. Yb I'in dalga boyları için karşılaştırma değerleri NIST verileri [62] ve Afzal ve çalışma arkadaşlarının Fabry-Perot spektroskopisi ile

yaptıkları [281] çalışmalarıdır. Salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları için ise sadece birkaç geçiş için veriler mevcuttur. Ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları, NIST'teki veriler [62] ile, Migdalek ve çalışma grubunun MCDF, HFR+CP ve relativistik model-potansiyel hesaplarıyla [232–234], Doige [35], Baumann ve Wandel [224] ve Bai ve Mossberg'in [238] deneysel sonuçları ile karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmalardaki salınıcı şiddetleri, ağırlıklı salınıcı şiddetlerine çevrilerek tabloda verilmektedir. Hesaplamalarda relativistik etkilerin yanı sıra, karmaşık yapısından dolayı elektronlar arası karşılıklı etkileşmeyi hesaplamak zor olmasına rağmen, 5g alt tabakası da konfigürasyon setlerine dahil edilmeye çalışıldı.

MCHF+BP hesaplamalarında, Tablo 3.17'de verilen konfigürasyon setleri ile MCHF atomik yapı paketi [412] kullanılarak çalışıldı. Yb I'in taban haline, Tablo 3.17'de verilen diğer konfigürasyonların katkısı tüm hesaplamalar için sadece $4f^{14}6p^2$ konfigürasyonundan ve ilk uyarılmış seviyesi için katkı ise tüm hesaplamalarda $4f^{14}6s6p$ konfigürasyonundan gelmektedir. MCHF+BP yöntemiyle A, B, C ve D hesaplamaları için sırasıyla 9136, 349, 3254 ve 5734 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi ve bir kısmı Tablo 3.20'de sunulmaktadır. Tablodaki hesap sonuçları incelendiğinde $4f^{14}6s6p-4f^{14}6s^2$, $4f^{14}6s7p-4f^{14}6s^2$ ve $4f^{14}6p^2-4f^{14}6s6p$ geçişlerin diğer çalışmalarla uyumlu olduğu fakat $4f^{14}6s6d-4f^{14}6s6p$, $4f^{14}6s7d-4f^{14}6s6p$ ve $4f^{14}6s7s-4f^{14}6s6p$ geçişlerin diğer çalışmalarla uyumlu olmadığı görülmektedir. $4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1$, $^3P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ ve $4f^{14}6s7p \ ^1P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişleri için dalga boyu sonuçları karşılaştırma değerleri ile oldukça uyumludur. $4f^{14}6p^2 \ ^3P_{2,1}-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_{2,1}$, $4f^{14}6s7d \ ^3D_1-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_{0,1}$ ve $4f^{14}6s7s \ ^3S_1-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_{1,2}$ geçişlerinin dalga boyları için uyum iyi olmasına rağmen $4f^{14}6p^2 \ ^1S_0-4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1$, $4f^{14}6s6d \ ^3D_{2,3}-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_{1,2}$, $4f^{14}6s7d \ ^1D_2-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$ geçişleri için kötüdür. Salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları ile ilgili karşılaştırma değerleri azdır. Bundan dolayı sadece $4f^{14}6s6p-4f^{14}6s^2$, $4f^{14}6s7p-4f^{14}6s^2$ ve $4f^{14}6s7s-4f^{14}6s6p$ geçişlerinin gf ve A_{ki} karşılaştırılması yapıldı. $4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişi hariç diğer geçişler uyumludur. Özellikle $4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişi için B ve D hesaplarından elde edilen gf değerleri [232] ile uyumlu iken A ve C'den elde edilen gf değerleri [35, 224, 233] ile uyumludur. Bu geçiş için A, C ve D hesaplamalarından elde edilen A_{ki} değerleri [62, 234] ile uyum içindedir. $4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişi için ise gf ve

A_{ki} değerleri için uyum kötüdür. $4f^{14}6s7s \ ^1S_0-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$ geçişinin gf değeri [238] ile uyumludur. $4f^{14}6s7p \ ^1P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişi için B hesabına ait A_{ki} değeri [62] ile karşılaştırıldığında uyumun iyi olduğu görülmektedir. MCHF+BP hesaplamalarında görülen bazı uyumsuzlukların öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin de alındığı konfigürasyonlarla düzeltilebileceği düşünülmektedir.

HFR hesaplamalarında ise Tablo 3.17’de verilen dört farklı konfigürasyon seti ile çalışıldı. Yb I’in taban haline ve ilk uyarılmış seviyesine Tablo 3.17’de verilen diğer konfigürasyonların katkısı tüm hesaplamalar için [294] kaynağından ulaşılabilir. HFR program paketiyle [418] Tablo 3.17’deki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan A, B, C ve D geçişleri için sırasıyla 345, 3074, 151 ve 19485 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. HFR ile elde edilen $4f^{14}6s6p-4f^{14}6s^2$, $4f^{14}6s7p-4f^{14}6s^2$, $4f^{14}6p^2-4f^{14}6s6p$, $4f^{14}6s6d-4f^{14}6s6p$, $4f^{14}6s7d-4f^{14}6s6p$, $4f^{14}6s10d-4f^{14}6s6p$, $4f^{14}6s7s-4f^{14}6s6p$, $4f^{13}5d6s^2-4f^{14}6s^2$, $4f^{13}5d6s6p-4f^{14}6s6p$ ve $4f^{13}6s^26p-4f^{13}5d6s^2$ E1 geçişleri Tablo 3.20’de sunulmaktadır. Bu geçişler için dalga boyu sonuçları ile diğer çalışmalar arasındaki uyumun iyi olduğu görülmektedir. Tablo 3.20’de $4f^{14}6s6p-4f^{14}6s^2$, $4f^{14}6s7p-4f^{14}6s^2$, $4f^{14}6s7s-4f^{14}6s6p$ ve $4f^{13}5d6s^2-4f^{14}6s^2$ geçişleri için gf ve A_{ki} değerleri de diğer çalışmalarla karşılaştırıldı. $4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişinin ağırlıklı salınıcı şiddetleri incelendiğinde [232] ile A hesabı ve [35, 224, 233] ile C ve D hesapları uyum içindedir. Bu geçişinin geçiş olasılığının A, C ve D sonuçları, [62, 234] ile uyumludur. $4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişi için ise gf değerleri [35, 224] ile karşılaştırıldığında iyidir. $4f^{14}6s7s \ ^1S_0-4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$ geçişinin gf değeri [238] ile uyumu az olmasına rağmen $4f^{14}6s7p \ ^1P^o_1-4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$ geçişinin geçiş olasılığında uyum kötüdür. Tablodan da görüldüğü gibi HFR sonuçları, HFR hesaplamalarında elde edilen seviyeler deneysel değerlerine uydurulduğundan ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelerinin yanı sıra öz ve değerlik elektronlar arasındaki karşılıklı etkileşmelerde hesaba dahil edildiğinden MCHF+BP sonuçlarından daha iyidir.

Tablo 3.20. Yb I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1})

Geçişler		λ			gf			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{14}6s6p \ ^1P_1$	$4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$	4079,50 ^A	3988,9272 ^A	3987,99 ^a	1,06431 ^A	2,16663 ^A	1,818 ^c 1,36 ^d 1,30 ^e 1,50 ^f	1,4219(8) ^A	3,027(8) ^A	1,92(8) ^a 2,91(8) ^{h1} 2,09(8) ^{h2}
		4052,49 ^B	3973,9645 ^B		1,73756 ^B	2,37646 ^B		2,3524(8) ^B	3,346(8) ^B	
		3953,26 ^C	3989,9337 ^C		1,16198 ^C	1,17606 ^C		1,6531(8) ^C	1,643(8) ^C	
		3757,65 ^D	3994,7719 ^D		1,98381 ^D	1,47337 ^D		3,1238(8) ^D	2,053(8) ^D	
$4f^{14}6s6p \ ^3P_1$	$4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$	5483,41 ^B	5569,7197 ^A	5556,466 ^a	0,00018 ^B	0,03803 ^A	0,0159 ^d 0,0167 ^e	0,1342(5) ^B	2,725(6) ^A	1,15(6) ^a 7,55(5) ^{h1} 7,71(5) ^{h2}
		5303,30 ^C	5581,1762 ^B		0,00009 ^C	0,03739 ^B		0,7151(4) ^C	2,668(6) ^B	
		5710,02 ^D	5566,7341 ^C		0,00223 ^D	0,03326 ^C		0,1526(6) ^D	2,387(6) ^C	
			5568,3393 ^D			0,03520 ^D			2,524(6) ^D	
$4f^{14}6s7p \ ^1P_1$	$4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$	2396,61 ^B	2465,0365 ^A	2464,50 ^a	0,32074 ^B	0,00588 ^A	–	1,2416(8) ^B	0,215(7) ^A	1,00(8) ^a
		2361,55 ^C	2448,9719 ^B		1,26039 ^C	0,00367 ^B		5,0249(8) ^C	0,136(7) ^B	
$4f^{14}6p^2 \ ^3P_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_0$	3759,63 ^A	3771,5296 ^A	–	0,38228 ^A	0,78922 ^A	–	0,6013(8) ^A	1,233(8) ^A	–
		3743,27 ^B	3809,8716 ^B		0,43528 ^B	0,68260 ^B		0,6907(8) ^B	1,046(8) ^B	
		3742,71 ^C			0,42802 ^C			0,6794(8) ^C		
$4f^{14}6p^2 \ ^3P_0$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_1$	3949,30 ^A	4072,1552 ^A	–	0,34641 ^A	0,66105 ^A	–	1,4815(8) ^A	2,660(8) ^A	–
		3955,21 ^B	4058,0550 ^B		0,40521 ^B	0,60985 ^B		1,7278(8) ^B	2,470(8) ^B	
		3938,99 ^C			0,39444 ^C			1,6957(8) ^C		
$4f^{14}6p^2 \ ^3P_2$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_2$	3581,37 ^A	4027,3692 ^A	3990,885 ^a	1,38625 ^A	1,78403 ^A	–	1,4418(8) ^A	1,467(8) ^A	–
		3576,26 ^B	4043,7714 ^B		1,58958 ^B	1,88076 ^B		1,6580(8) ^B	1,534(8) ^B	
		3587,55 ^C			1,54255 ^C			1,5989(8) ^C		
$4f^{14}6p^2 \ ^3P_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_2$	3773,92 ^A	4145,1301 ^A	–	0,47584 ^A	0,85923 ^A	–	0,7428(8) ^A	1,112(8) ^A	–
		3781,36 ^B	4189,1345 ^B		0,53859 ^B	0,77339 ^B		0,8375(8) ^B	0,979(8) ^B	
		3780,79 ^C			0,52945 ^C			0,8235(8) ^C		
$4f^{14}6p^2 \ ^3P_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_1$	3764,32 ^A	3863,8476 ^A	3872,852 ^b	0,28637 ^A	0,56668 ^A	–	4,4933(7) ^A	8,440(7) ^A	–
		3755,53 ^B	3903,5806 ^B		0,32526 ^B	0,48952 ^B		5,1275(7) ^B	7,140(7) ^B	
		3754,96 ^C			0,31989 ^C			5,0445(7) ^C		
$4f^{14}6p^2 \ ^3P_2$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_1$	3553,14 ^B	3761,3289 ^A	3734,694 ^b	0,53935 ^B	0,91937 ^A	–	5,6993(7) ^B	8,660(7) ^A	–
		3564,28 ^C	3777,0602 ^B		0,52407 ^C	0,74353 ^B		5,5032(7) ^C	6,950(7) ^B	
$4f^{14}6p^2 \ ^1S_0$	$4f^{14}6s6p \ ^1P_1$	3103,73 ^A	4300,2239 ^A	4295,026 ^b	0,65791 ^A	0,15087 ^A	–	4,5555(8) ^A	0,540(8) ^A	–
		3181,01 ^C	4306,8521 ^B		0,73318 ^C	0,50331 ^B		4,8331(8) ^C	1,810(8) ^B	
		3501,72 ^A	4447,0553 ^A			0,07874 ^A		0,08449 ^A	1,4278(7) ^A	
$4f^{14}6s6d \ ^3D_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P_0$	3481,85 ^B	4440,5474 ^B	–	0,12632 ^B	0,12802 ^B	–	2,3167(7) ^B	1,443(7) ^B	–
		3487,03 ^C			0,15205 ^C			2,7805(7) ^C		
		2922,88 ^D			0,01376 ^D			0,3582(7) ^D		

Tablo 3.20. Devam

Geçişler		λ			gf			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 6s6d ³ D ₁	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₁ ^o	3505,79 ^A	4575,9705 ^A	–	0,05871 ^A	0,05826 ^A	–	1,0621(7) ^A	0,619(7) ^A	–
		3492,45 ^B	4568,3693 ^B		0,09402 ^B	0,08974 ^B		1,7139(7) ^B	0,956(7) ^B	
		3497,66 ^C			0,11315 ^C			2,0566(7) ^C		
		2949,20 ^D			0,01072 ^D			0,2740(7) ^D		
4f ¹⁴ 6s6d ³ D ₂	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₂ ^o	3514,11 ^A	4967,9823 ^A	–	0,05862 ^A	0,04073 ^A	–	6,3332(6) ^A	2,200(6) ^A	–
		3520,06 ^C	4956,6053 ^B		0,11232 ^C	0,06471 ^B		1,2093(7) ^C	3,510(6) ^B	
		3008,65 ^D			0,01077 ^D			1,5861(6) ^D		
4f ¹⁴ 6s6d ³ D ₂	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₁ ^o	3505,79 ^A	4569,3107 ^A	4576,209 ^a	0,17565 ^A	0,20342 ^A	–	1,9067(7) ^A	1,299(7) ^A	–
		3492,45 ^B	4561,7679 ^B		0,28159 ^B	0,29035 ^B		3,0799(7) ^B	1,861(7) ^B	
		3497,67 ^C			0,33881 ^C			3,6947(7) ^C		
		2949,12 ^D			0,03037 ^D			0,4658(7) ^D		
4f ¹⁴ 6s6d ³ D ₃	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₂ ^o	3514,11 ^A	4936,9154 ^A	4935,500 ^a	0,32539 ^A	0,27685 ^A	–	2,5109(7) ^A	1,080(7) ^A	–
		3514,78 ^B	4925,0950 ^B		0,51936 ^B	0,45068 ^B		4,0061(7) ^B	1,770(7) ^B	
		3520,06 ^C			0,62477 ^C			4,8046(7) ^C		
		3009,43 ^D			0,05649 ^D			0,5943(7) ^D		
4f ¹⁴ 6s6d ³ D ₁	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₂ ^o	3514,11 ^A	4975,8561 ^A	–	0,00386 ^A	0,00327 ^A	–	6,9664(5) ^A	2,930(5) ^A	–
		3514,78 ^B	4964,3998 ^B		0,00618 ^B	0,00530 ^B		1,1113(6) ^B	4,770(5) ^B	
		3520,06 ^C			0,00743 ^C			1,3334(6) ^C		
		3009,61 ^D			0,00076 ^D			1,8618(5) ^D		
4f ¹⁴ 6s6d ¹ D ₂	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₂ ^o	3519,38 ^C	4913,8190 ^A	–	0,00124 ^C	0,00866 ^A	–	1,3403(5) ^C	4,780(5) ^A	–
		3006,04 ^D	4903,5289 ^B		0,00218 ^D	0,01555 ^B		3,2210(5) ^D	8,620(5) ^B	
4f ¹⁴ 6s7d ³ D ₁	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₀ ^o	2889,24 ^B	3704,7699 ^A	3699,514 ^b	0,08644 ^B	0,10081 ^A	–	2,3022(7) ^B	1,633(7) ^A	–
		2626,45 ^C	3682,9295 ^B		0,00340 ^C	0,05024 ^B		0,1095(7) ^C	0,823(7) ^B	
		2560,15 ^D			0,00645 ^D			0,2188(7) ^D		
4f ¹⁴ 6s7d ³ D ₁	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₁ ^o	2896,53 ^B	3793,8099 ^A	3798,402 ^b	0,06432 ^B	0,07263 ^A	–	1,7045(7) ^B	1,123(7) ^A	–
		2632,47 ^C	3770,4262 ^B		0,00254 ^C	0,03537 ^B		0,8155(6) ^C	0,553(7) ^B	
		2580,32 ^D			0,00602 ^D			2,0099(6) ^D		
4f ¹⁴ 6s7d ¹ D ₂	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₁ ^o	2595,68 ^D	3785,2214 ^A	3791,741 ^b	0,00157 ^D	0,00736 ^A	–	0,3105(6) ^D	0,686(6) ^A	–
4f ¹⁴ 6s7d ³ D ₁	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₂ ^o		3768,3532 ^B			0,09121 ^B			0,856(7) ^B	
		2911,88 ^B	4064,6303 ^A	–	0,00422 ^B	0,00473 ^A	–	1,1071(6) ^B	0,637(6) ^A	–
4f ¹⁴ 6s7d ³ D ₂	4f ¹⁴ 6s6p ³ P ₂ ^o		4036,1683 ^B			0,00215 ^B			0,294(6) ^B	
		2911,86 ^B	4064,4941 ^A	–	0,06325 ^B	0,00632 ^A	–	9,9509(6) ^B	0,510(6) ^A	–
		2645,58 ^C	4035,8924 ^B		0,00249 ^C	0,00543 ^B		0,4753(6) ^C	0,445(6) ^B	
		2623,43 ^D			0,00742 ^D			1,4391(6) ^D		

Tablo 3.20. Devam

Geçişler		λ			gf			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{14}6s7d \ ^3D_3$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_2$	2911,83 ^B	4054,7393 ^A	–	0,35302 ^B	0,39839 ^A	–	3,9675(7) ^B	2,310(7) ^A	–
		2645,95 ^C	4035,2949 ^B		0,01305 ^C	0,18092 ^B		0,1777(7) ^C	1,060(7) ^B	
		2620,40 ^D			0,02872 ^D			0,3986(7) ^D		
$4f^{14}6s10d \ ^3D_3$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_2$	–	3511,5585 ^B	3488,855 ^b	–	0,02070 ^B	–	–	0,160(7) ^B	–
$4f^{14}6s10d \ ^1D_2$	$4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1$	–	4313,5041 ^B	4284,170 ^b	–	0,18184 ^B	–	–	1,304(7) ^B	–
$4f^{14}6s7s \ ^1S_0$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$	4123,05 ^C	6098,8906 ^A	–	0,00685 ^C	0,01924 ^A	0,0024 ^g	2,6905(6) ^C	3,450(6) ^A	–
		6051,27 ^D	6085,5692 ^B		0,00349 ^D	0,01363 ^B		0,6363(6) ^D	2,454(6) ^B	
$4f^{14}6s7s \ ^3S_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_0$	4731,79 ^A	6504,4801 ^A	–	0,88909 ^A	0,18502 ^A	–	8,8291(7) ^A	0,973(7) ^A	–
		4705,01 ^C	6490,3864 ^B		1,13533 ^C	0,19152 ^B		1,1403(8) ^C	1,011(7) ^B	
		6499,17 ^D			0,21494 ^D			1,1314(7) ^D		
$4f^{14}6s7s \ ^3S_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$	4739,22 ^A	6784,0229 ^A	6799,60 ^a	2,66325 ^A	0,51472 ^A	–	2,6364(8) ^A	0,249(8) ^A	–
		2536,28 ^B	6767,1333 ^B		0,08688 ^B	0,53418 ^B		0,3003(8) ^B	0,259(8) ^B	
		4724,38 ^C			3,38861 ^C			3,3756(8) ^C		
		6630,76 ^D			0,61408 ^D			0,3105(8) ^D		
$4f^{14}6s7s \ ^3S_1$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_2$	4754,44 ^A	7701,6249 ^A	7699,49 ^a	4,42608 ^A	0,74723 ^A	–	4,3535(8) ^A	0,280(8) ^A	–
		2548,04 ^B	7673,9616 ^B		0,14238 ^B	0,77995 ^B		0,4876(8) ^B	0,294(8) ^B	
		4765,34 ^C			5,59391 ^C			5,4770(8) ^C		
		6944,14 ^D			0,92929 ^D			0,4285(8) ^D		
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d6s^2$	$4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$	–	2573,6410 ^C	–	–	0,27421 ^C	–	–	9,200(7) ^C	–
$(5/2,5/2)^o_1$			2594,0224 ^D			0,21176 ^D			6,990(7) ^D	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d6s^2$	$4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$	–	2686,4828 ^C	–	–	0,69733 ^C	–	–	2,150(8) ^C	–
$(5/2,3/2)^o_1$			2677,4208 ^D			0,44461 ^D			1,380(8) ^D	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d6s^2$	$4f^{14}6s^2 \ ^1S_0$	–	3463,4175 ^C	3464,37 ^a	–	1,41740 ^C	–	–	2,627(8) ^C	0,683(8) ^a
$(7/2,5/2)^o_1$			3463,8424 ^D			1,02472 ^D			1,898(8) ^D	
$4f^{13}5d6s6p(^4F^o_{7/2})$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$	–	3562,6755 ^D	3559,032 ^b	–	0,00467 ^D	–	–	2,454(6) ^D	–
$(7/2,7/2)_0$										
$4f^{13}5d6s6p(^2D^o_{5/2})$	$4f^{14}6s6p \ ^3P^o_1$	–	3605,7863 ^D	3655,729 ^b	–	0,00011 ^D	–	–	0,108(5) ^D	–
$(7/2,5/2)_2$										
$4f^{13}5d6s6p(^2D^o_{3/2})$	$4f^{14}6s6p \ ^1P^o_1$	–	4265,3038 ^D	4333,909 ^b	–	0,00018 ^D	–	–	0,129(5) ^D	–
$(7/2,3/2)_2$										
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s^26p_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d6s^2$	–	4375,5526 ^C	4337,599 ^b	–	0,00089 ^C	–	–	0,443(5) ^C	–
$(5/2,3/2)_3$	$(7/2,3/2)^o_2$		4439,9485 ^D			0,00265 ^D			1,280(5) ^D	

^aNIST Periodictable [62], ^bAfzal ve çalışma arkadaşları [281], ^cMigdalek ve Marcinek [232, *f* den çevrildi], ^dDoige [35, *f* den çevrildi], ^eBaumann ve Wandel [224, *f* den çevrildi], ^fMigdalek ve Baylis [233, *f* den çevrildi], ^gBai ve Mossberg [238, *f* den çevrildi], ^{h1,h2}Migdalek ve Baylis [234]

3.6.4. Yb I, Yb II ve Yb III'ün geçiş enerjileri

Çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) ve relativistik Hartree-Fock (HFR) yöntemleri kullanılarak nötral, bir ve iki kez iyonlaşmış iterbiyumun (Yb I, Yb II, Yb III) geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) hesaplandı [295]. İyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri ile ilgili hesaplamalar değerlik-değerlik ve öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre Tablo 3.21'de verilen konfigürasyon setleri ile yapıldı. Elektron ilgisi hesapları için seçilen konfigürasyon setleri ise Tablo 3.22'de sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlar Yb I için Tablo 3.23'te, Yb II için Tablo 3.24'te ve Yb III için Tablo 3.25'te konfigürasyon katkıları ile verilmektedir. Tablolarda iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri cm^{-1} ve elektron ilgisi meV birim sistemlerinde ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiiyle sunulmaktadır.

MCHF+BP hesaplamaları, MCHF atomik yapı paketi [412] ile yapıldı ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.23 ve Tablo 3.24'te verilmektedir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında Yb I'in $4f^{14}6s7s$ ve $4f^{14}6s6d$ seviyeleri hariç diğer seviyelerde uyum iyidir. Yb II için $4f^{14}6p$, $4f^{14}6d$, $4f^{14}7s$ ve $4f^{14}8s$ seviyeler için uyum iyi değildir. Bu seviyeleri iyileştirmek için 5p yörüngesinden uyararak öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelerinde hesaba dahil edildiği $4f^{14}5p^6ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}5p^6nd$, $4f^{14}5p^6ng$ ($n = 5-9$), $4f^{14}5p^5snp$ ($n = 5, 6$), $4f^{14}5p^5d7p$, $4f^{14}5p^6np$ ($n = 6-9$), $4f^{14}5p^6nf$ ($n = 5-9$), $4f^{14}5p^5d6s$ ve $4f^{14}5p^5d7s$ konfigürasyon seti ile hesaplama yapıldı ve $4f^{14}6p$, $4f^{14}6d$ ve $4f^{14}8s$ seviyeleri için daha iyi sonuçlar elde edildi. Bu konfigürasyon setiyle elde edilen Yb I ve Yb II'in iyonlaşma potansiyelleri de daha iyidir. Bu sonuçlar tablolarda “*” üst indisiiyle belirtilmektedir. İki kez iyonlaşmış iterbiyum için MCHF+BP hesaplamaları yapılmadı. MCHF atomik yapı paketinde $l \geq 3$ alt tabakalardaki doluluk iki elektrondan daha fazla elektronlar için izinli değildir. Bu yüzden sadece bir konfigürasyonla Yb III'ün iyonlaşma potansiyeli $169180,328 \text{ cm}^{-1}$ olarak bulundu.

Tablo 3.21. Yb I, Yb II ve Yb III'ün İP iyonlaşma potansiyeli ve UE uyarılma enerjileri hesaplamaları için alınan konfigürasyon setleri

Konfigürasyonlar			
	Yb I	Yb II	Yb III
MCHF+BP hesaplamaları için:			
İP	Yb II'in ikinci sütunundakiyle aynı	Yb III'ün üçüncü sütunundakiyle aynı	–
UE	$4f^{14}6s^2, 4f^{14}5d6s, 4f^{14}6snd$ (n = 6, 7), $4f^{14}5d^2, 4f^{14}6p^2, 4f^{14}6sns$ (n = 7, 8), $4f^{14}6snp$ (n = 6–9), $4f^{14}6snf$ (n = 5, 6), $4f^{14}5f5g$	$4f^{14}ns$ (n = 6–9), $4f^{14}nd$ $4f^{14}ng$, $4f^{14}nf$ (n = 5–9), $4f^{14}np$ (n = 6–9)	$4f^{14}$
HFR hesaplamaları için:			
İP	Yb II'in ikinci sütunundakiyle aynı	Yb III'ün üçüncü sütunundakiyle aynı	$4f^{13}, 4f^{12}6p, 4f^{12}5d, 4f^{12}6s$
UE	$4f^{14}6s^2, 4f^{14}5d6s, 4f^{14}5d^2, 4f^{14}6p^2, 4f^{14}6sns$ (n = 7–12), $4f^{14}6snd$ (n = 6–14), $4f^{14}6snp$ (n = 6–20), $4f^{14}6snf$ (n = 5–15)	$4f^{14}6s$ (n = 6–11), $4f^{13}6s^2, 4f^{14}nd$ (n = 5–12), $4f^{14}ng$ (n = 5, 6), $4f^{14}np$ (n = 6–12), $4f^{13}5d6s, 4f^{14}nf$ (n = 5–12)	$4f^{14}, 4f^{13}np, 4f^{13}ns$ (n = 6, 7), $4f^{13}nf, 4f^{13}nd$ (n = 5–7)

Tablo 3.22. Yb'nin Eİ elektron ilgisi hesaplamaları için alınan konfigürasyon setleri

Konfigürasyonlar		
	Taban hal	Eİ
MCHF+BP hesaplamaları için:		
A	$4f^{14}6s^2, 4f^{14}5d6s, 4f^{14}5d^2, 4f^{14}6p^2, 4f^{14}6s7s, 4f^{14}6s5g$	$4f^{14}6s^2np, 4f^{14}5d6snp, 4f^{14}5dns5f, 4f^{14}5d^2np$ (n = 6, 7), $4f^{14}5d^25f, 4f^{14}5d6p7s, 4f^{14}5d7s7p, 4f^{14}6s6p7s, 4f^{14}6s7s7p, 4f^{14}6p^27p, 4f^{14}7s^27p, 4f^{14}np^3$ (n = 6, 7), $4f^{14}6p7s^2, 4f^{14}6p7p^2$
B	$4f^{14}6s^2, 4f^{14}5d6s, 4f^{14}6snd$ (n = 6–9), $4f^{14}5d^2, 4f^{14}6p^2, 4f^{14}6sns, 4f^{14}5dns$ (n = 7–9), $4f^{14}5dnd$ (n = 6–8), $4f^{14}5d5g, 4f^{14}6sng$ (n = 5–7), $4f^{14}5g^2, 4f^{14}6p5f, 4f^{14}5f7p, 4f^{14}5f^2$	$4f^{14}6s^26p, 4f^{14}5d6s6p, 4f^{14}5d^26p$
C	B hesabı ile aynı	A hesabı ile aynı
D	B hesabı ile aynı	A + $4f^{14}6p5g^2$
E	B hesabı ile aynı	$4f^{14}6s^26p, 4f^{14}5d6s6p$
HFR hesaplamaları için:		
A (1,00)	$4f^{14}6s^2$	$4f^{14}6s^26p$
B (2,50)	A hesabı ile aynı	A hesabı ile aynı
C (3,00)	A hesabı ile aynı	A hesabı ile aynı

*HFR hesaplamalarında parantez içindeki değerler CORRF değerlerini göstermektedir.

HFR hesaplamalarında alınan konfigürasyon setleri Tablo 3.21 ve Tablo 3.22’de verilmektedir. Bu konfigürasyon setleri hem değerlik hem de öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeleri içerir. Hamiltonyenin hesaplanan özdeğeri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelere uydurma yapmak için iyileştirilir ve en küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri Yb I için 0,75 ve Yb II, Yb III ve Yb⁻ için 0,85 olarak seçildi ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.23–3.25’te sunulmaktadır. Yb I, Yb II ve Yb III için hesaplanan iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında uyumun oldukça iyi olduğu görülmektedir. Sadece Yb II ve Yb III’ün iyonlaşma potansiyellerinde uyum daha azdır.

HFR hesaplamalarında, CORRF niceliği teorik yaklaşık karşılıklı etkileşme potansiyeli için bir çarpım faktörü olarak kullanılmaktadır. 1,0 değeri teorik olarak doğru değeridir. Fiziksel olarak birden büyük olan gerçek dışı değerleri negatif iyon hesaplamaları için gerekli olabilir [418]. İterbiyumun elektron ilgisi hesabında, CORRF için farklı değerler alındı ve bu değerleri de Tablo 3.22’de belirtilmektedir.

İterbiyum için kararlı negatif iyonların oluşumu birçok teorik çalışmaların konusu olmuştur. $4f^{14}6s^26p$ konfigürasyonuna sahip bir Yb⁻ iyonun varlığı ilk olarak Vidolova-Angelova ve çalışma arkadaşları tarafından tahmin edildi [285]. Yb⁻’nin elektron ilgisi relativistik çok-cisim katkı teorisi, relativistik karşılıklı etkileşme-potansiyel yöntemi ve hızlandırıcı kütle spektrometresi gibi yöntemlerle incelenmiştir [286–292]. Bu çalışmalarda Yb’nin elektron ilgisi için çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. İterbiyumun negatif iyon kararlılığı olmadığına dair güçlü kanıtlar sunulmuş ve Yb atomunun kararlı negatif iyonunun bulunmadığı gösterilmiştir [289]. Yb⁻ için hem HFR hem de MCHF+BP hesaplamalarında çeşitli sonuçlar bulundu. $4f^{14}6s^26p\ ^2P^o_{3/2}$ seviyesi hariç elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla uyum içindedir.

Tablo 3.23. Yb I için geçiş enerjileri

Seviyeler		Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Konfigürasyon katkıları (%)	
Konf.	Terim	HFR	MCHF+BP		HFR	MCHF+BP
İyonlaşma potansiyeli (cm⁻¹)						
4f ¹⁴ 6s ²	¹ S ₀	49184,10	47229,42 41257,22*	50441,0 ^a 41295,25 ^b 51143 ^c 48074 ^d	97,0 + 2,3 4f ¹⁴ 6p ² ¹ S + 0,4 4f ¹⁴ 5d ² ¹ S	99,97471 + 0,02528 4f ¹⁴ 6p ² ³ P
Uyarılma enerjileri (cm⁻¹)						
4f ¹⁴ 6s6p	³ P ₀	17325,350	17816,72	17288,439 ^a 17346 ^c	99,2 + 0,6 4f ¹⁴ 5d6p ³ P + 0,1 4f ¹⁴ 6s7p ³ P	100,0
	³ P ₁	17945,548	17914,72	17992,007 ^a 18082 ^c	96,7 + 2,3 4f ¹⁴ 6s6p ¹ P + 0,7 4f ¹⁴ 5d6p ³ P	99,95463 + 0,04537 4f ¹⁴ 6s6p ¹ P
	³ P ₂	19718,427	18119,98	19710,388 ^a 19847 ^c	98,9 + 0,8 4f ¹⁴ 5d6p ³ P + 0,2 4f ¹⁴ 6s7p ³ P	100,0
4f ¹⁴ 6s6p	¹ P ₁	25069,266	24593,78	25068,222 ^a 27283 ^c	89,1 + 7,2 4f ¹⁴ 5d6p ¹ P + 2,5 4f ¹⁴ 6s6p ³ P	99,95465 + 0,04534 4f ¹⁴ 6s6p ³ P
4f ¹⁴ 5d6s	³ D ₁	24487,351	24085,73	24489,102 ^a 24981 ^c	99,9	100,0
	³ D ₂	24753,621	24494,30	24751,948 ^a 25229 ^c	98,3 + 1,5 4f ¹⁴ 5d6s ¹ D + 0,1 4f ¹⁴ 6p ² ¹ D	88,02093 + 11,97421 4f ¹⁴ 5d6s ¹ D
	³ D ₃	25271,212	25851,28	25270,902 ^a 25735 ^c	99,9	99,99
4f ¹⁴ 5d6s	¹ D ₂	27668,606	26954,27	27677,665 ^a 28673 ^c	89,6 + 7,3 4f ¹⁴ 6p ² ¹ D + 1,6 4f ¹⁴ 5d6s ³ D	87,97825 + 11,96983 4f ¹⁴ 5d6s ³ D
4f ¹⁴ 6s7s	³ S ₁	32694,747	50254,17	32694,692 ^a	99,9 + 0,1 4f ¹⁴ 6s8s ³ S	100,0
	¹ S ₀	34343,985	51163,44	34350,65 ^a	97,9 + 0,7 4f ¹⁴ 6s8s ¹ S + 0,6 4f ¹⁴ 6p ² ¹ S	99,22644 + 0,077358 4f ¹⁴ 6p ² ³ P
4f ¹⁴ 6s7p	³ P ₀	38068,154	39431,08	38090,71 ^a	99,1 + 0,5 4f ¹⁴ 5d6p ³ P + 0,2 4f ¹⁴ 6s6p ³ P	100,0
	³ P ₁	38203,869	39431,08	38174,17 ^a	98,0 + 1,0 4f ¹⁴ 6s7p ¹ P + 0,6 4f ¹⁴ 5d6p ³ P	100,0
	³ P ₂	38544,364	39431,08	38551,93 ^a	98,6 + 0,9 4f ¹⁴ 5d6p ³ P + 0,3 4f ¹⁴ 6s6p ³ P	100,0
4f ¹⁴ 6s7p	¹ P ₁	40563,221	39440,04	40563,97 ^a	93,7 + 4,2 4f ¹⁴ 5d6p ¹ P + 1,1 4f ¹⁴ 6s7p ³ P	100,0
4f ¹⁴ 6s6d	³ D ₁	39807,357	46794,87	39808,72 ^a	99,9	99,99
	³ D ₂	39839,630	46794,89	39838,04 ^a	85,7 + 14,0 4f ¹⁴ 6s6d ¹ D + 0,1 4f ¹⁴ 5d ² ¹ D	99,99782 + 0,00208 4f ¹⁴ 6s6d ¹ D
	³ D ₃	39966,361	46794,92	39966,09 ^a	99,9	99,99
4f ¹⁴ 6s6d	¹ D ₂	40060,175	46800,70	40061,51 ^a	84,7 + 14,2 4f ¹⁴ 6s6d ³ D + 0,5 4f ¹⁴ 5d ² ¹ D	99,92783 + 0,06983 4f ¹⁴ 6p ² ³ P
Elektron ilgisi (meV)						
4f ¹⁴ 6s ² 6p	² P _{1/2}	74,49 ^A 45,46 ^B 25,33 ^C	21,02 ^A 60,54 ^B 50,53 ^C 35,14 ^D 99,05 ^E	20 ^e 45,0 ^f 36 ^g 54±27 ^h 98,5 ⁱ	100,0	99,99
	² P _{3/2}	7,20 ^A -80,21 ^B -113,28 ^C	-39,23 ^A -41,61 ^B 11,79 ^C -3,55 ^D 6,15 ^E	80 ^e -13,5±27 ^h 175,5 ⁱ	100,0	99,99

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bGálvez ve çalışma arkadaşları [51], ^cEliav ve çalışma arkadaşları [216], ^dMigdalek ve Baylis [233], ^eDzuba ve Gribakin [289], ^fAvgoustoglou ve Beck [287], ^gDzuba ve Gribakin [288], ^hVosko ve çalışma arkadaşları [291], ⁱGribakina ve çalışma arkadaşları [286]

Tablo 3.24. Yb II'nin iyonlaşma potansiyeli (cm⁻¹) ve uyarılma enerjileri (cm⁻¹)

Seviyeler		Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Konfigürasyon katkıları (%)	
Konf.	Terim	HFR	MCHF+BP		HFR	MCHF+BP
İyonlaşma potansiyeli						
4f ¹⁴ 6s	² S _{1/2}	92513,00	94132,73* 100104,92	98269,00 ^a 97934 ^b 102764 ^{c1} 95317 ^{c2}	100,0	100,00 99,94* + 0,02 5p ⁵ 6s6p ² P + 0,04 5p ⁵ 6s6p ⁴ P
Uyarılma enerjileri						
4f ¹³ (² F ^o)6s ²	² F ^o _{7/2}	21418,700	–	21418,75 ^a	100,0	–
	² F ^o _{5/2}	31568,099	–	31568,08 ^a	99,5 + 0,2 4f ¹³ 5d6s(¹ F) ² F + 0,1 4f ¹³ 5d6s(³ F) ⁴ F	–
4f ¹⁴ 5d	² D _{3/2}	22960,700	18285,09	22960,80 ^a 23770 ^b , 20333 ^{c2}	100,0	99,99
	² D _{5/2}	24332,700	20044,26	24332,69 ^a 25072 ^b 21140 ^{c2}	100,0	100,0
4f ¹⁴ 6p	² P ^o _{1/2}	27061,953	20177,41 24390,85*	27061,82 ^a 27868 ^b 26559 ^{c2}	90,6 + 7,5 4f ¹³ 5d6s(¹ P) ² P + 0,9 4f ¹³ 5d6s(³ P) ² P	100,0 100,0*
	² P ^o _{3/2}	30393,883	22103,51 26429,19*	30392,23 ^a 31324 ^b 29679 ^{c2}	50,0 + 21,6 4f ¹³ 5d6s(³ P) ² P + 17,2 4f ¹³ 5d6s(³ P) ⁴ P	100,0 100,0*
4f ¹⁴ 7s	² S _{1/2}	54304,300	85126,80	54304,30 ^a 52181 ^{c2}	100,0	100,0
4f ¹⁴ 6d	² D _{3/2}	62174,100	80957,10 59079,24*	62174,10 ^a 59440 ^{c2}	100,0	100,0 99,996*
	² D _{5/2}	62559,100	80962,07 59092,90*	62559,02 ^a 59744 ^{c2}	100,0	100,0 99,996*
4f ¹⁴ 7p	² P ^o _{1/2}	63705,387	77001,42	63706,25 ^a 60922 ^{c2}	96,5 + 3,0 4f ¹³ 5d6s(¹ P) ² P + 0,3 4f ¹³ 5d6s(³ P) ² P	99,99
	² P ^o _{3/2}	65598,211	77002,66	65594,10 ^a 62028 ^{c2}	97,9 + 2,0 4f ¹³ 5d6s (¹ P) ² P	99,99
4f ¹⁴ 5f	² F ^o _{5/2}	70504,300	68441,98	70502,90 ^a 67507 ^{c2}	100,0	100,0
	² F ^o _{7/2}	70581,400	68443,98	70580,19 ^a 67511 ^{c2}	100,0	100,0
4f ¹⁴ 8s	² S _{1/2}	73039,600	87135,42? 70164,50*	73039,61 ^a 70488 ^{c2}	100,0	100,0
4f ¹⁴ 8p	² P ^o _{1/2}	76578,499	79117,93	74474 ^{c2}	99,6 + 0,3 4f ¹³ 5d6s (¹ P) ² P	100,0
	² P ^o _{3/2}	77031,801	79118,38	74998 ^{c2}	99,7 + 0,3 4f ¹³ 5d6s (¹ P) ² P	100,0
4f ¹⁴ 7d	² D _{3/2}	76517,300	84151,00	76517,21 ^{a?}	100,0	100,0
	² D _{5/2}	76676,300	84153,52	76676,31 ^{a?}	100,0	99,99
4f ¹⁴ 6f	² F ^o _{5/2}	80459,600	73817,05	80458,95 ^a 77554 ^{c2}	100,0	100,0
	² F ^o _{7/2}	80472,400	73818,38	80471,80 ^a 77557 ^{c2}	100,0	100,0
4f ¹⁴ 5g	² G _{7/2}	80607,500	75554,30	80607,45 ^a	100,0	100,0
	² G _{9/2}	80607,500	75554,34	80607,45 ^a	100,0	100,0

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bGálvez ve çalışma arkadaşları [51], ^{c1,c2}Koc ve Migdalek [307]

Tablo 3.25. Yb III'ün iyonlaşma potansiyeli (cm⁻¹) ve uyarılma enerjileri (cm⁻¹)

Seviyeler		Bu çalışma	Diğer	Konfigürasyon katkıları (%)
Konf.	Terim	HFR	çalışmalar	HFR
İyonlaşma potansiyeli				
4f ¹⁴	¹ S ₀	175045,00	202070,0 ^a	98,5 + 0,5 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5f _{7/2} + 0,3 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5f _{5/2}
Uyarılma enerjileri				
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2}	(7/2,3/2) ₂ ^o (7/2,3/2) ₅ ^o (7/2,3/2) ₃ ^o (7/2,3/2) ₄ ^o	33317,696 37003,304 39200,109 39456,473	33385,80 ^a 37020,25 ^a 39141,18 ^a 40160,03 ^a	75,8 + 21,6 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} + 1,4 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} 96,0 + 3,7 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} + 0,3 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} 98,5 + 0,8 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 0,4 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6s _{1/2} 76,7 + 22,5 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} + 0,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2}
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6s _{1/2}	(7/2,1/2) ₄ ^o (7/2,1/2) ₃ ^o	34650,593 34964,007	34656,13 ^a 34990,66 ^a	100,0 99,0 + 0,5 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2} + 0,4 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2}
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2}	(7/2,5/2) ₆ ^o (7/2,5/2) ₁ ^o (7/2,5/2) ₂ ^o (7/2,5/2) ₄ ^o (7/2,5/2) ₃ ^o (7/2,5/2) ₅ ^o	38733,010 39037,476 41286,128 41932,308 42802,880 43114,705	39085,39 ^a 39720,79 ^a 40288,07 ^a 42425,08 ^a 43019,16 ^a 43622,75 ^a	100,0 76,2 + 13,1 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 10,4 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2} 76,4 + 22,7 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2} + 0,9 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} 75,4 + 21,2 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2} + 3,4 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} 95,5 + 3,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6s _{1/2} + 0,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2} 95,1 + 3,4 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2} + 1,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2}
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6s _{1/2}	(5/2,1/2) ₂ ^o (5/2,1/2) ₃ ^o	44859,109 45207,292	44853,59 ^a 45207,64 ^a	100,0 95,7 + 3,1 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} + 0,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2}
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2}	(5/2,5/2) ₀ ^o (5/2,5/2) ₁ ^o (5/2,5/2) ₅ ^o (5/2,5/2) ₂ ^o (5/2,5/2) ₃ ^o (5/2,5/2) ₄ ^o	45247,509 49788,615 50527,394 52204,897 53013,413 54011,891	45276,85 ^{a?} 50029,42 ^a 50357,46 ^a 51463,38 ^a 53122,79 ^a 53735,86 ^a	99,8 + 0,2 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6d _{5/2} 50,6 + 25,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 23,0 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} 98,2 + 1,2 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} + 0,6 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2} 96,3 + 1,9 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2} + 1,3 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} 91,1 + 7,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2} + 0,7 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} 94,9 + 4,6 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2} + 0,3 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{3/2}
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{3/2}	(5/2,3/2) ₄ ^o (5/2,3/2) ₂ ^o (5/2,3/2) ₃ ^o (5/2,3/2) ₁ ^o	47720,024 49397,684 51809,312 51938,571	47056,92 ^a 48414,67 ^a 51581,78 ^a 53365,19 ^a	91,8 + 4,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 1,9 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} 96,3 + 2,2 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 1,4 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2} 91,8 + 7,0 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 0,5 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6s _{1/2} 63,5 + 36,1 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d _{5/2} + 0,2 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d _{5/2}
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₃ (7/2,1/2) ₄	72176,654 72482,201	72140,35 ^a 72486,97 ^a	97,6 + 2,3 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2} + 0,1 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{1/2} 99,4 + 0,6 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2} + 0,1 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{3/2}
4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅ (7/2,3/2) ₂ (7/2,3/2) ₃ (7/2,3/2) ₄	77975,876 78193,816 78777,656 79287,697	78020,45 ^a 78183,44 ^a 78779,29 ^a 79282,90 ^a	100,0 99,2 + 0,4 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{1/2} + 0,4 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{3/2} 96,9 + 2,3 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{1/2} + 0,8 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{3/2} 99,4 + 0,6 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{1/2}
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃ (5/2,1/2) ₂	82527,268 82894,878	82546,33 ^a 82907,42 ^a	98,4 + 0,8 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{3/2} + 0,8 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2} 97,9 + 1,6 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{3/2} + 0,5 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2}
4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁ (5/2,3/2) ₄ (5/2,3/2) ₂ (5/2,3/2) ₃	87628,099 88499,501 88983,522 89405,032	87612,61 ^a 88497,90 ^a 88977,09 ^a 89397,41 ^a	100,0 99,9 + 0,1 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2} 98,0 + 1,7 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{1/2} + 0,3 4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)6p _{3/2} 99,1 + 0,8 4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)6p _{1/2}

^aNIST Atomic Spectra Database [63]

3.7. Yb II (Z = 70) için Hesaplama Sonuçları

İterbiyum iyonu son yıllarda birkaç sebepten dolayı fizikçilerin çok fazla ilgisini çekmektedir. Optik, kızılötesi veya mikrodalga frekans standartlara neden olan düşük enerjili seviyeleri ile ilgili olarak atomik saatler ve sıkıştırılmış-iyon frekans standartları için özellikle ilginçtir. Çeşitli yıldızların ve iyon tuzaklarının geliştirilmesi çalışmaları için bir kez iyonlaşmış iterbiyuma ait birkaç spektrumun incelenmesini sağlamıştır. Aynı zamanda Yb II güneş fotosfer spektrumunda gözlenmektedir.

Bir kez iyonlaşmış iterbiyumun (Yb II) spektrum çalışmaları [4, 6, 109, 185, 230, 296, 322], düşük ve yüksek seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları [201, 202, 297–299, 304, 305, 307, 324, 325, 333], iyonlaşma potansiyeli [21, 24–27, 308, 322] ve kendiliğinden iyonlaşmış seviyelerinin spektroskopisi [301, 302] ile ilgili çalışmalar Tablo 1.3'te özetlenmektedir. Gözlenen spektrum çizgilerinin dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları [300, 303, 305, 306, 308, 335] ve yarı ömürleri [34, 309–311, 323, 326–331, 335–337] demet-lazer yöntemi, zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans spektroskopisi ve relativistik model-potansiyel, tek konfigürasyonlu Dirac-Fock, HFR+CP ve relativistik çok-cisim yöntemleriyle çalışılmıştır. $4f^{14}6s \ ^2S_{1/2} - 4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$ geçişlerinin frekansları [313, 314] ve elektrik oktopol geçişleri farklı çalışma arkadaşları tarafından incelenmiştir [315–321]. Ayrıca, Yb II'nin izotop kaymaları ve aşırı ince yapı çalışmaları da mevcuttur [218, 332–335].

Yb II'nin bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları MCHF [412, 413] ve HFR [418] yöntemleri kullanılarak hesaplandı.

Yb II'nin MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için, hem değerlik-değerlik hem de öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen A, B ve C konfigürasyon setleri Tablo 3.26'da verilmektedir. MCHF+BP'de elektron $5p^6$ 'dan, HFR'de $4f^{14}$ 'ten uyarılarak öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkileri B ve C hesaplamaların da dikkate alındı.

Tablo 3.26. Yb II'ye ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar		
	A	B	C
MCHF+BP hesaplamaları için:			
Çift parite	$4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-9$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-9$)	$4f^{14}5p^6ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}5p^6nd$ ($n = 5-9$), $4f^{14}5p^6ng$ ($n = 5-9$), $4f^{14}5p^56snp$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}5p^55d7p$	B hesabı ile aynı
Tek parite	$4f^{14}np$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$)	$4f^{14}5p^6np$ ($n = 6-9$), $4f^{14}5p^6nf$ ($n = 5-9$), $4f^{14}5p^55dns$ ($n = 6, 7$)	A hesabı ile aynı
HFR hesaplamaları için:			
Çift parite	$4f^{14}ns$ ($n = 6-11$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-12$)	$4f^{14}ns$ ($n = 6-12$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-12$), $4f^{13}6s6p$, $4f^{13}5d6p$	$4f^{14}ns$ ($n = 6-11$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-12$), $4f^{14}ng$ ($n = 5, 6$)
Tek parite	$4f^{14}np$ ($n = 6-12$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-12$)	$4f^{13}6s^2$, $4f^{13}5d6s$, $4f^{13}5d^2$, $4f^{14}np$ ($n = 6-12$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-14$),	$4f^{13}6s^2$, $4f^{13}5d6s$, $4f^{14}np$ ($n =$ $6-12$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-12$)

3.7.1. Yb II'nin bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları

Bir kez iyonlaşmış iterbiyumun $4f^{14}ns$ ($n = 6-12$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-12$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-9$), $4f^{13}6s6p$, $4f^{13}5d6p$, $4f^{13}6s^2$, $4f^{13}5d6s$, $4f^{13}5d^2$, $4f^{14}np$ ($n = 6-12$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-14$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.27 ve Ekler kısmındaki Tablo A.8'de taban hal seviyesi $4f^{14}6s^2S_{1/2}$ 'ye göre cm^{-1} birim sisteminde sunulmaktadır. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre hesaplanan sonuçlar MCHF+BP ve HFR için A, B ve C üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler "o" indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar NIST verileri [63] ile karşılaştırılmaktadır.

MCHF+BP hesaplamaları için, Tablo 3.26'da verilen konfigürasyon setlerinde Yb II'nin özü olarak A hesabında [Xe], B ve C hesaplarında [Cd] alındı. A'nın tek ve çift pariteli seviyelerinde değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme dikkate alınırken, B ve C'nin tek ve çift pariteli seviyelerinde değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin yanı sıra öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme de hesaplara dahil edildi. MCHF yönteminde dalga fonksiyonları relativistik düzeltmeler dikkate alınarak konfigürasyon etkileşme yöntemiyle seviye enerjileri elde edildi. Daha sonra MCHF+BP dalga fonksiyonları ve seviye enerjileri kullanılarak Jönsson ve Gustafsson tarafından geliştirilen Zeeman programıyla [413] Landé g -çarpanları hesaplandı. MCHF+BP hesaplamalarında elde edilen $4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-9$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-9$), $4f^{14}np$ ($n = 6-9$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 4-9$)

uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları Tablo 3.27 ve Tablo A.8'de verilmektedir. Çift pariteli seviyeler için hesap sonuçları incelendiğinde, $4f^{14}7s$ seviyesi için A hesabı ile elde edilen sonuç iyi değildir ve $4f^{14}8s$ seviyesi için ise A hesabı iyi değil iken B ve C'nin sonuçları daha iyidir. $4f^{14}9s$ seviyesi için de B hesabı daha iyidir. $4f^{14}6d$ ve $4f^{14}7d$ seviyeleri için A sonuçları iyi olmadığı halde, $4f^{14}6d$ seviyesi için B hesabı, $4f^{14}7d$ seviyesi için C hesabı iyidir. $4f^{14}8d$ seviyesi için durum tam tersidir. A'nın uyumu iyi iken B'nin kötüdür. g alt tabakasını içeren seviyeler de uyum karşılaştırma değeriyle iyidir. $4f^{14}ng$ ($n = 7-9$) seviyeleri için karşılaştırma değeri mevcut değildir. Tek pariteli seviyelerde ise $4f^{14}6p$ seviyesi için C hesabı iyi iken $4f^{14}7p$ seviyesi için A hesabı iyidir. $4f^{14}8p$ ve $4f^{14}9p$ seviyeleri için karşılaştırma değeri olmadığından diğer hesap ile yapılan karşılaştırmada uyumlu olduğu görülmektedir. f alt tabakasını içeren seviyelerde daha iyi sonuçlar elde edildi. $4f^{14}5f$ seviyesi için A hesabı ve $4f^{14}nf$ ($n = 6-9$) seviyeleri için C hesabı NIST değerleri ile uyumludur. Uyumsuzlukların giderilmesi için $5p^6$ 'dan uyarılmalarla yapılan hesaplamalarda bazı seviyelerde düzelme olurken bazı seviyelerde düzelme olmamıştır. Çift ve tek pariteli seviyelerin Landé g -çarpanlarının, [63] ile uyumu oldukça iyidir.

HFR hesaplamalarında konfigürasyonlar A hesabında, değerlik elektronları arasındaki etkileşme ve C ve B hesaplarında, değerlik-değerlik ve öz-değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate alacak şekilde seçildi. Hamiltonyene karşılık gelen özdeğerleri, mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile uydurma yaparak iyileştirildi. Spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A, B ve C hesaplamalarında 0,85 olarak seçildi. HFR hesaplamaları Tablo 3.26'da verilen konfigürasyon setleriyle HFR atomik yapı paketi [418] kullanılarak elde edildi. $4f^{14}ns$ ($n = 6-12$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-12$), $4f^{14}ng$ ($n = 5, 6$), $4f^{13}6s6p$, $4f^{13}5d6p$, $4f^{13}6s^2$, $4f^{13}5d6s$, $4f^{13}5d^2$, $4f^{14}np$ ($n = 6-12$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-14$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları Tablo 3.27 ve Tablo A.8'de sunulmaktadır. NIST verileri [63] ile karşılaştırıldığında A, B ve C sonuçları uyumludur. $4f^{13}5d6s$ seviyesinin bazı terimlerinde C hesabına ait sonuç B'den daha

iyidir ve bazı seviyeler hariç tüm hesaplamalarda Landé g -çarpanları, [63] ile uyumludur.

Tablo 3.27. Yb II'nin E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları*

Seviyeler		E			g-çarpanı		
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
$4f^{14}6s$	$^2S_{1/2}$	0,00 ^{A,B,C}	0,00 ^{A,C} 0,089 ^B	0,00 ^a	2,002 ^A	2,002 ^{A,B,C}	1,998 ^a
$4f^{14}5d$	$^2D_{3/2}$	18285,09 ^A	22960,700 ^{A,C} 22960,781 ^B	22960,80 ^a	0,799 ^A	0,800 ^{A,B,C}	1,802 ^a
	$^2D_{5/2}$	20044,26 ^A	24332,700 ^{A,C} 24332,606 ^B	24332,69 ^a	1,200 ^A	1,200 ^{A,B,C}	1,202 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_0)$	$(7/2,0)_{7/2}$	–	48012,405 ^B	47912,31 ^a	–	1,287 ^B	1,280 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$	$(7/2,1)_{7/2}$	–	48895,034 ^B	48900,41 ^a	–	1,046 ^B	1,0 ^a
	$(7/2,1)_{9/2}$	–	49146,770 ^B	49301,16 ^a	–	1,193 ^B	1,187 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$	$(7/2,1)_{5/2}$	–	49267,568 ^B	49498,04 ^a	–	1,141 ^B	1,145 ^a
	$(7/2,2)_{11/2}$	–	52553,278 ^B	52517,35 ^a	–	1,273 ^B	1,27 ^a
	$(7/2,2)_{3/2}$	–	53041,307 ^B	52938,01 ^a	–	0,879 ^B	0,877 ^a
	$(7/2,2)_{5/2}$	–	53419,334 ^B	53404,96 ^a	–	1,050 ^B	1,033 ^a
	$(7/2,2)_{7/2}$	–	53693,563 ^B	53715,26 ^a	–	1,192 ^B	1,181 ^a
	$(7/2,2)_{9/2}$	–	53670,445 ^B	53720,71 ^a	–	1,266 ^B	1,26 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^1P^{\circ}_1)$	$(7/2,1)_{9/2}$	–	55681,260 ^B	57765,32 ^a	–	1,123 ^B	1,12 ^a
	$(7/2,1)_{7/2}$	–	57177,731 ^B	–	–	1,129 ^B	–
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^3P^{\circ}_0)$	$(5/2,0)_{5/2}$	–	58295,741 ^B	58283,91 ^a	–	0,796 ^B	0,77 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^1P^{\circ}_1)$	$(7/2,1)_{7/2}$	–	57177,731 ^B	59090,13 ^{a?}	–	1,129 ^B	1,122 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$	$(5/2,1)_{5/2}$	–	59211,452 ^B	59259,24 ^a	–	1,115 ^B	1,105 ^a
	$(5/2,1)_{7/2}$	–	59408,581 ^B	59618,90 ^a	–	1,000 ^B	1,00 ^{aa}
$4f^{14}7s$	$(5/2,1)_{3/2}$	–	59531,071 ^B	59710,65 ^a	–	0,776 ^B	0,82 ^a
	$^2S_{1/2}$	85126,80 ^A	54304,300 ^{A,C} 54304,307 ^B	54304,30 ^a	2,002 ^A	2,002 ^{A,B,C}	2,001 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$	$(5/2,2)_{1/2}$	–	62263,475 ^B	62136,94 ^a	–	0,253 ^B	0,08 ^a
	$(5/2,2)_{3/2}$	–	62960,431 ^B	63011,85 ^a	–	0,815 ^B	0,79 ^a
	$(5/2,2)_{9/2}$	–	63204,805 ^B	63163,79 ^a	–	1,140 ^B	1,12 ^a
	$(5/2,2)_{5/2}$	–	63693,510 ^B	63702,32 ^a	–	1,048 ^B	1,07 ^a
	$(5/2,2)_{7/2}$	–	63910,320 ^B	63957,80 ^a	–	1,137 ^B	1,148 ^a
	$(5/2,2)_{11/2}$	–	67341,616 ^B	–	–	0,892 ^B	–
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^1P^{\circ}_1)$	$(5/2,1)_{5/2}$	–	67341,616 ^B	–	–	0,892 ^B	–
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$	$(7/2,2)_{3/2}$	–	56060,480 ^B	55702,07 ^a	–	1,692 ^B	1,693 ^a
	$(7/2,2)_{5/2}$	–	58625,567 ^B	58823,58 ^a	–	1,255 ^B	1,266 ^a
	$(7/2,2)_{11/2}$	–	59111,434 ^B	58961,37 ^a	–	0,986 ^B	0,974 ^a
	$(7/2,2)_{7/2}$	–	61156,172 ^B	61051,06 ^a	–	1,163 ^B	1,18 ^a
	$(7/2,2)_{9/2}$	–	61323,387 ^B	61214,66 ^a	–	1,049 ^B	1,07 ^a
	$(7/2,2)_{13/2}$	–	55030,779 ^B	56375,91 ^{a?}	–	1,193 ^B	1,226 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	$(7/2,2)_{7/2}$	–	62229,857 ^B	61822,58 ^{a?}	–	1,346 ^B	1,327 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$	$(7/2,3)_{3/2}$	–	60927,064 ^B	60586,46 ^a	–	1,332 ^B	1,323 ^a
	$(7/2,3)_{1/2}$	–	61531,500 ^B	61120,49 ^a	–	1,504 ^B	1,661 ^a
	$(7/2,3)_{13/2}$	–	61857,572 ^B	61873,40 ^a	–	1,114 ^B	1,10 ^a
	$(7/2,3)_{5/2}$	–	64266,103 ^B	64055,82 ^a	–	1,068 ^B	1,108 ^a
	$(7/2,3)_{9/2}$	–	63669,777 ^B	64923,11 ^a	–	1,001 ^B	1,10 ^a
	$(7/2,3)_{7/2}$	–	65284,661 ^B	65093,14 ^a	–	1,009 ^B	0,973
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$	$(7/2,3)_{11/2}$	–	66131,242 ^B	66082,25 ^a	–	1,147 ^B	1,141 ^a
	$(7/2,2)_{5/2}$	–	61586,570 ^B	61374,49 ^{a?}	–	1,306 ^B	1,299 ^a
$4f^{14}6d$	$^2D_{3/2}$	80957,10 ^A 59079,24 ^B	62174,100 ^{A,B,C}	62174,10 ^a	0,799 ^{A,B}	0,800 ^{A,C} 0,801 ^B	0,80 ^a
	$^2D_{5/2}$	80962,07 ^A 59092,90 ^B	62559,100 ^{A,C} 62559,062 ^B	62559,02 ^a	1,200 ^{A,B}	1,200 ^{A,C} 1,202 ^B	1,22 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	$(7/2,1)_{5/2}$	–	63422,538 ^B	63234,11 ^a	–	1,281 ^B	1,208 ^a
	$(7/2,1)_{9/2}$	–	63669,777 ^B	63726,83 ^a	–	1,001 ^B	1,005 ^a
	$(7/2,1)_{7/2}$	–	64722,735 ^B	64598,28 ^a	–	1,209 ^B	1,223 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$	$(7/2,2)_{3/2}$	–	63774,851 ^B	63647,73 ^{a?}	–	1,099 ^B	1,149 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	$(7/2,2)_{11/2}$	–	63992,066 ^B	63944,18 ^a	–	1,106 ^B	1,115 ^a
	$(7/2,2)_{3/2}$	–	64678,565 ^B	64461,08 ^a	–	1,127 ^B	1,176 ^a

Tablo 3.27. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 8s	(7/2,2) _{9/2}	–	66182,935 ^B	65950,95 ^a	–	1,079 ^B	1,09 ^a
	(7/2,2) _{5/2}	–	66444,830 ^B	66351,21 ^a	–	1,081 ^B	1,125 ^a
	(7/2,2) _{7/2}	–	66777,041 ^B	66558,00 ^a	–	1,109 ^B	1,100 ^a
	² S _{1/2}	87135,42 ^A	73039,600 ^{A,C}	73039,61 ^a	2,002 ^{A,B,C}	2,002 ^{A,C}	–
4f ¹⁴ 9s	² S _{1/2}	70164,50 ^B	73039,637 ^B	–	–	2,000 ^B	–
		77088,59 ^C	–	–	–	–	–
		94062,06 ^A	81137,200 ^{A,C}	–	2,002 ^{A,B,C}	2,002 ^{A,C}	–
4f ¹⁴ 10s	² S _{1/2}	90142,47 ^B	81149,204 ^B	–	–	1,917 ^B	–
		97054,91 ^C	–	–	–	–	–
4f ¹⁴ 11s	² S _{1/2}	–	86768,300 ^{A,C}	86768,26 ^a	–	2,002 ^{A,C}	–
4f ¹⁴ 12s	² S _{1/2}	–	86768,557 ^B	–	–	1,999 ^B	–
		–	86847,100 ^{A,C}	–	–	2,002 ^{A,C}	–
4f ¹⁴ 7d	² D _{3/2}	–	86897,915 ^B	–	–	1,996 ^B	–
		–	89782,189 ^B	–	–	2,002 ^{A,B}	–
4f ¹⁴ 8d	² D _{3/2}	84151,00 ^A	76517,300 ^{A,C}	76517,21 ^a	0,799 ^{A,C}	0,800 ^{A,C}	0,85 ^a
		73482,70 ^C	76517,200 ^B	–	–	0,799 ^B	–
	² D _{5/2}	84153,52 ^A	76676,300 ^{A,C}	76676,31 ^a	1,200 ^{A,C}	1,200 ^{A,C}	1,110 ^a
		73484,77 ^C	76676,241 ^B	–	–	1,198 ^B	–
4f ¹⁴ 9d	² D _{3/2}	86240,57 ^A	83839,900 ^{A,C}	83839,86 ^a	0,799 ^{A,B}	0,800 ^{A,C}	–
		73808,20 ^B	83826,201 ^B	–	–	0,927 ^B	–
	² D _{5/2}	86241,98 ^A	84015,900 ^{A,C}	84015,98 ^a	1,200 ^{A,B}	1,200 ^{A,C}	1,20 ^a
		73817,38 ^B	84015,037 ^B	–	–	1,198 ^B	–
4f ¹⁴ 5g	² D _{3/2}	87679,22 ^A	87804,900 ^{A,C}	87804,88 ^a	0,799 ^{A,B,C}	0,800 ^{A,B,C}	–
		91034,44 ^B	87804,819 ^B	–	–	–	–
	² D _{5/2}	87582,75 ^C	–	–	–	–	–
		87680,06 ^A	87980,900 ^{A,C}	87980,96 ^a	1,200 ^{A,B,C}	1,200 ^{A,B,C}	–
4f ¹⁴ 6g	² G _{7/2}	91066,04 ^B	87980,744 ^B	–	–	–	–
		87583,14 ^C	–	–	–	–	–
4f ¹⁴ 6g	² G _{9/2}	75554,30 ^A	80607,500 ^C	80607,45 ^a	0,889 ^A	0,889 ^C	–
		75554,34 ^A	80607,500 ^C	80607,45 ^a	1,111 ^A	1,111 ^C	–
4f ¹⁴ 6g	² G _{7/2}	80919,20 ^A	85994,900 ^C	85994,92 ^a	0,889 ^A	0,889 ^C	–
		80919,21 ^A	85994,900 ^C	85994,92 ^a	1,111 ^A	1,111 ^C	–
Tek parite için:							
4f ¹³ 6s ²	² F _{7/2}	–	21419,998 ^B	21418,75 ^a	–	1,143 ^{B,C}	1,145 ^a
		–	21418,700 ^C	–	–	–	–
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	² F _{5/2}	–	32524,193 ^B	31568,08 ^a	–	0,874 ^{B,C}	0,852 ^a
		–	31568,099 ^C	–	–	–	–
	³ [3/2] _{5/2}	–	26869,695 ^B	26759,02 ^a	–	1,577 ^B	1,570 ^a
		–	27062,027 ^C	–	–	1,578 ^C	–
4f ¹⁴ 6p	² P _{1/2}	–	28782,111 ^B	28757,98 ^a	–	1,453 ^B	1,440 ^a
		–	29124,098 ^C	–	–	1,435 ^C	–
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	³ [3/2] _{1/2}	–	34022,882 ^B	33653,86 ^a	–	1,383 ^B	1,320 ^a
		–	34314,092 ^C	–	–	1,474 ^C	–
	² P _{3/2}	20177,41 ^A	27061,800 ^A	27061,82 ^a	0,666 ^{A,B,C}	0,666 ^A	0,667 ^a
		30392,09 ^B	27038,783 ^B	–	–	0,679 ^B	–
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	² P _{3/2}	26716,55 ^C	27061,953 ^C	–	–	0,675 ^C	–
		22103,51 ^A	30392,300 ^A	30392,23 ^a	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^A	1,333 ^a
	³ [11/2] _{9/2}	32430,42 ^B	30404,308 ^B	–	–	1,314 ^B	–
		28694,62 ^C	30393,883 ^C	–	–	1,369 ^C	–
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	³ [11/2] _{11/2}	–	30093,006 ^B	30224,33 ^a	–	0,936 ^{B,C}	0,935 ^a
		–	30194,329 ^C	–	–	–	–
		–	30551,503 ^B	30562,79 ^a	–	1,124 ^{B,C}	1,112 ^a
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	³ [11/2] _{13/2}	–	30649,713 ^C	–	–	–	–
		–	31412,668 ^B	31631,59 ^a	–	1,231 ^{B,C}	1,230 ^a
	³ [5/2] _{7/2}	–	31562,176 ^C	–	–	–	–
		–	31859,051 ^B	31979,90 ^a	–	1,339 ^{B,C}	1,331 ^a
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	³ [5/2] _{5/2}	–	31989,828 ^C	–	–	–	–
		–	32209,956 ^B	32371,10 ^a	–	1,150 ^B	1,170 ^a
		–	32482,474 ^C	–	–	1,167 ^C	–
4f ¹³ (² F _{7/2})5d6s(³ D)	³ [5/2] _{3/2}	–	33039,434 ^B	32981,59 ^a	–	0,888 ^B	0,866 ^a
		–	33351,367 ^C	–	–	0,894 ^C	–

Tablo 3.27. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$^3[7/2]^{\circ}_{9/2}$	–	33056,870 ^B 33135,471 ^C	33052,29 ^a	–	1,267 ^B 1,273 ^C	1,264 ^a
	$^3[7/2]^{\circ}_{5/2}$	–	34462,455 ^B 34877,644 ^C	34389,76 ^a	–	0,999 ^B 0,980 ^C	1,007 ^a
	$^3[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	35007,531 ^B 35213,931 ^C	35059,00 ^a	–	1,119 ^B 1,130 ^C	1,124 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$^3[9/2]^{\circ}_{7/2}$	–	33309,035 ^B 33605,163 ^C	33494,68 ^a	–	0,993 ^B 0,996 ^C	0,991 ^a
	$^3[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	35069,242 ^B 35200,174 ^C	35019,13 ^a	–	1,160 ^B 1,156 ^C	1,158 ^a
	$^3[9/2]^{\circ}_{11/2}$	–	36107,404 ^B 35527,153 ^C	35831,68 ^a	–	1,191 ^B 1,237 ^C	1,214 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	45302,214 ^B	45012,79 ^a	–	1,314 ^B	1,281 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	45695,018 ^B	45273,02 ^{a?}	–	1,259 ^B	1,18 ^a
	$^3[7/2]^{\circ}_{9/2}$	–	46556,453 ^B	46354,55 ^a	–	1,276 ^B	1,29 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[3/2]^{\circ}_{1/2}$	–	47323,544 ^B	46902,71 ^a	–	1,374 ^B	1,30 ^a
	$^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	–	48810,046 ^B	48272,77 ^a	–	1,157 ^B	1,14 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[13/2]^{\circ}_{11/2}$	–	46668,314 ^B	46547,72 ^a	–	0,968 ^B	0,97 ^a
	$^3[13/2]^{\circ}_{13/2}$	–	47616,823 ^B	47680,40 ^a	–	1,116 ^B	1,12 ^a
	$^3[13/2]^{\circ}_{15/2}$	–	48776,540 ^B	48923,30 ^a	–	1,197 ^B	1,20 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[11/2]^{\circ}_{9/2}$	–	47803,901 ^B	47663,52 ^a	–	1,007 ^B	0,98 ^a
	$^3[11/2]^{\circ}_{11/2}$	–	48514,840 ^B	48503,82 ^a	–	1,126 ^B	1,10 ^a
	$^3[11/2]^{\circ}_{13/2}$	–	49782,969 ^B	49727,19 ^a	–	1,202 ^B	1,20 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[9/2]^{\circ}_{7/2}$	–	48258,097 ^B	47758,54 ^a	–	1,035 ^B	1,08 ^{a?}
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[1/2]^{\circ}_{3/2}$	–	48277,923 ^B	48024,70 ^a	–	1,326 ^B	1,38 ^a
	$^3[1/2]^{\circ}_{1/2}$	–	50038,039 ^B	49419,13 ^a	–	1,362 ^B	1,41 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[9/2]^{\circ}_{7/2}$	–	49699,311 ^B	49008,93 ^a	–	1,139 ^B	1,03 ^a
	$^3[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	50069,143 ^B	49916,50 ^a	–	1,070 ^B	1,090 ^a
	$^3[9/2]^{\circ}_{11/2}$	–	50513,185 ^B	50468,05 ^a	–	1,204 ^B	1,213 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3F)$	$^3[5/2]^{\circ}_{3/2}$	–	51358,539 ^B	50832,65 ^{a?}	–	0,961 ^B	0,956 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1G)$	$^1[1/2]^{\circ}_{1/2}$	–	53157,955 ^B	52067,87 ^a	–	0,517 ^B	0,54 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3P)$	$^3[7/2]^{\circ}_{9/2}$	–	53196,740 ^B	52880,75 ^a	–	1,297 ^B	1,26 ^a
	$^3[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	53239,596 ^B	52921,62 ^a	–	1,176 ^B	1,15 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3P)$	$^3[7/2]^{\circ}_{5/2}$	–	53725,651 ^B	53120,58 ^a	–	0,960 ^B	0,944 ^a
	$^1[3/2]^{\circ}_{3/2}$	–	53957,312 ^B	52987,76 ^a	–	1,106 ^B	1,131 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1G)$	$^1[15/2]^{\circ}_{15/2}$	–	53863,279 ^B	53322,89 ^a	–	1,071 ^B	1,04 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1D)$	$^1[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	53239,596 ^B	53644,89 ^a	–	1,176 ^B	1,18 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	54943,742 ^B	53716,38 ^{a?}	–	1,157 ^B	1,183 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1D)$	$^1[11/2]^{\circ}_{11/2}$	–	55724,456 ^B	54192,51 ^a	–	1,156 ^B	1,11 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1D)$	$^1[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	56049,546 ^B	54640,82 ^a	–	1,107 ^B	1,13 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1D)$	$^1[3/2]^{\circ}_{3/2}$	–	56436,374 ^B	55221,46 ^a	–	0,838 ^B	1,11 ^a
	$^3[9/2]^{\circ}_{7/2}$	–	55895,468 ^B	55462,68 ^a	–	0,898 ^B	0,878 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^3P)$	$^3[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	56924,227 ^B	56088,39 ^a	–	1,099 ^B	1,11 ^a
	$^3[9/2]^{\circ}_{11/2}$	–	57204,690 ^B	56621,15 ^a	–	1,170 ^B	1,16 ^a
	$^3[11/2]^{\circ}_{9/2}$	–	56494,585 ^B	56480,77 ^a	–	0,757 ^B	0,76 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[11/2]^{\circ}_{11/2}$	–	58168,613 ^B	58051,51 ^a	–	0,967 ^B	0,95 ^a
	$^3[11/2]^{\circ}_{13/2}$	–	58437,674 ^B	59632,21 ^a	–	1,042 ^B	–
	$^3[5/2]^{\circ}_{3/2}$	–	57551,645 ^B	56500,64 ^a	–	1,048 ^B	1,352 ^a
$4f^{14}7p$	$^3[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	57032,324 ^B	57798,51 ^a	–	1,163 ^B	1,151 ^a
	$^3[5/2]^{\circ}_{7/2}$	–	58339,138 ^B	58162,75 ^a	–	1,057 ^B	0,94 ^a
	$^2P^{\circ}_{1/2}$	77001,42 ^A 83251,70 ^C	63631,500 ^A 63723,992 ^B 63705,387 ^C	63706,25 ^a	0,666 ^{A,C}	0,666 ^{A,C} 0,658 ^B	0,661 ^a
$4f^{14}8p$	$^2P^{\circ}_{3/2}$	77002,66 ^A 83265,05 ^C	63631,500 ^A 65501,549 ^B 65598,211 ^C	65594,10 ^a	1,334 ^{A,C}	1,334 ^{A,C} 1,185 ^B	–
	$^2P^{\circ}_{1/2}$	79117,93 ^A 74099,85 ^B 85803,16 ^C	76486,600 ^A 76655,562 ^B 76578,499 ^C	–	0,666 ^{A,B,C}	0,666 ^{A,B,C}	–
$4f^{14}8p$	$^2P^{\circ}_{3/2}$	79118,38 ^A 74125,62 ^B 85804,30 ^C	76946,000 ^A 77118,905 ^B 77031,801 ^C	–	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B,C}	–

Tablo 3.27. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konfigurasyon	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 5f	² F _{5/2} ^o	68441,98 ^A	70502,900 ^A	70502,90 ^a	0,857 ^{A,C}	0,857 ^{A,C}	–
		75100,19 ^C	70522,232 ^B			0,877 ^B	
4f ¹⁴ 6f	² F _{7/2} ^o	68443,98 ^A	70580,300 ^A	70580,19 ^a	1,143 ^{A,C}	1,143 ^{A,C}	–
		75102,24 ^C	70592,108 ^B			1,135 ^B	
4f ¹⁴ 6f	² F _{5/2} ^o	73817,05 ^A	80458,900 ^A	80458,95 ^a	0,857 ^{A,C}	0,857 ^{A,B,C}	–
		80475,75 ^C	80522,886 ^B				
4f ¹⁴ 7f	² F _{7/2} ^o	73818,38 ^A	80471,900 ^A	80471,80 ^a	1,143 ^{A,C}	1,143 ^{A,B,C}	–
		80477,12 ^C	80607,894 ^B				
4f ¹⁴ 7f	² F _{5/2} ^o	77058,95 ^A	85898,100 ^A	85898,13 ^a	0,857 ^{A,B,C}	0,857 ^{A,B,C}	–
		70713,65 ^B	85963,286 ^B				
4f ¹⁴ 8f	² F _{7/2} ^o	83717,95 ^C	85898,500 ^C	85906,20 ^a	1,143 ^{A,B,C}	1,143 ^{A,B,C}	–
		77059,84 ^A	85906,100 ^A				
4f ¹⁴ 8f	² F _{5/2} ^o	70715,66 ^B	85967,039 ^B	89175,85 ^a	0,857 ^{A,B,C}	0,857 ^{A,B,C}	–
		83718,88 ^C	85906,500 ^C				
4f ¹⁴ 9f	² F _{7/2} ^o	79163,09 ^A	89175,900 ^A	89185,44 ^a	1,143 ^{A,B,C}	1,143 ^{A,B,C}	–
		82327,56 ^B	89210,460 ^B				
4f ¹⁴ 9f	² F _{5/2} ^o	85822,28 ^C	89176,100 ^C	91311,40 ^a	0,857 ^{A,C}	0,857 ^{A,B,C}	–
		79163,72 ^A	89185,300 ^A				
4f ¹⁴ 9f	² F _{7/2} ^o	82329,57 ^B	89219,391 ^B	91314,85 ^a	1,143 ^{A,C}	1,143 ^{A,B,C}	–
		85822,94 ^C	89185,500 ^C				
4f ¹⁴ 9f	² F _{5/2} ^o	80605,59 ^A	91311,400 ^A	91311,40 ^a	0,857 ^{A,C}	0,857 ^{A,B,C}	–
		87264,91 ^C	91332,817 ^B				
4f ¹⁴ 9f	² F _{7/2} ^o	91311,500 ^C	91311,500 ^C	91314,85 ^a	1,143 ^{A,C}	1,143 ^{A,B,C}	–
		80606,04 ^A	91314,900 ^A				
4f ¹⁴ 9f	² F _{5/2} ^o	87265,37 ^C	91336,306 ^B	91314,85 ^a	1,143 ^{A,C}	1,143 ^{A,B,C}	–
			91315,000 ^C				

^aNIST Atomic Spectra Database [63], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.8'de verilmektedir.

3.7.2. Yb II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle Yb II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları hesaplandı. 4f¹⁴6s–4f¹⁴6p, 4f¹⁴7p, 4f¹³5d6s, 4f¹³5d², 4f¹³6s²–4f¹³6s6p, 4f¹³5d6p, 4f¹⁴7d, 4f¹⁴5d–4f¹⁴6p, 4f¹³5d6s, 4f¹³5d², 4f¹⁴7p, 4f¹³5d6s–4f¹³6s6p, 4f¹³5d6p, 4f¹⁴6d, 4f¹⁴7d, 4f¹⁴6s–4f¹³6s6p, 4f¹³5d6p, 4f¹⁴ns (n = 7–9), 4f¹⁴nd (n = 6–9), 4f¹⁴np (n = 7–9)–4f¹⁴ns (n = 6–9), 4f¹⁴nd (n = 6–9) ve 4f¹⁴nf (n = 5–9)–4f¹⁴nd (n = 5–9) geçişlerinin λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve gA_{ki} (sn⁻¹) ağırlıklı geçiş olasılıkları Tablo 3.28 ve Ekler kısmındaki Tablo A.9'da sunulmaktadır. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilirken geçiş olasılığı için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazılmaktadır ve DREAM veri tabanındaki [64] verileriyle karşılaştırma yapılmaktadır. Bu veriler Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP

yöntemiyle elde edilmiştir ve bir kısmı [331]'de sunulmuştur. Ayrıca birkaç seviye için Migdalek'in relativistik model-potansiyel ve tek konfigürasyonlu Dirac-Fock [306, 308], Facwett ve Wilson'un HFR [305] ve U.I. Safronova ve M.S. Safronova'nın relativistik çok-cisim [335] yöntemleriyle yaptıkları çalışmaları ile karşılaştırılmaktadır.

MCHF+BP hesaplamalarında Tablo 3.26'da verilen A ve B konfigürasyon setlerindeki çift ve tek pariteli seviyeleri arasındaki geçişler A ve B hesabı ve C konfigürasyon setindeki çift ve B'nin tek pariteli seviyeleri arasındaki geçişler C hesabı olarak MCHF program paketi [412] ile hesaplandı. A, B ve C hesapları için sırasıyla 242, 4911 ve 4911 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Bu geçişler için elde edilen veriler Tablo 3.28 ve Tablo A.9'da verilmektedir. Tablolarda geçiş olasılıkları üst seviyenin istatistiksel ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklı geçiş olasılıklarına (gA_{ki}) çevrildi. Tablo 3.28 ve Tablo A.9'da hesaplanan geçişler için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarının farklı konfigürasyon setlerine ait hesaplamaları A, B ve C üst indisyle verildi. Hesap sonuçları incelendiğinde birçok geçiş için karşılaştırma değerleri ile uyumun iyi olmadığı görülmektedir. $4f^{14}6s-4f^{14}6p$ geçişlerinde λ ve gf değerleri için uyum iyi olmasına rağmen gA_{ki} değerlerinde uyum azdır. $4f^{14}6s-4f^{14}7p$ geçişlerinde ise dalga boyu iyi, diğer ışınma parametreleri kötüdür. $4f^{14}5d-4f^{14}6p$ geçişlerinde durum tam tersidir ve $4f^{14}6p-4f^{14}6d$ geçişlerinde sadece gA_{ki} değerleri uyumludur. Karşılaştırma değeri olmayan $4f^{14}np$ ($n = 7-9$)- $4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 6-9$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$)- $4f^{14}nd$ ($n = 5-9$) geçişlerinde HFR ile yapılan diğer çalışmayla uyum bazı geçişler hariç iyidir. Bu uyumsuzlukların giderilmesi için $5p^6$ 'dan uyararak öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin dikkate alındığı konfigürasyon setleriyle yapılan geçişlerde de fazla iyileşme olmadığı görülmektedir. Bu uyumsuzluklar $4f^{14}$ 'ten uyarılarak elde edilen konfigürasyonlar katılarak bir miktar düzeltilebilir.

Tablo 3.26'da verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında HFR program paketiyle [418] yapılan A, B ve C hesaplamaları için sırasıyla 443, 11853 ve 1001 tane mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Geçiş verileri fazla olduğu için sadece karşılaştırma değerleri olan ve $4f^{14}np$ ($n = 7-9$)- $4f^{14}ns$ ($n =$

6–9), $4f^{14}nd$ ($n = 6–9$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5–9$)– $4f^{14}nd$ ($n = 5–9$) geçişlerinin dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları A, B ve C üst indisyle Tablo 3.28 ve Tablo A.9’da verilmektedir. A, B ve C hesaplarında en küçük kareler yöntemiyle elde edilen enerji değerleri deneysel verilere uydurma yapılarak elde edilen parametrelerle geçişler tekrar hesaplandı. Hesap sonuçları diğer verilerle karşılaştırıldığında dalga boylarında uyum iyi olmasına rağmen bazı ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarında uyum daha azdır. $4f^{14}6s–4f^{14}6p$ ve $4f^{14}6s–4f^{14}7p$ geçişlerinde uyum oldukça iyidir. Karşılaştırma değerlerinde farklı $g_{A_{ki}}$ sonuçları mevcuttur. $g_{A_{ki}}$ için farklı konfigürasyon setleriyle yapılan HFR sonuçları farklı karşılaştırma verileriyle uyumludur. $4f^{13}6s^2–4f^{13}6s6p$ ve $4f^{13}6s^2–4f^{13}5d6p$ geçişleri nicelendiğinde bazı seviyeler hariç uyumun iyi olduğu görülmektedir. $4f^{13}6s^2–4f^{14}7d$ geçişlerinde λ değerleri için uyum iyi olmasına rağmen gf ve $g_{A_{ki}}$ değerlerinde uyum azdır. $4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}–4f^{14}7p \ ^2P^o_{3/2}$ geçişinde ise gf ve $g_{A_{ki}}$ sonuçları için B hesabı daha iyidir. Ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları için en geniş karşılaştırma verileri birkaç seviye hariç Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP yöntemiyle yapılan çalışmadır [64, 345]. Bu yöntemde öz-kutuplanmaya göre tanımlanan bir potansiyel kullanıldığından sadece HFR yöntemiyle elde edilen bazı geçişler için uyum daha az gözükmemektedir. $4f^{14}6s–4f^{14}6p$, $4f^{14}6s–4f^{14}7p$, $4f^{14}6p–4f^{14}7s$, $4f^{14}6p–4f^{14}6d$, $4f^{14}6p–4f^{14}8s$, $4f^{14}7s–4f^{14}7p$ ve $4f^{14}7p–4f^{14}8s$ geçişleri içinde relativistik model-potansiyel, tek konfigürasyonlu Dirac-Fock [306, 308], HFR [305] ve relativistik çok-cisim [335] yöntemleriyle yapılan çalışmalarda geçiş olasılıkları ağırlıklı geçiş olasılıklarına çevrilerek karşılaştırılmaktadır. Bunlardan bazıları farklı çalışma sonuçlarıyla uyumludur. Ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarındaki uyumsuzlukların iyileştirilmesi için özden uyarılmaların yapıldığı B ve C hesaplarındaki sonuçlarda iyileştirme olduğu görülmektedir.

Tablo 3.28. Yb II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 6p ² P _{1/2}	4953,97 ^A	3695,245 ^A	3694,19 ^{a,b}	0,71854 ^A	0,81277 ^A	0,474 ^a	1,952(8) ^A	3,970(8) ^A	2,31(8) ^a
			3698,403 ^B	3695,24 ^d		0,52442 ^B	0,574 ^c		2,557(8) ^B	2,46(8) ^b
			3702,106 ^C			0,57751 ^C			2,810(8) ^C	3,00(8) ^d
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d6s(³ D) ³ [3/2] ^o _{3/2}	–	3474,391 ^B	3476,30 ^a	–	0,14070 ^B	0,048 ^a	–	7,774(7) ^B	2,28(8) ^e
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4522,33 ^A	3290,312 ^A	3289,37 ^{a,b}	1,57513 ^A	1,82560 ^A	0,887 ^a	5,134(8) ^A	1,130(9) ^A	5,46(8) ^a
			3289,017 ^B	3290,31 ^d		0,97472 ^B	1,300 ^c		6,010(8) ^B	6,48(8) ^b
			3283,666 ^C			0,85305 ^C			5,277(8) ^C	8,40(8) ^d
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d6s(³ D) ³ [5/2] ^o _{3/2}	–	3026,694 ^B	3031,11 ^a	–	0,04130 ^B	0,034 ^a	–	3,007(7) ^B	4,80(8) ^e
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d6s(³ D) ³ [3/2] ^o _{1/2}	–	2939,206 ^B	2970,56 ^a	–	0,11130 ^B	0,082 ^a	–	8,593(7) ^B	8,24(8) ^f
		–		2970,564 ^b						2,49(7) ^a
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d6s(¹ D)	–	2864,930 ^B	2891,38 ^a	–	0,11599 ^B	0,166 ^a	–	0,943(8) ^B	5,22(7) ^b
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d6s(³ D) ¹ [3/2] ^o _{3/2}	–	2533,003 ^B	2891,384 ^b	–	0,02348 ^B	0,012 ^a	–	2,441(7) ^B	1,33(8) ^a
		–		2538,67 ^a						1,368(8) ^b
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d6s(³ D) ³ [1/2] ^o _{1/2}	–	2316,200 ^B	2320,81 ^a	–	0,01165 ^B	0,024 ^a	–	1,448(7) ^B	1,22(7) ^a
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d6s(³ D) ³ [5/2] ^o _{3/2}	–	2113,117 ^B	2131,40 ^a	–	0,00030 ^B	0,109 ^a	–	4,418(5) ^B	2,96(7) ^a
		–		2131,40 ^a						1,61(8) ^a
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d6s(¹ D) ³ [3/2] ^o _{1/2}	–	2154,275 ^B	2126,74 ^{a,b}	–	0,15126 ^B	0,139 ^a	–	2,174(8) ^B	2,05(8) ^a
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{5/2} ^o)5d6s(¹ D) ¹ [3/2] ^o _{3/2}	–	2022,670 ^B	2116,68 ^a	–	0,30559 ^B	0,046 ^a	–	4,982(8) ^B	1,98(8) ^b
		–		2116,67 ^b						6,82(7) ^{a,b}
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹³ (² F _{7/2} ^o)5d ² (³ F) ¹ [1/2] ^o _{1/2}	–	1771,909 ^B	1810,89 ^a	–	0,01982 ^B	0,014 ^a	–	4,211(7) ^B	2,87(7) ^a
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	1298,63 ^A	1571,548 ^A	1569,705 ^b	0,09712 ^A	0,00742 ^A	0,005 ^b	3,841(8) ^A	2,003(7) ^A	1,44(7) ^b
			1569,269 ^B	1569,70 ^d		0,02452 ^B			6,642(7) ^B	9,62(6) ^d
			1569,725 ^C			0,04150 ^C			1,123(8) ^C	8,12(7) ^e
									4,08(6) ^f	

Tablo 3.28. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{14}6s^2\ ^2S_{1/2}$	$4f^{14}7p\ ^2P^{\circ}_{3/2}$	1298,61 ^A	1571,548 ^A 1526,683 ^B 1524,432 ^C	1524,53 ^a 1557,85 ^d	0,19231 ^A	0,01483 ^A 0,03507 ^B 0,06840 ^C	0,011 ^a	7,606(8) ^A	4,010(7) ^A 1,003(8) ^B 1,963(8) ^C	3,02(7) ^a 1,03(6) ^d 8,24(7) ^e 5,24(6) ^f
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_0)$ (7/2,0) _{7/2}	–	3760,471 ^B	3773,43 ^a	–	0,02552 ^B	0,011 ^a	–	1,204(7) ^B	5,09(6) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{7/2}	–	3639,667 ^B	3637,75 ^a	–	0,24059 ^B	0,121 ^a	–	1,211(8) ^B	6,12(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{9/2}	–	3606,622 ^B	3585,47 ^a	–	0,54338 ^B	0,242 ^a	–	2,786(8) ^B	1,25(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{5/2}	–	3590,977 ^B	3560,33 ^a	–	0,41788 ^B	0,177 ^a	–	2,161(8) ^B	0,93(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{9/2}	–	3100,732 ^B	3094,89 ^a	–	0,04447 ^B	0,011 ^a	–	3,085(7) ^B	0,73(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{5/2} ?	–	2975,235 ^B	2859,8 ^a	–	1,97878 ^B	1,065 ^a	–	1,491(9) ^B	8,63(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^1P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{9/2}	–	2918,748 ^B	2750,48 ^a 2750,477 ^b	–	4,43144 ^B	3,651 ^a	–	3,469(9) ^B	3,20(9) ^{ab}
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^3P^{\circ}_0)$ (5/2,0) _{5/2}	–	2711,809 ^B	2711,78 ^a	–	0,02616 ^B	0,02 ^a	–	2,373(7) ^B	1,81(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{5/2}	–	2687,769 ^B	2672,66 ^a	–	0,48583 ^B	0,864 ^a	–	4,486(8) ^B	8,10(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^1P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{7/2} ?	–	2796,597 ^B	2653,75 ^{a,b}	–	4,06944 ^B	3,286 ^a	–	3,470(9) ^B	3,12(9) ^{ab}
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{5/2}	–	2646,101 ^B	2641,88 ^a	–	0,04697 ^B	0,151 ^a	–	4,474(7) ^B	1,44(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{7/2}	–	2632,369 ^B	2617,01 ^a	–	0,01599 ^B	0,132 ^a	–	1,539(7) ^B	1,28(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{7/2}	–	2516,598 ^B	2522,43 ^a	–	0,04136 ^B	0,124 ^a	–	4,356(7) ^B	1,30(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{9/2}	–	2506,052 ^B	2512,06 ^a	–	0,28573 ^B	0,465 ^a	–	3,035(8) ^B	4,92(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{5/2} ?	–	2489,632 ^B	2502,02 ^a	–	0,05185 ^B	0,087 ^a	–	5,579(7) ^B	9,32(7) ^a

Tablo 3.28. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	–	2380,808 ^B	2390,74 ^a	–	0,44168 ^B	0,589 ^a	–	5,197(8) ^B	6,86(8) ^a
	$(7/2,1)_{5/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$	–	2365,547 ^B	2364,26 ^a	–	0,02856 ^B	0,01 ^a	–	3,405(7) ^B	1,20(7) ^a
	$(5/2,2)_{5/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	–	2366,876 ^B	2362,89 ^a	–	0,25121 ^B	0,329 ^a	–	2,991(8) ^B	3,91(8) ^a
	$(7/2,1)_{9/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$	–	2333,934 ^B	2344,66 ^a	–	0,05524 ^B	0,063 ^a	–	6,764(7) ^B	7,70(7) ^a
	$(7/2,3)_{5/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	–	2309,322 ^B	2315,20 ^a	–	0,18843 ^B	0,267 ^a	–	2,357(8) ^B	3,32(8) ^a
	$(7/2,1)_{7/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$	–	2271,909 ^B	2288,97 ^a	–	0,07783 ^B	0,092 ^a	–	1,006(8) ^B	1,17(8) ^a
	$(7/2,3)_{7/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$	–	2282,944 ^B	2283,40 ^a	–	0,24715 ^B	0,299 ^a	–	3,163(8) ^B	3,80(8) ^a
	$(7/2,2)_{9/2}?$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$	–	2271,909 ^B	2263,88 ^a	–	0,07783 ^B	0,047 ^a	–	1,006(8) ^B	6,11(7) ^a
	$(7/2,2)_{7/2}?$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	–	2226,283 ^B	2224,87 ^a	–	0,00981 ^B	0,029 ^a	–	1,320(7) ^B	3,91(7) ^a
	$(7/2,2)_{5/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	–	2204,729 ^B	2214,68 ^a	–	0,05881 ^B	0,072 ^a	–	8,070(7) ^B	9,83(7) ^a
	$(7/2,2)_{7/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$	–	2169,913 ^B	2173,36 ^a	–	0,03001 ^B	0,035 ^a	–	4,251(7) ^B	4,88(7) ^a
	$(7/2,3)_{9/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2120,896 ^B	2125,57 ^a	–	0,15243 ^B	0,108 ^a	–	2,260(8) ^B	1,60(8) ^a
	$(7/2,4)_{7/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2118,239 ^B	2121,10 ^a	–	0,00794 ^B	0,013 ^a	–	1,180(7) ^B	1,95(7) ^a
	$(7/2,4)_{9/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3P^{\circ}_0)$	–	2075,704 ^B	2083,69 ^a	–	0,05693 ^B	0,047 ^a	–	8,813(7) ^B	7,24(7) ^a
	$(7/2,0)_{7/2}?$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3P^{\circ}_2)$	–	2013,611 ^B	2022,03 ^a	–	0,11639 ^B	0,129 ^a	–	1,915(8) ^B	2,09(8) ^a
	$(7/2,2)_{9/2}$									
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3P^{\circ}_2)$	–	1999,491 ^B	2007,24 ^a	–	0,01576 ^B	0,015 ^a	–	2,630(7) ^B	2,42(7) ^a
	$(7/2,2)_{7/2}$									

^aDream Database [64], ^bNIST Periodictable [62], ^cMigdalek [306, f 'den çevrildi], ^dU.I. Safronova ve M.S. Safronova [335, A_{ki} 'den çevrildi], ^eFacwett and Wilson [305, A_{ki} 'den çevrildi], ^fMigdalek [308, A_{ki} 'den çevrildi], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.9'da verilmektedir.

3.8. Yb III (Z = 70) için Hesaplama Sonuçları

İki kez iyonlaşmış iterbiyum, nötral ve bir kez iyonlaşmış iterbiyuma göre geçmişte daha az çalışılmıştır. Lantanitlerin birinci ve ikinci spektrumları kadar özellikle çift atom numaralı nadir toprakların üçüncü spektrumları da acayip yıldızlarda gözlenir. Yb III, $4f^{14}$ taban hal konfigürasyonu ile Yb I ve Yb II'ye göre basit bir atomik yapıya ve düşük uyarılmış konfigürasyonları $[Xe]4f^{13}$ özünün dışındaki bir dış elektrona sahiptir.

İki kez iyonlaşmış iterbiyumun (Yb III) enerji seviyeleri, Landé g -çarpanları, spektrumları [4, 15, 48, 109, 296, 298, 338, 339, 342] ve iyonlaşma potansiyeli [23, 45, 46, 300, 340] ile ilgili çalışmalar Tablo 1.3'te verilmiştir. Yb III'ün yarı ömürleri [341, 342, 345], geçiş olasılıkları ve salıncı şiddetleri [342–346] zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans tekniği, Fourier-dönüşüm spektroskopisi ve HFR+CP ve çok-cisim katkı teorisi gibi deneysel ve teorik yöntemlerle incelenmiştir.

Yb III'ün bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları HFR [418] yöntemi kullanılarak hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.30, Tablo A.10 (Ekler kısmında), Tablo 3.31 ve Tablo A.11'de (Ekler kısmında) sunulmaktadır.

Yb III'ün HFR hesaplamaları için, $[Xe]$ özü dışındaki elektronlar arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen ve A ve B ile gösterilen konfigürasyon setleri Tablo 3.29'da verilmektedir.

Tablo 3.29. Yb III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar	
	A	B
HFR hesaplamaları için:		
Çift-parite	$4f^{14}, 4f^{13}6p, 4f^{13}5f$	$4f^{14}, 4f^{13}np$ ($n = 6, 7$), $4f^{13}nf$ ($n = 5-7$)
Tek-parite	$4f^{13}nd$ ($n = 5, 6$), $4f^{13}ns$ ($n = 6-8$)	$4f^{13}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{13}ns$ ($n = 6, 7$)

3.8.1. Yb III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları

İki kez iyonlaşmış iterbiyumun [Xe] özü dışında $4f^{14}$, $4f^{13}np$ ($n = 6, 7$), $4f^{13}nf$ ($n = 5-7$), $4f^{13}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{13}ns$ ($n = 6-8$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları HFR yöntemiyle [418] hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.30 ve Ekler kısmındaki Tablo A.10'da taban hal seviyesi $4f^{14} \ ^1S_0$ 'a göre cm^{-1} biriminde sunulmaktadır. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre elde edilen sonuçlar HFR için A ve B üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler "o" indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar için seviye enerjileri NIST verileri [63], Öberg ve Lundberg [345] ve U.I. Safronova ve M.S. Safronova'nın [346] çalışma sonuçlarıyla ve Landé g -çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ile karşılaştırılmaktadır.

HFR hesaplamalarında, Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurmayı yapmak için iyileştirildi. Spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A ve B hesaplarında 0,85 olarak seçildi. HFR hesaplamaları, Tablo 3.29'da verilen konfigürasyon setleriyle HFR atomik yapı paketi [418] kullanılarak elde edildi. HFR sonuçlarının hem karşılaştırma değeri olanlar hem de yeni veriler sunmak amacıyla diğer uyarılmış seviyeleri de Tablo 3.30 ve Tablo A.10'da sunulmaktadır. $4f^{14}$, $4f^{13}np$ ($n = 6, 7$), $4f^{13}nf$ ($n = 5-7$), $4f^{13}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{13}ns$ ($n = 6-8$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları tablolarda verilmektedir. NIST verileri [63], Öberg ve Lundberg'in çalışmaları [345] ve U.I. Safronova ve M.S. Safronova'nın relativistik çok-cisim katkı teorisiyle hesapladıkları çalışma sonuçları [346] ile karşılaştırıldığında uyumun hemen hemen tüm seviyeler için iyi olduğu görülmektedir. Bazı seviyelerde A sonuçları daha iyi iken bazı sonuçlarda B sonuçları daha iyidir. U.I. Safronova ve M.S. Safronova'nın sonuçlarının bazı seviyeler için NIST verileri ile uyumsuz olduğuna dikkat edilmelidir. Ayrıca, tüm hesaplamalarda Landé g -çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ile oldukça uyumludur.

Tablo 3.30. Yb III'ün E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları*

Seviyeler		E		g-çarpanı	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
Çift parite için:					
4f ¹⁴	¹ S ₀	0,00 ^{A,B}	0,00 ^{a,b}		
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₃	72177,703 ^A 72176,654 ^B	72140,35 ^a 73274 ^c	1,246 ^{A,B}	1,246 ^b
	(7/2,1/2) ₄	72482,348 ^A 72482,201 ^B	72486,97 ^a 73457 ^c	1,069 ^{A,B}	1,069 ^b
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	77973,979 ^A 77975,876 ^B	78020,45 ^a 78889 ^c	1,200 ^{A,B}	1,200 ^b
	(7/2,3/2) ₂	78193,573 ^A 78193,816 ^B	78183,44 ^a 79043 ^c	1,063 ^{A,B}	1,063 ^b
	(7/2,3/2) ₃	78778,064 ^A 78777,656 ^B	78779,29 ^a 79512 ^c	1,099 ^{A,B}	1,099 ^b
	(7/2,3/2) ₄	79288,011 ^A 79287,697 ^B	79282,90 ^a 80103 ^c	1,195 ^{A,B}	1,195 ^b
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	82526,095 ^A 82527,268 ^B	82546,33 ^a 81757 ^c	0,808 ^{A,B}	0,808 ^b
	(5/2,1/2) ₂	82894,990 ^A 82894,878 ^B	82907,42 ^a 82129 ^c	0,939 ^{A,B}	0,939 ^b
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	87629,245 ^A 87628,099 ^B	87612,61 ^a 86729 ^c	0,499 ^{A,B}	0,499 ^b
	(5/2,3/2) ₄	88499,295 ^A 88499,501 ^B	88497,90 ^a 87546 ^c	1,037 ^{A,B}	1,037 ^b
	(5/2,3/2) ₂	88984,068 ^A 88983,522 ^B	88977,09 ^a 87925 ^c	0,831 ^{A,B}	0,831 ^b
	(5/2,3/2) ₃	89404,789 ^A 89405,032 ^B	89397,41 ^a 88432 ^c	1,015 ^{A,B}	1,015 ^b
4f ¹³ (² F ^o)7p	³ D ₃	133830,195 ^B	133653,80 ^b	1,245 ^B	1,236 ^b
	³ D ₂	137159,215 ^B	–	1,060 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7p	³ D ₁	147279,916 ^B	–	0,499 ^B	–
	³ G ₄	133865,941 ^B	133933,40 ^b	1,065 ^B	1,071 ^b
	³ G ₅	136490,467 ^B	–	1,200 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7p	³ G ₃	144914,081 ^B	–	0,805 ^B	–
	¹ F ₃	136872,602 ^B	137102,00 ^b	1,102 ^B	1,111 ^b
4f ¹³ (² F ^o)7p	³ F ₄	137043,180 ^B	136755,50 ^b	1,199 ^B	1,193 ^b
	³ F ₂	147970,504 ^B	–	0,862 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7p	³ F ₃	148086,129 ^B	–	1,016 ^B	–
	¹ D ₂	145519,982 ^B	–	0,912 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7p	¹ G ₄	147556,188 ^B	–	1,037 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	³ I ₇	138659,169 ^A 138665,488 ^B	138272,20 ^b	1,143 ^{A,B}	1,143 ^b
	³ I ₆	138868,825 ^A 138869,320 ^B	138987,10 ^b	1,026 ^A 1,024 ^B	1,012 ^b
	³ I ₅	149042,084 ^A 149043,679 ^B	–	0,847 ^{A,B}	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	³ D ₃	138740,285 ^A 138774,926 ^B	–	1,256 ^{A,B}	–
	³ D ₁	148997,157 ^A 149004,199 ^B	–	0,737 ^A 0,734 ^B	–
	³ D ₂	149074,864 ^A 149073,403 ^B	–	1,204 ^A 1,216 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	¹ D ₂	138959,712 ^A 138952,110 ^B	–	0,983 ^A 0,968 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	³ G ₅	139070,471 ^A 139081,097 ^B	139081,90 ^b	1,174 ^{A,B}	1,155 ^b
	³ G ₃	149403,421 ^A 149406,234 ^B	–	0,810 ^{A,B}	–
	³ G ₄	149448,227 ^A 149416,405 ^B	–	0,978 ^A 1,056 ^B	–
	³ H ₆	139071,572 ^A 139082,649 ^B	–	1,141 ^A 1,143 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	³ H ₅	149421,652 ^A 149429,688 ^B	–	1,044 ^{A,B}	–

Tablo 3.30. Devam

Seviyeler		E		g-çarpımı	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
	3H_4	149416,710 ^A	–	0,928 ^A	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	1G_4	149433,734 ^B	–	0,850 ^B	–
		139117,213 ^A	–	0,993 ^A	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	1I_6	139095,485 ^B	–	0,990 ^B	–
		149232,447 ^A	–	1,024 ^{A,B}	–
4f ¹³ (² F ^o)5f	1S_0	149224,897 ^B	–		
		153127,572 ^A	–		
		151474,000 ^B			
Tek parite için:					
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d _{3/2}	(7/2,3/2) ^o ₂	33480,516 ^A	33385,80 ^a	1,466 ^A	1,466 ^b
		33317,696 ^B	39755 ^c	1,475 ^B	
	(7/2,3/2) ^o ₅	37048,092 ^A	37020,25 ^a	1,025 ^A	1,025 ^b
		37003,304 ^B	42569 ^c	1,023 ^B	
	(7/2,3/2) ^o ₃	39016,884 ^A	39141,18 ^a	1,221 ^A	1,218 ^b
		39200,109 ^B	44429 ^c	1,149 ^B	
	(7/2,3/2) ^o ₄	40055,138 ^A	40160,03 ^a	1,112 ^A	1,120 ^b
		39456,473 ^B	46122 ^c	1,177 ^B	
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})6s _{1/2}	(7/2,1/2) ^o ₄	34687,931 ^A	34656,13 ^a	1,251 ^{A,B}	1,251 ^b
		34650,593 ^B	36336 ^c		
	(7/2,1/2) ^o ₃	34958,872 ^A	34990,66 ^a	1,037 ^A	1,038 ^b
		34964,007 ^B	36764 ^c	1,038 ^B	
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d _{5/2}	(7/2,5/2) ^o ₆	38934,893 ^A	39085,39 ^a	1,167 ^{A,B}	1,167 ^b
		38733,010 ^B	44360 ^c		
	(7/2,5/2) ^o ₁	39696,095 ^A	39720,79 ^a	1,350 ^A	1,348 ^b
		39037,476 ^B	39762 ^c	1,339 ^B	
	(7/2,5/2) ^o ₂	40601,076 ^A	40288,07 ^a	1,029 ^A	1,028 ^b
		41286,128 ^B	44488 ^c	0,996 ^B	
	(7/2,5/2) ^o ₄	42567,595 ^A	42425,08 ^a	1,100 ^A	1,091 ^b
		41932,308 ^B	47427 ^c	1,043 ^B	
	(7/2,5/2) ^o ₃	42980,531 ^A	43019,16 ^a	1,099 ^A	1,105 ^b
		42802,880 ^B	45862 ^c	1,162 ^B	
	(7/2,5/2) ^o ₅	43484,272 ^A	43622,75 ^a	1,169 ^A	1,168 ^b
		43114,705 ^B	48991 ^c	1,170 ^B	
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})6s _{1/2}	(5/2,1/2) ^o ₂	44820,054 ^A	44853,59 ^a	0,666 ^{A,B}	0,666 ^b
		44859,109 ^B	45194 ^c		
	(5/2,1/2) ^o ₃	45249,752 ^A	45207,64 ^a	1,049 ^{A,B}	1,046 ^b
		45207,292 ^B	47959 ^c		
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d _{5/2}	(5/2,5/2) ^o ₀	45261,499 ^A	45276,85 ^{a?}		
		45247,509 ^B	49469 ^c		
	(5/2,5/2) ^o ₁	49808,796 ^A	50029,42 ^a	0,656 ^A	0,658 ^b
		51938,571 ^B	47664 ^c	0,605 ^B	
	(5/2,5/2) ^o ₅	50378,169 ^A	50357,46 ^a	1,040 ^A	1,041 ^b
		50527,394 ^B	54313 ^c	1,041 ^B	
	(5/2,5/2) ^o ₂	51439,823 ^A	51463,38 ^a	0,920 ^A	0,928 ^b
		52204,897 ^B	55361 ^c	1,060 ^B	
	(5/2,5/2) ^o ₃	53256,759 ^A	53122,79 ^a	1,002 ^A	0,987 ^b
		53013,413 ^B	56856 ^c	0,932 ^B	
	(5/2,5/2) ^o ₄	53783,505 ^A	53735,86 ^a	1,043 ^A	1,043 ^b
		54011,891 ^B	57921 ^c	1,041 ^B	
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d _{3/2}	(5/2,3/2) ^o ₄	46968,435 ^A	47056,92 ^a	0,845 ^A	0,847 ^b
		47720,024 ^B	51438 ^c	0,839 ^B	
	(5/2,3/2) ^o ₂	48618,140 ^A	48414,67 ^a	0,919 ^A	0,912 ^b
		49397,684 ^B	52632 ^c	0,803 ^B	
	(5/2,3/2) ^o ₃	51529,619 ^A	51581,78 ^a	0,842 ^A	0,856 ^b
		51809,312 ^B	55978 ^c	0,921 ^B	
	(5/2,3/2) ^o ₁	53372,830 ^A	53365,19 ^a	0,994 ^A	0,995 ^b
		49788,615 ^B	55144 ^c	1,057 ^B	
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})7s _{1/2}	(7/2,1/2) ^o ₄	120249,285 ^A	120247,02 ^a	1,251 ^{A,B}	1,251 ^b
		120229,021 ^B	121796 ^c		
	(7/2,1/2) ^o ₃	120362,702 ^A	120364,81 ^a	1,037 ^{A,B}	1,037 ^b
		120392,579 ^B	121872 ^c		

Tablo 3.30. Devam

Seviyeler		E		g-çarpımı	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})7s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^o_2$	130454,876 ^A 130461,674 ^B	130457,45 ^a 130196 ^c	0,666 ^{A,B}	0,666 ^b
	$(5/2,1/2)^o_3$	130553,708 ^A 130592,826 ^B	130551,08 ^a 130254 ^c	1,047 ^A 1,046 ^B	1,047 ^b
	$(7/2,3/2)^o_2$	125500,623 ^A 125071,206 ^B	–	1,420 ^A 1,421 ^B	–
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6d_{3/2}$	$(7/2,3/2)^o_3$	125706,930 ^A 125838,894 ^B	125560,50 ^b 125560,54 ^d	1,108 ^A 1,239 ^B	1,220 ^b
	$(7/2,3/2)^o_4$	125716,887 ^A 126944,433 ^B	125810,04 ^b 127338 ^c	1,176 ^A 1,142 ^B	1,116 ^b
	$(7/2,3/2)^o_5$	125575,110 ^A 125497,082 ^B	125810,11 ^d 125167,10 ^b	1,025 ^A 1,023 ^B	1,023 ^b
	$(7/2,5/2)^o_6$	125984,522 ^A 126077,305 ^B	125730,90 ^b 127697 ^c	1,167 ^{A,B}	1,167 ^b
		$(7/2,5/2)^o_2$	126286,475 ^A 126218,191 ^B	125731,113 ^d 125986,98 ^b	1,034 ^A 1,044 ^B
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6d_{5/2}$	$(7/2,5/2)^o_4$	126211,986 ^A 126263,395 ^B	126456,07 ^b 128174 ^c	1,061 ^A 1,092 ^B	1,119 ^b
	$(7/2,5/2)^o_3$	126423,912 ^A 126711,098 ^B	126456,119 ^d 126559,11 ^b	1,191 ^A 1,065 ^B	1,084 ^b
	$(7/2,5/2)^o_5$	126423,459 ^A 127008,215 ^B	127175 ^c 126559,21 ^d	1,180 ^A 1,181 ^B	1,181 ^b
	$(7/2,5/2)^o_1$	127634,908 ^A 129549,873 ^B	126671,40 ^b 128270 ^c	1,111 ^A 1,175 ^B	–
	$(5/2,5/2)^o_0$	136614,805 ^A 135905,491 ^B	126671,59 ^d –	–	–
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6d_{5/2}$	$(5/2,5/2)^o_1$	137006,929 ^A 136335,329 ^B	–	0,898 ^A 0,803 ^B	–
	$(5/2,5/2)^o_5$	136867,729 ^A 136568,016 ^B	136206 ^c	1,029 ^A 1,030 ^B	–
	$(5/2,5/2)^o_2$	136399,507 ^A 136865,559 ^B	136350,98 ^b 136313 ^c	0,766 ^A 0,850 ^B	0,916 ^b
			136350,97 ^d		

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve Biémont [48], ^cU.I. Safronova ve M.S. Safronova [346], ^dÖberg ve Lundberg [345], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.10'da verilmektedir.

3.8.2. Yb III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

Yb III'ün elektrik dipol geçişlerine ait ışınım parametreleri (dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları) HFR yöntemiyle [418] hesaplandı. Tablo 3.31 ve Ekler kısmındaki Tablo A.11'de sadece karşılaştırma değeri olan düşük enerjili çift ve tek pariteli seviyeler arasındaki elektrik dipol geçişleri sunulmaktadır. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilmektedir ve ağırlıklı geçiş olasılık verilerinde 10'un kuvvetleri parantez içinde yazılmaktadır.

HFR program paketiyle [418] Tablo 3.29’da verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan A ve B hesapları için sırasıyla 956 ve 3188 tane mümkün E1 geçişleri elde edildi. Tablo 3.31 ve Tablo A.11’de geçiş verileri fazla olduğu için sadece $4f^{14}-4f^{13}5d$, $4f^{13}5d-4f^{13}6p$, $4f^{13}6s-4f^{13}6p$, $4f^{13}6p-4f^{13}7s$ ve $4f^{13}6p-4f^{13}6d$ geçişlerinin λ (Å) dalga boyları, $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} (sn^{-1}) ağırlıklı geçiş olasılıkları A ve B üst indisiyle verilmektedir. A ve B hesaplarında en küçük kareler yöntemiyle elde edilen enerji değerleri, deneysel verilere uydurma yapıldı. Elde edilen parametrelerle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. Tablolarda, Yb III için daha çok DREAM veri tabanındaki [64] verilerle karşılaştırma yapılmaktadır. Bu veriler Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP yöntemiyle yapılmıştır ve bir kısmı [342]’de sunulmuştur. Ayrıca, relativistik çok-cisim katkı teorisi ile U.I. Safronova ve M.S. Safronova tarafından yapılan [346] ve Zhang ve çalışma grubunun [341] çalışmaları ile de karşılaştırma yapıldı. A ve B hesap sonuçları [64] ile karşılaştırıldığında birçok geçiş için oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. A hesabı için uyum daha iyidir. A ve B hesaplarının dalga boylarında uyum çok iyi olmasına rağmen bazı logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarında uyum azdır. A ve B hesaplarında $4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4-4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$, $4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5-4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$, $4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2-4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$, $4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4-4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$ ve $4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4-4f^{13}(^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$ geçişlerinin logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri karşılaştırma verileri ile uyumsuzdur. A hesabının $4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_3-4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$ ve $4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3-4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$ geçişlerinde ve B hesabının $4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3-4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$ geçişinde dalga boyu [64] ile uyumlu olmasına rağmen $\log(gf)$ ve gA_{ki} değerlerinde uyum iyi değildir. Logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları için karşılaştırma verileri birkaç geçiş hariç sadece Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP yöntemiyle yapılan çalışmadır [64]. Bu yöntemde öz-kutuplanmaya (CP) göre tanımlanan bir potansiyel kullanıldığından sadece HFR yöntemiyle elde edilen bazı geçişler için uyum daha az gözükmektedir.

Tablo 3.31. Yb III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
$4f^{14}1S_0$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_1$		2519,1229 ^A	2516,816 ^a	-1,692 ^A	-1,77 ^a	2,136(7) ^A	1,80(7) ^a
$4f^{14}1S_0$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_1$		2561,6609 ^B	2517,6 ^b	-1,311 ^B	-1,91 ^c	4,965(7) ^B	0,13(8) ^b
$4f^{14}1S_0$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_1$		2007,6694 ^A	1998,824 ^a	-2,187 ^A	-2,28 ^a	1,075(7) ^A	0,871(7) ^a
$4f^{14}1S_0$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_1$		1925,3625 ^B	1998,8 ^b	-1,110 ^B	-2,19 ^c	1,395(8) ^B	0,11(8) ^b
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		1873,6056 ^A	1873,881 ^a	-0,497 ^A	-0,60 ^a	6,046(8) ^A	4,80(8) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		2008,5054 ^B	1873,9 ^b	-0,596 ^B	-0,86 ^c	4,194(8) ^B	2,63(8) ^b
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		2584,1715 ^A	2579,563 ^a	-0,225 ^A	-0,30 ^a	5,947(8) ^A	4,99(8) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		2573,4116 ^B		-0,094 ^B		8,117(8) ^B	1,440(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		2236,4851 ^A	2231,567 ^a	-2,203 ^A	-2,16 ^a	8,350(6) ^A	9,15(6) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		2228,3596 ^B		-1,526 ^B		3,996(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		2207,6266 ^A	2202,272 ^a	-0,839 ^A	-0,90 ^a	1,984(8) ^A	1,74(8) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		2199,7392 ^B		-0,599 ^B		3,468(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		2023,7058 ^A	2018,669 ^a	-2,411 ^A	-2,40 ^a	6,320(6) ^A	6,47(6) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$		2017,0582 ^B		-1,988 ^B		1,684(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$		1846,7699 ^A	1844,106 ^a	-3,305 ^A	-3,24 ^a	0,970(6) ^A	1,12(6) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		1841,2702 ^B		-2,595 ^B		4,996(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		1801,6909 ^A	1798,843 ^a	-2,584 ^A	-2,52 ^a	5,350(6) ^A	6,20(6) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		1796,4351 ^B		-1,950 ^B		2,321(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_2$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		1788,1366 ^A	1785,344 ^a	-3,104 ^A	-3,01 ^a	1,642(6) ^A	2,03(6) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		1782,9340 ^B		-2,352 ^B		9,339(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		2667,3890 ^A	2666,989 ^a	0,410 ^A	0,28 ^a	2,410(9) ^A	1,81(9) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		2664,8180 ^B		0,396 ^B		2,338(9) ^B	1,975(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		2645,8885 ^A	2642,559 ^a	0,098 ^A	-0,01 ^a	1,193(9) ^A	9,30(8) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		2643,2924 ^B		0,122 ^B		1,264(9) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		2310,2072 ^A	2305,334 ^a	0,726 ^A	0,60 ^a	6,654(9) ^A	5,04(9) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		2308,1238 ^B		0,719 ^B		6,561(9) ^B	5,478(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		2268,0757 ^A	2265,683 ^a	-0,330 ^A	-0,46 ^a	6,059(8) ^A	4,48(8) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		2266,1848 ^B		-0,365 ^B		5,600(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		2242,1431 ^A	2240,112 ^a	0,445 ^A	0,34 ^a	3,696(9) ^A	2,90(9) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		2240,2889 ^B		0,479 ^B		4,009(9) ^B	2,745(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		2090,3825 ^A	2087,446 ^a	-2,407 ^A	-2,52 ^a	5,977(6) ^A	4,67(6) ^a
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		2088,7011 ^B		-2,375 ^B		6,453(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		1858,3433 ^A	1857,294 ^a	-2,749 ^A	-2,77 ^a	3,440(6) ^A	3,30(6) ^a
			1857,0482 ^B		-2,485 ^B		6,329(6) ^B	

Tablo 3.31. Devam

Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
		HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	1827,5902 ^A	1826,775 ^a	-2,680 ^A	-2,70 ^a	4,174(6) ^A	4,02(6) ^a
		1826,3366 ^B		-2,410 ^B		7,776(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	2686,8063 ^A	2691,006 ^a	-0,547 ^A	-0,59 ^a	2,623(8) ^A	2,41(8) ^a
		2687,2620 ^B		-0,350 ^B		4,129(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	2664,9929 ^A	2666,136 ^a	0,415 ^A	0,28 ^a	2,439(9) ^A	1,79(9) ^a
		2665,3737 ^B		0,363 ^B		2,165(9) ^B	1,968(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	2312,9513 ^A	2314,490 ^a	0,418 ^A	0,27 ^a	3,263(9) ^A	2,35(9) ^a
		2313,2225 ^B		0,338 ^B	0,33 ^d	2,713(9) ^B	2,607(9) ^c
							2,68(9) ^d
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	2282,0993 ^A	2282,993 ^a	0,410 ^A	0,33 ^a	3,293(9) ^A	2,72(9) ^a
		2282,3957 ^B		0,497 ^B		4,022(9) ^B	2,676(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	2255,8468 ^A	2257,033 ^a	0,177 ^A	0,06 ^a	1,970(9) ^A	1,51(9) ^a
		2256,1301 ^B		0,175 ^B		1,960(9) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	2102,2890 ^A	2102,132 ^a	-2,055 ^A	-2,05 ^a	1,331(7) ^A	1,34(7) ^a
		2102,4645 ^B		-1,681 ^B		3,149(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	2086,1111 ^A	2086,288 ^a	-1,891 ^A	-2,30 ^a	1,968(7) ^A	7,63(6) ^a
		2086,3399 ^B		-2,657 ^B		3,379(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	1867,7473 ^A	1868,906 ^a	-4,520 ^A	-3,04 ^a	5,774(4) ^A	1,74(6) ^a
		1867,9200 ^B		-2,595 ^B		4,853(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	1850,9879 ^A	1852,317 ^a	-2,155 ^A	-2,34 ^a	1,361(7) ^A	0,897(7) ^a
		1851,1841 ^B		-2,194 ^B		1,245(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	1836,6847 ^A	1838,007 ^a	-2,535 ^A	-2,68 ^a	5,762(6) ^A	4,17(6) ^a
		1836,8508 ^B		-2,878 ^B		2,618(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	2822,1347 ^A	2818,715 ^a	0,165 ^A	0,06 ^a	1,225(9) ^A	0,959(9) ^a
		2818,5715 ^B		0,214 ^B		1,374(9) ^B	2,555(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$	2443,4439 ^A	2438,273 ^a	-0,876 ^A	-1,00 ^a	1,486(8) ^A	1,13(8) ^a
		2440,6561 ^B		-0,914 ^B		1,364(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	2367,4316 ^A	2365,433 ^a	-0,811 ^A	-0,90 ^a	1,837(8) ^A	1,49(8) ^a
		2364,9351 ^B		-0,654 ^B		2,648(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	1943,5949 ^A	1942,591 ^a	-2,307 ^A	-2,18 ^a	8,713(6) ^A	1,16(7) ^a
		1941,8887 ^B		-2,123 ^B		1,332(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_6$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$	2561,5306 ^A	2567,61 ^a	0,332 ^A	0,24 ^a	2,185(9) ^A	1,76(9) ^a
		2548,2358 ^B		0,414 ^B		2,662(9) ^B	4,103(9) ^c

Tablo 3.31. Devam

Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
		HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_3$	3015,6130 ^A	3029,488 ^a	-0,136 ^A	-0,28 ^a	5,358(8) ^A	3,83(8) ^a
		3032,4607 ^B		-0,232 ^B		4,253(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_4$	2988,1612 ^A	2998,005 ^a	-0,955 ^A	-0,92 ^a	8,277(7) ^A	8,98(7) ^a
		3004,6170 ^B		-0,528 ^B		2,192(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_2$	2552,5408 ^A	2560,559 ^a	-2,511 ^A	-1,94 ^a	3,157(6) ^A	1,18(7) ^a
		2564,5196 ^B		-0,848 ^B	-1,88 ^d	1,438(8) ^B	1,35(7) ^d
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	2515,0180 ^A	2522,066 ^a	-5,170 ^A	-2,52 ^a	0,713(4) ^A	3,19(6) ^a
		2526,6860 ^B		-3,279 ^B		5,497(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_4$	2483,1706 ^A	2490,422 ^a	-0,478 ^A	-0,68 ^a	3,599(8) ^A	2,27(8) ^a
		2494,5366 ^B		-0,953 ^B		1,194(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	2298,3728 ^A	2303,165 ^a	-3,223 ^A	-3,98 ^a	7,551(5) ^A	1,32(5) ^a
		2308,0216 ^B		-3,065 ^B		1,078(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_2$	2279,0501 ^A	2284,161 ^a	-2,711 ^A	-3,21 ^a	2,499(6) ^A	7,86(5) ^a
		2288,6045 ^B		-2,690 ^B		2,601(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_4$	2020,9255 ^A	2025,414 ^a	-2,281 ^A	-2,91 ^a	8,560(6) ^A	2,01(6) ^a
		2028,4221 ^B		-2,133 ^B		1,193(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_3$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_3$	1984,6086 ^A	1989,803 ^a	-2,242 ^A	-2,62 ^a	9,701(6) ^A	4,08(6) ^a
		1991,8365 ^B		-2,546 ^B		4,784(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^o_1$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_2$	2597,5682 ^A	2599,148 ^a	-0,415 ^A	-0,52 ^a	3,798(8) ^A	2,99(8) ^a
		2553,8670 ^B		-0,340 ^B	-0,46 ^d	4,670(8) ^B	3,41(8) ^d
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^o_1$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_2$	2314,8778 ^A	2314,820 ^a	-1,252 ^A	-1,27 ^a	6,973(7) ^A	6,61(7) ^a
		2280,1170 ^B		-1,139 ^B	-1,33 ^d	9,324(7) ^B	5,80(7) ^d
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^o_1$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_1$	2086,2399 ^A	2087,375 ^a	-1,733 ^A	-1,73 ^a	2,834(7) ^A	2,85(7) ^a
		2058,0121 ^B		-1,312 ^B		7,683(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^o_1$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_2$	2028,8937 ^A	2029,544 ^a	-1,589 ^A	-1,59 ^a	4,178(7) ^A	4,15(7) ^a
		2002,1604 ^B		-1,297 ^B		8,396(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_3$	3113,0829 ^A	3126,007 ^a	-0,390 ^A	-0,50 ^a	2,801(8) ^A	2,16(8) ^a
		3056,2202 ^B		-0,410 ^B		2,778(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_4$	3083,8365 ^A	3092,497 ^a	-0,204 ^A	-0,37 ^a	4,380(8) ^A	3,02(8) ^a
		3027,9405 ^B		-0,379 ^B		3,041(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^o_4$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_5$	2637,2133 ^A	2640,494 ^a	-0,944 ^A	-1,00 ^a	1,090(8) ^A	9,66(7) ^a
		2596,0963 ^B		-0,752 ^B		1,751(8) ^B	

^aDream Database [64], ^bZhang ve çalışma grubu [341], ^cU.I. Safronova ve M.S. Safronova [346], ^dBiémont ve çalışma arkadaşları [342], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.11'de verilmektedir.

3.9. Lu I (Z = 71) için Hesaplama Sonuçları

Lutesyum lantanit grubunun en ağır atomudur ve güneş sisteminde iki baskın izotopa sahiptir (^{175}Lu (%97), ^{176}Lu (%3)). Güneş fotosferinde tanımlanmıştır fakat nadir toprak elementlerinden en düşük bolluğa sahip olanlardandır. Düşük kozmik bolluğuna rağmen, lutesyumun nötral ve bir kez iyonlaşmış hali yıldızlarda bulunur.

Nötral lutesyum 14 tane f elektronlu kapalı bir alt tabakanın dışında üç elektronuyla basit bir elektronik yapıya sahiptir. Lu I ile ilgili çeşitli atomik yapı özelliklerini içeren gözlem, deney ve teorik çalışmalar Tablo 1.3'te özetlenmektedir. Lu I'in spektrum çalışmalarına [4, 176, 347–352, 355] kaynaklarından ulaşılabilir. Düşük ve Rydberg seviyelerinin enerjileri lazer çok aşamalı rezonans iyonlaşma spektroskopisi, iki-aşamalı rezonans iyonlaşma spektroskopisi, model potansiyel yöntemi, sıfıncı mertebeye model yaklaşımıyla relativistik katkı teorisi ve relativistik çiftlenmiş-küme yöntemi gibi deneysel ve teorik yöntemler kullanılarak incelenmiştir [52, 216, 353, 354, 356, 358–362, 366]. Farklı çalışma grupları ilk iyonlaşma potansiyelini sunmuşlardır [16, 22, 24–26, 45, 46, 51]. Ayrıca, lutesyumun taban halinin relativistik ve karşılıklı etkileşme etkileri incelenmiştir [363] ve rezonans iyonlaşma spektroskopisi ve optogalvanik spektroskopisiyle lutesyum atomunun kendiliğinden iyonlaşma hallerinin çalışmaları sunulmuştur [364, 365, 370].

Lutesyumun ışınım parametrelerinden seviyelerin yarı ömürleri, zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans tekniği, lazer çok aşamalı rezonans iyonlaşma spektroskopisi, sıfıncı mertebeye model yaklaşımıyla relativistik katkı teorisi ve HFR+CP yöntemi ile çalışılmıştır [34, 35, 357, 359, 360, 367, 369]. Lu I'in rezonans geçişleri için dallanma kesirleri, salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları ilgili çalışmalar ise Fourier dönüşüm spektroskopisi, HFR+CP ve çok konfigürasyonlu Dirac-Fock yöntemiyle yapılmıştır [35, 52, 367, 368]. Ayrıca, nötral lutesyumun aşırı ince yapısı ve izotop etkileri [355, 371–388] ve elektron ilgisi geçmişte farklı çalışma grupları tarafından çalışılmıştır [57, 216, 366, 389, 390].

Nötral lutesyumun (Lu I) bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları, elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve

geçiş olasılıkları çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412, 413] ve relativistik Hartree-Fock (HFR) [418] yöntemleri kullanılarak hesaplandı. Ayrıca bazı uyarılmış seviyelerinin yarı ömürleri ve geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyeli, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) de aynı yöntemlerle incelendi. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.33 (daha geniş hali Ekler kısmındaki Tablo A.12'de)–3.39'da verilmektedir.

Lu I'in $[\text{Xe}]4f^{14}$ özü dışında, MCHF+BP ve HFR hesaplamalarında, sırasıyla dört ve beş farklı hesaplama değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre konfigürasyon hal fonksiyonlarını elde etmek için seçildi. MCHF+BP ve HFR hesaplamalarında, öz-değerlik ve öz-öz karşılıklı etkileşme etkileri de hesaplara dahil edildiğinde açık öz ve değerlik alt tabakalarından dolayı çok fazla konfigürasyon hal fonksiyonları üretildiğinden iyileştirme problemleri ortaya çıktı. Bu nedenle sadece değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeler dikkate alındı. MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için alınan sırasıyla A, B, C ve D ve A, B, C, D ve E olarak isimlendirilen konfigürasyon setleri Tablo 3.32'de verilmektedir. Lutesyumun enerji seviyeleri g yörüngelerini içeren konfigürasyonlarındaki elektronlar arasındaki karşılıklı etkileşmelerden etkilendiğinden konfigürasyon setlerinde mümkün olduğunca alınmaya çalışıldı.

3.9.1. Lu I'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları

Nötral lutesyumun (Lu I) $[\text{Xe}]4f^{14}$ özü dışında Tablo 3.32'de verilen konfigürasyon setlerine ait $5d6s^2$, $5d^26s$, $5d^3$, $5d6s7s$, $6s6p^2$, $6s^2ns$ ($n = 7-14$), $6s^2nd$ ($n = 6-25$), $6s^2ng$ ($n = 5-7$), $6s^2np$ ($n = 6-25$), $5d6s6p$, $6s^2nf$ ($n = 5-23$) ve $5d^26p$ seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları MCHF ve HFR yöntemleriyle hesaplandı ve sonuçlar Tablo 3.33 ve Ekler kısmındaki Tablo A.12'de verilmektedir. Enerji seviyeleri taban hal olan $5d6s^2D_{3/2}$ seviyesine göre cm^{-1} birim sistemine göre verildi ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisıyla belirtilmektedir. Ayrıca, tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre elde edilen sonuçlar MCHF+BP ve HFR için sırasıyla A, B, C ve D ve A, B, C, D ve E üst indisleriyle verilmektedir.

Tablo 3.32. Lu I'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar				
	A	B	C	D	E
MCHF+BP hesaplamaları için:					
Çift parite	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² (n = 6, 7), 5d5f ² , 6s6p5f, 6s5f7p, 6p7s5f, 7s5f7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² , 5dns5g (n = 6, 7), 6s ² 5g, 5d5f ² , 6s6p5f, 6s5f7p, 6p7s5f, 7s5f7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² , (n = 6, 7), 6s ² 5g, 5d6s5g, 5d5f ² , 6s6p5f, 6s5f7p, 6p7s5f, 7s5f7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5d6s ² , 6s ² 7s, 5d6s7s, 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² 7s, 6s ² ng (n = 5, 6)
Tek parite	6s ² 6p, 5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 5dns5f (n = 6, 7), 5d ² 5f, 5f6d ² , 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s6p7s, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ²	6s ² 6p, 5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 5dns5f (n = 6, 7), 5d ² 5f, 5f6d ² , 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s6p7s, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ²	6s ² 6p, 5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 5dns5f (n = 6, 7), 6p5g ² , 5d ² 5f, 5f6d ² , 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s6p7s, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ²	6s ² 6p, 5d6s6p, 6s ² 7p	
HFR hesaplamaları için:					
Çift parite	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² 7s	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² ns (n = 7, 8), 6s ² nd (n = 6, 7), 6s ² ng (n = 5, 6),	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² ns (n = 7-14), 6s ² nd (n = 6-25), 6s ² ng (n = 5-7)	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² ns (n = 7-14), 6s ² nd (n = 6-25)	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² 7s, 6s ² ng (n = 5, 6)
Tek parite	6s ² np (n = 6, 7), 5d6s6p	6s ² np (n = 6, 7), 5d6s6p, 6s ² nf (n = 5, 6)	6s ² np (n = 6-25), 5d6s6p, 6s ² nf (n = 5-23)	6s ² np (n = 6-15), 5d6s6p, 6s ² nf (n = 5-15)	6s ² np (n = 6, 7), 5d6s6p

Tablo 3.32’de verilen konfigürasyon setleri ile MCHF+BP hesaplamalarını yapmak için MCHF atomik yapı paketinde bazı parametre değerleri değiştirildi. Zeeman programıyla [413], relativistik etkiler dikkate alınarak elde edilen seviye enerjileri ve dalga fonksiyonları kullanılarak seviyelerin Landé g -çarpanları hesaplandı. Sonuçlar Tablo 3.33 ve Tablo A.12’de diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmaktadır. MCHF program paketi ile elde edilen 5d6s², 5d²6s, 6s6p², 6s²7s, 5d³, 5d6s7s, 6s²6p, 5d6s6p, 6s²7p ve 5d²6p uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanlarının farklı konfigürasyon setlerine ait sonuçları A, B, C ve D üst indisleriyle Tablo 3.33 ve Tablo A.12’de verilmektedir. Elde edilen enerjiler diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, uyumun, bazı uyarılmış seviyeler hariç iyi olduğu görülmektedir. Çift pariteli seviyeler incelendiğinde 5d6s² seviyesi için A hesabı iyi iken 5d²6s seviyesi için B ve C hesapları daha iyidir. 6s6p² seviyesi için ise C hesabı daha iyidir.

7s alt tabakasını içeren $6s^27s$ ve $5d6s7s$ seviyeleri için A, B ve C hesabı iyi olmadığından yapılan $5d^26s$ seviyesini içermeyen D hesabından daha iyi sonuç elde edilmiştir. Tek pariteli seviyeler incelendiğinde ilk uyarılmış seviye $6s^26p$ seviyesi için A ve B hesapları kötü olmasına rağmen C ve D hesapları iyidir. $5d6s6p$ seviyesi için genel olarak A ve B hesapları iyidir. $5d^26p$ seviyesi için B hesabı uyumluyken $6s^27p$ seviyesi için C hesabı daha uyumludur. Tüm hesaplamalarda elde edilen Landé g -çarpanları da diğer çalışmalarla uyum içindedir. MCHF+BP hesaplamaları sadece değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeler dikkate alınarak yapıldığından, bazı uyumsuzluklar özden uyarılarak elde edilen konfigürasyonlar katılarak düzeltilebilir. MCHF+BP'nin A ve D hesaplamalarını içeren sonuçlarına kaynak [391]'den ulaşılabilir.

HFR program paketi [418] kullanılarak yapılan HFR hesaplamalarında, değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate almak için Tablo 3.32'de verilen konfigürasyon setleri alındı. Bu hesaplamalarda, Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yapmak için iyileştirildi. En küçük kareler yönteminde tüm deneysel seviyeler NIST'ten alındı. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirilmemiş değerleri A, B, C, D ve E hesaplamaları için sırasıyla 0,75, 0,75, 0,85, 0,70 ve 0,75 olarak seçildi. HFR hesaplamalarıyla elde edilen $5d6s^2$, $5d^26s$, $6s^2ns$ ($n = 7-14$), $6s^2nd$ ($n = 6-25$), $6s^2ng$ ($n = 5-7$), $6s^2np$ ($n = 6-25$), $6s^2nf$ ($n = 5-23$) ve $5d6s6p$ seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları Tablo 3.33 ve Tablo A.12'de verilmektedir. Tüm hesaplamalar için seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları diğer çalışma verileri ile uyum içindedir. Fakat, D konfigürasyon setiyle elde edilen $5d6s(^3D)6p$ $^2D^o$, $^2F^o$, $^2P^o$, $5d6s(^3D)6p$ $^2D^o$ ve $^2P^o$ seviyelerinin enerjilerinin karşılaştırma değerleri ile uyumu kötüdür. Ayrıca, tüm hesaplamalar için Landé g -çarpanları diğer çalışmalarla uyumludur. HFR'nin C, D ve E hesaplamalarını içeren sonuçlarına kaynak [392]'den ulaşılabilir.

Tablo 3.33. Lu I'in E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları*

Seviyeler		E			g-çarpanı						
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar				
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR					
Çift parite için:											
5d6s ²	² D _{3/2} ² D _{5/2}	0,00 ^{A-D}	0,00 ^{A-E}	0,00	0,7995 ^{A-D}	0,80 ^{A-E}	0,79921 ^a				
		2618,04 ^A 2623,13 ^B 2661,81 ^C 2726,77 ^D	1993,900 ^{A,C} 1993,920 ^B 1993,901 ^D 1993,870 ^E	1993,920 ^a	1,2004 ^{A-D}	1,20 ^{A-E}	1,20040 ^a				
5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	17831,63 ^A 18158,82 ^B 17477,68 ^C	18971,324 ^A 18751,599 ^B 18920,110 ^C 18854,908 ^D 18985,101 ^E	18851,31 ^a	0,414 ^A 0,413 ^B 0,415 ^C	0,410 ^{A,C} 0,411 ^{D,E}	–				
		⁴ F _{5/2}	18661,16 ^A 18992,13 ^B 18290,76 ^C	19510,228 ^A 19427,027 ^B 19478,635 ^C 19473,770 ^D 19558,390 ^E	19403,31 ^a	1,028 ^{A,C} 1,027 ^B	1,031 ^{A,C,D,E} 1,032 ^B	1,04 ^a			
			⁴ F _{7/2}	20079,73 ^A 20405,10 ^B 19723,62 ^C	20297,539 ^A 20436,270 ^B 20288,122 ^C 20385,301 ^D 20396,610 ^E	20247,29 ^a	1,236 ^{A,B,C}	1,237 ^{A-E}	–		
	⁴ F _{9/2}			21678,08 ^A 21992,15 ^B 21317,07 ^C	21188,123 ^A 21532,506 ^B 21199,662 ^C 21400,912 ^D 21339,194 ^E	21242,26 ^a	1,331 ^{A,B} 1,330 ^C	1,330 ^{A,C,E} 1,327 ^B 1,329 ^D	–		
		⁴ P _{1/2}		22605,92 ^A 23301,41 ^B 21084,63 ^C	22802,702 ^A 22319,273 ^B 22514,770 ^C 22623,315 ^D 22690,391 ^E	21742,33 ^a	2,637 ^A 2,636 ^B 2,625 ^C	2,647 ^A 2,623 ^B 2,644 ^C 2,631 ^D 2,640 ^E	–		
			⁴ P _{3/2}	23920,57 ^A 24652,62 ^B 23052,09 ^C	23231,996 ^A 22978,622 ^B 22985,997 ^C 23189,319 ^D 23184,093 ^E	22467,53 ^a	1,667 ^A 1,549 ^B 1,671 ^C	1,687 ^A 1,700 ^B 1,701 ^C 1,699 ^{D,E}	1,73 ^a		
	⁴ P _{5/2}			24565,95 ^A 25107,72 ^B 23946,27 ^C	23234,599 ^A 23084,089 ^B 23077,725 ^C 23278,773 ^D 23263,816 ^E	25860,76 ^a	1,377 ^A 1,363 ^B 1,357 ^C	1,460 ^A 1,486 ^B 1,496 ^C 1,485 ^D 1,487 ^E	1,60 ^a		
		6s ² 7s		² S _{1/2}	43021,31 ^A 42842,01 ^B 46017,39 ^C 33936,48 ^D	24119,900 ^A 24116,600 ^B 24105,900 ^C 24107,500 ^D 24110,959 ^E	24125,86 ^a	1,715 ^A 1,929 ^B 1,723 ^C 2,002 ^D	2,005 ^A 2,014 ^B 2,006 ^C 2,014 ^D 2,010 ^E	2,05 ^a	
			5d ² (¹ D)6s		² D _{3/2}	26079,11 ^A 26385,50 ^B 25523,04 ^C	24699,896 ^A 25076,711 ^B 24789,699 ^C 25108,527 ^D 24982,194 ^E	24518,16 ^{a?}	0,884 ^A 1,010 ^B 0,879 ^C	0,848 ^A 0,839 ^{B,D} 0,833 ^C 0,837 ^E	–
	² D _{5/2}					27743,27 ^A 28165,06 ^B 27379,99 ^C	24868,679 ^A 25174,274 ^B 25001,790 ^C 25190,196 ^D 25103,624 ^E	24711,19 ^{a?}	1,328 ^A 1,385 ^B 1,339 ^C	1,211 ^A 1,153 ^B 1,233 ^C 1,156 ^D 1,184 ^E	–
						5d ² (¹ G)6s	² G _{7/2}	30293,29 ^A 30340,37 ^B 29524,51 ^C	25718,790 ^A 25577,213 ^B 25688,486 ^C 25746,736 ^D 25762,776 ^E	26570,40 ^a	0,901 ^A 0,904 ^{B,C}

Tablo 3.33. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	$^2G_{9/2}$	30278,36 ^A 30305,59 ^B 29486,78 ^C	26012,102 ^A 25919,019 ^B 25919,890 ^C 26060,859 ^D 26044,384 ^E	26671,32 ^a	1,115 ^{A,B,C}	1,115 ^{A,C} 1,118 ^B 1,117 ^D 1,116 ^E	–
5d ² (³ F)6s	$^2F_{5/2}$	23013,01 ^A 23468,62 ^B 22413,60 ^C	26040,437 ^A 26587,905 ^B 26526,288 ^C 26495,361 ^D 26379,914 ^E	–	0,953 ^A 0,914 ^B 0,960 ^C	0,986 ^A 1,016 ^B 0,928 ^C 1,015 ^D 0,986 ^E	–
	$^2F_{7/2}$	25683,87 ^A 26121,01 ^B 25116,84 ^C	27277,870 ^A 27995,993 ^B 27851,092 ^C 27800,135 ^D 27651,045 ^E	27991,75 ^a	1,132 ^A 1,130 ^B 1,131 ^C	1,107 ^A 1,121 ^B 1,125 ^C 1,117 ^D 1,116 ^E	–
5d ² (³ P)6s	$^2P_{1/2}$	30104,57 ^A 30632,14 ^B 29701,75 ^C	28831,462 ^A 28625,601 ^B 29002,966 ^C 28912,614 ^D 28927,177 ^E	28793,34 ^{a?}	0,715 ^A 0,705 ^B 0,713 ^C	0,868 ^A 1,063 ^{B,C} 0,988 ^D 0,934 ^E	0,98 ^a
	$^2P_{3/2}$	31546,56 ^A 32027,24 ^B 31088,25 ^C	29904,643 ^A 30218,107 ^B 30291,243 ^C 30285,380 ^D 30143,540 ^E	29937,81 ^{a?}	1,302 ^A 1,299 ^B 1,303 ^C	1,322 ^{A,C} 1,312 ^B 1,316 ^D 1,320 ^E	–
5d ² (¹ S)6s	$^2S_{1/2}$	36500,78 ^A 38147,47 ^B 37130,00 ^C	31188,609 ^A 30873,188 ^B 30869,725 ^C 31131,096 ^D 31147,253 ^E	30747,18 ^a	1,985 ^A 2,097 ^B 1,992 ^C	1,821 ^A 1,641 ^B 1,628 ^C 1,709 ^D 1,757 ^E	2,2 ^a
Tek parite için:							
6s ² 6p	$^2P_{1/2}^o$	8883,52 ^A 9526,51 ^B 5905,27 ^C 4252,77 ^D	4137,941 ^A 4136,100 ^{B,D} 4137,454 ^C 4139,101 ^E	4136,00 ^a	0,6643 ^A 0,664 ^B 0,660 ^C 0,665 ^D	0,666 ^{A-E}	0,66 ^a
	$^2P_{3/2}^o$	11729,42 ^A 12372,41 ^B 7096,97 ^C 6935,96 ^D	7475,289 ^A 7476,400 ^{B,D} 7475,877 ^C 7473,563 ^E	7476,35 ^a	1,334 ^{A-D}	1,334 ^{A-E}	1,33 ^a
5d6s(³ D)6p	$^4F_{3/2}^o$	16951,19 ^A 17594,18 ^B 11980,27 ^C 11844,84 ^D	17736,307 ^A 17711,912 ^B 17711,790 ^C 17743,528 ^D 17713,269 ^E	17427,28 ^a	0,458 ^{A,B} 0,422 ^C 0,4062 ^D	0,439 ^A 0,437 ^{B,C} 0,449 ^D 0,437 ^E	0,50 ^a
	$^4F_{5/2}^o$	18033,26 ^A 18676,25 ^B 12761,69 ^C 12632,93 ^D	18685,152 ^A 18662,473 ^B 18665,010 ^C 18488,297 ^D 18663,427 ^E	18504,56 ^a	1,070 ^{A,B} 1,038 ^C 1,031 ^D	1,050 ^A 1,048 ^{B,C,E} 1,067 ^D	1,07 ^a
	$^4F_{7/2}^o$	20104,97 ^A 20747,96 ^B 14010,40 ^C 13767,14 ^D	20386,465 ^A 20319,717 ^B 20327,225 ^C 20294,592 ^D 20319,366 ^E	20432,53 ^a	1,239 ^{A,B,D} 1,238 ^C	1,240 ^A 1,239 ^{B,C,E} 1,235 ^D	1,22 ^a
	$^4F_{9/2}^o$	22289,06 ^A 22932,05 ^B 15529,16 ^C 15197,53 ^D	22329,734 ^A 22221,306 ^B 22234,079 ^C 22333,511 ^D 22219,099 ^E	22609,46 ^a	1,334 ^{A-D}	1,334 ^{A-E}	1,30 ^a

Tablo 3.33. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı			
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		
5d6s(³ D)6p	⁴ D _{1/2}	19675,06 ^A	20628,030 ^A	20762,42 ^a	0,0145 ^A	0,037 ^{A,B,C,E}	0,00 ^a	
		20318,05 ^B	20579,397 ^B		0,014 ^B	0,008 ^D		
		14031,48 ^C	20567,686 ^C		0,012 ^C			
		17856,36 ^D	21211,987 ^D		0,052 ^D			
	⁴ D _{3/2}	20027,70 ^A	21096,926 ^A	21195,37 ^a	1,089 ^{A,B}	1,169 ^A	1,19 ^a	
		20670,69 ^B	21075,791 ^B		1,147 ^C	1,177 ^B		
		14245,87 ^C	21062,403 ^C		1,225 ^D	1,175 ^C		
		18166,50 ^D	22484,650 ^D			1,071 ^D		
	⁴ D _{5/2}	21567,62 ^A	22299,590 ^A	22221,64 ^a	1,355 ^{A,B}	1,373 ^A	1,39 ^a	
		22210,61 ^B	22316,205 ^B		1,299 ^C	1,364 ^B		
		16088,78 ^C	22334,727 ^C		1,318 ^D	1,362 ^C		
		18769,28 ^D	23282,705 ^D			1,336 ^D		
	⁴ D _{7/2}	22633,21 ^A	23406,733 ^A	23524,24 ^a	1,423 ^{A,B}	1,421 ^A	1,41 ^a	
		23276,21 ^B	23363,277 ^B		1,427 ^C	1,422 ^{B-E}		
		16482,61 ^C	23364,918 ^C		1,428 ^D			
		19846,94 ^D	24278,705 ^D					
5d6s(³ D)6p	² D _{5/2}	33355,56 ^A	21578,446 ^A	21462,35 ^a	1,129 ^{A,B}	1,230 ^A	1,23 ^a	
		33998,55 ^B	21606,322 ^B		1,169 ^C	1,239 ^B		
		27146,07 ^C	21597,377 ^C			1,241 ^C		
			31188,307 ^D			1,185 ^D		
	² D _{3/2}	30607,09 ^A	22384,847 ^A	22124,70 ^a	0,823 ^A	0,873 ^A	0,874 ^a	
		31250,08 ^B	22365,782 ^B		0,824 ^B	0,864 ^B		
		15990,05 ^C	22391,313 ^C		0,892 ^C	0,868 ^C		
			28724,816 ^D			0,814 ^D		
	5d6s(³ D)6p	⁴ P _{1/2}	23195,83 ^A	24005,015 ^A	24108,72 ^a	2,647 ^{A,B}	2,620 ^A	–
			23838,82 ^B	24061,781 ^B		2,657 ^C	2,616 ^B	
			16678,25 ^C	24045,908 ^C		2,615 ^D	2,614 ^C	
			19657,68 ^D	23717,987 ^D			2,643 ^D	
		⁴ P _{3/2}	23603,41 ^A	24059,115 ^E	24308,20 ^a	1,686 ^{A,B}	2,616 ^E	1,67 ^a
			24246,40 ^B	24232,041 ^A		1,669 ^C	1,639 ^{A,B,E}	
			17166,22 ^C	24300,422 ^B		1,2857 ^D	1,636 ^C	
			20230,85 ^D	24285,002 ^C			1,692 ^D	
⁴ P _{5/2}		24775,96 ^A	24140,284 ^D	25191,57 ^a			1,53 ^a	
		25418,95 ^B	24299,403 ^E		1,553 ^{A,B}	1,520 ^A		
		18367,20 ^C	25257,938 ^A		1,559 ^C	1,531 ^{B,C}		
		20879,54 ^D	25382,618 ^B		1,420 ^D	1,557 ^D		
5d6s(¹ D)6p		² F _{5/2}	28326,82 ^A	25774,024 ^D	28020,18 ^a	0,869 ^{A,B}	0,888 ^A	0,88 ^a
			28969,81 ^B	25386,634 ^E		0,862 ^C	0,878 ^{B,E}	
			22517,71 ^C	27295,205 ^A		0,860 ^D	0,879 ^C	
			29989,96 ^D	27665,210 ^B			0,910 ^D	
	² F _{7/2}	29373,15 ^A	27702,323 ^C	29486,94 ^a	1,147 ^{A,B}	1,147 ^A	–	
		30016,14 ^B	24813,680 ^D		1,145 ^C	1,146 ^{B,C,E}		
		23194,33 ^C	27666,050 ^E		1,143 ^D	1,153 ^D		
		31418,77 ^D	29293,370 ^C					
	6s ² 7p	² P _{1/2}	48128,44 ^A	29807,873 ^D	29430,90 ^a	0,717 ^{A,B}	0,667 ^A	–
			48771,43 ^B	29878,896 ^E		0,657 ^C	0,671 ^B	
			32888,95 ^C	29175,949 ^A		0,665 ^D	0,673 ^C	
			40018,95 ^D	29503,198 ^B			0,667 ^D	
				29498,251 ^C			0,671 ^E	

Tablo 3.33. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	$^2P^o_{3/2}$	52421,72 ^A 53064,71 ^B 33353,67 ^C 41304,97 ^D	30678,555 ^A 30481,600 ^B 30496,931 ^C 30220,900 ^D 30480,569 ^E	30488,62 ^a	1,316 ^{A,B} 1,325 ^C 1,328 ^D	1,296 ^A 1,225 ^B 1,170 ^C 1,334 ^D 1,222 ^E	1,23 ^a
5d6s(¹ D)6p	$^2D^o_{3/2}$	21377,58 ^A 22020,57 ^B 24874,79 ^C 39938,18 ^D	29360,615 ^A 29235,909 ^B 29160,861 ^C 20667,125 ^D 29229,114 ^E	29607,98 ^{a?}	0,898 ^{A,B} 0,811 ^C 0,814 ^D	1,040 ^A 1,070 ^B 1,122 ^C 0,904 ^D 1,071 ^E	–
	$^2D^o_{5/2}$	20313,40 ^A 20956,39 ^B 41394,78 ^D	32748,303 ^A 32546,228 ^B 32585,254 ^C 20279,011 ^D 32544,372 ^E	32456,87 ^{a?}	1,210 ^{A,B} 1,183 ^D	1,089 ^A 1,114 ^B 1,129 ^C 1,187 ^D 1,114 ^E	–
5d6s(³ D)6p	$^2F^o_{5/2}$	32160,93 ^A 32803,91 ^B 25997,87 ^C 39113,97 ^D	30931,132 ^A 30488,618 ^B 30419,565 ^C 35269,828 ^D 30487,663 ^E	30183,55 ^a	0,922 ^{A,B} 0,885 ^C 0,873 ^D	0,967 ^A 0,942 ^B 0,928 ^C 0,874 ^D 0,943 ^E	–
	$^2F^o_{7/2}$	34402,94 ^A 35045,93 ^B 27759,71 ^C 39955,12 ^D	32273,666 ^A 31553,472 ^B 31555,433 ^C 35901,566 ^D 31556,667 ^E	31751,17 ^a	1,142 ^A 1,147 ^B 1,143 ^{C,D}	1,147 ^{A,B,C,E} 1,145 ^D	–
5d6s(¹ D)6p	$^2P^o_{3/2}$	31472,88 ^A 32115,87 ^B 25595,39 ^C 33733,25 ^D	31336,041 ^A 31635,497 ^B 31625,201 ^C 29828,147 ^D 31632,330 ^E	31523,14 ^a	1,323 ^A 1,324 ^B 1,332 ^C 1,325 ^D	1,149 ^A 1,194 ^B 1,198 ^C 1,196 ^D 1,341 ^E	–
	$^2P^o_{1/2}$	32135,47 ^A 32778,46 ^B 26108,82 ^C 35061,22 ^D	31969,853 ^A 33174,793 ^B 33255,814 ^C 29894,674 ^D 33174,872 ^E	33443,20 ^a	0,669 ^{A,B,C} 0,667 ^D	0,679 ^{A,D} 0,667 ^{B,E} 0,666 ^C	–
5d6s(³ D)6p	$^2P^o_{1/2}$	34372,49 ^A 35015,48 ^B 28608,04 ^C 49166,32 ^D	33499,295 ^A 31867,106 ^B 31971,824 ^C 36272,384 ^D 31866,216 ^E	32058,10 ^a	0,667 ^{A,B} 0,666 ^{C,D}	0,664 ^A 0,676 ^{B,E} 0,675 ^C 0,670 ^D	–
	$^2P^o_{3/2}$	35965,91 ^A 36608,90 ^B 30001,93 ^C 51962,70 ^D	35771,214 ^A 34773,194 ^B 34753,980 ^C 38101,516 ^D 34770,603 ^E	34436,49 ^a	1,324 ^{A,B} 1,329 ^C 1,334 ^D	1,330 ^{A,B,D,E} 1,331 ^C	–

^a NIST Atomic Spectra Database [63], ^b Vergés ve Wyart [355], ^{*} Tablonun daha geniş hali Tablo A.12’de verilmektedir.

3.9.2. Lu I’in bazı uyarılmış seviyelerinin yarı ömürleri

Lu I’in 5d²6s, 6s²ns (n = 7–14), 6s²nd (n = 6–25), 6s²np (n = 6–25), 6s²nf (n = 5–23) ve 5d6s6p seviyelerinin yarı ömürleri HFR yöntemiyle [418] Tablo 3.32’de verilen C, D ve E konfigürasyon setleri için hesaplandı [392]. D, E, C konfigürasyon setleri ile yapılan hesaplamalar sırasıyla A, B ve C üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle Tablo 3.34’te sunulmaktadır. Tek ve çift pariteli seviyelerin

yarı ömürleri, bu seviyelerden daha düşük seviyelere olan tüm mümkün geçişler üzerinden (2.249) formülüne göre hesaplandı. Elde edilen yarı ömür sonuçları lazer çok basamaklı rezonans iyonlaşma spektroskopisi, zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans tekniği, lazer spektroskopisi, relativistik katkı teorisi ve HFR+CP yöntemiyle yapılan deneysel ve teorik çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılmaktadır [356, 357, 359, 360, 367, 369].

HFR yöntemiyle elde edilen sonuçlar bazı seviyeler hariç diğer çalışma sonuçları ile uyum içindedir. Karşılaştırma değerleri arasında da tam bir uyumun olmadığına dikkat edilmelidir. Çift pariteli seviyeler karşılaştırma değerleri ile karşılaştırıldığında yüksek uyarılmış d yörüngesini içeren seviyelerde uyumun az olduğu görülmektedir. $6s^2nd$ ($n = 20-25$) $^2D_{3/2,5/2}$ seviyeleri için C hesabının sonuçları kötü olmasına rağmen A hesabının sonuçları biraz daha iyidir. Tek pariteli seviyelerde ise özellikle $5d6s(^3D)6p$ $^4D^o_{5/2}$, $5d6s(^1D)6p$ $^2F^o_{5/2}$ ve $6s^225p$ $^2P^o_{1/2,3/2}$ seviyeleri için uyum iyi değildir ve bazı yüksek uyarılmış seviyeler için de uyum azdır. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, bazı seviyelerdeki uyumsuzlukların özden uyarılmış seviyeleri içeren konfigürasyon setleriyle daha iyi olması beklenmektedir. Fakat bu tür hesaplamaları yapmak bilgisayar kısıtlamalarından dolayı zordur.

3.9.3. Lu I'in elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

Nötral lutesyumun (Lu I) elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları MCHF+BP [412] ve HFR [418] program paketleri ile hesaplandı [393]. Lutesyum ağır bir element olduğu için, her iki yöntemle yapılan hesaplamalarda aynı anda karşılıklı etkileşme ve relativistik etkiler ele alındı. Lu I'in $5d6s6p-5d6s^2$, $6s^26p-5d6s^2$, $6s^27p-5d6s^2$, $6s^27s-6s^26p$, $6s^26d-6s^26p$ ve $6s^25f-5d6s^2$ elektrik dipol geçişlerinin λ (Å) dalga boyları, $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} (sn^{-1}) geçiş olasılıkları Tablo 3.35'te sunulmaktadır. Zou ve Fischer [368] taban hal ve ilk uyarılmış seviyesi arasındaki geçişler için g yörüngesinin çok önemli olduğunu gösterdikleri için konfigürasyon setlerinde mümkün olduğunca bu yörünge dahil edildi. Tablo 3.32'deki A, B ve C konfigürasyon setleriyle yapılan

sonuçlar A, B ve C üst indisleriyle belirtilmektedir. Ayrıca, tabloda sadece tek pariteli seviyeler “0” indisiyle belirtilirken geçiş olasılığı için 10’un kuvvetleri parantez içinde yazıldı. HFR hesabında C konfigürasyon seti ile yapılan elektrik dipol geçiş hesabında, ölçeklendirme faktörlerinin en küçük kareler yöntemiyle iyileştirilmemiş değerleri seviye enerji hesabından farklı olarak 0,75 seçilerek tekrar yapıldı. Lu I’in ışıma parametreleri için karşılaştırma değerleri NIST verileri [62], Fedchak ve çalışma grubunun Fourier dönüşüm spektroskopisiyle [367], Zou ve Fischer’in MCDF yöntemiyle [368] ve Kwiatkowski ve çalışma arkadaşlarının lazer spektroskopisi [356] ile yaptıkları çalışmalarıdır. Zou ve Fischer’in çalışmalarındaki salınıcı şiddetleri, ağırlıklı salınıcı şiddetlerine çevrilerek tabloda verilmektedir.

Tablo 3.32’de verilen konfigürasyon setleri ile MCHF atomik yapı paketi [412] kullanılarak MCHF+BP hesaplamaları yapıldı. A, B ve C hesaplamaları için sırasıyla 61426, 64402 ve 39586 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Sadece karşılaştırma değerleri olan $5d6s6p-5d6s^2$, $6s^26p-5d6s^2$, $6s^27p-5d6s^2$ ve $6s^27s-6s^26p$ düşük seviye geçişleri Tablo 3.35’te sunulmaktadır. Tabloda ağırlıklı salınıcı şiddetleri logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetine çevrilerek verilmektedir. Tablodaki hesap sonuçları incelendiğinde B hesabının $5d6s6p-5d6s^2$ geçişleri için dalga boyları Fedchak ve çalışma grubunun çalışmaları [367] ile uyum içindedir. Bazı geçişler hariç logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetlerinde uyum iyi iken geçiş olasılıklarında uyum fazla iyi değildir. C hesabının $6s^27p-5d6s^2$ geçişleri için dalga boyu sonuçları uyumlu olmasına rağmen diğer ışıma parametrelerinde uyumsuzdur. $6s^27s-6s^26p$ geçişlerinde ise dalga boyu ve ağırlıklı geçiş olasılıkları için uyum kötü iken $\log(gf)$ için uyum iyidir. $6s^26p-5d6s^2$ geçişleri için sadece $\log(gf)$ karşılaştırması vardır. B hesabının sonuçları Zou ve Fischer’in [368] sonuçları ile uyumludur. MCHF+BP hesaplamalarında görülen bazı uyumsuzlukların öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin de alındığı konfigürasyonlarla düzeltilebileceği düşünülmektedir.

HFR hesaplamalarında, HFR program paketiyle [418] Tablo 3.32’deki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan A, B ve C geçişleri için sırasıyla 310, 505 ve 4448 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. HFR ile elde edilen $5d6s6p-5d6s^2$, $6s^26p-5d6s^2$, $6s^27p-5d6s^2$, $6s^27s-6s^26p$, $6s^26d-6s^26p$ ve $6s^25f-5d6s^2$ geçişleri Tablo

3.35'te sunulmaktadır. Bu geçişler için dalga boyu sonuçları ile diğer çalışmalar arasındaki uyumun iyi olduğu görülmektedir. $5d6s(^3D)6p\ ^2P^o_{3/2}-5d6s^2\ ^2D_{3/2,5/2}$ $5d6s(^1D)6p\ ^2F^o_{7/2}-5d6s^2\ ^2D_{5/2}$ ve $5d6s(^1D)6p\ ^2P^o_{5/2}-5d6s^2\ ^2D_{3/2}$ geçişlerinde tüm hesaplamalarda dalga boyu sonuçları uyumlu olmasına rağmen $\log(gf)$ ve A_{ki} sonuçları uyumlu değildir. $5d6s(^1D)6p\ ^2F^o_{5/2}-5d6s^2\ ^2D_{3/2}$ geçiş için ise $\log(gf)$ sonucu kötüdür. B hesabının $6s^26p-5d6s^2$ geçişleri için $\log(gf)$ sonucu karşılaştırma değeri ile uyumludur. $6s^26d-6s^26p$ ve $6s^25f-5d6s^2$ geçişleri için ise tüm ışınım parametreleri için uyum iyidir.

Tablo 3.34. Lu I'in bazı uyarılmış seviyelerinin τ yarı ömürleri (ns)

Seviyeler		τ					
Konf.	Terim	Bu çalışma (HFR)			Diğer çalışmalar		
		A	B	C	Deneysel	Teorik	
Çift parite için:							
$5d^2(^3P)6s$	$^4P_{1/2}$	909	3900,0	952,0	–	–	
	$^4P_{3/2}$	13300	51800,0	6580,0	–	–	
	$^4P_{5/2}$	2570	20400,0	1330,0	–	–	
$6s^27s$	$^2S_{1/2}$	8,196	8,89	8,66	$12,3\pm 0,6^a$	$12,4^{a1}$ $11,7^{a2}$	
	$5d^2(^1D)6s$	$^2D_{3/2}$	406,0	3400,0	204,0	–	–
$5d^2(^3P)6s$	$^2D_{5/2}$	1080,	7200,0	416,0	–	–	
	$^2P_{1/2}$	515,0	217,0	1260,0	–	–	
	$^2P_{3/2}$	854,0	1790,0	988,0	–	–	
$5d^2(^1S)6s$	$^2S_{1/2}$	459,0	74,7	518,0	–	–	
	$6s^26d$	$^2D_{3/2}$	8,51	–	9,28	$9,2\pm 0,5^a$ 20 ± 2^b	$10,4^{a1}$ $10,5^{a2}$
		$^2D_{5/2}$	11,36	–	13,2	$11,2\pm 1,1^a$ 19 ± 2^b	$14,8^{a1}$ $14,9^{a2}$
$6s^28s$	$^2S_{1/2}$	15,5	–	20,3	–	–	
$6s^27d$	$^2D_{3/2}$	18,8	–	21,4	–	–	
	$^2D_{5/2}$	24,0	–	27,5	–	–	
	$^2S_{1/2}$	31,8	–	39,2	–	–	
$6s^29s$	$^2D_{3/2}$	37,0	–	41,7	–	–	
	$^2D_{5/2}$	46,5	–	52,9	–	–	
	$^2S_{1/2}$	62,9	–	68,3	–	50^c	
$6s^29d$	$^2D_{3/2}$	62,5	–	62,2	–	–	
	$^2D_{5/2}$	69,6	–	78,1	–	–	
	$^2S_{1/2}$	110,0	–	117,0	–	80^c	
$6s^210d$	$^2D_{3/2}$	88,3	–	98,6	–	50^c	
	$^2D_{5/2}$	305,0	–	102,0	–	60^c	
	$^2S_{1/2}$	166,0	–	174,0	–	120^c	
$6s^211d$	$^2D_{3/2}$	132,0	–	147,0	–	70^c	
	$^2D_{5/2}$	132,0	–	134,0	–	80^c	
	$^2S_{1/2}$	222,0	–	225,0	–	180^c	
$6s^212d$	$^2D_{3/2}$	183,0	–	208,0	–	100^c	
	$^2D_{5/2}$	152,0	–	159,0	–	110^c	
	$^2S_{1/2}$	303,0	–	302,0	–	250^c	
$6s^213d$	$^2D_{3/2}$	248,0	–	281,0	–	140^c	
	$^2D_{5/2}$	272,0	–	294,0	–	150^c	
	$^2D_{3/2}$	322,0	–	375,0	–	190^c	
$6s^214d$	$^2D_{5/2}$	387,0	–	452,0	–	210^c	
	$^2D_{3/2}$	400,0	–	482,0	–	240^c	
	$^2D_{5/2}$	171,0	–	127,0	–	270^c	
$6s^216d$	$^2D_{3/2}$	505,0	–	599,0	–	300^c	
	$^2D_{5/2}$	153,0	–	103,0	–	320^c	
	$6s^217d$	$^2D_{3/2}$	524,0	–	710,0	–	370^c
$^2D_{5/2}$		146,0	–	82,3	–	400^c	

Tablo 3.34. Devam

Seviyeler		τ				
Konf.	Terim	Bu çalışma (HFR)			Diğer çalışmalar	
		A	B	C	DeneySEL	Teorik
6s ² 18d	² D _{3/2}	798,0	–	818,0	–	460 ^c
	² D _{5/2}	888,0	–	65,8	–	480 ^c
6s ² 19d	² D _{3/2}	971,0	–	892,0	200±40 ^d	550 ^c
	² D _{5/2}	1080,0	–	52,0	–	580 ^c
6s ² 20d	² D _{3/2}	1160,0	–	907,0	310±30 ^d	660 ^c
	² D _{5/2}	1300,0	–	41,9	–	690 ^c
6s ² 21d	² D _{3/2}	1380,0	–	824,0	110±5 ^d	780 ^c
	² D _{5/2}	1550,0	–	32,7	–	820 ^c
6s ² 22d	² D _{3/2}	1620,0	–	638,0	730±40 ^d	920 ^c
	² D _{5/2}	1820,0	–	25,6	–	960 ^c
6s ² 23d	² D _{3/2}	1890,0	–	390,0	1300±200 ^d	1070 ^c
	² D _{5/2}	2120,0	–	20,1	–	1110 ^c
6s ² 24d	² D _{3/2}	2180,0	–	119,0	840±130 ^d	1240 ^c
	² D _{5/2}	2450,0	–	16,3	–	1280 ^c
6s ² 25d	² D _{3/2}	2500,0	–	65,9	1550±100 ^d	1430 ^c
	² D _{5/2}	2820,0	–	21,3	–	1470 ^c
Tek parite için:						
6s ² 6p	² P _{1/2} ^o	1584,0	1028,0	1052,0	–	–
	² P _{3/2} ^o	592,2	377,4	388,0	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{3/2} ^o	453,7	569,1	310,4	554±28 ^a	370 ^{a1} 599 ^{a2}
	⁴ F _{5/2} ^o	187,8	352,5	237,3	472±24 ^a 430±20 ^e	303 ^{a1} 499 ^{a2}
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{7/2} ^o	628,1	1030,0	1008,0	–	–
	⁴ D _{1/2} ^o	3877,0	644,3	1617,0	1050±52 ^a 1020±60 ^e	693 ^{a1} 1180 ^{a2}
	⁴ D _{3/2} ^o	75,34	3737,0	2480,0	2450±150 ^e	–
	⁴ D _{5/2} ^o	114,8	148,5	83,83	862±43 ^a 820±50 ^e	305 ^{a1} 497 ^{a2}
5d6s(³ D)6p	⁴ D _{7/2} ^o	1504,0	818,6	976,5	–	–
	² D _{5/2} ^o	1,788	96,06	47,93	81,9±4,1 ^a 83±5 ^b 80±4 ^e	52,5 ^{a1} 83,9 ^{a2}
	² D _{3/2} ^o	1,977	29,39	17,28	43,9±2,2 ^a 47±1 ^b 43±3 ^e	25,2 ^{a1} 40,6 ^{a2}
	⁴ P _{1/2} ^o	6186,0	2269,0	6695,0	–	–
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{3/2} ^o	823,6	950,5	413,7	1640±131 ^a	667 ^{a1} 1050 ^{a2}
	⁴ P _{5/2} ^o	175,3	193,2	134,1	332±17 ^a 315±25 ^e	202 ^{a1} 327 ^{a2}
	² F _{5/2} ^o	6,247	4,242	4,367	10,5±0,5 ^a 12±1 ^b	9,3 ^{a1} 15,7 ^{a2}
5d6s(¹ D)6p	² F _{7/2} ^o	7,886	12,51	17,05	151±8 ^a 165±5 ^b	114 ^{a1} 187 ^{a2}
	² D _{3/2} ^o	134,8	4,215	4,973	5,9±0,3 ^a 7,2±0,3 ^b	8,0 ^{a1} 12,6 ^{a2}
5d6s(¹ D)6p	² D _{5/2} ^o	170,4	2,306	2,150	3,2±0,2 ^a 5,1±0,6 ^b	3,0 ^{a1} 4,9 ^{a2}
	² F _{5/2} ^o	2,379	2,677	2,712	5,3±0,3 ^a 6,7±0,4 ^b	4,5 ^{a1} 7,5 ^{a2}
	² F _{7/2} ^o	2,110	2,074	2,004	4,1±0,2 ^a 5,7±0,4 ^b	3,3 ^{a1} 5,5 ^{a2}
6s ² 7p	² P _{1/2} ^o	32,17	9,799	11,59	9,2±0,5 ^a 8,6±0,8 ^b	9,6 ^{a1} 13,1 ^{a2}
	² P _{3/2} ^o	69,30	7,588	5,546	5,9±0,3 ^a 7,4±0,6 ^b	8,1 ^{f1} 8,4 ^{f2} 5,8 ^{a1} 8,9 ^{a2} 6,3 ^{f1} 6,6 ^{f2}

Tablo 3.34. Devam

Seviyeler		τ				
Konf.	Terim	Bu çalışma (HFR)			Diğer çalışmalar	
		A	B	C	Deneysel	Teorik
5d6s(³ D)6p	² P _{1/2} ^o	2,909	10,70	73,58	4,9±0,2 ^a 6,3±0,4 ^b	5,8 ^{a1} 9,5 ^{a2}
	² P _{3/2} ^o	1,586	1,550	2,075	3,7±0,2 ^a 5,1±0,3 ^b	3,2 ^{a1} 5,2 ^{a2}
5d6s(¹ D)6p	² P _{3/2} ^o	6,407	7,026	5,905	8,5±0,4 ^a 10,0±0,5 ^b	6,7 ^{a1} 10,7 ^{a2}
	² P _{1/2} ^o	3,291	2,066	2,028	7,8±0,4 ^a 9,1±0,6 ^b	4,1 ^{a1} 6,9 ^{a2}
6s ² 5f	² F _{5/2} ^o	22,36	–	50,27	30,2±1,5 ^a 31±2 ^b 33,1(3,0) ^f	31,0 ^{a1} 35,7 ^{a2} 30 ^{f1,f2}
	² F _{7/2} ^o	17,59	–	55,18	30,3±1,5 ^a 29±2 ^b 30,7(3,0) ^f	33,0 ^{a1} 38,7 ^{a2} 32 ^{f1,f2}
6s ² 8p	² P _{1/2} ^o	13,92	–	49,09	44(4) ^f	22 ^{f1} 46 ^{f2}
	² P _{3/2} ^o	59,09	–	17,74	20,5(2,0) ^f	9 ^{f1} 15 ^{f2}
6s ² 6f	² F _{5/2} ^o	46,30	–	44,14	52(5) ^f	52 ^{f1,f2}
	² F _{7/2} ^o	51,08	–	48,50	50(5) ^f	56 ^{f1,f2}
6s ² 9p	² P _{1/2} ^o	154,9	–	160,8	–	82 ^{f1} 18 ^{f2}
	² P _{3/2} ^o	63,67	–	95,52	82(10) ^f	44 ^{f1} 113 ^{f2}
6s ² 7f	² F _{5/2} ^o	67,33	–	21,58	54(5) ^f	68 ^{f1,f2}
	² F _{7/2} ^o	76,26	–	22,41	66(7) ^f	71 ^{f1,f2}
6s ² 10p	² P _{1/2} ^o	278,3	–	291,3	–	138 ^{f1} 143 ^{f2}
	² P _{3/2} ^o	199,8	–	211,1	–	370 ^c 89 ^{f1} 96 ^{f2} 260 ^c
6s ² 8f	² F _{5/2} ^o	129,0	–	12,39	104(10) ^f	127 ^{f1,f2}
	² F _{7/2} ^o	142,6	–	12,45	–	133 ^{f1,f2}
6s ² 11p	² P _{1/2} ^o	506,2	–	522,9	–	520 ^c
	² P _{3/2} ^o	396,2	–	391,4	–	410 ^c
6s ² 9f	² F _{5/2} ^o	196,1	–	133,6	–	83 ^{f1,f2}
	² F _{7/2} ^o	222,0	–	144,0	–	87 ^{f1,f2}
6s ² 12p	² P _{1/2} ^o	754,8	–	794,5	–	710 ^c
	² P _{3/2} ^o	645,2	–	633,2	–	610 ^c
6s ² 10f	² F _{5/2} ^o	279,8	–	363,6	–	–
	² F _{7/2} ^o	320,1	–	429,3	–	–
6s ² 13p	² P _{1/2} ^o	998,8	–	1092,0	–	1030 ^c
	² P _{3/2} ^o	911,8	–	925,0	–	880 ^c
6s ² 11f	² F _{5/2} ^o	383,2	–	568,3	–	–
	² F _{7/2} ^o	441,3	–	695,6	–	–
6s ² 14p	² P _{1/2} ^o	467,6	–	685,8	–	1450 ^c
	² P _{3/2} ^o	458,8	–	641,4	–	1230 ^c
6s ² 12f	² F _{5/2} ^o	516,7	–	808,1	–	–
	² F _{7/2} ^o	587,8	–	982,5	–	–
6s ² 15p	² P _{1/2} ^o	1763,0	–	1937,0	–	1960 ^c
	² P _{3/2} ^o	1652,0	–	1677,0	–	1650 ^c
6s ² 13f	² F _{5/2} ^o	670,5	–	1072,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	762,8	–	1311,0	–	–
6s ² 16p	² P _{1/2} ^o	–	–	2651,0	–	2580 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	2354,0	–	2170 ^c
6s ² 14f	² F _{5/2} ^o	849,1	–	1372,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	967,6	–	1685,0	–	–
6s ² 17p	² P _{1/2} ^o	–	–	3343,0	–	3230 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	2991,0	–	2720 ^c
6s ² 15f	² F _{5/2} ^o	1063,0	–	1732,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	1203,0	–	2108,0	–	–

Tablo 3.34. Devam

Seviyeler		τ				
Konf.	Terim	Bu çalışma (HFR)			Diğer çalışmalar	
		A	B	C	Deneysel	Teorik
6s ² 18p	² P _{1/2} ^o	–	–	4179,0	–	4000 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	3670,0	–	3370 ^c
6s ² 16f	² F _{5/2} ^o	–	–	2128,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	2599,0	–	–
6s ² 19p	² P _{1/2} ^o	–	–	4836,0	–	4890 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	4414,0	–	4130 ^c
6s ² 17f	² F _{5/2} ^o	–	–	2573,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	3169,0	–	–
6s ² 20p	² P _{1/2} ^o	–	–	5604,0	–	5910 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	5145,0	–	5090 ^c
6s ² 18f	² F _{5/2} ^o	–	–	3098,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	3790,0	–	–
6s ² 21p	² P _{1/2} ^o	–	–	6421,0	–	7170 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	5869,0	–	5990 ^c
6s ² 19f	² F _{5/2} ^o	–	–	3671,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	4483,0	–	–
6s ² 22p	² P _{1/2} ^o	–	–	6757,0	–	8390 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	6245,0	–	7110 ^c
6s ² 20f	² F _{5/2} ^o	–	–	4307,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	5270,0	–	–
6s ² 23p	² P _{1/2} ^o	–	–	7077,0	–	9870 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	6652,0	–	8380 ^c
6s ² 21f	² F _{5/2} ^o	–	–	5003,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	6113,0	–	–
6s ² 24p	² P _{1/2} ^o	–	–	6689,0	–	11530 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	6372,0	–	9810 ^c
6s ² 22f	² F _{5/2} ^o	–	–	5751,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	7038,0	–	–
6s ² 25p	² P _{1/2} ^o	–	–	5594,0	–	13380 ^c
	² P _{3/2} ^o	–	–	5395,0	–	11390 ^c
6s ² 23f	² F _{5/2} ^o	–	–	6502,0	–	–
	² F _{7/2} ^o	–	–	7949,0	–	–

^{a,a1,a2}Fedchak ve çalışma grubu [367], ^bGorshkov ve çalışma arkadaşları [357], ^cVidolova-Angelova [360], ^dVidolova-Angelova ve çalışma arkadaşları [359], ^eKwiatkowski ve çalışma arkadaşları [356], ^{f,fl,f2}Dai ve çalışma arkadaşları [369]

Tablo 3.35. Lu I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1})

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s(³ D)6p ⁴ D _{1/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	5067,39 ^A 4906,34 ^B	4847,764 ^A 4859,221 ^B 4861,077 ^C	4815,04 ^a	-2,85 ^A -2,84 ^B	-1,689 ^A -1,553 ^B -1,603 ^C	-2,20 ^a	0,184(6) ^A 0,200(6) ^B	2,910(6) ^A 3,950(6) ^B 3,520(6) ^C	0,90± 0,06(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ D _{3/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	4978,43 ^A 4822,87 ^B 6966,58 ^C	4740,017 ^A 4744,772 ^B 4746,881 ^C	4716,69 ^a	-2,04 ^A -2,04 ^B -1,76 ^C	-3,290 ^A -2,861 ^B -3,567 ^C	-2,82 ^c	0,609(6) ^A 0,657(6) ^B 0,599(6) ^C	0,038(6) ^A 0,102(6) ^B 0,020(6) ^C	0,113± 0,012(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ D _{3/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	5724,55 ^A 5521,61 ^B 8553,09 ^C	5234,782 ^A 5240,593 ^B 5243,132 ^C	5206,49 ^a	-2,77 ^A -2,71 ^B -2,65 ^C	-1,954 ^A -1,763 ^B -1,804 ^C	-2,38 ^c	0,086(6) ^A 0,107(6) ^B 0,051(6) ^C	0,677(6) ^A 1,040(6) ^B 0,952(6) ^C	0,254± 0,026(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ D _{5/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	4623,94 ^A 4489,35 ^B 6173,73 ^C	4484,371 ^A 4481,036 ^B 4478,294 ^C	4498,85 ^a	-1,98 ^A -2,00 ^B -1,60 ^C	-1,796 ^A -1,712 ^B -1,621 ^C	-2,63 ^a	0,545(6) ^A 0,547(6) ^B 0,734(6) ^C	0,884(6) ^A 1,070(6) ^B 1,990(6) ^C	0,128± 0,009(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ D _{5/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	5260,79 ^A 5088,79 ^B 7388,19 ^C	4924,727 ^A 4920,715 ^B 4917,379 ^C	4942,32 ^a	-1,37 ^A -1,38 ^B -0,90 ^C	-1,080 ^A -0,978 ^B -0,878 ^C	-1,67 ^a	1,712(6) ^A 1,793(6) ^B 2,557(6) ^C	3,820(6) ^A 4,830(6) ^B 6,080(6) ^C	0,97± 0,06(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ F _{3/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	5878,84 ^A 5663,43 ^B 8272,67 ^C	5638,139 ^A 5645,911 ^B 5647,026 ^C	5736,54 ^a	-1,66 ^A -1,69 ^B -1,98 ^C	-1,498 ^A -1,544 ^B -1,448 ^C	-1,47 ^a	1,042(6) ^A 1,072(6) ^B 0,256(6) ^C	1,670(6) ^A 1,490(6) ^B 1,860(6) ^C	1,73± 0,09(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ F _{3/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	6948,25 ^A 6651,92 ^B	6352,283 ^A 6362,166 ^B 6363,534 ^C	6477,68 ^a	-2,99 ^A -2,98 ^B	-2,874 ^A -2,953 ^B -2,802 ^C	-2,74 ^a	0,036(6) ^A 0,040(6) ^B	0,055(6) ^A 0,046(6) ^B 0,065(6) ^C	0,072± 0,006(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ F _{5/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	5527,23 ^A 5336,31 ^B 7770,23 ^C	5351,828 ^A 5358,338 ^B 5358,377 ^C	5402,57 ^a	-1,72 ^A -1,75 ^B -2,23 ^C	-1,199 ^A -1,243 ^B -1,217 ^C	-1,50 ^a	0,699(6) ^A 0,699(6) ^B 0,108(6) ^C	2,460(6) ^A 2,220(6) ^B 2,350(6) ^C	1,20± 0,06(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ F _{5/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	6462,37 ^A 6205,15 ^B 9797,11 ^C	5991,171 ^A 5999,345 ^B 5999,351 ^C	6055,02 ^a	-1,61 ^A -1,62 ^B -2,07 ^C	-1,759 ^A -1,871 ^B -1,687 ^C	-1,52 ^a	0,645(6) ^A 0,686(6) ^B 0,098(6) ^C	0,540(6) ^A 0,417(6) ^B 0,635(6) ^C	0,92± 0,05(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ P _{3/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	4226,12 ^A 4113,31 ^B 5788,57 ^C	4126,758 ^A 4115,151 ^B 4117,459 ^C	4112,70 ^a	-2,78 ^A -2,77 ^B -1,80 ^C	-2,801 ^A -2,540 ^B -2,300 ^C	-2,36 ^a	0,155(6) ^A 0,166(6) ^B 0,791(6) ^C	0,155(6) ^A 0,285(6) ^B 0,492(6) ^C	0,43± 0,06(6) ^a
5d6s(³ D)6p ⁴ P _{5/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	4026,59 ^A 3924,00 ^B 5412,21 ^C	3959,137 ^A 3939,696 ^B 3938,733 ^C	3968,46 ^a	-2,09 ^A -2,09 ^B -2,12 ^C	-1,183 ^A -1,223 ^B -1,208 ^C	-1,51 ^a	0,562(6) ^A 0,585(6) ^B 0,286(6) ^C	4,660(6) ^A 4,280(6) ^B 4,430(6) ^C	2,21± 0,14(6) ^a

Tablo 3.35. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d6s(³ D)6p ⁴ P _{5/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	4501,08 ^A	4298,478 ^A	4309,57 ^a	-2,63 ^A	-2,918 ^A	-1,96 ^a	0,127(6) ^A	0,073(6) ^A	0,66± 0,04(6) ^a
		4374,39 ^B	4275,578 ^B		-2,55 ^B	-2,113 ^B		0,163(6) ^B	0,468(6) ^B	
		6323,44 ^C	4274,421 ^C		-1,70 ^C	-1,904 ^C		0,550(6) ^C	0,758(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² F _{5/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	3103,67 ^A	3232,982 ^A	3312,11 ^a	0,49 ^A	0,590 ^A	0,26 ^a	358,35(6) ^A	414,00(6) ^A	185± 9(6) ^a
		3042,15 ^B	3279,912 ^B		0,51 ^B	0,506 ^B		384,52(6) ^B	332,00(6) ^B	
		3830,00 ^C	3287,721 ^C		0,34 ^C	0,518 ^C		165,91(6) ^C	338,00(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² F _{5/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	3378,17 ^A	3455,757 ^A	3546,39 ^a	-0,70 ^A	-0,215 ^A	-1,53 ^a	19,593(6) ^A	56,70(6) ^A	2,6± 0,4(6) ^a
		3306,05 ^B	3509,436 ^B		-0,71 ^B	-0,407 ^B		19,838(6) ^B	35,30(6) ^B	
		4264,93 ^C	3518,363 ^C		-1,88 ^C	-0,536 ^C		0,797(6) ^C	26,20(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² F _{7/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	3140,32 ^A	3302,533 ^A	3359,56 ^a	0,67 ^A	0,844 ^A	0,52 ^a	393,23(6) ^A	534,00(6) ^A	244± 12(6) ^a
		3077,84 ^B	3383,010 ^B		0,68 ^B	0,810 ^B		420,47(6) ^B	470,00(6) ^B	
		3966,77 ^C	3384,030 ^C		0,54 ^C	0,827 ^C		183,04(6) ^C	488,00(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² D _{3/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	3260,93 ^A	4467,290 ^A	4518,56 ^a	0,38 ^{A,B}	-0,492 ^A	-0,56 ^a	377,40(6) ^A	27,00(6) ^A	22,6± 1,2(6) ^a
		3193,13 ^B	4471,105 ^B	4518,57 ^b	-0,64 ^C	-0,417 ^B		395,94(6) ^B	32,00(6) ^B	
		6211,60 ^C	4465,869 ^C			-0,341 ^C		9,884(6) ^C	38,20(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² D _{3/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	3565,31 ^A	4904,135 ^A	4966,12 ^a	-0,90 ^A	-4,181 ^A	-3,31 ^a	16,384(6) ^A	0,005(6) ^A	0,033± 0,005(6) ^a
		3485,14 ^B	4908,742 ^B		-0,92 ^B	-4,321 ^B		16,475(6) ^B	0,003(6) ^B	
		7442,50 ^C	4902,403 ^C		-2,19 ^C	-3,623 ^C		0,196(6) ^C	0,017(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² D _{5/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	2992,71 ^A	4634,241 ^A	4658,01 ^a	-1,62 ^A	-1,149 ^A	-1,21 ^a	3,007(6) ^A	3,67(6) ^A	3,15± 0,18(6) ^a
		2935,43 ^B	4628,267 ^B		-1,55 ^B	-1,141 ^B		3,620(6) ^B	3,75(6) ^B	
		3668,62 ^C	4629,046 ^C		-1,88 ^C	-1,102 ^C		1,084(6) ^C	4,10(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² D _{5/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	2992,71 ^A	5106,071 ^A	5135,08 ^a	-1,62 ^A	-0,875 ^A	-0,67 ^a	3,007(6) ^A	5,68(6) ^A	9,1± 0,5(6) ^a
		2935,43 ^B	5098,830 ^B	5135,09 ^b	-1,55 ^B	-0,910 ^B		3,620(6) ^B	5,27(6) ^B	
		3668,62 ^C	5099,744 ^C		-1,88 ^C	-0,770 ^C		1,084(6) ^C	7,25(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² P _{1/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	2904,32 ^A	2985,132 ^A	3118,43 ^a	-0,01 ^A	0,443 ^A	-0,23 ^a	387,36(6) ^A	1040,0(6) ^A	203± 11(6) ^a
		2850,31 ^B	3138,030 ^B		0,01 ^B	-0,176 ^B		423,38(6) ^B	226,00(6) ^B	
		3481,81 ^C	3129,815 ^C		-0,05 ^C	-0,517 ^C		245,19(6) ^C	103,00(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² P _{3/2}	5d6s ² ² D _{3/2}	2775,86 ^A	2795,536 ^A	2903,05 ^a	-1,12 ^A	-0,488 ^A	-1,40 ^a	16,298(6) ^A	69,40(6) ^A	7,9± 0,5(6) ^a
		2726,44 ^B	2875,775 ^B		-1,09 ^B	-0,459 ^B		17,998(6) ^B	70,00(6) ^B	
		3320,60 ^C	2875,038 ^C		-0,98 ^C	-0,535 ^C		15,860(6) ^C	59,00(6) ^C	
5d6s(³ D)6p ² P _{3/2}	5d6s ² ² D _{5/2}	2993,40 ^A	2960,565 ^A	3081,48 ^a	0,58 ^A	0,727 ^A	0,17 ^a	474,34(6) ^A	1020,0(6) ^A	262± 14(6) ^a
		2936,53 ^B	3050,713 ^B	3081,47 ^b	0,42 ^B	0,682 ^B		511,46(6) ^B	862,00(6) ^B	
		3642,68 ^C	3049,873 ^C		0,29 ^C	0,615 ^C		246,44(6) ^C	737,00(6) ^C	

Tablo 3.35. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s(¹ D)6p ² D _{3/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	4664,93 ^A	3405,915 ^A	3376,49 ^a	-0,88 ^A	0,271 ^A	0,06 ^a	10,004(6) ^A	268,00(6) ^A	168± 9(6) ^a
		4528,00 ^B	3420,448 ^B	3376,50 ^b	-0,88 ^B	0,243 ^B		10,580(6) ^B	249,00(6) ^B	
		4002,20 ^C	3425,730 ^C		0,23 ^C	0,200 ^C		176,70(6) ^C	225,00(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² D _{5/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	4908,61 ^A	3053,584 ^A	3080,13 ^a	-1,76 ^A	-0,672 ^A	-1,21 ^a	0,798(6) ^A	25,40(6) ^A	7,2± 0,6(6) ^a
		4757,30 ^B	3072,547 ^B		-1,77 ^B	-1,476 ^B		0,839(6) ^B	3,930(6) ^B	
			3069,390 ^C			-2,076 ^C			0,990(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² D _{5/2} ^o	5d6s ² ² D _{5/2}	5632,43 ^A	3251,564 ^A	3281,75 ^a	-1,16 ^A	0,631 ^A	0,47 ^a	2,424(6) ^A	450,00(6) ^A	305± 19(6) ^a
		5435,84 ^B	3273,079 ^B	3281,74 ^b	-1,16 ^B	0,608 ^B		2,606(6) ^B	422,00(6) ^B	
			3269,484 ^C			0,635 ^C			448,00(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² F _{5/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	3522,89 ^A	3663,635 ^A	3567,85 ^a	-0,29 ^A	0,211 ^A	-0,10 ^a	45,648(6) ^A	135,00(6) ^A	69± 4(6) ^a
		3443,98 ^B	3614,641 ^B	3567,84 ^b	-0,31 ^B	0,357 ^B		46,217(6) ^B	193,00(6) ^B	
		4419,21 ^C	3610,555 ^C		-0,21 ^C	0,334 ^C		35,346(6) ^C	185,00(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² F _{5/2} ^o	5d6s ² ² D _{5/2}	3880,82 ^A	3952,364 ^A	3841,19 ^a	-0,75 ^A	-0,328 ^A	-0,45 ^a	13,171(6) ^A	33,40(6) ^A	26,5± 1,6(6) ^a
		3786,12 ^B	3895,409 ^B	3841,18 ^b	-0,76 ^B	-0,290 ^B		13,446(6) ^B	37,50(6) ^B	
		5008,54 ^C	3890,645 ^C		-0,89 ^C	-0,270 ^C		5,6948(6) ^C	39,20(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² F _{7/2} ^o	5d6s ² ² D _{5/2}	3729,38 ^A	3658,024 ^A	3636,25 ^a	-0,67 ^A	-0,001 ^A	-0,99 ^a	12,891(6) ^A	62,20(6) ^A	6,4± 0,3(6) ^a
		3641,81 ^B	3586,312 ^B		-0,70 ^B	0,075 ^B		12,650(6) ^B	77,00(6) ^B	
		4844,33 ^C	3596,225 ^C		-0,51 ^C	-0,061 ^C		10,976(6) ^C	56,00(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² P _{1/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	3106,13 ^A	2985,132 ^A	2989,28 ^a	-0,24 ^A	0,443 ^A	-0,47 ^a	196,96(6) ^A	1040,0(6) ^A	1286(6) ^a
		3044,50 ^B	3014,333 ^B		-0,25 ^B	0,207 ^B		204,36(6) ^B	590,0(6) ^B	
		3813,78 ^C	3007,879 ^C		-0,40 ^C	0,244 ^C		90,969(6) ^C	645,0(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² P _{3/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	3171,40 ^A	3191,206 ^A	3171,37 ^a	-0,89 ^A	0,069 ^A	-0,40 ^a	21,173(6) ^A	192,0(6) ^A	66± 3(6) ^a
		3107,21 ^B	3161,003 ^B		-0,90 ^B	-0,157 ^B		21,808(6) ^B	116,0(6) ^B	
		3889,98 ^C	3162,236 ^C		-1,13 ^C	-0,114 ^C		8,1406(6) ^C	128,0(6) ^C	
5d6s(¹ D)6p ² P _{3/2} ^o	5d6s ² ² D _{5/2}	3458,56 ^A	3408,068 ^A	3385,52 ^a	-0,60 ^A	-2,494 ^A	-0,46 ^a	34,603(6) ^A	0,461(6) ^A	50,3± 2,7(6) ^a
		3383,03 ^B	3373,647 ^B		-0,63 ^B	-1,126 ^B		34,072(6) ^B	10,90(6) ^B	
		4339,44 ^C	3375,037 ^C		-0,50 ^C	-1,585 ^C		28,264(6) ^C	38,00(6) ^C	
6s ² 7p ² P _{1/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	2075,23 ^A	3427,465 ^A	3396,80 ^a	-0,70 ^A	-1,318 ^A	-0,45 ^a	154,24(6) ^A	13,60(6) ^A	103± 7(6) ^a
		2047,29 ^B	3389,460 ^B		-0,65 ^B	-0,417 ^B		176,60(6) ^B	111,00(6) ^B	
		2987,94 ^C	3390,236 ^C		-1,63 ^C	-0,332 ^C		8,777(6) ^C	135,00(6) ^C	
6s ² 7p ² P _{3/2} ^o	5d6s ² ² D _{3/2}	1905,46 ^A	3259,596 ^A	3278,97 ^a	-1,15 ^A	-0,770 ^A	-0,19 ^a	32,443(6) ^A	26,00(6) ^A	100± 5(6) ^a
		1882,43 ^B	3280,665 ^B		-1,10 ^B	-0,384 ^B		37,757(6) ^B	64,00(6) ^B	
		3030,03 ^C	3279,661 ^C		-2,09 ^C	-0,222 ^C		1,475(6) ^C	93,00(6) ^C	

Tablo 3.35. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$6s^2 7p \ ^2P^o_{3/2}$	$5d6s^2 \ ^2D_{5/2}$	2005,51 ^A	3486,183 ^A	3508,42 ^a	-0,27 ^A	-0,971 ^A	-0,32 ^a	225,12(6) ^A	14,70(6) ^A	65± 4(6) ^a
		1980,21 ^B	3510,299 ^B		-0,22 ^B	-0,441 ^B		257,37(6) ^B	49,00(6) ^B	
		3295,95 ^C	3509,134 ^C		-1,21 ^C	-0,334 ^C		9,378(6) ^C	62,70(6) ^C	
$6s^2 7s \ ^2S_{1/2}$	$6s^2 6p \ ^2P^o_{1/2}$	1058,17 ^A	5004,536 ^A	5001,14 ^a	-1,44 ^A	-0,391 ^A	-0,62 ^a	107,34(6) ^A	54,10(6) ^A	32± 1,8(6) ^a
		3005,97 ^B	5004,864 ^B		-0,62 ^B	-0,384 ^B		87,990(6) ^B	55,00(6) ^B	
		2498,76 ^C	5002,735 ^C		-0,87 ^C	-0,390 ^C		71,737(6) ^C	54,50(6) ^C	
$6s^2 7s \ ^2S_{1/2}$	$6s^2 6p \ ^2P^o_{3/2}$	3201,75 ^A	6007,961 ^A	6004,49 ^a	-0,38 ^A	-0,177 ^{A,C}	-0,27 ^a	134,25(6) ^A	61,50(6) ^{A,C}	49,3± 2,6(6) ^a
		3287,28 ^B	6009,518 ^B		0,13 ^B	-0,169 ^B		416,64(6) ^B	62,50(6) ^B	
		2575,48 ^C	6006,455 ^C		0,29 ^C			988,67(6) ^C		
$6s^2 6p \ ^2P^o_{1/2}$	$5d6s^2 \ ^2D_{3/2}$	11182,58 ^A	24165,786 ^A	-	-1,38 ^A	-1,249 ^A	-1,29 ^{d1}	1,110(6) ^A	0,32(6) ^A	-
		10430,58 ^B	24177,376 ^B		-1,27 ^B	-1,151 ^B		1,629(6) ^B	0,20(6) ^B	
		16635,30 ^C	24178,370 ^C		-2,18 ^C	-1,179 ^C		0,078(6) ^C	0,38(6) ^C	
$6s^2 6p \ ^2P^o_{3/2}$	$5d6s^2 \ ^2D_{3/2}$	8482,93 ^A	13377,261 ^A	-	-1,97 ^A	-1,778 ^A	-1,84 ^{d1}	0,250(6) ^A	0,15(6) ^A	-
		8042,54 ^B	13375,439 ^B		-1,87 ^B	-1,646 ^B		0,346(6) ^B	0,21(6) ^B	
		13882,43 ^C	13375,720 ^C		-2,83 ^C	-1,687 ^C		0,012(6) ^C	0,19(6) ^C	
$6s^2 6d \ ^2D_{3/2}$	$6s^2 6p \ ^2P^o_{1/2}$	-	3648,439 ^B	3647,78 ^a	-	-0,129 ^B	-0,13 ^a	-	93,00(6) ^B	92,0± 5(6) ^a
			3647,671 ^C		-0,127 ^C			93,50(6) ^C		
$6s^2 6d \ ^2D_{3/2}$	$6s^2 6p \ ^2P^o_{3/2}$	-	4154,776 ^B	4154,09 ^a	-	-0,903 ^B	-0,76 ^a	-	12,10(6) ^B	16,8± 1,1(6) ^a
			4153,782 ^C		-0,897 ^C			12,20(6) ^C		
$6s^2 6d \ ^2D_{5/2}$	$6s^2 6p \ ^2P^o_{3/2}$	-	4124,275 ^B	4124,72 ^a	-	0,066 ^B	0,14 ^a	-	76,00(6) ^B	89,0± 9(6) ^a
			4124,541 ^C		0,065 ^C			75,80(6) ^C		
$6s^2 5f \ ^2F^o_{5/2}$	$5d6s^2 \ ^2D_{3/2}$	-	2729,804 ^B	2728,94 ^a	-	-0,815 ^B	-0,81 ^a	-	22,80(6) ^B	23,2± 2,0(6) ^a
			2729,821 ^C		-0,774 ^C			25,20(6) ^C		
$6s^2 5f \ ^2F^o_{7/2}$	$5d6s^2 \ ^2D_{5/2}$	-	2885,942 ^B	2885,14 ^a	-	-0,639 ^B	-0,64 ^a	-	23,00(6) ^B	23,1± 2,0(6) ^a
			2885,925 ^C		-0,586 ^C			26,00(6) ^C		

^aFedchak ve çalışma grubu [367], ^bNIST Periodictable [62], ^cKwiatkowski ve çalışma arkadaşları [356], ^{d1,d2}Zou ve Fischer [368, gf_L 'den çevrildi]

3.9.4. ^{175}Lu I'in bazı düşük hal seviyelerinin aşırı ince yapısı

Lutesyum ^{175}Lu ve ^{176}Lu olan iki doğal izotopa sahiptir. ^{175}Lu izotopunun bolluğu %97,41, çekirdek spini 7/2, manyetik dipol momenti $\mu_I = 2,2327\mu_N$ ve elektrik kuadrupol momenti $Q = 3,49$ barn'dır [47]. Nötral lutesyumun aşırı ince yapısı ve izotop etkileri farklı çalışma grupları tarafından incelenmiştir [371–388]. Bu çalışmalar atomik demet manyetik rezonans, lazer spektroskopisi, lazer optogalvanik spektroskopisi ve rezonans-iyonlaşma kütle spektroskopisi gibi deneysel yöntemlerle yapılmıştır [355, 378–382, 387].

Lu I atomunun $[\text{Xe}]4f^{14}$ özü dışında çift ve tek pariteli seviyeleri için Tablo 3.32'de verilen B konfigürasyon setindeki konfigürasyonlar seçilerek MCHF program paketiyle [412] $5d6s^2$, $5d^26s$, $5d^3$, $6s^26p$, $5d6s6p$ ve $5d^26p$ seviyelerinin A manyetik dipol ve B elektrik kuadrupol etkileşim terimleri hesaplandı. Tablo 3.36'da A manyetik dipol ve B elektrik kuadrupol aşırı ince yapı sabitleri diğer sonuçlarla karşılaştırılmaktadır. Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında bazı seviyeler hariç uyum iyidir. Fakat bazı seviyelerde uyum kötüdür. Uyumsuzlukların giderilmesi için $5d6s^2$, $5d^26s$, $6s^27s$, $6s6p^2$, $5d^3$, $5d6s7s$, $6s^26p$, $5d6s6p$, $5d^26p$ ve $6s^27p$ konfigürasyon setiyle tekrar hesap yapıldı. Bu hesaplamada ^{175}Lu I için elektrik kuadrupol momenti $Q = 5,68$ b [42] alındı. Elde edilen $5d6s^2$ ve $6s^26p$ seviyeleri için sonuçlar tabloda “*” ile belirtilerek verildi. Bu seviyeler için uyum daha iyi oldu. Diğer seviyelerde düzelme olmadığı için tabloda verilmedi. Karşılaştırma değerlerinin deneysel yöntemlerle elde edildiğine dikkat edilmelidir. Lutesyumun aşırı ince yapı sabitleri için daha detaylı teorik çalışmalara ihtiyaç vardır. Tablo 3.32'de verilen diğer konfigürasyon setleri ile ve öz-değerlik ve öz-öz elektronları arasındaki karşılıklı etkileşimleri içeren konfigürasyon setleri ile hesaplamalar tekrarlanarak uyumsuzluğun giderilmesi düşünülmektedir.

Tablo 3.36. ^{175}Lu I'in A ve B aşırı ince yapı (HFS) sabitleri (MHz)

Seviyeler		HFS sabitleri			
Konf.	Terim	A		B	
		Bu çalışma MCHF+BP	Diğer çalışmalar	Bu çalışma MCHF+BP	Diğer çalışmalar
Çift parite için:					
$5d6s^2$	$^2D_{3/2}$	256,49	194,3(0,1) ^a	1036,34	1511(1) ^a
		223,53*	194,33(300) ^b	1489,97*	1511,39(320) ^b
			195,6(40) ^c		1506(15) ^c
	$^2D_{5/2}$	199,16	147,0(1,0) ^a	1456,51	1865(10) ^a
		181,48*	146,78(138) ^b	2118,88*	1860,66(840) ^b
			149,0(60) ^c		1862(18) ^c
$5d^2(^3F)6s$	$^4F_{3/2}$	-302,49	-1160(3) ^d	315,62	285(30) ^d
		441,27	492(4,5) ^d	313,91	345(60) ^d
		490,41	765(30) ^d	490,26	201(150) ^d
	$^4F_{7/2}$	493,48	—	754,17	—
$5d^2(^3P)6s$	$^4P_{1/2}$	2131,94	4908(15) ^d	0,00	—
		539,82	—	890,30	—
		772,33	1116,3(15) ^d	-652,58	360(60) ^d
	$^4P_{3/2}$	99,12	984(6) ^d	0,00	—
	$^2P_{3/2}$	-215,50	-1021,5(3) ^d	-1011,52	-1191(15) ^d
$5d^2(^3F)6s$	$^2F_{5/2}$	219,80	—	635,71	—
		7,27	-636(15) ^d	991,50	2424(60) ^d
$5d^2(^1G)6s$	$^2G_{7/2}$	-105,56	-441(3) ^d	2748,56	1719(3) ^d
		497,03	—	3118,53	—
$5d^2(^1S)6s$	$^2S_{1/2}$	2790,34	—	0,00	—
$5d^2(^1D)6s$	$^2D_{3/2}$	39,72	-1065(9) ^d	32,70	165(60) ^d
		759,46	901,9(50) ^c	-759,64	-43(20) ^c
	$^2D_{5/2}$	—	883,5(4,5) ^d	—	-42(60) ^d
$5d^3$	$^4F_{3/2}$	350,24	—	-355,20	—
		226,38	—	-321,50	—
		168,75	—	-469,25	—
		163,12	—	-672,16	—
$5d^3$	$^4F_{9/2}$	688,06	—	0,00	—
		218,62	—	-453,43	—
		242,07	—	410,51	—
$5d^3$	$^2G_{7/2}$	264,95	—	1606,93	—
		189,27	—	1597,25	—
$5d^3$	$^2F_{5/2}$	275,78	—	1107,61	—
		184,03	—	1325,91	—
$5d^3$	$^2H_{9/2}$	185,90	—	1968,39	—
		177,75	—	2190,59	—
	$^2H_{11/2}$	—	—	—	—
Tek parite için:					
$6s^26p$	$^2P^o_{1/2}$	750,22	—	0,00	—
		597,47*	—	0,00*	—
		295,86	222,8(80) ^c	1437,54	2091(23) ^c
	$^2P^o_{3/2}$	266,56*	—	2200,50*	—
$5d6s(^3D)6p$	$^4F^o_{3/2}$	-292,72	-915,8(60) ^c	1096,81	1759(22) ^c
			-922,5(3) ^d		1756,5(3) ^d
			-924,7(0,5) ^e		1767(4) ^e
			-924,82(15) ^f		1766,8(1,0) ^f
			989,6(40) ^c	617,57	1110(20) ^c
			987(3) ^d		1116(9) ^d
			987,2(0,4) ^g		1117(6) ^g
			987,35(12) ^f		1117,9(2,0) ^f
			1016,5(40) ^c	1824,58	2531(22) ^c
			1021,19(7) ^f		2369,5(3,0) ^f
$5d6s(^3D)6p$	$^4F^o_{9/2}$	614,62	1079,0(90) ^c	2944,62	3838(17) ^c
		-1052,26	-2250,8(40) ^c	0,00	—
			-2244(3) ^d		—
		533,10	1025,9(50) ^c	308,07	615(14) ^c
			1025(15) ^d		600(120) ^d
	$^4D^o_{5/2}$	561,51	1095,5(90) ^c	345,30	813(25) ^c
			1092(3) ^d		855(30) ^d
	$^4D^o_{7/2}$	752,02	1230(30) ^d	-492,16	-600(90) ^d

Tablo 3.36. Devam

Seviyeler		HFS sabitleri			
Konf.	Terim	A		B	
		Bu çalışma MCHF+BP	Diğer çalışmalar	Bu çalışma MCHF+BP	Diğer çalışmalar
5d6s(³ D)6p	⁴ P _{1/2} ^o	2484,97	4511(5) ^a 4528,5(1,8) ^d	0,00	–
	⁴ P _{3/2} ^o	1241,57	2086(3) ^a 2063,1(3) ^d	-682,47	-1298(12) ^a -1095(15) ^d
	⁴ P _{5/2} ^o	904,48	1492(2) ^a 1497(9) ^d	124,42	-237,5(24) ^a -270(60) ^d
5d6s(³ D)6p	² P _{1/2} ^o	-483,73	414(15) ^d	0,00	–
	² P _{3/2} ^o	644,34	–	572,04	–
5d6s(³ D)6p	² D _{3/2} ^o	238,26	–	151,66	–
	² D _{5/2} ^o	-37,43	–	461,41	–
5d6s(³ D)6p	² F _{5/2} ^o	-57,99	–	1236,04	–
	² F _{7/2} ^o	272,36	–	1612,85	–
5d6s(¹ D)6p	² D _{3/2} ^o	-558,30	597(30) ^d	-146,79	210(150) ^d
	² D _{5/2} ^o	808,37	–	-88,60	–
5d6s(¹ D)6p	² P _{1/2} ^o	197,34	-1536(6) ^d	0,00	–
	² P _{3/2} ^o	323,75	–	364,65	–
5d6s(¹ D)6p	² F _{5/2} ^o	122,96	310,8(0,6) ^a 309(30) ^d	1848,70	3047(11) ^a 2940(300) ^d
	² F _{7/2} ^o	417,97	840(15) ^d	2212,27	3585(150) ^d
5d ² (³ P)6p	² D _{3/2} ^o	122,69	–	516,46	–
	² D _{5/2} ^o	177,98	–	179,75	–
5d ² (³ F)6p	⁴ D _{1/2} ^o	460,21	–	0,00	–
	⁴ D _{3/2} ^o	382,10	–	-57,39	–
	⁴ D _{5/2} ^o	227,33	–	335,08	–
	⁴ D _{7/2} ^o	143,74	–	706,80	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{5/2} ^o	325,68	–	1244,74	–
	⁴ G _{7/2} ^o	209,59	–	1160,32	–
	⁴ G _{9/2} ^o	164,43	–	1288,96	–
	⁴ G _{11/2} ^o	131,28	–	1608,08	–
5d ² (¹ D)6p	² F _{5/2} ^o	195,89	–	280,57	–
	² F _{7/2} ^o	137,43	–	377,76	–
5d ² (¹ G)6p	² F _{5/2} ^o	190,15	–	4439,37	–
	² F _{7/2} ^o	275,91	–	5017,75	–
5d ² (¹ G)6p	² G _{7/2} ^o	166,38	–	1356,00	–
	² G _{9/2} ^o	179,20	–	2478,23	–
5d ² (¹ G)6p	² H _{9/2} ^o	203,24	–	2582,95	–
	² H _{11/2} ^o	162,15	–	3684,50	–

^aWitte ve çalışma arkadaşları [387], ^bFigger ve Wolber [378], ^cReddy ve Rao [382], ^dVergés ve Wyart [355], ^eZimmermann ve çalışma arkadaşları [380], ^fKuhnert ve çalışma arkadaşları [381], ^gNunnemann ve çalışma arkadaşları [379]

3.9.5. Lu I, Lu II ve Lu III'ün geçiş enerjileri

Çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) ve relativistik Hartree-Fock (HFR) yöntemleri kullanılarak nötral, bir ve iki kez iyonlaşmış lutesyumun (Lu I, Lu II, Lu III) geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyeli, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) hesaplandı [394]. İyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri ile ilgili hesaplamalar değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre Tablo 3.37'de verilen konfigürasyon setleri ile yapıldı. Elde edilen sonuçlar Lu I için Tablo 3.38'de, Lu II ve Lu III için Tablo 3.39'da verilmektedir. Tablolarda iyonlaşma

potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi cm^{-1} birim sistemlerinde ve sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle sunulmaktadır.

Tablo 3.37. Lu I, Lu II ve Lu III’ün İP iyonlaşma potansiyeli ve UE uyarılma enerjileri hesaplamaları için alınan konfigürasyon setleri

Konfigürasyonlar			
	Lu I	Lu II	Lu III
MCHF+BP hesaplamaları için:			
İP	Lu II’nin ikinci sütundaki konfigürasyonlarla aynı	Lu III’ün üçüncü sütundaki konfigürasyonlarla aynı	4f ¹⁴
UE	5dns ² , 5d ² ns, 5dnp ² , 6snp ² , 5dns5g (n = 6, 7), 6s ² 5g, 5d5f ² , 6s6p5f, 6s5f7p, 6p7s5f, 7s5f7p, 5d ³ , 6p ² 7s, 6s7s ² , 6s ² 7s, 7s7p ² , 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p, 6s ² 6p, 5d6snp, 5d ² np, np ³ , ns ² 7p, 5dns5f (n = 6, 7), 5d ² 5f, 5f6d ² , 6p7s ² , 5d6p7s, 5d7s7p, 6s7s7p, 6p ² 7p, 6p7p ² , 6s6p7s	ns ² , 5dns (n = 6–9), ns5g, ns6g (n = 6–8), 6p5f, 5d ² , 5fnp, 6sns (n = 7–9), np ² (n = 6–9), 6pnp (n = 7–9), 7sns, 7pnp, (n = 8, 9), 8s9s, 8p9p, 6snp, 5dnp (n = 6, 7), 6snf (n = 5, 6)	ns (n = 6–9), nd (n = 5–7), ng (n = 5, 6), np (n = 6, 7), 5f
HFR hesaplamaları için:			
İP	Lu II’nin ikinci sütundaki konfigürasyonlarla aynı	Lu III’ün üçüncü sütundaki konfigürasyonlarla aynı	4f ¹⁴
UE	5d6s ² , 5d ² 6s, 6s ² ns (n = 7–14), 6s ² nd (n = 6–25), 6s ² ng (n = 5–7), 6s ² np (n = 6–25), 5d6s6p, 6s ² nf (n = 5–23)	6s ² , 5d6s, 5d ² , 6s7s, 6s6d, 6snp, 5dnp (n = 6, 7), 5dnf, 6snf (n = 5, 6)	ns (n = 6–10), nd (n = 5–10), ng (n = 5–10), np (n = 6–10), nf (n = 5–10)

MCHF atomik yapı paket [412] ile yapılan MCHF+BP hesap sonuçları Tablo 3.38 ve Tablo 3.39’da verilmektedir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında özellikle 6s²6p seviyesi uyumsuzdur. Bu seviyeyi iyileştirmek için 5dns², 5d²ns, 5dnp², 6snp², 5dns5g (n = 6, 7), 6s²5g, 5d5f², 6s6p5f, 6s5f7p, 6p7s5f, 7s5f7p, 5d³, 6p²7s, 6s7s², 6s²7s, 7s7p², 5d6s7s, 5d6p7p, 6s6p7p, 6p7s7p, 6s²6p, 5d6s6p, 5d²6p ve 5d6s5f seviyelerini içeren konfigürasyon setiyle yapılan hesaplamada daha iyi sonuç elde edildi. Fakat bu durumda da 5d6s6p seviyesindeki karşılaştırma verileri ile olan uyum bozuldu. Ayrıca, çift pariteli seviyeler için 5d6s², 5d²6s, 5d6p², 6s6p², 5d³ ve 6s²5g konfigürasyonlarıyla hesaplama yapıldı. Bu hesaplamada 5d6s² ²D_{5/2} seviyesinin enerjisi ve Lu I’in iyonlaşma enerjisindeki uyum daha iyi iken 5d²6s seviyesi için uyum azaldı. Bu hesaplamalara ait sonuçlar Tablo 3.38’de “*” üst indisiyle verilmektedir. MCHF+BP hesabında elektron ilgisi hesabı için lutesyumun taban hali için 5d6s² konfigürasyonu ve Lu⁻ için [Xe]4f¹⁴6s² özü dışında 5dnp (n

=7-9), 5dnf (n =5, 6), 6p5g, 5f5g ve [Xe]4f¹⁴ özü dışında 6s²np² (n = 6-9), 6s²nf² (n = 5-7), 6s²ng² (n = 5, 6) ve 5d²ns² (n = 6-8) konfigürasyonları seçildi. 6s²6p² ³P^o₀ için karşılaştırma değeri ile uyum iyidir. Fakat 5d6s²6p ¹D^o₂ ve ³D^o₂ seviyeleri için kesin bir sonuç elde edilemedi. 5d6s²6p ³D^o₂ seviyesi için iki sonuç elde edildi. Bu sonuçlar şüpheli olduğu için Tablo 3.38’de sunulmadı ve “?” ile tanımlanarak tablo altında dipnot olarak verildi. Tablo 3.39’da Lu II ve Lu III için hesap sonuçları incelendiğinde Lu II için 5d6p seviyesinde uyumun az ve iyonlaşma potansiyellerinde uyumun iyi olduğu görülmektedir.

HFR hesaplamalarında alınan konfigürasyon setleri Tablo 3.37’de verilmektedir. Bu konfigürasyon setleri değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmeleri içerir. Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yapmak için iyileştirildi ve en küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri Lu I, Lu II ve Lu III için 0,75 olarak seçildi. Elektron ilgisi hesabı için Lu’nun taban hali için 5d6s² konfigürasyonu ve Lu⁻ için [Xe]4f¹⁴ özü dışında 5d6s²6p, 5d²6s6p ve 6s²6p² konfigürasyonları seçildi. Ölçeklendirme faktörlerinin en küçük kareler yöntemiyle iyileştirilmemiş değerleri 5d6s²6p seviyesi için 0,80 ve 6s²6p² seviyesi için 0,60 olarak seçildi. Lu I, Lu II ve Lu III için elde edilen sonuçlar Tablo 3.38 ve Tablo 3.39’da sunulmaktadır. Lu I, Lu II ve Lu III için hesaplanan iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında uyumun oldukça iyi olduğu görülmektedir. Lutesyumun elektron ilgisi için HFR sonuçları Vosko ve Chevary’in Dirac-Hartree-Fock (DHF) teorisi ve yoğunluk fonksiyonel teorisi-Hartree-Fock [389], Eliav ve çalışma arkadaşlarının relativistik çiftlenmiş-küme yöntemi [216, 366] ve Davis ve Thompson’ın deneysel çalışmaları [390] ile karşılaştırıldığında 5d6s²6p ¹D^o₂ ve 6s²6p² ³P^o₀ seviyeleri uyumlu iken 5d6s²6p ³D^o₂ seviyesi için uyum azdır.

Tablo 3.38. Lu I için geçiş enerjileri (cm⁻¹)

Seviyeler		Bu çalışma			Diğer çalışmalar
Konf.	Terim	MCHF+BP	HFR		
İyonlaşma potansiyeli (İP)					
5d6s ²	² D _{3/2}	40890,52	42388,57*	41921,20	43762,39 ^a 42836,0 ^b 35004,18 ^c
Uyarılma enerjileri (UE)					
5d6s ²	² D _{5/2}	2623,13	2319,71*	1993,90	1993,92 ^a , 1945 ^b
5d ² (³ F)6s	⁴ F _{3/2}	18158,82	16731,37*	18860,31	18851,31 ^a
	⁴ F _{5/2}	18992,13	17490,76*	19459,63	19403,31 ^a
	⁴ F _{7/2}	20405,10	18764,47*	20335,08	20247,29 ^a
	⁴ F _{9/2}	21992,15	20237,65*	21304,59	21242,26 ^a
6s ² 7s	² S _{1/2}	–	–	24125,00	24125,86 ^a , 23730 ^b
6s ² 6d	² D _{3/2}	–	–	31550,70	31542,24 ^a , 31929 ^b
	² D _{5/2}	–	–	31721,40	31713,60 ^a , 32040 ^b
6s ² 8s	² S _{1/2}	–	–	34623,70	34610,38 ^a , 33978 ^b
6s ² 7d	² D _{3/2}	–	–	36770,10	36768,81 ^a , 37028 ^b
	² D _{5/2}	–	–	36954,10	36952,93 ^a , 37106 ^b
6s ² 9s	² S _{1/2}	–	–	38461,30	38458,36 ^a , 37520 ^b
6s ² 8d	² D _{3/2}	–	–	38820,60	38828,77 ^a
	² D _{5/2}	–	–	38954,90	–
6s ² 10s	² S _{1/2}	–	–	40283,30	40282,01 ^a , 39318 ^b
6s ² 9d	² D _{3/2}	–	–	40898,30	40901,01 ^a
	² D _{5/2}	–	–	40918,10	–
6s ² 6p	² P _{1/2}	9526,51	4419,21*	4136,00	4136,00 ^a , 4080 ^b
	² P _{3/2}	12372,41	6595,92*	7476,30	7476,35 ^a , 7383 ^b
5d6s(³ D)6p	⁴ F _{3/2}	17594,18	16015,84*	17708,48	17427,28 ^a
	⁴ F _{5/2}	18676,25	16756,96*	18662,41	18504,56 ^a
	⁴ F _{7/2}	20747,96	17844,52*	20326,08	20432,53 ^a
	⁴ F _{9/2}	22932,05	19181,57*	22235,00	22609,46 ^a
6s ² 7p	² P _{1/2}	–	–	29496,50	29430,90 ^a , 30457 ^b
	² P _{3/2}	–	–	30490,99	30488,62 ^a , 30930 ^b
6s ² 5f	² F _{5/2}	–	–	36632,50	36633,31 ^a , 36595 ^b
	² F _{7/2}	–	–	36644,90	36644,12 ^a , 36595 ^b
6s ² 8p	² P _{1/2}	–	–	36812,60	36808,76 ^a , 36005 ^b
	² P _{3/2}	–	–	37098,10	37131,38 ^a , 36119 ^b
6s ² 6f	² F _{5/2}	–	–	39212,30	39212,61 ^a
	² F _{7/2}	–	–	39220,40	39220,17 ^a
6s ² 9p	² P _{1/2}	–	–	39322,60	39321,96 ^a , 39554 ^b
	² P _{3/2}	–	–	39421,90	39424,68 ^a , 39861 ^b
Elektron ilgisi (Eİ)					
5d6s ² 6p	¹ D ₂	?	–	2665,134	2706 ^b , 2742,26 ^d
6s ² 6p ²	³ P ₀	1203,38	–	1297,70	1345 ^b , 1290,47 ^d
5d6s ² 6p	³ F ₂	2392,27	–	4262,212	–
	³ F ₃	2216,69	–	2272,87	–
	³ D ₂	?	–	468,00	917 ^b

^a NIST Atomic Spectra Database [63], ^b Borschevsky ve çalışma arkadaşları [366], ^c Gálvez ve çalışma arkadaşları [51], ^d Davis ve Thompson [390], ? ile gösterilen değerler kesin olarak elde edilemedi. 5d6s²6p ³D₂ seviyesi için 2283,13 cm⁻¹ ve 1,97 cm⁻¹ şeklinde iki farklı değer hesaplandı.

Tablo 3.39. Lu II ve Lu III'ün İP iyonlaşma potansiyeli (cm^{-1}) ve UE uyarılma enerjileri (cm^{-1})

	Seviyeler		Bu çalışma		Diğer çalışmalar
	Konf.	Terim	MCHF+BP	HFR	
Lu II, Taban hal [Xe] $4f^{14}6s^2\ ^1S_0$					
İP	$6s^2$	1S_0	106023,02	108709,5	112000 ^a , 113914 ^b
UE	5d6s	3D_1	13136,86	11768,887	11796,24 ^a , 12861 ^b
		3D_2	13660,21	12469,817	12435,32 ^a , 13500 ^b
		3D_3	14819,50	14194,097	14199,08 ^a , 15253 ^b
	5d6s	1D_2	17721,39	17328,399	17332,58 ^a , 18538 ^b
		$5d^2$	3F_2	27814,36	29377,074
	3F_3		28936,96	30902,303	30889,09 ^a
	3F_4		30225,76	32490,923	32503,62 ^a
	$5d^2$	3P_0	33424,09	35605,608	35652,10 ^a
		3P_1	34166,97	36584,899	36557,05 ^a
		3P_2	34126,00	38519,871	38574,94 ^a
	$5d^2$	1D_2	36135,77	36154,622	36098,18 ^a
	6s6p	$^3P^o_0$	27881,79	27290,785	27264,40 ^a , 27569 ^b
		$^3P^o_1$	28706,85	28473,718	28503,16 ^a , 28821 ^b
		$^3P^o_2$	31281,89	32453,598	32453,26 ^a , 32811 ^b
	6s6p	$^1P^o_0$	–	38239,396	38223,49 ^a , 38965 ^b
	5d6p	$^3F^o_2$	33955,18	41278,809	41224,96 ^a
		$^3F^o_3$	37147,64	44873,493	44918,68 ^a
		$^3F^o_4$	40113,44	48550,724	48536,83 ^a
5d6p	$^1D^o_2$	37458,69	45429,372	45458,56 ^a	
5d6p	$^3D^o_1$	39489,16	45488,728	45532,33 ^a	
	$^3D^o_2$	39994,82	46929,091	46904,38 ^a	
	$^3D^o_3$	41643,46	48747,289	48733,19 ^a	
Lu III, Taban hal [Xe] $4f^{14}6s\ ^2S_{1/2}$					
İP	6s	$^2S_{1/2}$	162411,5	165744,0	169049 ^a , 169135 ^b
UE	5d	$^2D_{3/2}$	6351,36	5707,60	5707,60 ^a , 6812 ^b
		$^2D_{5/2}$	9901,54	8647,80	8647,80 ^a , 9767 ^b
	7s	$^2S_{1/2}$	–	86681,21	86681,21 ^a
	6d	$^2D_{3/2}$	–	92321,60	92321,60 ^a
		$^2D_{5/2}$	–	93107,60	93107,60 ^a
	8s	$^2S_{1/2}$	–	119784,75	119784,75 ^a
	6p	$^2P^o_{1/2}$	38142,71	38400,61	38400,61 ^a , 38688 ^b
		$^2P^o_{3/2}$	42121,92	44705,21	44705,21 ^a , 44988 ^b
	7p	$^2P^o_{1/2}$	–	100357,09	100357,09 ^a
		$^2P^o_{3/2}$	–	102810,82	102810,82 ^a
	5f	$^2F^o_{5/2}$	–	105590,60	105590,60 ^a
		$^2F^o_{7/2}$	–	105704,10	105704,10 ^a

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bEliav ve çalışma arkadaşları [216]

3.10. Lu II (Z = 71) için Hesaplama Sonuçları

Bir kez iyonlaşmış lutesyumun (Lu II) bazı çizgileri aşırı tuhaf yıldızın (HD 101065) spektrumunda tespit edilmiştir. Aynı zamanda, Lu II güneş spektrumunda da gözlenmiştir. Fotosferdeki bolluk değerinin saflaştırılması Lu II'nin doğru salınıcı şiddetlerine bağlıdır.

Bir kez iyonlaşmış lutesyum (Lu II) geçmişte az çalışılmıştır. Lu II spektrumuna ait ilk veriler [1, 4, 6, 52, 109, 347, 348] ve iyonlaşma potansiyeli ile ilgili çalışmalar [16, 21, 26, 45, 46] kaynaklarında bulunabilir. Bazı uyarılmış seviyelerin yarı ömürleri, zaman-çözünürlüklü lazer-indirgenmiş floresans tekniği, hızlı-demet-lazer, demet-folyo ve HFR+CP yöntemleri [116, 172, 367, 396–398] ile çalışılmıştır. Işıma parametreleri (dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları) için yapılan çalışmalarda Fourier dönüşüm spektroskopisi, HFR+CP ve MCDF yöntemleri kullanılmıştır [52, 69, 395, 396, 398]. Ayrıca, Lu II'nin $6s6p \ ^3P_1$ ve $5d6s \ ^3D_1$ seviyelerinin aşırı ince yapı sabitleri sunulmuştur [397].

Bir kez iyonlaşmış lutesyumun (Lu II) bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412, 413] ve relativistik Hartree-Fock [418] yöntemleri (HFR) kullanılarak hesaplandı.

Lu II'nin $[Xe]4f^{14}$ özü dışında, MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen ve A, B ve C olarak isimlendirilen konfigürasyon setleri Tablo 3.40'da verilmektedir.

3.10.1. Lu II'in bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları

Bir kez iyonlaşmış lutesyumun $[Xe] 4f^{14}$ özü dışında $6s^2, 5d_{ns}$ ($n = 6, 7$), $5d^2, 6s7s, 6s6d, 6p^2, 5d6d, 6snp, 5dnp$ ($n = 6, 7$), $6snf, 5dnf$ ($n = 5, 6$) ve $6p6d$ uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları MCHF+BP ve HFR yöntemleri ile hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.41 ve Ekler kısmındaki Tablo A.13'te sunulmaktadır. Enerji seviyeleri $6s^2 \ ^1S_0$ taban hal seviyesine göre cm^{-1} birim

sisteminde verilmektedir. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre hesaplanan sonuçlar MCHF+BP ve HFR için A, B ve C üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler “⁰” indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar NIST verileri [63] ve Quinet ve çalışma grubunun HFR+CP elde edilen hesaplama sonuçları [398] ile karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.40. Lu II’ye ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar		
	A	B	C
MCHF+BP hesaplamaları için:			
Çift parite	ns^2 , $5dns$ (n = 6–9), $ns5g$, $ns6g$ (n = 6–8), $6p5f$, $5d^2$, $5fnp$, $6sns$ (n = 7–9), np^2 (n = 6–9), $6pnp$ (n = 7–9), $7sns$, $7pnp$ (n = 8, 9), $8s9s$, $8p9p$	A hesabı ile aynı	A hesabı ile aynı
Tek parite	$6snp$, $5dnp$ (n = 6, 7), $6snf$ (n = 5, 6)	$6snp$, $5dnp$ (n = 6–9), $5dnf$ (n = 5–7), $6snf$ (n = 5–8), $7s5f$, $6png$ (n = 5, 6), $6pns$ (n = 7–9), $7s7p$, $7pns$, $8snp$ (n = 8, 9), $8p9s$, $9s9p$	$6s6p$, $5d6p$
HFR hesaplamaları için:			
Çift parite	$6s^2$, $5d6s$, $5d^2$, $6s7s$, $6s6d$	$6s^2$, $5dns$ (n = 6, 7), $5d^2$, $6p^2$, $6s7s$, $6snd$ (n = 6, 7)	$6s^2$, $5d6s$, $5d^2$, $6s7s$, $6s6d$
Tek parite	$6s6p$, $5d6p$	$6snp$, $5dnp$ (n = 6, 7), $6p6d$, $5dnf$, $6snf$ (n = 5, 6)	$6snp$, $5dnp$ (n = 6, 7), $5dnf$, $6snf$ (n = 5, 6)

MCHF yönteminde değerlik arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen konfigürasyonlar için dalga fonksiyonları, relativistik düzeltmeleri dikkate almak için Breit-Pauli Hamiltonyeni ile köşegenleştirildi ve konfigürasyon etkileşme yöntemiyle seviye enerjileri elde edildi. Jönsson ve Gustafsson tarafından geliştirilen Zeeman programında [413], elde edilen seviye enerjileri kullanılarak seviyelerin Landé g-çarpanları hesaplandı.

MCHF+BP hesaplamaları Tablo 3.40’da verilen konfigürasyon setleri kullanılarak $6s^2$, $5d6s$, $5d^2$, $6s7s$, $5d7s$, $6s6p$ ve $5d6p$ seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları Tablo 3.41’de, $6p^2$, $6s7p$, $5d7p$, $6snf$ (n = 5, 6) ve $5d5f$ seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları da Tablo A.13’te verilmektedir. Enerji seviyeleri için hesap sonuçları NIST [63] verileri ile karşılaştırıldığında $5d6s$ seviyesinin $^3D_{1,2}$

terimlerinde B hesabı, 3D_3 ve 1D_2 terimlerinde ise A hesabı daha uyumludur. $5d^2$ ve $6s7s$ seviyeleri için en iyi uyum C hesabında görülmektedir. Diğer çift pariteli seviyeler ($6p^2$, $5d7s$) için karşılaştırma değeri mevcut olmadığından diğer çalışma sonuçları (HFR) ile karşılaştırıldığında C hesabı uyumludur. Tek pariteli seviyeler için $6s6p$ $^1P^o_1$ seviyesinde uyum oldukça az olmasına rağmen diğer terimlerinde uyum iyidir. Tüm hesaplamalarda $6s6p$ $^1P^o_1$ seviyesine $5d6p$ $^1P^o_1$ seviyesinin konfigürasyon katkısı fazladır. $5d6p$ seviyeleri için ise C hesabının sonuçları uyumludur. $6s7p$, $5d7p$, $6snf$ ($n = 5, 6$) ve $5d5f$ seviyeleri, HFR sonuçları ile karşılaştırıldığında $5d5f$ seviyesi hariç uyum iyidir. Bu seviyelerdeki uyumsuzlukların giderilmesi için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelerde hesaplara dahil edilmemelidir. Landé g -çarpanları, NIST [63] ve Quinet ve çalışma grubunun [398] verileri ile karşılaştırıldığında tüm seviyeler için uyumun iyi olduğu görülmektedir.

HFR hesaplamalarında konfigürasyon setleri değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate alacak şekilde seçildi. HFR atomik yapı paketi [418] ile Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurmayı yapmak için iyileştirildi. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A, B ve C hesaplamalarında 0,75 olarak seçildi. Tablo 3.41 ve Tablo A.13'te $6s^2$, $5d6s$, $5d^2$, $6s7s$, $6p^2$, $5d7s$, $6snp$, $5dnp$ ($n = 6, 7$), $6snf$ ($n = 5, 6$) ve $5d5f$ seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları sunulmaktadır. Diğer çalışmalarla [63, 398] karşılaştırıldığında sonuçların tüm seviyeler için oldukça iyi olduğu görülmektedir.

Tablo 3.41. Lu II'nin E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpınları*

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
6s ²	¹ S ₀	0,00 ^{A,B,C}	0,00 ^{A,B,C}	0,00 ^a			
5d6s	³ D ₁	13136,86 ^A	11767,677 ^A	11796,24 ^a	0,499 ^{A,B,C}	0,499 ^{A,B,C}	0,52 ^a
		10764,17 ^B	11787,013 ^B				
		13342,31 ^C	11768,887 ^C				
³ D ₂	13660,21 ^A	12471,529 ^A	12435,32 ^a	1,161 ^{A,C}	1,158 ^{A,C}	1,14 ^a	
	11269,19 ^B	12447,508 ^B					
	13861,79 ^C	12469,817 ^C					
³ D ₃	14819,50 ^A	14193,395 ^A	14199,08 ^a	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B,C}	1,41 ^a	
	12454,99 ^B	14196,606 ^B					
	15020,81 ^C	14194,097 ^C					
5d6s	¹ D ₂	17721,39 ^A	17324,998 ^A	17332,58 ^a	1,005 ^{A,C}	1,009 ^{A,C}	1,09 ^a
		14894,33 ^B	17336,445 ^B				
		17897,40 ^C	17328,399 ^C				
5d ²	³ F ₂	27814,36 ^A	29279,923 ^A	29406,70 ^a	0,672 ^{A,B,C}	0,675 ^A	0,66 ^a
		24273,01 ^B	29808,800 ^B				
		28046,48 ^C	29377,074 ^C				
³ F ₃	28936,96 ^A	30718,191 ^A	30889,09 ^a	1,083 ^{A,B,C}	1,084 ^{A,B,C}	1,05 ^a	
	25399,96 ^B	31626,400 ^B					
	29169,61 ^C	30902,303 ^C					
³ F ₄	30225,76 ^A	32247,486 ^A	32503,62 ^a	1,248 ^{A,B,C}	1,241 ^A	1,27 ^a	
	26694,75 ^B	33144,300 ^B					
	30456,34 ^C	32490,923 ^C					
5d ²	¹ D ₂	36135,77 ^A	36186,576 ^A	36098,18 ^{a?}	1,203 ^A	1,228 ^A	1,37 ^{a?}
		32673,73 ^B	33918,000 ^B				
		36332,77 ^C	36154,622 ^C				
5d ²	³ P ₀	33424,09 ^A	35607,504 ^A	35652,10 ^a	1,208 ^C	1,211 ^C	
		29924,14 ^B	35364,500 ^B				
		33616,60 ^C	35605,608 ^C				
³ P ₁	34166,97 ^A	36515,693 ^A	36557,05 ^a	1,501 ^{A,B,C}	1,501 ^{A,B,C}	1,41 ^a	
	30657,34 ^B	36874,600 ^B					
	34373,32 ^C	36584,899 ^C					
³ P ₂	34126,00 ^A	38419,327 ^A	38574,94 ^a	1,291 ^A	1,265 ^A	1,49 ^{a?}	
	30639,32 ^B	38159,800 ^B					
	34313,56 ^C	38519,871 ^C					
5d ²	¹ G ₄	37779,18 ^A	36735,900 ^A	-	1,002 ^{A,B,C}	1,009 ^A	-
		34269,17 ^B	36519,000 ^B				
		37987,46 ^C	36880,201 ^C				
5d ²	¹ S ₀	43936,85 ^A	44413,900 ^A	-		1,011 ^C	
		40899,06 ^B	40828,100 ^B				
		44090,81 ^C	44435,899 ^C				
6s7s	³ S ₁	80576,40 ^A	63774,300 ^A	63774,3 ^a	2,002 ^{A,B}	2,002 ^{A,C}	2,05 ^a
		99398,31 ^B	63800,200 ^B				
		79101,14 ^C	63774,300 ^C				
6s7s	¹ S ₀	89832,61 ^A	68989,700 ^A	68988,80 ^a			
		99675,57 ^B	68988,700 ^B				
		85608,83 ^C	68989,200 ^C				
6s6d	³ D ₁	-	71410,134 ^A	71169,1 ^{a?}	-	0,499 ^{A,C}	-
			71900,800 ^B				
			71435,076 ^C				
³ D ₂	-	71414,066 ^A	71705,1 ^{a?}	-	-	1,101 ^{A,C}	-
		71851,600 ^B					
		71438,924 ^C					
³ D ₃	-	72399,885 ^A	72735,6 ^{a?}	-	-	1,334 ^{A,C}	-
		71886,200 ^B					
		72373,342 ^C					
6s6d	¹ D ₂	-	72405,615 ^A	-	-	1,066 ^{A,C}	-
			71990,700 ^B				
			72378,958 ^C				

Tablo 3.41. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d7s	³ D ₁	95423,96 ^A	74354,800 ^B	73453,0 ^{a?}	0,499 ^{A,B,C}	0,499 ^B	–
		103607,14 ^B					
		94880,49 ^C					
5d7s	³ D ₂	95914,41 ^A	74354,800 ^B	74122,2 ^{a?}	1,158 ^{A,C}	1,167 ^B	–
		103610,70 ^B					
		95413,88 ^C					
5d7s	³ D ₃	97115,27 ^A	74354,500 ^B	75717,6 ^{a?}	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^B	–
		105304,55 ^B					
		96628,08 ^C					
5d7s	¹ D ₂	99754,44 ^A	74371,500 ^B	–	1,008 ^{A,C}	0,999 ^B	–
		105309,95 ^B					
		98946,53 ^C					
Tek parite için:							
6s6p	³ P ₀	27881,79 ^A	27285,577 ^A	27264,40 ^a			
		27318,60 ^B	27294,193 ^B				
		30572,82 ^C	27290,785 ^C				
6s6p	³ P ₁	28706,85 ^A	28477,328 ^A	28503,16 ^a	1,479 ^A	1,476 ^A	1,51 ^a
		27877,50 ^B	28470,109 ^B				
		31232,53 ^C	28473,718 ^C				
6s6p	³ P ₂	31281,89 ^A	32456,197 ^A	32453,26 ^a	1,492 ^A	1,501 ^{A,B,C}	1,66 ^a
		29558,38 ^B	32452,198 ^B				
		33124,95 ^C	32453,598 ^C				
6s6p	¹ P ₁	63500,24 ^A	38230,499 ^A	38223,49 ^a	1,001 ^{A,B,C}	1,009 ^A	0,99 ^a
		57756,20 ^B	38250,199 ^B				
		67931,60 ^C	38239,396 ^C				
5d6p	³ F ₂	33955,18 ^A	41274,197 ^A	41224,96 ^a	0,775 ^A	0,773 ^A	0,71 ^a
		32367,66 ^B	41289,304 ^B				
		37767,03 ^C	41278,809 ^C				
5d6p	³ F ₃	37147,64 ^A	44890,206 ^A	44918,68 ^a	1,086 ^A	1,096 ^A	1,08 ^a
		35119,32 ^B	44843,493 ^B				
		40729,79 ^C	44873,493 ^C				
5d6p	³ F ₄	40113,44 ^A	48551,991 ^A	48536,83 ^a	1,250 ^{A,B,C}	1,251 ^{A,B,C}	1,25 ^{a,b}
		37678,93 ^B	48540,407 ^B				
		43431,80 ^C	48550,724 ^C				
5d6p	¹ D ₂	37458,69 ^A	45397,209 ^A	45458,56 ^a	0,916 ^{A,B}	0,982 ^A	0,94 ^a
		35062,20 ^B	45484,692 ^B				
		40772,06 ^C	45429,372 ^C				
5d6p	³ D ₁	39489,16 ^A	45496,391 ^A	45532,33 ^a	0,632 ^A	0,573 ^A	0,43 ^a
		42460,82 ^B	45456,611 ^B				
		36383,45 ^C	45488,728 ^C				
5d6p	³ D ₂	39994,82 ^A	46949,288 ^A	46904,38 ^a	1,169 ^A	1,151 ^A	1,13 ^a
		37221,96 ^B	46922,712 ^B				
		43374,51 ^C	46929,091 ^C				
5d6p	³ D ₃	41643,46 ^A	48750,420 ^A	48733,19 ^a	1,320 ^{A,B}	1,271 ^A	1,30 ^a
		38592,91 ^B	48738,777 ^B				
		44953,68 ^C	48747,289 ^C				
5d6p	³ P ₀	43642,96 ^A	49971,091 ^A	49963,58 ^a			
		39870,47 ^B	49981,128 ^B				
		46554,18 ^C	49971,193 ^C				
5d6p	³ P ₁	44127,26 ^A	50000,319 ^A	50049,20 ^a	1,488 ^A	1,432 ^{A,B}	1,43 ^{a,b}
		40433,85 ^B	50008,054 ^B				
		47011,64 ^C	50006,595 ^C				
5d6p	³ P ₂	45217,85 ^A	51244,092 ^A	51201,66 ^a	1,481 ^{A,B,C}	1,429 ^{A,C}	1,37 ^a
		41590,97 ^B	51237,616 ^B				
		48103,89 ^C	51240,505 ^C				
5d6p	¹ F ₃	48183,41 ^A	53067,197 ^A	53079,33 ^a	1,011 ^A	1,050 ^A	1,02 ^a
		44151,39 ^B	53119,404 ^B				
		52686,50 ^C	53089,506 ^C				
5d6p	¹ P ₁	36171,08 ^A	59128,400 ^A	59122,4 ^a	0,899 ^A	1,011 ^A	1,37 ^{a?}
		33468,22 ^B	59064,501 ^B				
		38502,11 ^C	59100,298 ^C				

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve çalışma grubu [398], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.13'te verilmektedir.

3.10.2. Lu II'nin elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

Lu II'nin elektrik dipol geçişleri için λ (Å) dalga boyları, gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} (sn^{-1}) geçiş olasılıkları gibi ışınım parametreleri hem relativistik hem konfigürasyon etkileşme etkilerinin ele alındığı MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. $6s6p-5d6s$, $6s6p-6s^2$, $5d6p-5d6s$, $5d6p-5d^2$, $5d6p-6s^2$, $6s7s-6s6p$ ve $6s7s-5d6p$ elektrik dipol geçişlerinin dalga boyları, $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} (sn^{-1}) ağırlıklı geçiş olasılıkları Tablo 3.42 ve Ekler kısmındaki Tablo A.14'te farklı konfigürasyon setlerine ait hesaplamaları A, B ve C üst indisyle sunulmaktadır. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisyle belirtildi ve geçiş olasılığı için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazıldı. Tablo 3.42 ve Tablo A.14'te tüm geçişler için DREAM veri tabanındaki [64] verilerle karşılaştırma yapılmaktadır. Bu veriler Biémont ve çalışma arkadaşları tarafından HFR+CP yöntemiyle yapılmıştır ve bir kısmı [398]'de sunulmuştur. Ayrıca bazı geçişler için NIST [62] verileri de mevcuttur.

MCHF atomik yapı paketi [412] ile Tablo 3.40'da verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında yapılan A, B ve C hesaplamalarında sırasıyla 1077, 20847 ve 1724 tane mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. Tablo 3.42 ve Tablo A.14'te, bu geçişler için elde edilen veriler çok fazla olduğu için sadece düşük seviye geçişleri sunulmaktadır. Tablolarda, ağırlıklı salınıcı şiddetleri, logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetine ve geçiş olasılıkları, ağırlıklı geçiş olasılıklarına çevrilerek verilmektedir. Genel olarak tüm geçişlerde değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin dikkate alındığı C konfigürasyon seti kullanılarak elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla daha uyum içerisindedir. $5d6s-6s6p$ $^1P^o_1$ ve $6s^2-6s6p$ $^1P^o_1$ geçişlerinde dalga boyu sonuçlarında uyum iyi olmamasına rağmen $\log(gf)$ ve gA_{ki} için uyum iyidir. $5d6p-6s^2$, $5d6p-5d6s$ ve $5d6p-5d^2$ geçişlerinde dalga boyu için uyum az iken $\log(gf)$ ve gA_{ki} için uyum iyidir. $5d6s$ $^3D_2-5d6p$ $^3P^o_1$ geçişinde gA_{ki} uyumlu olmasına rağmen λ ve $\log(gf)$ için uyum kötüdür. $5d^2$ $^3F_2-5d6p$ $^3P^o_1$ için λ (C hesabı) iyi iken diğer ışınım parametrelerinde uyum kötüdür. $5d6s$ $^{3,1}D_2-5d6p$ $^1P^o_1$ geçiş için ise tüm ışınım parametrelerinde uyum iyi değildir. $6s7s-6s6p$ ve $6s7s-5d6p$

geçişlerinde ise bazı geçişleri hariç λ 'da uyum iyi olmamasına rağmen $\log(gf)$ ve gA_{ki} için uyum iyidir.

HFR program paketi [418] ile Tablo 3.40'da verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında A, B ve C hesaplamaları için 193, 2284 ve 832 tane mümkün elektrik dipol geçişleri hesaplandı. Sadece karşılaştırma değeri olan düşük seviye elektrik dipol geçişlerinin dalga boyları, logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları Tablo 3.42 ve Tablo A.14'te verilmektedir. En küçük kareler yöntemiyle enerjileri deneysel verilere uydurma yapıldı. Elde edilen uydurma parametreleriyle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların hemen hemen tüm geçişler için uyumlu olduğu görülmektedir. $5d^2 \ ^1D_2-5d6p \ ^3D^o_2$ geçişinde dalga boyu için B hesabı kötü iken ağırlıklı geçiş olasılığı için tüm hesaplar uyumsuzdur. B hesabının $5d^2 \ ^1D_2-5d6p \ ^3D^o_3$, $^3P^o_1$ ve $^1F^o_3$ geçişlerinde λ uyumsuz olmasına rağmen diğer ışıma parametrelerinde uyum iyidir. $5d^2 \ ^1D_2-5d6p \ ^3P^o_2$ geçişindeki tüm ışıma parametrelerinde A ve C hesapları için uyum iyi iken B hesabı için uyum kötüdür. $5d6p \ ^3P^o_{0,1,2}-6s7s \ ^3S_1$ ve $5d6p \ ^3D^o_2-6s7s \ ^3S_1$ geçişlerinde ise dalga boyları için tüm hesaplarda uyum iyi olmasına rağmen B hesabına ait $\log(gf)$ ve gA_{ki} değerleri için uyum iyi değildir. Bazı uyumsuzlukların iyileştirilmesi için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin ele alındığı konfigürasyonlar da hesaba katılmalıdır. Fakat bu tür konfigürasyon setleri ile yapılan hesaplamalarda bilgisayar kısıtlamalarıyla karşılaşıldığından bu tür hesaplamaları yapmak zor olmaktadır.

Tablo 3.42. Lu II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s 3D_1	6s6p 3P_0	6732,28 ^A	6444,1539 ^A	6463,107 ^a	-0,956 ^A	-0,906 ^A	-1,05 ^a	1,62(7) ^A	1,994(7) ^A	1,43(7) ^a
		6061,07 ^B	6448,5809 ^B		-0,879 ^B	-0,943 ^B		2,39(7) ^B	1,828(7) ^B	
		5776,16 ^C	6442,5164 ^C		-0,801 ^C	-0,929 ^C		3,15(7) ^C	1,892(7) ^C	
6s ² 1S_0	6s6p 3P_1	3469,83 ^A	3511,5645 ^A	3507,38 ^a	-1,401 ^A	-1,016 ^A	-1,17 ^a	2,20(7) ^A	5,219(7) ^A	3,62(7) ^a
		3593,87 ^B	3512,4500 ^B		-1,474 ^B	-1,049 ^B		1,73(7) ^B	4,830(7) ^B	
		3192,97 ^C	3512,1224 ^C		-1,526 ^C	-1,010 ^C		1,95(7) ^C	5,279(7) ^C	
5d6s 3D_1	6s6p 3P_1	6377,92 ^A	5984,5507 ^A	5983,886 ^a	-1,036 ^A	-1,003 ^A	-1,15 ^a	1,51(7) ^A	1,849(7) ^A	1,33(7) ^a
		5862,42 ^B	5994,0530 ^B		-0,973 ^B	-1,039 ^B		2,06(7) ^B	1,697(7) ^B	
		5564,08 ^C	5986,2947 ^C		-0,903 ^C	-1,025 ^C		2,70(7) ^C	1,757(7) ^C	
5d6s 3D_2	6s6p 3P_1	6598,22 ^A	6247,7213 ^A	6221,89 ^a	-0,697 ^A	-0,588 ^A	-0,76 ^a	3,07(7) ^A	4,412(7) ^A	2,99(7) ^a
		6041,34 ^B	6240,9697 ^B		-0,603 ^B	-0,642 ^B		4,55(7) ^B	3,904(7) ^B	
		5729,74 ^C	6248,4822 ^C		-0,503 ^C	-0,617 ^C		6,36(7) ^C	4,128(7) ^C	
5d6s 1D_2	6s6p 3P_1	9014,46 ^A	8966,7278 ^A	8949,629 ^a	-2,540 ^A	-3,123 ^A	-2,54 ^a	2,36(5) ^A	6,254(4) ^A	2,41(5) ^a
		7736,06 ^B	8979,0197 ^B		-2,203 ^B	-2,564 ^B		6,98(5) ^B	2,256(5) ^B	
		7453,76 ^C	8972,4169 ^C		-2,301 ^C	-3,127 ^C		5,70(5) ^C	6,187(4) ^C	
5d6s 3D_1	6s6p 3P_2	5477,99 ^A	4833,5928 ^A	4839,617 ^a	-1,801 ^A	-2,047 ^A	-2,18 ^a	3,51(6) ^A	2,561(6) ^A	1,87(6) ^a
		5336,42 ^B	4839,0331 ^B		-1,922 ^B	-2,075 ^B		2,80(6) ^B	2,395(6) ^B	
		5033,88 ^C	4834,4802 ^C		-1,921 ^C	-2,064 ^C		3,04(6) ^C	2,464(6) ^C	
5d6s 3D_2	6s6p 3P_2	5639,72 ^A	5003,8310 ^A	4994,126 ^a	-1,265 ^A	-0,988 ^A	-1,14 ^a	1,14(7) ^A	2,737(7) ^A	1,92(7) ^a
		5484,26 ^B	4998,6919 ^B		-1,130 ^B	-1,038 ^B		1,64(7) ^B	2,443(7) ^B	
		5169,09 ^C	5004,0509 ^C		-0,975 ^C	-1,022 ^C		2,64(7) ^C	2,535(7) ^C	
5d6s 3D_3	6s6p 3P_2	6034,36 ^A	5475,6089 ^A	5476,675 ^a	-0,399 ^A	-0,259 ^A	-0,42 ^a	7,30(7) ^A	1,226(8) ^A	8,52(7) ^a
		5865,84 ^B	5478,0160 ^B		-0,278 ^B	-0,313 ^B		1,02(8) ^B	1,082(8) ^B	
		5498,61 ^C	5476,5980 ^C		-0,199 ^C	-0,293 ^C		1,40(8) ^C	1,133(8) ^C	
5d6s 1D_2	6s6p 3P_2	7315,80 ^A	6608,8644 ^A	6611,633 ^a	-1,428 ^A	-2,027 ^A	-2,12 ^a	4,64(6) ^A	1,436(6) ^A	1,15(6) ^a
		6845,65 ^B	6614,1258 ^B		-1,602 ^B	-2,034 ^B		3,56(6) ^B	1,408(6) ^B	
		6532,10 ^C	6611,4864 ^C		-1,745 ^C	-1,995 ^C		2,76(6) ^C	1,545(6) ^C	
6s ² 1S_0	6s6p 1P_1	1572,20 ^A	2615,7115 ^A	2615,411 ^a	0,016 ^A	0,272 ^A	0,14 ^a	2,81(9) ^A	1,826(9) ^A	1,36(9) ^a
		1470,40 ^C	2614,3646 ^B		0,059 ^C	0,225 ^B		3,54(9) ^C	1,636(9) ^B	
			2615,1650 ^C			0,274 ^C			1,831(9) ^C	
5d6s 3D_1	6s6p 1P_1	2130,08 ^B	3778,8791 ^A	3782,898 ^a	-3,870 ^B	-2,903 ^A	-2,90 ^a	1,98(5) ^B	5,837(5) ^A	5,82(5) ^a
		1829,27 ^C	3778,8242 ^B		-3,823 ^C	-2,827 ^B		3,00(5) ^C	6,959(5) ^B	
			3777,7879 ^C			-2,846 ^C			6,662(5) ^C	

Tablo 3.42. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d6s 3D_2	6s6p $^1P^o_1$	2001,56 ^A	3882,1358 ^A	3876,648 ^a	-2,014 ^A	-1,088 ^A	-1,09 ^a	1,61(7) ^A	3,613(7) ^A	3,61(7) ^a
		2153,25 ^B	3875,4873 ^B		-1,816 ^B	-1,023 ^B		2,20(7) ^B	4,207(7) ^B	
		1846,82 ^C	3880,5444 ^C		-1,889 ^C	-1,101 ^C		2,52(7) ^C	3,514(7) ^C	
5d6s 1D_2	6s6p $^1P^o_1$	2178,74 ^A	4783,4253 ^A	4785,433 ^a	0,037 ^A	-1,024 ^A	-1,91 ^a	1,53(9) ^A	2,761(7) ^A	3,61(6) ^a
		2335,64 ^B	4780,7709 ^B		0,146 ^B	-1,638 ^B		1,71(9) ^B	6,723(6) ^B	
		1995,55 ^C	4782,1806 ^C		0,181 ^C	-1,042 ^C		2,54(9) ^C	2,649(7) ^C	
5d6s 3D_1	5d6p $^3F^o_2$	4778,07 ^A	3389,0766 ^A	3397,066 ^a	-0,208 ^A	-0,004 ^A	-0,11 ^a	1,81(8) ^A	5,755(8) ^A	4,54(8) ^a
		4640,53 ^B	3389,5590 ^B	3397,07 ^b	-0,182 ^B	-0,010 ^B		2,03(8) ^B	5,679(8) ^B	
		4080,16 ^C	3388,6874 ^C		-0,145 ^C	-0,013 ^C		2,87(8) ^C	5,637(8) ^C	
5d6s 3D_2	5d6p $^3F^o_2$	4900,65 ^A	3471,8961 ^A	3472,477 ^a	-0,338 ^A	-0,124 ^A	-0,22 ^a	1,27(8) ^A	4,163(8) ^A	3,33(8) ^a
		4751,93 ^B	3467,1286 ^B	3472,48 ^b	-0,274 ^B	-0,155 ^B		1,57(8) ^B	3,885(8) ^B	
		4168,54 ^C	3471,1359 ^C		-0,283 ^C	-0,128 ^C		2,00(8) ^C	4,123(8) ^C	
5d6s 3D_3	5d6p $^3F^o_2$	5195,94 ^A	3692,6495 ^A	3699,104 ^a	-2,665 ^A	-4,362 ^A	-3,97 ^a	5,34(5) ^A	2,127(4) ^A	5,22(4) ^a
		5035,77 ^B	3691,1454 ^B		-3,132 ^B	-4,056 ^B		1,94(5) ^B	4,300(4) ^B	
		4380,23 ^C	3692,1193 ^C		-3,599 ^C	-4,437 ^C		8,75(4) ^C	1,789(4) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^3F^o_2$	6118,80 ^A	4175,5031 ^A	4184,256 ^a	-0,397 ^A	-0,320 ^A	-0,44 ^a	7,14(7) ^A	1,830(8) ^A	1,38(8) ^a
		5741,22 ^B	4174,2789 ^B		-0,350 ^B	-0,628 ^B		9,03(7) ^B	9,024(7) ^B	
		5011,92 ^C	4175,2963 ^C		-0,261 ^C	-0,336 ^C		1,45(8) ^C	1,763(8) ^C	
5d ² 3F_2	5d6p $^3F^o_2$	16006,91 ^A	8337,2924 ^A	8459,158 ^a	-0,843 ^A	-0,639 ^A	-0,73 ^a	3,73(6) ^A	2,202(7) ^A	1,75(7) ^a
		12443,11 ^B	8710,4773 ^B		-0,778 ^B	-0,489 ^B		7,18(6) ^B	2,849(7) ^B	
		10203,60 ^C	8402,1155 ^C		-0,666 ^C	-0,630 ^C		1,38(7) ^C	2,216(7) ^C	
5d ² 3F_3	5d6p $^3F^o_2$	19514,51 ^A	9473,2617 ^A	9672,391 ^a	-2,782 ^A	-2,899 ^A	-2,97 ^a	2,89(4) ^A	9,384(4) ^A	7,63(4) ^a
		14473,20 ^B	10348,856 ^B		-2,878 ^B	-2,913 ^B		4,21(4) ^B	7,606(4) ^B	
		11524,70 ^C	9637,1471 ^C		-2,586 ^C	-2,879 ^C		1,30(5) ^C	9,497(4) ^C	
5d6s 3D_2	5d6p $^3F^o_3$	4237,49 ^A	3084,6386 ^A	3077,605 ^a	0,186 ^A	0,280 ^A	0,16 ^a	5,70(8) ^A	1,335(9) ^A	1,01(9) ^a
		4202,29 ^B	3086,7506 ^B	3077,60 ^b	0,255 ^B	0,245 ^B		6,79(8) ^B	1,231(9) ^B	8,68(8) ^b
		3710,18 ^C	3086,0675 ^C		0,266 ^C	0,262 ^C		8,95(8) ^C	1,281(9) ^C	
5d6s 3D_3	5d6p $^3F^o_3$	4456,49 ^A	3257,6653 ^A	3254,312 ^a	-0,475 ^A	-0,067 ^A	-0,17 ^a	1,12(8) ^A	5,390(8) ^A	4,26(8) ^a
		4422,74 ^B	3263,0603 ^B	3254,31 ^b	-0,566 ^B	-0,063 ^B		9,25(7) ^B	5,420(8) ^B	4,20(8) ^b
		3876,94 ^C	3259,5162 ^C		-0,466 ^C	-0,068 ^C		1,52(8) ^C	5,370(8) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^3F^o_3$	5118,63 ^A	3627,7608 ^A	3623,981 ^a	-1,302 ^A	-0,685 ^A	-0,81 ^a	1,27(7) ^A	1,047(8) ^A	7,75(7) ^a
		4957,77 ^B	3634,9823 ^B		-1,258 ^B	-0,626 ^B		1,50(7) ^B	1,195(8) ^B	
		4363,75 ^C	3630,4123 ^C		-1,237 ^C	-0,701 ^C		2,03(7) ^C	1,007(8) ^C	

Tablo 3.42. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d ² ³ F ₂	5d6p ³ F ₃	10592,50 ^A	6406,0246 ^A	6444,849 ^a	-1,479 ^A	-1,449 ^A	-1,53 ^a	1,97(6) ^A	5,779(6) ^A	4,74(6) ^a
		9268,70 ^B	6651,3049 ^B		-1,458 ^B	-1,463 ^B		2,71(6) ^B	5,187(6) ^B	
		7834,50 ^C	6453,0912 ^C		-1,355 ^C	-1,445 ^C		4,79(6) ^C	5,748(6) ^C	
5d ² ³ F ₃	5d6p ³ F ₃	12022,51 ^A	7056,1522 ^A	7125,827 ^a	-0,466 ^A	-0,295 ^A	-0,41 ^a	1,58(7) ^A	6,792(7) ^A	5,04(7) ^a
		10350,10 ^B	7565,9450 ^B		-0,458 ^B	-0,322 ^B		2,17(7) ^B	5,555(7) ^B	
		8590,62 ^C	7157,5815 ^C		-0,334 ^C	-0,296 ^C		4,19(7) ^C	6,579(7) ^C	
5d ² ³ F ₄	5d6p ³ F ₃	14227,64 ^A	7909,6852 ^A	8052,519 ^a	-2,299 ^A	-2,043 ^A	-2,16 ^a	1,65(5) ^A	9,657(5) ^A	7,09(5) ^a
		11952,31 ^B	8547,5866 ^B		-1,724 ^B	-1,908 ^B		8,80(5) ^B	1,129(6) ^B	
		9658,55 ^C	8075,8707 ^C		-1,843 ^C	-2,014 ^C		1,03(6) ^C	9,901(5) ^C	
5d6s ³ D ₁	5d6p ¹ D ₂	4092,74 ^A	2973,5737 ^A	2969,813 ^a	-0,328 ^A	-0,395 ^A	-0,58 ^a	1,87(8) ^A	3,039(8) ^A	2,00(8) ^a
		4124,63 ^B	2967,5550 ^B		-0,181 ^B	-0,515 ^B		2,58(8) ^B	2,311(8) ^B	
		3634,41 ^C	2970,8416 ^C		-0,215 ^C	-0,446 ^C		3,08(8) ^C	2,705(8) ^C	
5d6s ³ D ₂	5d6p ¹ D ₂	4182,35 ^A	3037,1402 ^A	3027,289 ^a	-1,282 ^A	-2,764 ^A	-2,64 ^a	1,99(7) ^A	1,244(6) ^A	1,65(6) ^a
		4212,40 ^B	3026,8430 ^B		-0,842 ^B	-4,313 ^B		5,40(7) ^B	3,538(4) ^B	
		3704,37 ^C	3034,0212 ^C		-1,216 ^C	-2,931 ^C		2,95(7) ^C	8,492(5) ^C	
5d6s ³ D ₃	5d6p ¹ D ₂	4395,54 ^A	3204,7345 ^A	3198,105 ^a	-1,217 ^A	-0,348 ^A	-0,40 ^a	2,10(7) ^A	2,915(8) ^A	2,63(8) ^a
		4433,95 ^B	3196,1877 ^B		-1,694 ^B	-0,261 ^B		6,86(6) ^B	3,580(8) ^B	
		3870,60 ^C	3201,5101 ^C		-1,374 ^C	-0,310 ^C		1,88(7) ^C	3,185(8) ^C	
5d6s ¹ D ₂	5d6p ¹ D ₂	5038,39 ^A	3562,2410 ^A	3554,416 ^a	0,150 ^A	0,261 ^A	0,19 ^a	3,71(8) ^A	9,584(8) ^A	8,11(8) ^a
		4971,86 ^B	3552,1902 ^B		0,087 ^B	0,112 ^B		3,29(8) ^B	6,842(8) ^B	
		4355,72 ^C	3558,5997 ^C		0,185 ^C	0,257 ^C		5,38(8) ^C	9,523(8) ^C	
5d ² ³ F ₂	5d6p ¹ D ₂	10254,53 ^A	6204,5102 ^A	6228,084 ^a	-1,213 ^A	-0,895 ^A	-1,06 ^a	3,88(6) ^A	2,205(7) ^A	1,52(7) ^a
		9318,05 ^B	6379,2438 ^B		-1,334 ^B	-1,866 ^B		3,55(6) ^B	2,230(6) ^B	
		7808,64 ^C	6229,6332 ^C		-1,102 ^C	-0,910 ^C		8,65(6) ^C	2,114(7) ^C	
5d ² ³ F ₃	5d6p ¹ D ₂	11589,00 ^A	6812,4381 ^A	6861,774 ^a	-1,412 ^A	-2,259 ^A	-2,08 ^a	1,92(6) ^A	7,923(5) ^A	1,19(6) ^a
		10411,68 ^B	7215,8845 ^B		-0,964 ^B	-1,799 ^B		6,68(6) ^B	2,035(6) ^B	
		8559,53 ^C	6883,7053 ^C		-1,131 ^C	-2,046 ^C		6,73(6) ^C	1,266(6) ^C	
6s ² ¹ S ₀	5d6p ³ D ₁	2524,88 ^A	2197,9782 ^A	2195,556 ^a	-0,457 ^A	-0,597 ^A	-0,81 ^a	3,65(8) ^A	3,496(8) ^A	2,14(8) ^a
		2752,25 ^B	2199,8981 ^B		-0,483 ^B	-0,628 ^B		2,89(8) ^B	3,249(8) ^B	
		2350,12 ^C	2198,3897 ^C		-0,673 ^C	-0,618 ^C		2,56(8) ^C	3,325(8) ^C	
5d6s ³ D ₁	5d6p ³ D ₁	3778,63 ^A	2964,8329 ^A	2963,319 ^a	-0,225 ^A	-0,141 ^A	-0,24 ^a	2,78(8) ^A	5,488(8) ^A	4,39(8) ^a
		3911,41 ^B	2970,0298 ^B		-0,146 ^B	-0,150 ^B		3,11(8) ^B	5,351(8) ^B	
		3424,18 ^C	2965,6119 ^C		-0,142 ^C	-0,144 ^C		4,10(8) ^C	5,443(8) ^C	

^aDream Database [64], ^bNIST Periodictable [62], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.14'te verilmektedir.

3.11. Lu III (Z = 71) için Hesaplama Sonuçları

İki kez iyonlaşmış lutesyum (Lu III), $[\text{Xe}]4f^{14}$ özü dışında bir dış elektrona sahip olduğundan Lu I ve Lu II'ye göre basit bir atomik yapıya sahiptir. Lu III, nötral ve bir kez iyonlaşmış lutesyuma göre geçmişte daha az çalışılmıştır.

İki kez iyonlaşmış lutesyumun enerjileri ve çizgileri ile ilgili yapılan ilk çalışmalara [347, 348, 399] kaynaklarından ulaşılabilir. İyonlaşma potansiyeli de farklı çalışma grupları tarafından verilmiştir [16, 23, 45, 46, 323]. $4f^{14}ns$ ($n = 7-10$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$), $4f^{14}5g$, $4f^{14}nd$ ($n = 6, 7$) ve $4f^{14}7p$ konfigürasyonlarının enerjileri ve bu seviyeler arasındaki geçişler tanımlanmıştır ve bu geçişlere ait veriler [401]'de bulunabilir. Daha sonra, $4f^{14}5d-4f^{14}6p$, $4f^{14}5d-4f^{14}5f$, $4f^{14}6s-4f^{14}6p$ ve $4f^{14}5g-4f^{14}5f$ geçişlerinin dalga boyları yayımlanmıştır. Bu verilere de [299, 300]'den ulaşılabilir. $4f^{14}6s \ ^2S_{1/2}-4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2,3/2}$ geçişlerinin salınıcı şiddetleri, bazı seviyelerin relativistik enerjileri ve geçiş olasılıkları relativistik model-potansiyel yöntemiyle [306, 307, 402] ve bazı geçişlerin salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları da HFR+CP yöntemiyle incelenmiştir [135]. Ayrıca, HFR+CP yöntemiyle deneysel olarak bilinen enerji seviyelerinin Landé g -çarpanları da hesaplanmıştır [48]. $4f^{14}6p$ 'ye ait seviyelerin yarı ömürleri zaman-çözünürlüklü lazer spektroskopisi ve HFR+CP yöntemiyle çalışılmıştır [49, 135, 367]. Lu III'e ait aşırı ince yapı çalışmaları da [399-401] mevcuttur.

Lu III'ün bazı uyarılmış hallerine ait seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [412, 413] ve relativistik Hartree-Fock (HFR) [418] yöntemleri kullanılarak hesaplandı. Lu III'ün MCHF+BP ve HFR hesaplamaları için, değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen ve A, B, C ve D ile gösterilen konfigürasyon setleri Tablo 3.43'te verilmektedir.

3.11.1. Lu III'ün bazı seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları

İki kez iyonlaşmış lutesyum, [Xe] özü dışında $4f^{14}ns$ ($n = 6-20$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-20$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-15$), $4f^{14}np$ ($n = 6-20$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-20$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g-çarpanları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.44 ve Ekler kısmındaki Tablo A.15'te seviye enerjileri, taban hal seviyesi $4f^{14}6s^2S_{1/2}$ 'ye göre cm^{-1} biriminde verilmektedir. Tablolarda farklı konfigürasyon setlerine göre elde edilen sonuçlar MCHF+BP ve HFR için A, B, C ve D üst indisleriyle ve sadece tek pariteli seviyeler "o" indisiyle belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar için seviye enerjileri NIST verileri [63] ile ve Landé g-çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ile karşılaştırılmaktadır.

Tablo 3.43. Lu III'e ait hesaplamalar için alınan konfigürasyon setleri

Seviyeler	Konfigürasyonlar			
	A	B	C	D
MCHF+BP hesaplamaları için:				
Çift parite	$4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{14}ng$ ($n = 5, 6$)	$4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{14}5g$	A hesabıyla aynı	$4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-9$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-9$)
Tek parite	$4f^{14}np$ ($n = 6-8$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$)	$4f^{14}np$ ($n = 6-8$), $4f^{14}nf$ ($n = 5, 6$)	$4f^{14}np$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-7$)	$4f^{14}np$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}5f$
HFR hesaplamaları için:				
Çift parite	$4f^{14}ns$ ($n = 6-10$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{14}5g$	$4f^{14}ns$ ($n = 6-10$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-10$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-10$)	$4f^{14}ns$ ($n = 6-15$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-15$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-10$)	$4f^{14}ns$ ($n = 6-20$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-20$), $4f^{14}ng$ ($n = 5-15$)
Tek parite	$4f^{14}np$ ($n = 6, 7$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$)	$4f^{14}np$ ($n = 6-10$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-10$)	$4f^{14}np$ ($n = 6-20$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-15$)	$4f^{14}np$ ($n = 6-20$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-20$)

MCHF+BP hesaplamaları için, Tablo 3.43'te verilen konfigürasyon setlerinde Lu III'ün özü olarak A, C ve D hesaplarında [Xe] ve B hesabında $[\text{Xe}]4f^{14}$ alındı. MCHF yönteminde değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmelere göre seçilen konfigürasyonlar için hesaplanan dalga fonksiyonlarında relativistik düzeltmeler dikkate alınarak konfigürasyon etkileşme yöntemiyle seviye enerjileri elde edildi. Daha sonra MCHF+BP dalga fonksiyonları ve seviye enerjileri kullanılarak Zeeman programıyla [413] Landé g-çarpanları hesaplandı. MCHF+BP hesaplamalarında elde edilen $4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{14}ng$ ($n = 5, 8$),

$4f^{14}np$ ($n = 6-8$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-8$) uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları Tablo 3.44 ve Tablo A.15'te verilmektedir. $4f^{14}5d$, $4f^{14}8s$ ve $4f^{14}7d$ seviyeleri için D hesabı karşılaştırma verileri ile uyum içindedir. $4f^{14}9s$, $4f^{14}6d$ ve $4f^{14}5g$ seviyeleri için ise sadece B hesap sonucu olduğundan bu sonuçlar karşılaştırma verileri ile karşılaştırıldığında $4f^{14}5g$ seviyesi için uyumun iyi olduğu görülmektedir. Tek pariteli seviyelerde ise ilk $4f^{14}6p$ seviyesi için A ve B hesap sonuçlarında uyum iyidir. $4f^{14}7p$ seviyesi için ise D hesabı NIST değerleri ile uyumludur. $4f^{14}5f$ seviyesi için D hesabında uyum iyi iken $4f^{14}6f$ seviyesi için C hesabı iyidir. $4f^{14}8f$ seviyesi için uyum iyi olmasına rağmen $4f^{14}7f$ seviyesi için uyum azdır. Uyumsuzlukların giderilmesi için $5p^6$ 'dan uyarılmaların ele alındığı $5p^64f^{14}ns$ ($n = 6, 7$), $5p^64f^{14}nd$ ($n = 5, 6$), $5p^54f^{14}5d5f$, $5p^64f^{14}np$ ($n = 6, 7$), $5p^64f^{14}nf$ ($n = 5, 6$) ve $5p^54f^{14}6s^2$ konfigürasyonları ile yapılan hesaplamada herhangi bir düzelme olmadığı görüldüğünden tablolarda verilmedi. Bu uyumsuzlukların düzeltilmesi, öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin dikkate alınması için $4f^{14}$ 'ten uyarılmalarla yapılan hesaplamalarla olacağı düşünülmektedir. Elde edilen Landé g -çarpanlarının [48] ile uyumu oldukça iyidir.

HFR hesaplamalarında konfigürasyonlar, tüm hesaplamalarda değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşme etkilerini dikkate alacak şekilde seçildi ve Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurmayı yaparak iyileştirildi. Spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirme yapılmamış değerleri A ve B hesapları için 0,75 ve C ve D hesapları için 0,85 olarak seçildi. HFR hesaplamaları Tablo 3.43'te verilen konfigürasyon setleriyle HFR atomik yapı paketi [418] kullanılarak elde edildi. HFR sonuçlarının karşılaştırma değeri olanlar Tablo 3.44'te ve yüksekçe uyarılmış seviyeleri de Tablo A.15'te sunulmaktadır. Lu III'ün $4f^{14}ns$ ($n = 6-9$), $4f^{14}nd$ ($n = 5-7$), $4f^{14}ng$ ($n = 5, 8$), $4f^{14}np$ ($n = 6-8$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-8$) uyarılmış seviyelerinin enerjisi ve Landé g -çarpanları tablolarda verilmektedir. NIST verileri [63] ile karşılaştırıldığında A, B ve C sonuçları karşılaştırma değerleri ile bire bir uyumludur. D hesabında en küçük kareler yöntemi ile deneysel verilere uydurma bilgisayar kısıtlamalarından dolayı

yapılamadığından bu sonuçlar ilk elde edilen şekli ile verilmektedir. D hesabında 5d seviyesinde uyum az iken diğer seviyelerinde uyum iyidir. Ayrıca, tüm hesaplamalarda Landé g -çarpanları, Quinet ve Biémont tarafından HFR+CP yöntemiyle elde edilen hesaplama sonuçları [48] ile oldukça uyumludur.

Tablo 3.44. Lu III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları*

Seviyeler		E			g-çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
4f ¹⁴ 6s	² S _{1/2}	0,00 ^{A,B,C,D}	0,00 ^{A,B,C,D}	0,00 ^a	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
4f ¹⁴ 5d	² D _{3/2}	6351,36 ^{A,C}	5707,60 ^{A,B,C}	5707,6 ^a	0,799 ^{A,B,C,D}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
		7831,22 ^B	3443,00 ^D				
		5262,42 ^D					
4f ¹⁴ 5d	² D _{5/2}	9901,54 ^{A,C}	8647,80 ^{A,B,C}	8647,8 ^a	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		11315,02 ^B	6914,30 ^D				
		8843,49 ^D					
4f ¹⁴ 7s	² S _{1/2}	–	86681,21 ^{A,B,C}	86681,21 ^a	–	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
4f ¹⁴ 8s	² S _{1/2}	112470,06 ^{A,C}	119784,75 ^{A,B,C}	119784,75 ^a	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
		114157,96 ^D	117078,70 ^D				
4f ¹⁴ 9s	² S _{1/2}	164085,95 ^B	136209,86 ^{A,B,C}	136209,86 ^a	2,002 ^B	2,002 ^{A,B,C,D}	2,002 ^b
4f ¹⁴ 10s	² S _{1/2}	–	145587,30 ^{A,B,C}	145587,3 ^a	–	2,002 ^{A,B,C,D}	1,998 ^b
			142473,20 ^D				
4f ¹⁴ 6d	² D _{3/2}	147466,92 ^B	92321,60 ^{A,B,C}	92321,6 ^a	0,799 ^B	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
			89782,40 ^D				
4f ¹⁴ 6d	² D _{5/2}	147467,55 ^B	93107,60 ^{A,B,C}	93107,6 ^a	1,200 ^B	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
			90525,60 ^D				
4f ¹⁴ 7d	² D _{3/2}	156521,84 ^{A,C}	122622,50 ^{A,B,C}	122622,5 ^a	0,799 ^{A,B,C,D}	0,800 ^{A,B,C,D}	0,800 ^b
		155096,75 ^B	119776,40 ^D				
		107864,09 ^D					
4f ¹⁴ 7d	² D _{5/2}	156659,16 ^{A,C}	122981,00 ^{A,B,C}	122981,0 ^a	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^{A,B,C,D}	1,200 ^b
		155097,45 ^B	120104,60 ^D				
		107912,66 ^D					
4f ¹⁴ 5g	² G _{7/2}	136234,62 ^B	129105,40 ^{A,B,C}	129105,4 ^a	0,889 ^B	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^b
			125984,10 ^D				
4f ¹⁴ 5g	² G _{9/2}	136234,81 ^B	129106,30 ^{A,B,C}	129106,3 ^a	1,111 ^B	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^b
			125985,90 ^D				
Tek parite için:							
4f ¹⁴ 6p	² P _{1/2}	38077,55 ^A	38400,61 ^{A,B,C}	38400,61 ^a	0,666 ^{A,B,C,D}	0,666 ^{A,B,C,D}	0,666 ^b
		38257,83 ^B	37401,90 ^D				
		31986,37 ^C					
		23139,62 ^D					
4f ¹⁴ 6p	² P _{3/2}	42113,74 ^A	44705,21 ^{A,B,C}	44705,21 ^a	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^b
		42132,15 ^B	42639,90 ^D				
		40439,43 ^C					
		27118,82 ^D					
4f ¹⁴ 7p	² P _{1/2}	142316,36 ^B	100357,09 ^{A,B,C}	100357,09 ^a	0,666 ^{B,D}	0,666 ^{A,B,C,D}	0,799 ^b
		127505,48 ^D	98308,40 ^D				
		142574,05 ^B	102810,82 ^{A,B,C}	102810,82 ^a	1,334 ^{B,D}	1,334 ^{A,B,C,D}	1,418 ^b
4f ¹⁴ 8p	² P _{3/2}	127732,83 ^D	100314,20 ^D				
		141827,12 ^A	125654,50 ^{B,C}	–	0,666 ^{A,B}	0,666 ^{B,C,D}	–
		147345,47 ^B	123654,50 ^D				
4f ¹⁴ 8p	² P _{3/2}	142721,80 ^A	126653,20 ^{B,C}	–	1,334 ^{A,B}	1,334 ^{B,C,D}	–
		147471,89 ^B	124653,20 ^D				
		123364,54 ^B	105590,60 ^{A,B,C}	105590,6 ^a	0,857 ^{B,D}	0,857 ^{A,B,C,D}	0,889 ^b
4f ¹⁴ 5f	² F _{5/2}	108502,52 ^D	102365,80 ^D				
		123375,66 ^B	105704,10 ^{A,B,C}	105704,1 ^a	1,143 ^{B,D}	1,143 ^{A,B,C,D}	1,138 ^b
		108513,55 ^D	102403,40 ^D				

Tablo 3.44. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 6f	² F _{5/2} ^o	135529,75 ^B	128373,17 ^{A,B,C}	129053,2 ^a	0,857 ^{B,D}	0,857 ^{A,B,C,D}	0,858 ^b
		128079,27 ^C	125389,10 ^D				
4f ¹⁴ 7f	² F _{7/2} ^o	135536,61 ^B	128373,17 ^{A,B,C}	128799,8 ^a	1,143 ^{B,D}	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
		128084,81 ^C	125414,30 ^D				
4f ¹⁴ 8f	² F _{5/2} ^o	103567,16 ^A	141069,60 ^{A,B,C}	141069,6 ^a	0,857 ^A	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
			137807,80 ^D				
4f ¹⁴ 8f	² F _{7/2} ^o	103568,70 ^A	141092,20 ^{A,B,C}	141092,2 ^a	1,143 ^A	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
			137824,10 ^D				
4f ¹⁴ 9f	² F _{5/2} ^o	151521,61 ^A	148513,80 ^{A,B,C}	148513,8 ^a	0,857 ^A	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
			145267,20 ^D				
4f ¹⁴ 9f	² F _{7/2} ^o	151524,00 ^A	148530,00 ^{A,B,C}	148530,0 ^a	1,143 ^A	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
			145278,10 ^D				
4f ¹⁴ 9f	² F _{5/2} ^o	–	153343,60 ^{A,B,C}	153343,6 ^a	–	0,857 ^{A,B,C,D}	0,857 ^b
			150091,90 ^D				
4f ¹⁴ 9f	² F _{7/2} ^o	–	153354,50 ^{A,B,C}	153354,5 ^a	–	1,143 ^{A,B,C,D}	1,143 ^b
			150099,40 ^D				

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve Biémont [48], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.15'te verilmektedir.

3.11.2. Lu III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları

Lu III'ün elektrik dipol geçişleri için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları MCHF ve HFR yöntemleriyle hesaplandı. 4f¹⁴np (n = 6–8)–4f¹⁴ns (n = 6–10), 4f¹⁴np (n = 6–8)–4f¹⁴nd (n = 5–10), 4f¹⁴nf (n = 5–9)–4f¹⁴nd (n = 5–10) ve 4f¹⁴nf (n = 5–9)–4f¹⁴ng (n = 5–7) geçişlerinin λ (Å) dalga boyları, *gf* ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} (sn⁻¹) ağırlıklı geçiş olasılıkları Tablo 3.45 ve Ekler kısmındaki Tablo A.16'da verilmektedir. Tablolarda sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilirken geçiş olasılığı için 10'un kuvvetleri parantez içinde yazıldı.

MCHF+BP hesaplamalarında Tablo 3.43'te verilen konfigürasyon setlerindeki A, B ve C çift ve tek pariteli seviyeleri arasındaki geçişler MCHF program paketi [412] ile hesaplandı ve sırasıyla 51, 75 ve 34 mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. 4f¹⁴np (n = 6–8)–4f¹⁴ns (n = 6–9), 4f¹⁴np (n = 6–8)–4f¹⁴nd (n = 5–7), 4f¹⁴nf (n = 5, 6)–4f¹⁴nd (n = 5, 6) ve 4f¹⁴5f–4f¹⁴5g geçişleri için elde edilen veriler Tablo 3.45 ve Tablo A.16'da sunulmaktadır. Tablolarda geçiş olasılıkları üst seviyenin istatistiksel ağırlığıyla çarpılarak ağırlıklı geçiş olasılıklarına (gA_{ki}) çevrildi. Tablo 3.45 ve Tablo A.16'da hesaplanan geçişler için dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıklarının farklı konfigürasyon setlerine ait hesaplamaları A, B ve C üst

indisiyle verilmektedir. Hesap sonuçları incelendiğinde birçok geçiş için karşılaştırma değerleri [135] ile uyumun az olduğu görülmektedir. $4f^{14}6s-4f^{14}6p$ geçişlerinde dalga boyları için A ve B hesapları, diğer ışınım parametreleri için C hesabı karşılaştırma verileri ile uyumludur. $4f^{14}6p-4f^{14}6d$ ve $4f^{14}6p-4f^{14}7d$ geçişlerinde dalga boyu ve ağırlıklı salınıcı şiddetleri için uyum kötü iken ağırlıklı geçiş olasılıkları için uyum iyidir. $4f^{14}7p-4f^{14}8s$ geçişinde λ için B iyi iken $4f^{14}7p-4f^{14}9s$ geçişi için C hesabı iyidir. $4f^{14}7p-4f^{14}7d$ geçişlerinde ise λ karşılaştırması iyi olmamasına rağmen gf değerleri karşılaştırma değerleri ile uyumludur. $5f$ yörüngesini içeren geçişlerde bazı geçişler hariç, λ ve gf değerleri için uyum kötü iken gA_{ki} için uyum iyidir. Aynı durum $4f^{14}6d \ ^2D_{5/2}-4f^{14}6f \ ^2F_{5/2}^o$ geçişleri içinde geçerlidir. Bu uyumsuzlukların giderilmesi için öz ve değerlik elektronları arasındaki karşılıklı etkileşmenin dikkate alındığı konfigürasyon setleriyle geçişler hesaplanmalıdır. Bunun için $4f^{14}$ 'ten uyarılmalarla elde edilen konfigürasyonlar, konfigürasyon setlerine dahil edilmelidir. Fakat bu tür hesaplamalar MCHF program paketinde izinli değildir.

Tablo 3.43'te verilen konfigürasyon setlerindeki tek ve çift pariteli seviyeler arasında HFR program paketiyle [418] yapılan A, B, C ve D hesaplamaları için sırasıyla 98, 354, 1352 ve 2409 tane mümkün elektrik dipol geçişleri elde edildi. $4f^{14}np$ ($n = 6-8$)- $4f^{14}ns$ ($n = 6-10$), $4f^{14}np$ ($n = 6-8$)- $4f^{14}nd$ ($n = 5-10$), $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$)- $4f^{14}nd$ ($n = 5-10$) ve $4f^{14}nf$ ($n = 5-9$)- $4f^{14}ng$ ($n = 5-7$) geçişlerinin dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları A, B, C ve D üst indisiyle Tablo 3.45 ve Tablo A.16'da verilmektedir. A, B ve C hesaplarında en küçük kareler yöntemiyle elde edilen enerji değerleri deneysel verilere uydurma yapılarak elde edilen parametrelerle geçişler tekrar hesaplanarak daha iyi sonuçlar elde edildi. D hesabında en küçük kareler yöntemi kullanılmadı. Birçok geçiş için diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir. Genel olarak D hesabında dalga boylu sonuçlarında uyum diğer çalışmalara göre az iken ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve ağırlıklı geçiş olasılıkları için uyum iyidir. HFR+CP yöntemiyle yapılan çalışma [135] ile karşılaştırıldığında bazı geçişler için uyum daha azdır. gf ve gA_{ki} 'deki uyumsuzlukların iyileştirilmesi için, özden uyarılmaların yapıldığı konfigürasyonların da konfigürasyon setlerine dahil edildiğinde düzelme olacağı düşünülmektedir.

Tablo 3.45. Lu III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1})*

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{14}6s \ ^2S_{1/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	2628,11 ^A	2604,126 ^{A,B,C}	2603,35 ^a	0,93265 ^A	0,83284 ^{A,B,C}	0,630 ^a	9,00(8) ^A	8,19(8) ^{A,B,C}	6,20(8) ^a
		2608,04 ^B	2673,663 ^D		0,81514 ^B	0,81118 ^D		7,99(8) ^B	7,57(8) ^D	
		3129,21 ^C			0,74398 ^C			5,06(8) ^C		
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	3154,90 ^A	3058,754 ^{A,B,C}	3057,87 ^a	0,42777 ^A	0,51625 ^{A,B,C}	0,388 ^a	2,86(8) ^A	3,68(8) ^{A,B,C}	2,77(8) ^a
		3277,71 ^B	2944,742 ^D		0,42187 ^B	0,53624 ^D		2,26(8) ^B	4,12(8) ^D	
		3905,71 ^C			0,37399 ^C			1,63(8) ^C		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}7s \ ^2S_{1/2}$	–	2071,225 ^{A,B,C}	2070,56 ^a	–	0,48720 ^{A,B,C}	0,496 ^a	–	7,58(8) ^{A,B,C}	7,70(8) ^a
			2116,539 ^D		0,47677 ^D			7,10(8) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}6d \ ^2D_{3/2}$	916,29 ^B	1854,565 ^{A,B,C}	1854,57 ^a	0,29710 ^B	2,39725 ^{A,B,C}	2,187 ^a	2,36(9) ^B	4,65(9) ^{A,B,C}	4,24(9) ^a
			1909,105 ^D		2,32876 ^D			4,26(9) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}8s \ ^2S_{1/2}$	1343,52 ^A	1228,739 ^{A,B,C}	1228,74 ^a	0,40967 ^A	0,06081 ^{A,B,C}	0,065 ^a	1,51(9) ^A	2,69(8) ^{A,B,C}	2,86(8) ^a
		816,19 ^B	1255,070 ^D		0,05534 ^B	0,05954 ^D		5,54(8) ^B	2,52(8) ^D	
		1241,89 ^C			0,26510 ^C			1,14(9) ^C		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}7d \ ^2D_{3/2}$	844,00 ^A	1187,339 ^{A,B,C}	1187,34 ^a	5,31341 ^A	0,26253 ^{A,B,C}	0,204 ^a	4,97(10) ^A	1,24(9) ^{A,B,C}	9,64(8) ^a
		856,42 ^B	1213,967 ^D		0,01495 ^B	0,25677 ^D		1,36(8) ^B	1,16(9) ^D	
		802,73 ^C			4,05322 ^C			4,19(10) ^C		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}9s \ ^2S_{1/2}$	795,20 ^B	1022,397 ^{A,B,C}	1022,40 ^a	0,00509 ^B	0,02145 ^{A,B,C}	0,023 ^a	5,37(7) ^B	1,37(8) ^{A,B,C}	1,49(8) ^a
			1043,545 ^D		0,02102 ^D			1,29(8) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}8d \ ^2D_{3/2}$	–	1016,525 ^{B,C}	–	–	0,08409 ^{B,C}	–	–	5,43(8) ^{B,C}	–
			1026,987 ^D		0,08323 ^D			5,26(8) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}10s \ ^2S_{1/2}$	–	932,951 ^{A,B,C}	932,95 ^a	–	0,01049 ^{A,B,C}	0,012 ^a	–	8,04(7) ^{A,B,C}	8,81(7) ^a
			951,734 ^D		0,01028 ^D			7,57(7) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}9d \ ^2D_{3/2}$	–	934,298 ^{B,C}	–	–	0,03912 ^{B,C}	–	–	2,99(8) ^{B,C}	–
			943,121 ^D		0,03875 ^D			2,91(8) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{1/2}$	$4f^{14}10d \ ^2D_{3/2}$	–	888,930 ^{B,C}	–	–	0,02184 ^{B,C}	–	–	1,84(8) ^{B,C}	–
			896,912 ^D		0,02164 ^D			1,79(8) ^D		
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}7s \ ^2S_{1/2}$	–	2382,316 ^{A,B,C}	2381,59 ^a	–	0,84717 ^{A,B,C}	0,862 ^a	–	9,96(8) ^{A,B,C}	1,01(9) ^a
			2380,448 ^D		0,84783 ^D			9,98(8) ^D		
$4f^{14}6s \ ^2S_{1/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	2375,98 ^A	2236,873 ^{A,B,C}	2236,18 ^a	2,06120 ^A	1,93916 ^{A,B,C}	1,468 ^a	2,43(9) ^A	2,59(9) ^{A,B,C}	1,96(9) ^a
		2368,61 ^B	2345,220 ^D		1,80617 ^B	1,84958 ^D		2,15(9) ^B	2,24(9) ^D	
		2474,45 ^C			1,96978 ^C			2,14(9) ^C		
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	2798,44 ^A	2564,253 ^{A,B,C}	2563,49 ^a	0,09577 ^A	0,12316 ^{A,B,C}	0,093 ^a	8,15(7) ^A	1,25(8) ^{A,B,C}	9,40(7) ^a
		2908,27 ^B	2551,224 ^D		0,09497 ^B	0,12379 ^D		7,48(7) ^B	1,27(8) ^D	
		2936,05 ^C			0,09388 ^C			7,26(7) ^C		

Tablo 3.45. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	3107,25 ^A 3236,27 ^B 3277,83 ^C	2773,352 ^{A,B,C} 2799,112 ^D	2772,54 ^a	0,78922 ^A 0,76839 ^B 0,76875 ^C	1,02488 ^{A,B,C} 1,01545 ^D	0,771 ^a	5,45(8) ^A 4,89(8) ^B 4,77(8) ^C	8,89(8) ^{A,B,C} 8,64(8) ^D	6,69(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}6d \ ^2D_{3/2}$	950,02 ^B	2100,119 ^{A,B,C} 2121,227 ^D	2099,45 ^a	0,05509 ^B	0,42339 ^{A,B,C} 0,41918 ^D	0,386 ^a	4,07(8) ^B	6,40(8) ^{A,B,C} 6,21(8) ^D	5,84(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}6d \ ^2D_{5/2}$	950,01 ^B	2066,015 ^{A,B,C} 2088,308 ^D	2065,35 ^a	0,49508 ^B	3,87341 ^{A,B,C} 3,83206 ^D	3,533 ^a	3,66(9) ^B	6,05(9) ^{A,B,C} 5,86(9) ^D	5,52(9) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}8s \ ^2S_{1/2}$	1420,56 ^A 842,84 ^B 1387,55 ^C	1331,920 ^{A,B,C} 1343,385 ^D	1331,92 ^a	0,87075 ^A 0,03722 ^B 0,83076 ^C	0,11220 ^{A,B,C} 0,11125 ^D	0,120 ^a	2,88(9) ^{A,C} 3,49(8) ^B	4,22(8) ^{A,B,C} 4,11(8) ^D	4,49(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}7d \ ^2D_{3/2}$	873,77 ^A 885,81 ^B 861,17 ^C	1283,412 ^{A,B,C} 1296,403 ^D	1283,41 ^a	1,04117 ^A 0,01236 ^B 0,99409 ^C	0,04857 ^{A,B,C} 0,04809 ^D	0,038 ^a	9,09(9) ^A 1,05(8) ^B 8,94(9) ^C	1,97(8) ^{A,B,C} 1,91(8) ^D	1,53(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}7d \ ^2D_{5/2}$	872,72 ^A 885,81 ^B	1277,534 ^{A,B,C} 1290,911 ^D	1277,53 ^a	9,33470 ^A 0,11092 ^B	0,43918 ^{A,B,C} 0,43463 ^D	0,341 ^a	6,17(10) ^A 0,94(9) ^B	1,80(9) ^{A,B,C} 1,74(9) ^D	1,39(9) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}9s \ ^2S_{1/2}$	820,48 ^B	1092,840 ^{A,B,C} 1103,885 ^D	1092,84 ^a	0,01537 ^B	0,04014 ^{A,B,C} 0,03974 ^D	0,044 ^a	1,52(8) ^B	2,24(8) ^{A,B,C} 2,17(8) ^D	2,43(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}10s \ ^2S_{1/2}$	–	991,256 ^{A,B,C} 1001,669 ^D	991,26 ^a	–	0,01974 ^{A,B,C} 0,01953 ^D	0,022 ^a	–	1,34(8) ^{A,B,C} 1,30(8) ^D	1,47(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}8d \ ^2D_{3/2}$	–	1086,133 ^{B,C} 1085,373 ^D	–	–	0,01574 ^{B,C} 0,01575 ^D	–	–	8,90(7) ^{B,C} 8,92(7) ^D	–
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}8d \ ^2D_{5/2}$	–	1084,040 ^{B,C} 1083,282 ^D	–	–	0,14193 ^{B,C} 0,14203 ^D	–	–	8,06(8) ^{B,C} 8,07(8) ^D	–
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}9d \ ^2D_{3/2}$	–	992,777 ^{B,C} 992,134 ^D	–	–	0,00736 ^{B,C} 0,00737 ^D	–	–	4,98(7) ^{B,C} 4,99(7) ^D	–
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}9d \ ^2D_{5/2}$	–	991,716 ^{B,C} 991,074 ^D	–	–	0,06633 ^{B,C} 0,06637 ^D	–	–	4,50(8) ^{B,C} 4,51(8) ^D	–
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}10d \ ^2D_{3/2}$	–	941,706 ^{B,C} 941,127 ^D	–	–	0,00412 ^{B,C} 0,00413 ^D	–	–	3,10(7) ^{B,C} 3,11(7) ^D	–
$4f^{14}6p \ ^2P^o_{3/2}$	$4f^{14}10d \ ^2D_{5/2}$	–	941,082 ^{B,C} 940,504 ^D	–	–	0,03713 ^{B,C} 0,03715 ^D	–	–	2,80(8) ^{B,C,D}	–
$4f^{14}6s \ ^2S_{1/2}$	$4f^{14}7p \ ^2P^o_{1/2}$	702,30 ^B 618,65 ^C	996,441 ^{A,B,C} 1017,207 ^D	–	0,01593 ^B 0,19835 ^C	0,00262 ^{A,B,C} 0,00256 ^D	–	2,15(8) ^B 3,46(9) ^C	1,76(7) ^{A,B,C} 1,65(7) ^D	–

Tablo 3.45. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 5d 2D _{3/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	743,17 ^B	1056,529 ^{A,B,C}	1056,53 ^a	0,00385 ^B	0,03334 ^{A,B,C}	0,017 ^a	4,66(7) ^B	1,99(8) ^{A,B,C}	9,88(7) ^a
		643,95 ^C	1054,125 ^D		0,02999 ^C	0,03341 ^D		4,83(8) ^C	2,01(8) ^D	
4f ¹⁴ 7s 2S _{1/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	–	7312,133 ^{A,B,C}	7310,13 ^a	–	1,04360 ^{A,B,C}	0,977 ^a	–	1,30(8) ^{A,B,C}	1,22(8) ^a
			7320,862 ^D			1,04235 ^D			1,29(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d 2D _{3/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	19692,00 ^B	12444,777 ^{A,B,C}	–	0,01176 ^B	0,82324 ^{A,B,C}	–	1,01(5) ^B	3,55(7) ^{A,B,C}	–
			11728,874 ^D			0,87349 ^D			4,23(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	4f ¹⁴ 8s 2S _{1/2}	5415,12 ^B	5147,289 ^{A,B,C}	5145,87 ^a	0,06478 ^B	0,76695 ^{A,B,C}	0,767 ^a	1,47(7) ^B	1,93(8) ^{A,B,C}	1,93(8) ^a
		2032,97 ^C	5327,563 ^D		0,80108 ^C	0,74099 ^D		1,29(9) ^C	1,74(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	4f ¹⁴ 7d 2D _{3/2}	–	4491,273 ^{A,B,C}	4490,01 ^a	–	2,70841 ^{A,B,C}	2,676 ^a	–	8,96(8) ^{A,B,C}	8,85(8) ^a
			4658,092 ^D			2,61141 ^D			8,03(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	4f ¹⁴ 9s 2S _{1/2}	4607,89 ^B	2789,182 ^{A,B,C}	2788,36 ^a	0,34043 ^B	0,08438 ^{A,B,C}	0,087 ^a	1,07(8) ^B	7,23(7) ^{A,B,C}	7,44(7) ^a
		1990,83 ^C	2863,638 ^D		0,21010 ^C	0,08218 ^D		3,54(8) ^C	6,68(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	4f ¹⁴ 10s 2S _{1/2}	–	2210,912 ^{A,B,C}	2210,22 ^a	–	0,02893 ^{A,B,C}	0,030 ^a	–	3,95(7) ^{A,B,C}	4,12(7) ^a
			2264,246 ^D			0,02825 ^D			3,67(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	4f ¹⁴ 8d 2D _{3/2}	–	2745,906 ^{B,C}	–	–	0,32398 ^{B,C}	–	–	2,87(8) ^{B,C}	–
			2742,304 ^D			0,32441 ^D			2,88(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{1/2}	4f ¹⁴ 9d 2D _{3/2}	–	2218,492 ^{B,C}	–	–	0,10875 ^{B,C}	–	–	1,47(8) ^{B,C}	–
			2216,100 ^D			0,10887 ^D			1,48(8) ^D	
4f ¹⁴ 6s 2S _{1/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{3/2}	701,03 ^B	972,660 ^{A,B,C}	972,66 ^a	0,06605 ^B	0,00536 ^{A,B,C}	0,001 ^a	8,97(8) ^B	3,78(7) ^{A,B,C}	8,75(6) ^a
		442,35 ^C	996,867 ^D		0,06174 ^C	0,00523 ^D		2,10(9) ^C	3,51(7) ^D	
4f ¹⁴ 5d 2D _{3/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{3/2}	741,75 ^B	1029,831 ^{A,B,C}	1029,83 ^a	0,00110 ^B	0,00684 ^{A,B,C}	0,003 ^a	1,33(7) ^B	4,30(7) ^{A,B,C}	2,13(7) ^a
		455,14 ^C	1032,299 ^D		0,04476 ^C	0,00682 ^D		1,44(9) ^C	4,27(7) ^D	
4f ¹⁴ 5d 2D _{5/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{3/2}	761,42 ^B	1061,988 ^{A,B,C}	1061,99 ^a	0,00825 ^B	0,05970 ^{A,B,C}	0,030 ^a	9,50(7) ^B	3,53(8) ^{A,B,C}	1,75(8) ^a
		462,62 ^C	1070,665 ^D		0,36802 ^C	0,05921 ^D		1,15(10) ^C	3,44(8) ^D	
4f ¹⁴ 7s 2S _{1/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{3/2}	–	6199,781 ^{A,B,C}	6198,06 ^a	–	2,46168 ^{A,B,C}	2,305 ^a	–	4,27(8) ^{A,B,C}	4,00(8) ^a
			6383,493 ^D			2,39083 ^D			3,91(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d 2D _{3/2}	4f ¹⁴ 7p 2P ^o _{3/2}	–	9533,615 ^{A,B,C}	9530,98 ^a	–	0,21492 ^{A,B,C}	0,202 ^a	–	1,58(7) ^{A,B,C}	1,49(7) ^a
			9495,072 ^D			0,21580 ^D			1,60(7) ^D	

^aBiémont ve çalışma arkadaşları [135], *Tablonun daha geniş hali Tablo A.16’da verilmektedir.

BÖLÜM 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, lantanit grubu elementleri için en genel aralık olan $Z = 57-71$ atomlarının nötral ve iyon hallerini inceleyerek elde edilen veriler ile f alt tabakası elektronlarının yapısının anlaşılmasına katkı sağlamaktır. Bu nedenle seçilen lantanit atomlarının nötral ve bazı iyonlarının (La I-III, Ce I-III, Yb I-III ve Lu I-III) seviye enerjileri, Landé g -çarpanları, geçiş enerjileri, dalga boyları, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları, seviyelerin yarı ömürleri, iyonlaşma potansiyelleri, elektron ilgileri ve aşırı ince yapı sabitleri gibi atomik yapı özellikleri hem relativistik hem de konfigürasyon etkileşme etkilerini içeren çok konfigürasyonlu Hartree-Fock [403] ve relativistik Hartree-Fock [28] yöntemleri ile hesaplanmıştır.

Lantanitlerin ilk üyesi olan lantanın nötral, bir ve iki kez iyonlaşmış hallerinin bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları, elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle ve La I'in yarı ömürleri, aşırı ince yapı sabitleri ve geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) de MCHF+BP yöntemiyle yapılmıştır [103-107].

Seçilen ikinci atom olan seryum için nötral ve bir kez iyonlaşmış halinin iyonlaşma potansiyelleri ve uyarılma enerjileri ve iki kez iyonlaşmış seryumun bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları her iki yöntemle hesaplanmıştır. Ce III'ün tek pariteli seviyeleri için MCHF+BP hesabı yapılamadığından elektrik dipol geçişleri bu yöntemle hesaplanamamıştır. Bu nedenle sadece HFR yöntemiyle Ce III'ün elektrik dipol geçişlerine ait ışınma parametreleri (dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları) hesaplanmıştır.

Çalışmada üçüncü atom olarak iterbiyumun nötral ve bir kez iyonlaşmış hallerinin bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları, geçiş enerjileri

(iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) ve elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle, iki kez iyonlaşmış iterbiyum için aynı hesaplamalar ve Yb I'in yarı ömürleri HFR yöntemiyle hesaplanmıştır [293–295].

Son olarak, lantan atomunun simetriği olan lutesyum atomu incelenmiştir. Nötral, bir ve iki kez iyonlaşmış lutesyumun bazı uyarılmış seviyelerinin enerjileri ve Landé g -çarpanları, geçiş enerjileri (iyonlaşma potansiyelleri, uyarılma enerjileri ve elektron ilgisi) ve elektrik dipol geçişlerine ait dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları hesaplamaları MCHF+BP ve HFR yöntemleriyle ve Lu I'in yarı ömürleri HFR ve aşırı ince yapı sabitleri MCHF+BP yöntemiyle yapılmıştır [391–394].

Fischer [403, 412] tarafından geliştirilen ve relativistik düzeltmeler için Breit-Pauli Hamiltoniyenini temel alan çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yönteminde, ilk olarak MCHF yöntemi kullanılarak seçilen konfigürasyonlar için elde edilen dalga fonksiyonlarının baskınlığını belirleyen karışım katsayıları ve relativistik olmayan enerjiler hesaplanmıştır. Elde edilen bu dalga fonksiyonlarında Breit-Pauli relativistik düzeltmelerini dikkate almak için Breit-Pauli Hamiltoniyeni ile köşegenleştirilerek karışım katsayıları yeniden belirlenmiştir. Bu relativistik katkılarla beraber geçişlere ait dalga boyları, geçiş enerjileri, ağırlıklı salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları, seviye enerjileri, iyonlaşma potansiyeli, elektron ilgisi, yarı ömürler ve aşırı ince yapı parametreleri hesaplanmıştır. Ayrıca, MCHF dalga fonksiyonları ve seviye enerjileri kullanılarak Zeeman programıyla [413] seviyelerin Landé g -çarpanları hesaplanmıştır.

Cowan [28, 418] tarafından geliştirilen relativistik Hartree-Fock yaklaşıklığı Schrödinger denkleminde dayalı olmasına rağmen spin-yörünge etkisi yanında kütle-hız düzeltmeleri ve Darwin katkıları gibi relativistik etkileri de içerir. HFR hesaplamalarında, Hamiltonyenin hesaplanan özdeğerleri mevcut deneysel enerji seviyeleri kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile gözlenen enerji seviyelerine uydurma yaparak iyileştirilmiştir. En küçük kareler yönteminde spin-yörünge parametrelerinin ölçeklendirme faktörü temel kuantum mekaniksel hesaptaki değerlerinde bırakılırken Slater parametreleri (F^k ve G^k) ve konfigürasyon etkileşme

integralleri (R^k) için ölçeklendirme faktörlerinin iyileştirilmemiş değerleri farklı çalışmalarda 0,60, 0,65, 0,70, 0,75, 0,80 ve 0,85 olarak seçilmiştir. Ölçeklendirme faktörlerinin bu düşük değerleri ağır elementler için Cowan [28] tarafından önerülmüştür. En küçük kareler yöntemiyle elde edilen uydurma parametreleriyle elektrik dipol geçişleri tekrar hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan yöntemlerden biri olan MCHF yöntemi, daha fazla açık 4f alt tabakasını içeren lantanitlerin diğer üyelerinin çalışılmasında bazı zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Hesaplamalarda kullanılan MCHF atomik yapı paketinde spin-açısal katsayılarının hesabı ile ilgili programlar çok verimli değildir ve sadece en çok iki elektron içeren açık veya bir boş ve hemen hemen dolu alt tabakalı konfigürasyonlar için daha doğru sonuçlar vermektedir. Daha fazla dolu f alt tabakalı durumları içeren ve açısal integrasyonların hesabını daha hızlı yapan algoritmaların kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bu daha büyük-ölçekli hesaplama yapmaya imkan verecektir. Ayrıca, farklı LS terimleri veya pariteye ait dalga fonksiyonların açılımları için enerji fonksiyonunun ağırlıklı ortalaması olan bir enerji fonksiyonu daha doğru sonuçlar verecektir. Böylece, karmaşık atomik sistemler için geniş-ölçekli Breit-Pauli hesaplamaları sağlanacaktır. Geniş konfigürasyon halleri, tüm konfigürasyon hallerindeki ortak kapalı alt tabakalara ek olarak belirli sayıya kadar alt tabakalar kısıtlaması ve böylece maksimum boyutun kullanılabilir hafıza ve disk alanıyla sınırlı olması da kaçınılmazdır.

Bu özellikleri içeren yeni MCHF sürümünün [419] derlemesi yapıldı. Fakat paketin alt programlarından MCHF'nin çalışmasında mevcut sistemle hesaplama sorunlarıyla karşılaşıldı. Bu problemin aşılması diğer lantanit atomların çalışılmasına imkan verecektir.

Lantanitler için dalga boyları, ışımali geçiş oranları, salıncı şiddetleri, dallanma kesirleri, ışımali yarı ömür nicelikleri, aşırı ince yapı ve izotop kayması gibi güvenilir spektroskopik verilerin kesin bilgisine ihtiyaç vardır. Güneşinkileri de içeren spektrumlar nadir toprak çizgilerini de içerdikleri için astrofizikte çok önemlidir. Nadir toprak elementlerinin spektrumlarının detaylı analizleri, farklı türdeki yıldızların kimyasal bileşenleri hakkında yararlı bilgiler sağlar ve

bolluklarının anlaşılması çok miktarda yüksek nitelikli atomik verileri gerektirir. Bu nedenle bu çalışmada, MCHF+BP ve HFR yöntemleri ile La I–III, Ce I–III, Yb I–III ve Lu I–III için elde edilen atomik verilerin gelecekte bu alanlarda yapılacak çalışmalar için yararlı bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca sonraki çalışmalarda, çalışılan bu atomlar için yarı ömür, aşırı ince yapı ve izotop kayma hesaplamaları ve manyetik dipol ve elektrik kuadrupol geçişlerine ait hesaplamalar da yapılabilir. Bununla birlikte daha kapsamlı bilgisayar sistemlerinde diğer lantanit atomları için MCHF+BP program paketinin yeni sürümü [419] ve HFR [418] ile bu tür hesaplamalara ait verilerin elde edilmesi, 4f alt tabakasını içeren ve karmaşık spektrumlara sahip olan lantanit atomlarının seviye yapılarının anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- [1] MARTIN, W.C., ZALUBAS, R., HAGAN, L., Atomic Energy Levels—The Rare Earth Elements, Natl. Stand. Ref. Data Ser., Natl. Bur. Stand. (U.S.) Washington, D.C., 60, 1978.
- [2] WYBOURNE, B.G., Spectroscopic Properties of Rare Earths, Interscience, New York, 1965.
- [3] GOLDSCHMIDT, Z.B., Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths, I. Cilt, North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1978.
- [4] MEGGERS, W.F., Atomic spectra of rare earth elements, Rev. Mod. Phys., 14, 96–103, 1942.
- [5] MEGGERS, W.F., Emission spectra of the rare earth elements, J. Opt. Soc. Am., 31, 157–159, 1942.
- [6] MEGGERS, W.F., CORLISS, C.H., SCRIBNER, B.F., Relative intensities for the arc spectra of seventy elements, Spectrochim. Acta, 17, 1137–1172, 1961.
- [7] JUDD, B.R., LINDGREN, I., Theory of Zeeman effects in the ground multiplets of rare-earth atoms, Phys. Rev., 122, 1802–1812, 1961.
- [8] CONWAY, J.G., WYBOURNE, B.G., Low-lying energy levels of lanthanide atoms and intermediate coupling, Phys. Rev., 130, 2325–2332, 1963.
- [9] MOORE, C.E., The atomic spectra of the rare earths: Their presence in the sun, Appl. Opt., 2, 665–674, 1963.
- [10] GREVESSE, N., BLANQUET, G., Abundances of the rare earths in the sun, Sol. Phys., 8, 5–17, 1969.
- [11] NUGENT, L.J., VANDER SLUIS, K.L., Theoretical treatment of the energy differences between $f^q d^1 s^2$ and $f^{q+1} s^2$ electron configurations for lanthanide and actinide atomic vapors, J. Opt. Soc. Am., 61, 1112–1115, 1971.

- [12] VANDER SLUIS, K.L., NUGENT, L.J., Relative energies of the lowest levels of the $f^q ps^2$, $f^q ds^2$, and $f^{q+1} s^2$ electron configurations of lanthanide and actinide neutral atoms, *Phys. Rev. A*, 6, 86–94, 1972.
- [13] BREWER, L., Energies of the electronic configurations of the lanthanide and actinide neutral atoms, *J. Opt. Soc. Am.*, 61, 1101–1111, 1971.
- [14] BREWER, L., Energies of the electronic configurations of the singly, doubly, triply ionized lanthanides and actinides, *J. Opt. Soc. Am.*, 61, 1666–1681, 1971.
- [15] MARTIN, W.C., Energies differences between two spectroscopic systems in of the singly ionized, and doubly ionized lanthanide atoms, *J. Opt. Soc. Am.*, 61, 1682–1686, 1971.
- [16] MARTIN, W.C., HAGAN, L., READER, J., SUGAR, J., Ground levels and ionization potentials for lanthanide and actinide atoms and ions, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 3, 771–780, 1974.
- [17] DESCLAUX, J.-P., Relativistic Dirac-Fock expectation values for atoms with $Z = 1$ to $Z = 120$, *At. Data Nucl. Data Tables*, 12, 311–406, 1973.
- [18] WYART, J.-F., BLAISE, J., CAMUS, P., Progrès récents dans l'interprétation des configurations $4f^N(5d+6s)$ des lanthanides, *Phys. Scr.*, 9, 322–324, 1974.
- [19] WYART, J.-F., BLAISE, J., CAMUS, P., Progrès récents dans l'interprétation des configurations $4f^N(5d+6s)$ des lanthanides, *Phys. Scr.*, 9, 325–330, 1974.
- [20] WYART, J.-F., Analysis of lanthanide atomic spectra: Present state and trends, *J. Opt. Soc. Am.*, 68, 197–205, 1978.
- [21] SUGAR, J., READER, J., Ionization energies of the singly ionized rare earths, *J. Opt. Soc. Am.*, 55, 1286–1290, 1965.
- [22] READER, J., SUGAR, J., Ionization energies of the neutral rare earths, *J. Opt. Soc. Am.*, 56, 1189–1194, 1966.
- [23] SUGAR, J., READER, J., Ionization energies of doubly and triply ionized rare earths, *J. Chem. Phys.*, 59, 2083–2089, 1973.
- [24] HERTEL, G.R., Surface ionization. III. The first ionization potentials of the lanthanides, *J. Chem. Phys.*, 48, 2053–2058, 1968.
- [25] WORDEN, E.F., SOLARZ, R.W., PAISNER, J.A., CONWAY, J.G., First ionization potentials of lanthanides by laser spectroscopy, *J. Opt. Soc. Am.*, 68, 52–61, 1978.

- [26] ZHENG, N.-W., XIN H.-W., Successive ionization potentials of $4f^n$ electrons within 'WBEPM' theory, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, **24**, 1187–1191, 1991.
- [27] LIU, W., DOLG, M., Benchmark calculations for lanthanides atoms: Calibration of *ab initio* and density-functional methods, *Phys. Rev. A*, **57**, 1721–1728, 1998.
- [28] COWAN, R.D., *The Theory of Atomic Structure and Spectra*, Univ. of California Press, Berkeley, California, USA, 1981.
- [29] OUTRED, M., Tables of atomic spectral lines for the 10000Å to 40000Å region, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **110**, 1–262, 1978.
- [30] CHENG, K.T., CHILDS, W.J., *Ab initio* calculation of $4f^N 6s^2$ hyperfine structure in rare-earth atoms, *Phys. Rev. A*, **31**, 2775–2784, 1985.
- [31] RICHTER, J., Measurements of lifetimes and oscillator strengths of neutral and singly ionized atoms. Experimental results of the last five years, *Phys. Scr.*, **T8**, 70–76, 1984.
- [32] PENKIN, N.P., GORSHKOV, V.N., KOMAROVSKII, V.A., Radiative lifetimes of excited states and oscillator strengths of spectral lines of some lanthanide atoms and ions (review), *J. Appl. Spectrosc.*, **41**, 1091–1104, 1984.
- [33] KOMAROVSKII, V.A., Oscillator strengths of spectral lines and electronic transition probabilities of atoms and singly charged ions lanthanides: A review, *Opt. Spectrosc.*, **71**, 322–356, 1991.
- [34] BLAGOEV, K.B., KOMAROVSKII, V.A., Lifetimes of levels of neutral and singly ionized lanthanide atoms, *At. Data Nucl. Data Tables*, **56**, 1–40, 1994.
- [35] DOIDGE, P.S., A compendium and critical review of neutral atom resonance line oscillator strengths for atomic absorption analysis, *Spectrochim. Acta B*, **50**, 209–263, 1995.
- [36] DOIDGE, P.S., Erratum to “A compendium and critical review of neutral atom resonance line oscillator strengths for atomic absorption analysis” [*Spectrochimica Acta Part B*, **50** (1995) 209], *Spectrochim. Acta B*, **50**, 1421–1422, 1995.
- [37] DOIDGE, P.S., Erratum to “A compendium and critical review of neutral atom resonance line oscillator strengths for atomic absorption analysis”, *Spectrochim. Acta B*, **51**, 375–375, 1996.

- [38] TATEWAKI, H., SEKIYA, M., SASAKI, F., MATSUOKA, O., KOGA, T., $6s$ and $4f$ ionized states of the lanthanides calculated by numerical and analytical Hartree-Fock methods, *Phys. Rev. A*, 51, 197–203, 1995.
- [39] SEKIYA, M., SASAKI, F., TATEWAKI, H., $6s$ and $4f$ ionized states of lanthanide calculated by the configuration-interaction method, *Phys. Rev. A*, 56, 2731–2740, 1997.
- [40] SEKIYA, M., NARITA, K., TATEWAKI, H., Energy differences between $4f^{n+1}5d^06s^2$ and $4f^n5d^16s^2$ electron configurations for the lanthanides atoms, *Phys. Rev. A*, 63, 012503–0125011, 2000.
- [41] MORTON, D.C., Atomic data for resonance absorption lines. II. Wavelengths longward of the Lyman limit for heavy elements, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 130, 403–436, 2000.
- [42] KURUCZ, R.L., Atomic data for interpreting stellar spectra: Isotopic and hyperfine data, *Phys. Scr.*, T47, 110–117, 1993.
- [43] QUINET, P., PALMERI, P., BIÉMONT, E., LI, Z.S., ZHANG, Z.G., SVANBERG, S., Radiative lifetimes measurements and transition probability calculations in lanthanide atoms, *J. Alloys Compd.*, 344, 255–259, 2002.
- [44] WAHLGREN, G.M., The lanthanide elements in stellar and laboratory spectra, *Phys. Scr.*, T100, 22–36, 2002.
- [45] CAO, X., DOLG, M., Theoretical prediction of the second to fourth actinide ionization potentials, *Mol. Phys.*, 101, 961–969, 2003.
- [46] RODRIGUES, G.C., INDELICATO, P., SANTOS, J.P., PATTÉ, P., PARENTE, F., Systematic calculation of total atomic energies of ground state configurations, *At. Data Nucl. Data Tables*, 86, 117–233, 2004.
- [47] BIÉMONT, E., QUINET, P., Recent advances in the study of lanthanide atoms and ions, *Phys. Scr.*, T105, 38–54, 2003.
- [48] QUINET, P., BIÉMONT, E., Landé g -factors for experimentally determined energy levels doubly ionized lanthanides, *At. Data Nucl. Data Tables*, 87, 207–230, 2004.
- [49] BIÉMONT, E., Recent advances and difficulties in oscillator strength determination for rare-earth elements and ions, *Phys. Scr.*, T119, 55–60, 2005.
- [50] BIÉMONT, E., QUINET, P., A database of astrophysical interest covering the UV region, *J. Electr. Spectrosc. Relat. Phenom.*, 144–147, 23–25, 2005.

- [51] GÁLVEZ, F.J., BUENDÍA, E., MALDONADO, P., SARSA, A.J., Optimized effective potential energies and ionization potentials for the atoms Li to Ra, *Eur. Phys. J. D*, 50, 229–235, 2008.
- [52] SANSONETTI, J.E., MARTIN, W.C., Handbook of basic atomic spectroscopic data, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 34, 1559–2259, 2005.
- [53] INDELICATO, P., SANTOS, J.P., BOUCARD, S., DESCLAUX, J.-P., QED and relativistic corrections in superheavy elements, *Eur. Phys. J. D*, 45, 155–170, 2007.
- [54] ANGELOV, B.M., Electron affinities of the lanthanides, *Chem. Phys. Lett.*, 43, 368–369, 1976.
- [55] SEN, K.D., SCHMIDT, P.C., WEISS, A., Orbital electronegativity and electron affinity of rare earth atoms using $X\alpha$ -theory, *Theoret. Chim. Acta*, 58, 69–71, 1980.
- [56] COLE, L.A., PERDEW, J.P., Calculated electron affinities of the elements, *Phys. Rev. A*, 25, 1265–1271, 1982.
- [57] BRATSCH, S.G., Electron affinities of the lanthanides, *Chem. Phys. Lett.*, 98, 113–117, 1983.
- [58] HOTOP, H., LINEBERGER, W.C., Binding energies in atomic negative ions, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 4, 539–576, 1975.
- [59] HOTOP, H., LINEBERGER, W.C., Binding energies in atomic negative ions: II, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 14, 731–750, 1985.
- [60] BATES, D.R., Negative ions: Structure and spectra, *Adv. At. Mol. Phys.*, 27, 1–80, 1990.
- [61] NADEAU, M.-J., GARWAN, M.A., ZHAO, X.-L., LITHERLAND, A.E., A negative ion survey; towards the completion of the periodic table of the negative ions, *Nucl. Instr. and Meth. B*, 123, 521–526, 1997.
- [62] <http://physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/periodictable.htm>, Şubat 2011.
- [63] <http://www.nist.gov/physlab/data/asd.cfm>, Şubat 2011.
- [64] <http://w3.umh.ac.be/~astro/dream.shtml>, Şubat 2011.
- [65] KING, A.S., CARTER, E., The electric-furnace spectra of yttrium, zirconium, and lanthanum, *Astrophys. J.*, 65, 86–107, 1927.
- [66] MEGGERS, W.F., Regularities in the arc spectrum of lanthanum, *J. Washington Acad. Sci.*, 17, 25–35, 1927.

- [67] MEGGERS, W.F., Wavelengths and Zeeman effects in lanthanum spectra, *J. Res. Nat. Bur. Stand.*, 9, 239–268, 1932.
- [68] RUSSELL, H.N., MEGGERS, W.F., An analysis of lanthanum spectra (La I, La II, La III), *J. Res. Nat. Bur. Stand.*, 9, 625–668, 1932.
- [69] CORLISS, C.H., BOZMAN, W.R., Experimental transition probabilities for spectral lines of seventy elements, *Nat. Bur. Stand. (U.S.) Monogr.* 53, Washington, 1962.
- [70] HESE, A., Experimentelle untersuchung der $5d6s6p$ $z^2F_{5/2,7/2}$ -terme im Lanthan I-spektrum unter verwendung von level crossing-spektroskopie, *Z. Phys.*, 236, 42–51, 1970.
- [71] HESE, A., BULDT, G., Hyperfine structure, stark effect, and lifetimes of the excited $5d6s6p$ $y^2D_{3/2,5/2}$ states of the lanthanum I spectrum, *Z. Naturforsch. Teil A*, 25, 1537–1545, 1970.
- [72] WILSON, M., *LS*-term dependence of hyperfine-interaction parameters in d^2s configurations, *Phys. Rev. A*, 3, 45–50, 1971.
- [73] BEN AHMED, Z., BAUCHE-ARNOULT, C., WYART, J.-F., Energy levels and hyperfine structures in the $(5d+6s)^3$ configurations of La I, *Physica*, 77, 148–158, 1974.
- [74] BEN AHMED, Z., VERGES, J., WILSON, M., GIACCHETTI, A., An extension of the even energy level system of La I, *Physica B+C*, 84, 275–280, 1976.
- [75] BULOS, B.R., GLASSMAN, A.J., GUPTA, R., MOE, G.W., Measurement of the lifetimes of the $z^2F_{5/2}$, $z^2D_{3/2}$, $z^4G_{5/2}$, and $y^2D_{3/2}$ states of lanthanum, *J. Opt. Soc. Am.*, 68, 842–844, 1978.
- [76] PENKIN, N.P., GORSHKOV, V.N., KOMAROVSKII, V.A., Radiative lifetimes of excited La I levels, *Opt. Spectrosc.*, 58, 840–841, 1985.
- [77] THÉVENIN, F., Oscillator strengths from the solar spectrum II, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 82, 179–188, 1990.
- [78] XUE, P., XU, X.Y., HUANG, W., XU, C.B., ZHAO, R.C, XIE, X.P., Observation of the highly excited states of lanthanum, *AIP Conf. Proc.*, 388, 299–302, 1997.
- [79] ELIAV, E., SHMULYIAN, S., KALDOR, U., ISHIKAWA, Y., Transition energies of lanthanum, actinium, and eka-actinium (element 121), *J. Chem. Phys.*, 109, 3954–3958, 1998.

- [80] BIÉMONT, E., QUINET, P., SVANBERG, S., XU, H.L., Lifetime measurements and calculations in La I, *Eur. Phys. J. D*, 30, 157–162, 2004.
- [81] ZHANG, X.F., JIA, F.-D., ZHONG, Z.-P., XUE, P., XU, X.-Y., YAN, J., Relativistic multichannel treatment of ionic Rydberg states of lanthanum, *Chin. Phys. Lett.*, 24, 2808–2811, 2007.
- [82] MEGGERS, W.F., BURNS, K., Hyperfine structures of lanthanum lines, *J. Opt. Soc. Am.*, 14, 449–453, 1927.
- [83] MURAKAWA, K., KAMEI, T., Hyperfine structure of the spectra of dysprosium, cobalt, vanadium, manganese, and lanthanum, *Phys. Rev.*, 92, 325–327, 1953.
- [84] TING, Y., Hyperfine structure and quadrupole moment of lanthanum-139, *Phys. Rev.*, 108, 295–304, 1957.
- [85] CHILDS, W.J., GOODMAN, L.S., Hyperfine and Zeeman studies of low-lying atomic levels of La^{139} and the nuclear electric-quadrupole moment, *Phys. Rev. A*, 3, 25–45, 1971.
- [86] CHILDS, W.J., GOODMAN, L.S., $^{138,139}\text{La}$ nuclear electric-quadrupole-moment ratio by laser-rf double-resonance, *Phys. Rev. A*, 20, 1922–1926, 1979.
- [87] CHILDS, W.J., GOODMAN, L.S., Complete resolution of hyperfine structure in the close doublet $\lambda 5930.6$ of ^{139}La by laser-atomic-beam spectroscopy, *J. Opt. Soc. Am.*, 67, 1230–1234, 1977.
- [88] CHILDS, W.J., NIELSEN, U., Hyperfine structure of the $(5d+6s)^3$ configuration of ^{139}La I: New measurements and *ab initio* multiconfigurational Hartree-Fock calculations, *Phys. Rev. A*, 37, 6–15, 1988.
- [89] FISCHER, W., HÜHNERMANN, H., MANDREK, K., IHLE, H., Optical determination of the quadrupole moments of ^{138}La , *Phys. Lett. B*, 40, 87–88, 1972.
- [90] GOVINDARAJAN, J., PRAMILA, T., Laser optogalvanic spectroscopy for hyperfine structure studies of La I, *J. Opt. Soc. Am. B*, 6, 1275–1277, 1989.
- [91] PRAMILA, T., Hyperfine structure studies of some La I transitions by laser optogalvanic spectroscopy, *Phys. Scr.*, 42, 556–558, 1990.
- [92] LUO, C., QU, J., ZHU, L., LIN, F., Studies on the hyperfine structure of La I in a hollow-cathode discharge tube, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 23, 1327–1328, 1990.

- [93] SHAW, R.W., YOUNG, J.P., SMITH, D.H., BONANNO, A.S., DALE, J.M., Hyperfine structure of lanthanum at sub-Doppler resolution by diode-laser-initiated resonance-ionization mass spectroscopy, *Phys. Rev. A*, 41, 2566–2573, 1990.
- [94] JIA, L., JING, C., LIN, F., Hyperfine structure of odd-parity levels in ^{139}La I by laser optical galvanic spectroscopy, *Opt. Commun.*, 94, 331–334, 1992.
- [95] GANGRSKY, Y.P., KARAIVANOV, D.V., MARINOVA, K.P., MARKOV, B.N., ZEMLYANOV, S.G., Hyperfine splitting of the odd $^4F_J^o$, $^2P_J^o$ and $^4S_J^o$ La I multiplets, *Z. Phys. D*, 41, 251–252, 1997.
- [96] JIN, W.-G., ENDO, T., UEMATSU, H., MINOWA, T., KATSURAGAWA, H., Diode-laser hyperfine-structure spectroscopy of $^{138,139}\text{La}$, *Phys. Rev. A*, 63, 064501–064503, 2001.
- [97] BAŞAR, G., BAŞAR, G., ER, A., KRÖGER, S., Experimental hyperfine structure investigation of atomic La, *Phys. Scr.*, 75, 572–576, 2007.
- [98] BAŞAR, G., BAŞAR, G., KRÖGER, S., High resolution measurements of the hyperfine structure of atomic lanthanum for energetically low lying levels of odd parity, *Opt. Commun.*, 282, 562–567, 2009.
- [99] FURMANN, B., STEFAŃSKA, D., DEMBCZYŃSKI, J., Hyperfine structure analysis odd configurations levels in neutral lanthanum, I. Experimental, *Phys. Scr.*, 76, 264–279, 2007.
- [100] FURMANN, B., STEFAŃSKA, D., DEMBCZYŃSKI, J., Experimental investigations of the hyperfine structure in neutral La: I. Odd parity levels, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 42, 175005–175022, 2009.
- [101] DEMBCZYŃSKI, J., ELANTKOWSKA, M., FURMANN, B., RUCZKOWSKI, J., STEFAŃSKA, D., Critical analysis of the methods of interpretation in the hyperfine structure of free atoms and ions: case of the model space $5d + 6s^3$ of the lanthanum atom, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 43, 065001–065021, 2009.
- [102] <http://www.pmp.uni-hannover.de/cgi-bin/ssi/test/kurucz/sekur.html>, Temmuz 2008.
- [103] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Relativistic energies for some excited levels in La I ($Z=57$), *Balkan Physics Letters, Special Issue*, 97–102, 2008.
- [104] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Energies and lifetimes for some excited levels in La I, *Acta Phys. Pol. A*, 113, 1609–1618, 2008.

- [105] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Electric dipole transitions for La I ($Z = 57$), *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 109, 1968–1985, 2008.
- [106] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., The hyperfine structure calculations of some excited levels for ^{139}La I, *Acta Phys. Pol. A*, 115, 864–872, 2009.
- [107] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Transition energies of neutral and singly ionized lanthanum, *Indian J. Phys.*, 84, 223–230, 2010.
- [108] MEGGERS, W.F., The structure of the La II spectrum, *J. Opt. Soc. Am.*, 14, 191–204, 1927.
- [109] MEGGERS, W.F., The strongest lines of singly ionized atoms, *J. Opt. Soc. Am.*, 31, 605–611, 1941.
- [110] SPECTOR, N., GOTTHELF, U., Configuration interaction in singly ionized lanthanum (La II), *Opt. Pura Apl.*, 3, 98–103, 1970.
- [111] XIE, X.P., XU, C.B., SUN, W., XUE, P., ZHONG, Z.P., HUANG, W., XU, X.Y., Study of La^+ Rydberg and autoionization states: ionization potential of La II, *J. Opt. Soc. Am. B*, 16, 484–487, 1999.
- [112] SUN, W., YAN, J., ZHONG, Z.P., XIE, X.P., XUE, P., XU, X.Y., Study on ionic Rydberg states of lanthanum, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 34, 369–379, 2001.
- [113] ZHIGUO, Z., ZHONGSHAN, L., JIANG, Z.-K., Experimental investigations of oscillator strengths for ultraviolet transitions in La II, *Eur. Phys. J. D*, 77, 499–502, 1999.
- [114] BORD, D.J., BARISCIANO, L.P., COWLEY, C.R., *gf*-values for singly ionized lanthanum based on a new calibration of NBS Monograph 145 intensities, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 278, 997–1004, 1996.
- [115] LAWER, J.E., BONVALLET, G., SNEDEN, C., Experimental radiative lifetimes, branching fractions, and oscillator strengths for La II and a new determination of the solar lanthanum abundance, *Astrophys. J.*, 556, 452–460, 2001.
- [116] ANDERSEN, T., POULSEN, O., RAMANUJAM, P.S., PETRAKIEV PETKOV, A., Lifetimes of some excited states in the rare earths: La II, Ce II, Pr II, Nd II, Sm II, Yb I, Yb II, and Lu II, *Sol. Phys.*, 44, 257–267, 1975.
- [117] ARNESEN, A., BENGTSSON, A., HALLIN, R., LINDSKOG, J., NORDLING, C., NORELAND, T., Lifetime measurements in La II with the beam-laser method, *Phys. Scr.*, 16, 31–34, 1977.

- [118] ARNESEN, A., BENGTSSON, A., HALLIN, R., NORELAND, T., Lifetime measurements of the La II $y^3F^o_{4,3,2}$ levels with the beam-laser method, *J. Phys. B: Atom. Mol. Phys.*, 10, 565–568, 1977.
- [119] LI, Z.S., JIANG, Z.-K., Lifetimes measurements in La II and La III using time-resolved laser spectroscopy, *Phys. Scr.*, 60, 414–417, 1999.
- [120] MIGDALEK, J., BAYLIS, W.E., Multiconfiguration Dirac-Fock study of the $5d6p^3F^o_4$ lifetimes in singly ionized lanthanum, *Phys. Rev. A*, 43, 4625–4628, 1991.
- [121] KUŁAGA-EGGER, D., MIGDAŁEK, J., Theoretical radiative lifetimes of levels in singly ionized lanthanum, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 42, 185002–185007, 2009.
- [122] DERKATCH, A., ILYINSK, L., MANNERVIK, S., NORLIN, L.-O., ROSTOHAR, D., ROYEN, P., SCHEF, P., BIÉMONT, E., Experimental and theoretical investigation of radiative decay rates of metastable levels in La II, *Phys. Rev. A*, 65, 062508–062514, 2002.
- [123] HÖHLE, C., HÜHNERMANN, H., WAGNER, H., Measurements of the hyperfine structure constants of all the $5d^2$ and $5d6s$ levels in ^{139}La II using the high-resolution spectroscopy on collinear laser-ion-beams, *Z. Phys. A*, 304, 279–283, 1982.
- [124] BAUCHE, J., WYART, J.-F., BEN AHMED, Z., GUIDARA, K., Interpretation of the hyperfine structures in low even configurations of lanthanum II, *Z. Phys. A*, 304, 285–292, 1982.
- [125] MAOUSHENG, L., HONGLIANG M., MIAOHUA, C., ZHIJUN, C., FUQUAN, L., JIAYONG T., FUJIA, Y., Hyperfine structure measurements in the lines 576.91 nm, 597.11 nm and 612.61 nm of La II, *Phys. Scr.*, 61, 449–451, 2000.
- [126] IIMURA, H., KOIZUMI, M., MIYABE, M., OBA, M., SHIBATA, T., SHINOHARA, N., ISHIDA, Y., HORIGUCHI, T., SCHUESSLER, H.A., Nuclear moments and isotope shifts of ^{135}La , ^{137}La , and ^{138}La by collinear laser spectroscopy, *Phys. Rev. C*, 68, 054328–054334, 2003.
- [127] SCHEF, P., BJÖRKHAGE, M., LUNDIN, P., MANNERVIK, S., Precise hyperfine structure measurements of La II utilizing the laser and rf double resonance technique, *Phys. Scr.*, 73, 217–222, 2006.
- [128] DATTA, D., BECK, D.R., Relativistic many-body effects in the fine and hyperfine structure of ^{139}La II $(5d+6s)^3 J = 2$ states: The need for second-order electrostatic corrections, *Phys. Rev. A*, 52, 3622–3627, 1995.

- [129] GIBBS, R.C., WHITE, H.E., Relations between doublets of stripped atoms in five periods of the periodic table, *Phys. Rev.*, 33, 157–162, 1929.
- [130] BADAMI, J.S., The spectrum of trebly-ionized cerium (Ce IV), *Proc. Phys. Soc.*, 43, 53–58, 1931.
- [131] SUGAR, J., KAUFMAN, V., Spectrum of doubly ionized lanthanum (La III), *J. Opt. Soc. Am.*, 55, 1283–1285, 1965.
- [132] ODABASI, H., Spectrum of doubly ionized lanthanum (La III), *J. Opt. Soc. Am.*, 57, 1459–1463, 1967.
- [133] JOHANSSON, S., LITZÉN, U., Resonance lines of La III, *J. Opt. Soc. Am.*, 61, 1427–1428, 1971.
- [134] MIGDALEK, J., WYROZUMSKA, M., Relativistic oscillator strengths for the Cs isoelectronic sequence and collapse of *f* and *d* orbitals, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 37, 581–589, 1987.
- [135] BIÉMONT, E., LI, Z.S., PALMERI, P., QUINET, P., Radiative lifetimes in La III and oscillator strengths in La III and Lu III, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 32, 3409–3419, 1999.
- [136] KING, A.S., Temperature classification of the stronger lines of cerium and praseodymium, *Astrophys. J.*, 68, 194–247, 1928.
- [137] PAUL, F.W., Absorption spectra of cerium, neodymium and samarium, *Phys. Rev.*, 49, 156–162, 1936.
- [138] MARTIN, W.C., Low energy levels of neutral cerium (Ce I), *J. Opt. Soc. Am.*, 53, 1047–1050, 1963.
- [139] MARTIN, W.C., Low-energy level structure of neutral cerium (Ce I), *Phys. Rev. A*, 53, 1810–1815, 1971.
- [140] MEGGERS, W.F., CORLISS, C.H., SCRIBNER, B.F., Tables of spectral line intensities, *Nat. Bur. Stand. (U.S.) Monogr.* 32, Washington, 1961.
- [141] MEGGERS, W.F., CORLISS, C.H., SCRIBNER, B.F., Tables of spectral line intensities, *Nat. Bur. Stand. (U.S.) Monogr.* 145, Washington, 1975.
- [142] BISSON, S.E., WORDEN, E.F., CONWAY, J.G., COMASKEY, B., STOCKDALE, J.A.D., NEHRING, F., Determination of absolute transition probabilities in neutral cerium from branching ratio and lifetime measurements, *J. Opt. Soc. Am. B*, 8, 1545–1558, 1991.

- [143] BISSON, S.E., COMASKEY, B., WORDEN, E.F., Method to measure excited-level-to-excited-level branching ratios and atomic transition probabilities by time-resolved laser photoionization spectroscopy, *J. Opt. Soc. Am. B*, 12, 193–202, 1995.
- [144] VERGES, J., CORLISS, C.H., MARTIN, W.C., Infrared spectra of cerium (Ce I and Ce II) between 0.8 and 2.4 μm , *J. Res. Natl. Bur. Stand. A*, 76, 285–304, 1972.
- [145] SMITH, K.F., SPALDING, I.J., The atomic g values of some rare earth atoms, *Proc. R. Soc. London A*, 265, 133–140, 1961.
- [146] VINDOLOVA-ANGELOVA, E.P., KRUSTEV, T.B., ANGELOV, D.A., MINCHEVA, S., Laser resonance ionization spectroscopy of the cerium atom, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 30, 667–678, 1997.
- [147] XU, H.L., PERSSON, A., SVANBERG, S. Radiative lifetimes in Ce I and Ce II, *Eur. Phys. J. D*, 23, 233–236, 2003.
- [148] LI, Z.S., LUNDBERG, H., WAHLGREN, G.M., SIKSTRÖM, C.M., Lifetime measurements in Ce I, Ce II, and Ce III using time-resolved laser spectroscopy with application to stellar abundance determinations of cerium, *Phys. Rev. A*, 62, 032505–032513, 2000.
- [149] CURRY, J.J., Absolute transition probabilities for 559 strong lines of neutral cerium, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 42, 135205–135213, 2009.
- [150] DEN HARTOG, E.A., BUETTNER, K.P., LAWER, J.E., Radiative lifetimes of neutral cerium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 42, 085006–085012, 2009.
- [151] LAWER, J.E., CHISHOLM, J., NITZ, D.E., WOOD, M.P., SOBECK, J., DEN HARTOG, E.A., Atomic transition probabilities of Ce I from Fourier transform spectra, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 43, 085701–085710, 2010.
- [152] LAWER, J.E., SNEDEN, C., COWAN, J.J., IVANS, I.I., DEN HARTOG, E.A., Improved laboratory transition probabilities for Ce II, application to the cerium abundances of the sun and five r -process-rich, metal-poor stars, and rare earth lab data summary, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 182, 51–79, 2009.
- [153] CHAMPEAU, R.-J., GERSTENKORN, S., Déplacement isotopique des quatre isotopes naturels du cérium, *Phys. Lett. A*, 26, 334–335, 1968.
- [154] CHAMPEAU, R.-J., Déplacement isotopique dans les spectres d'arc et d'étincelle du cérium, I. Déplacement isotopique relatif des isotopes ^{136}Ce , ^{138}Ce , ^{140}Ce et ^{142}Ce , *Physica*, 62, 209–224, 1972.

- [155] CHAMPEAU, R.-J., Déplacement isotopique dans les spectres d'arc et d'étincelle du cérium II. Déplacement isotopique ^{140}Ce – ^{142}Ce étude des facteurs électroniques, *Physica*, 62, 225–238, 1972.
- [156] FISCHER, W., HÜHNERMANN, H., MANDREK, K., MEIER TH., AUMANN, D.C., Optical isotope shift in ^{144}Ce , *Physica B+C*, 79, 105–112, 1975.
- [157] CHAMPEAU, R.-J., VERGES, J., Déplacement isotopique dans le spectre infrarouge du cérium, *Physica B+C*, 83, 373–378, 1976.
- [158] WAKUI, T., JIN, W.-G., HASEGAWA, K., UEMATSU, H., MINOWA, T., KATSURAGAWA, H., High-resolution diode-laser spectroscopy of the rare-earth elements, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 72, 2219–2223, 2003.
- [159] ALBERTSON, W.E., HARRISON, G.R., Preliminary analysis of the first spark spectrum of cerium-Ce II, *Phys. Rev.*, 52, 1209–1215, 1937.
- [160] HARRISON, G.R., ALBERTSON, W.E., HOSFORD, N.F., Zeeman effect data and further classification of the first spark spectrum of cerium-Ce II, *J. Opt. Soc. Am.*, 31, 439–448, 1941.
- [161] CORLISS, C.H., Wavelengths and energy levels of the second spectrum of cerium, Ce II, *J. Res. Natl. Bur. Stand. A (U.S.)*, 77, 419–546, 1973.
- [162] LANGHANS, G., SCHADE, W., HELBIG, V., Radiative lifetimes of neutral and singly ionized atoms of refractory elements, *Z. Phys. D*, 34, 151–155, 1995.
- [163] ZHANG, Z.-G., SVANBERG, S., JIANG, Z.-K., PALMERI, P., QUINET, P., BIÉMONT, E., Natural radiative lifetimes in Ce II, *Phys. Scr.*, 63, 122–127, 2001.
- [164] FAWCETT, B.C., Computed oscillator strengths and Landé g values of Ce II, *At. Data Nucl. Data Tables*, 46, 217–283, 1990.
- [165] PALMERI, P., QUINET, P., WYART, J.-F., BIÉMONT, E., Theoretical lifetimes and oscillator strengths in Ce II. Application to chemical composition of the sun, *Phys. Scr.*, 61, 323–334, 2000.
- [166] ISHIDA, Y., IIMURA, H., ICHIKAWA, S., HORIGUCHI, T., Isotope shifts of optical transitions in Ce II by collinear laser-ion-beam spectroscopy, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 30, 2569–2579, 1997.
- [167] KING, A.S., KING, R.B., The spectrum of doubly ionized cerium, *Astrophys. J.*, 75, 40–47, 1932.
- [168] RUSSELL, H.N., KING, R.B., LANG, R.J., The third spectrum of cerium (Ce III), *Phys. Rev.*, 52, 456–466, 1937.

- [169] SUGAR, J., Description and analysis of the third spectrum of cerium (Ce III), *J. Opt. Soc. Am.*, 55, 33–36, 1965.
- [170] SPECTOR, N., $4f^{n-1}$ configurations of doubly ionized cerium (Ce III), *J. Opt. Soc. Am.*, 55, 492–501, 1965.
- [171] JOHANSSON, S., LITZÉN, U., The $4f^n - 4f5d$ lines of Ce III, *Phys. Scr.*, 6, 139–140, 1972.
- [172] ANDERSEN, T., SØRENSEN, G., Determinations of atomic lifetimes for the rare earth ions: Pr II, Tm II, Lu II, Ce III, *Sol. Phys.*, 38, 343–350, 1974.
- [173] BORD, D.J., COWLEY, C.R., NORQUIST, P.L., Oscillator strength calculations in Ce III: application to HD 200311, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 284, 869–873, 1997.
- [174] WYART, J.-F., PALMERI, P., Interpretation of the spectrum of Ce III. New energy levels and theoretical transition probabilities, *Phys. Scr.*, 58, 368–376, 1998.
- [175] BIÉMONT, E., QUINET, P., RYABCHIKOVA, T.A., Core-polarization effects in doubly ionized cerium (Ce III) for transitions of astrophysical interest, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 336, 1155–1160, 2002.
- [176] KING, A.S., Temperature classification of the spectra of ytterbium and lutecium, *Astrophys. J.*, 74, 328–341, 1931.
- [177] MEGGERS, W.F., SCRIBNER, B.F., Arc and spark spectra of ytterbium, *J. Res. Natl. Bur. Stand. (U.S.)*, 19, 651–664, 1937.
- [178] PARR, A.C., ELDER, F.A., Photoionization of ytterbium: 1350–2000 Å, *J. Chem. Phys.*, 49, 2665–2667, 1968.
- [179] CAMUS, P., TOMKINS, F.S., Spectre d'absorption de Yb I, *J. Phys. France*, 30, 545–550, 1969.
- [180] NIR, S., $4f^{14}6sns$, $4f^{14}6snd$, and $4f^{14}6snp$ sequences in Yb I, *J. Opt. Soc. Am.*, 60, 354–357, 1970.
- [181] SPECTOR, N., Configurations $4f^{N-1}6s^26p$ in neutral gadolinium, dysprosium, erbium and ytterbium, *J. Opt. Soc. Am.*, 61, 1350–1354, 1971.
- [182] MEGGERS, W.F., TECH, J.L., The first spectrum of ytterbium Yb I, *J. Res. Natl. Bur. Stand. (U.S.)*, 83, 13–70, 1978.

- [183] CAMUS, P., DÉBARRE, A., MORILLON, C., Two-photon absorption spectroscopy in ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 11, L395–L398, 1978.
- [184] CAMUS, P., DÉBARRE, A., MORILLON, C., Highly excited levels of neutral ytterbium. I. Two-photon and two-step spectroscopy of even spectra, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 13, 1073–1087, 1980.
- [185] WYART, J.-F., CAMUS, P., Extended analysis of the emission spectrum of neutral ytterbium (Yb I), *Phys. Scr.*, 20, 43–59, 1979.
- [186] KOZLOV, M.G., KOTOCHIGOVA, S.A., Classification of energy levels of the ytterbium atom, *Opt. Spectrosc.*, 42, 1–3, 1977 [*Opt. Spektrosk.* 42, 3–6, 1977 (Russ.)].
- [187] KOZLOV, M.G., KOTOCHIGOVA, S.A., NIKOLAEV, V.N., Absorption spectra of rare-earth elements in the Schumann region. ytterbium, *Opt. Spectrosc.*, 41, 4–7, 1976 [*Opt. Spektrosk.* 41, 10–14, 1976 (Russ.)].
- [188] KOZLOV, M.G., KOTOCHIGOVA, S.A., KRYLOV, B.E., Absorption spectrum of ytterbium vapor in the 1700–1060 Å region, *Opt. Spectrosc.*, 43, 368–370, 1977 [*Opt. Spektrosk.* 43, 616–620, 1977 (Russ.)].
- [189] KOZLOV, M.G., KOTOCHIGOVA, S.A., Analysis of the absorption spectrum of ytterbium vapor in the vacuum ultraviolet region. 1. Excitation of $6s^2$ -shell, *Opt. Spectrosc.*, 45, 616–619, 1978 [*Opt. Spektrosk.* 45, 640–647, 1978 (Russ.)].
- [190] KOZLOV, M.G., KOTOCHIGOVA, S.A., Analysis of the absorption spectrum of ytterbium vapor in the vacuum ultraviolet region: 2. Excitation of the $4f^{14}$ subshell, *Opt. Spectrosc.*, 45, 742–744, 1978 [*Opt. Spektrosk.*, 45, 869–874, 1978 (Russ.)].
- [191] MIRZA, M.Y., DULEY, W.W., Two-photon spectroscopy of ytterbium, *Opt. Commun.*, 28, 179–182, 1979.
- [192] BEKOV, G.I., VIDOLOVA-ANGELOVA, E.P., IVANOV, L.N., LETOKHOV, V.S., MISHIN, V.I., Double-excited narrow autoionization states of ytterbium atom, *Opt. Commun.*, 35, 194–198, 1980.
- [193] BEKOV, G.I., VIDOLOVA-ANGELOVA, E.P., LETOKHOV, V.S., MISHIN, V.I., Multistep laser spectroscopy of high-lying triplet states of the ytterbium atom, *Opt. Spectrosc.*, 48, 239–241, 1980 [*Opt. Spektrosk.* 48, 435–439, 1980 (Russ.)].
- [194] NAQVI, A.S., MIRZA, M.Y., SEMPLE, D.J., DULEY, W.W., Narrow 3-photon autoionizing resonances in Tl and Yb, *Opt. Commun.*, 37, 356–358, 1981.

- [195] BORISOV, S.K., KOTOCHIGOVA, S.A., KARPOV, N.A., MISHIN, V.A., STELMAKH, O.M., Laser spectroscopy of autoionization resonances in atomic ytterbium, *Opt. Spectrosc.*, 61, 448–449, 1986 [*Opt. Spektrosk.*, 61, 716–718, 1986 (Russ.)].
- [196] GOMONAĬ, A.I., ZAPESOCHNYĬ, I.P. Resonance excitation of bound and autoionization states of the ytterbium atom in the course of three-photon ionization, *JETP Lett.*, 57, 778–781, 1993 [*Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz.* (Russia) 57, 765–768, 1993 (Russ.)].
- [197] GOMONAĬ, A.I., Three-photon ionization of the ytterbium atom, *Opt. Spectrosc.*, 86, 22–25, 1999 [*Opt. Spektrosk.* 86, 28–32, 1999 (Russ.)].
- [198] FORREST, L.F., PEJCEV, V., JAMES, G.K., DANIELL, G.J., ROSS, K.J., An experimental investigation of the ejected-electron spectra arising from autoionising and auger transitions in Yb I and Yb II excited by electron impact for the range of incident electron energies 8-500 eV, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 18, 2601–2613, 1985.
- [199] XU, C.B., XU, X.Y., HUANG, W., XUE, M., CHEN, D.Y., Rydberg and autoionizing states of neutral ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 27, 3905–3913, 1994.
- [200] TRACY, D.H., Photoabsorption structure in lanthanides: 5p subshell spectra of Sm I, Eu I, Dy I, Ho I, Er I, Tm I, and Yb I, *Proc. R. Soc. Lond. A*, 357, 485–498, 1977.
- [201] MANSFIELD, M.W.D., BAIG, M.A., A high-resolution re-examination of the Yb I 5p-subshell absorption spectrum, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 26, 2273–2288, 1993.
- [202] VIDOLOVA-ANGELOVA, E.P., IVANOV, L.N., LETOKHOV, V.S., Application of model potential method in calculating Rydberg states of rare-earth elements Tm, Yb, Lu and their ions, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 15, 981–991, 1982.
- [203] MAEDA, H., MATSUO, Y., TAKAMI, M., SUZUKI, A., Optical-microwave double-resonance spectroscopy of highly excited Rydberg states of ytterbium, *Phys. Rev. A*, 45, 1732–1741, 1992.
- [204] YI, J., LEE, J., KONG, H.J., Autoionizing states of the ytterbium atom by three-photon polarization spectroscopy, *Phys. Rev. A*, 51, 3053–3057, 1995.
- [205] YI, J., PARK, H., LEE, J., Investigation of even parity autoionizing states of ytterbium atoms by two-photon ionization spectroscopy, *J. Korean Phys. Soc.*, 39, 916–920, 2001.

- [206] BAIG, M.A., AHMAD, S., GRIESMANN, U., CONNERADE, J.P., BHATTI, S.A., AHMAD, N., Inner shell and double excitation spectrum of ytterbium involving the $4f$ and $6s$ subshells, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 321–341, 1992.
- [207] ALÌ, R., NADEEM, A., YASEEN, M., ASLAM, M., BHATTI, S.A., BAIG, M.A., Three-colour four-photon resonant excitation of the even-parity autoionizing resonances in Yb I, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 32, 4361–4371, 1999.
- [208] ALÌ, R., YASEEN, M., NADEEM, A., BHATTI, S.A., BAIG, M.A., Two-colour three-photon excitation of the $6snf\ ^{1,3}F_3$ and $6snp\ ^1P_1, ^3P_{1,2}$ Rydberg levels of Yb I, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 32, 953–956, 1999.
- [209] GRIESMANN, U., BAIG, M.A., AHMAD, S., KAENDERS, W.G., ESSER, B., HORMES, J., Photoionization cross sections of doubly excited resonances in ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 1393–1404, 1992.
- [210] WU, B.-R., ZHENG, Y.-F., XU, Y.-F., PAN, L.-G., LU, J., ZHONG, J.-W., The $6snp\ ^3P_{0,2}$ Rydberg series of neutral ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 24, 49–55, 1991.
- [211] WU, B.-R., XU, Y.-F., ZHENG, Y.-F., LU, J., SHEN, J.-F., WANG, Y.-X., An experimental investigation of the autoionizing levels of neutral ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 355–361, 1992.
- [212] WU, B.-R., XU, Y.-F., ZHENG, Y.-F., HU, Y.-Y., LU, J., The odd-parity autoionization spectra of Yb I, *Chin. Phys. (AIP)*, 11, 287–292, 1991.
- [213] AYMAR, M., DÉBARRE, A., ROBAUX, O., Highly excited levels of neutral ytterbium II. Multichannel quantum defect analysis of odd- and even-parity spectra, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 13, 1089–1109, 1980.
- [214] AYMAR, M., CHAMPEAU, R.-J., DELSART, C., ROBAUX, O., Three-step laser spectroscopy and multichannel quantum defect analysis of odd-parity Rydberg states of neutral ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 17, 3645–3661, 1984.
- [215] BAIG, M.A., CONNERADE, J.P., The interchannel interaction between single excitation from $4f^{14}$ and double excitation from $6s^2$ in Yb I, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 17, L469–L474, 1984.
- [216] ELIAV, E., KALDOR, U., ISHIKAWA, Y., Transition energies of ytterbium, lutetium, and lawrencium by the relativistic coupled-cluster method, *Phys. Rev. A*, 52, 291–296, 1995.

- [217] BORSHEVSKY, A., ELIAV, E., VILKAS, M.J., ISHIKAWA, Y., KALDOR, U., Predicted spectrum of atomic nobelium, *Phys. Rev. A*, 75, 042514–042519, 2007.
- [218] NAYAK, M.K., CHAUDHURI, R.K., Relativistic coupled cluster method–Excitation and ionization energies of Sr and Yb atom, *Eur. Phys. J. D*, 37, 171–176, 2006.
- [219] KOZLOV, M.G., PORSEV, S.G., Combined configuration-superposition and many-particle perturbation calculations for atoms with two valence electrons, *JETP*, 84, 461–465, 1997 [*Zh. Eksp. Teor. Fiz. (Russia)* 111, 838–846, 1997 (Russ.)].
- [220] FRITZSCHE, S., On the accuracy of valence-shell computations for heavy and super-heavy elements, *Eur. Phys. J. D*, 33, 15–21, 2005.
- [221] KOTOCHIGOVA, S.A., TUPIZIN, I.I., Theoretical investigation of rare-earth and barium spectra by the Hartree-Fock-Dirac method, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 20, 4759–4772, 1987.
- [222] RAMBOW, F.H.K., SCHEARER, L.D., Radiative lifetimes and alignment depolarization cross sections for Yb I and II by the Hanle effect in a flowing helium system, *Phys. Rev. A*, 14, 738–743, 1976.
- [223] BAUMANN, M., WANDEL, G., g_J factors of the $6s6p\ ^3P_1$ and $6s6p\ ^1P_1$ states of ytterbium, *Phys. Lett. A*, 28, 200–201, 1968.
- [224] BAUMANN, M., WANDEL, G., Lifetimes of the excited states ($6s6p\ ^1P_1$ and $(6s6p\ ^3P_1)$ of ytterbium, *Phys. Lett.*, 22, 283–285, 1966.
- [225] BAUMANN, M., GEISLER, M., LIENING, H., LINDEL, H., Lifetime- and quantumbeat measurements in the excited $4f^{14}6s6d$ D-states in the Yb I-spectrum using stepwise laser excitation, *Opt. Commun.*, 38, 259–261, 1981.
- [226] BAUMANN, M., BRAUN, M., GAISER, A., LIENING, H., Radiative lifetimes and g_J factors of low-lying even-parity levels in the Yb I spectrum, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 18, L601–L604, 1985.
- [227] KAUPP, H., BAUMANN, M., g_J -factor measurements in the perturbed $6snd\ ^1,3D_2$ series of the Yb I spectrum, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 29, 3783–3786, 1996.
- [228] GUO, C., YU, Y.-N., YU, H., JIANG, Z.-K., PENG, W.-X., Lifetimes of Rydberg levels in the perturbed $6snp\ ^3P_2$ series of ytterbium I, *Phys. Rev. A*, 47, 1551–1553, 1993.

- [229] BOWERS, C.J., BUDKER, D., COMMINS, E.D., DEMILLE, D., FREEDMAN, S.J., NGUYEN, A.-T., SHANG, S.-Q., ZOLOTOREV, M., Experimental investigation of excited-state lifetimes in atomic ytterbium, *Phys. Rev. A*, 53, 3103–3109, 1996.
- [230] MEGGERS, W.F., CORLISS, C.H., Wavelengths, intensities, and Zeeman patterns in ytterbium spectra (Yb I, II, III, IV), *J. Res. Nat. Bur. Stand. A*, 70, 63–106, 1966.
- [231] KOMAROVSKII, V.A., PENKIN, N.P., Oscillator strengths of the spectral lines of Tm I and Yb I, *Opt. Spectrosc.*, 26, 483–484, 1969.
- [232] MIGDALEK, J., MARCINEK, R., Model-potential oscillator strengths for $4f^n 6s^2 - 4f^n 6s6p$ transitions in Sm(I), Eu(I), Dy(I), Er(I) and Yb(I), *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 32, 269–277, 1984.
- [233] MIGDALEK, J., BAYLIS, W.E., Correlation effects in a relativistic calculation of the $6s^2 \ ^1S_0 - 6s6p \ ^1P_1$ transition in ytterbium, *Phys. Rev. A*, 33, 1417–1420, 1986.
- [234] MIGDALEK, J., BAYLIS, W.E., Relativistic transition probabilities and lifetimes of low-lying levels in ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 24, L99–L102, 1991.
- [235] MIGDALEK, J., Model potential approach to core polarization in SCF calculations, *Phys. Scr.*, T100, 47–54, 2002.
- [236] GLOWACKI, L., MIGDALEK, J., Relativistic configuration-interaction oscillator strength calculations with *ab initio* model potential wavefunctions, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 36, 3629–3636, 2003.
- [237] VERNER, D.A., BARTHEL, P.D., TYTLER, D., Atomic data for absorption lines from the ground level at wavelengths greater than 228Å, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 108, 287–340, 1994.
- [238] BAI, Y.S., MOSSBERG, T.W., Lifetimes and oscillator-strength studies involving the $(6s6p) \ ^3P_1$ and $(6s7s) \ ^1S_0$ transition of atomic Yb, *Phys. Rev. A*, 35, 619–621, 1987.
- [239] FANG, D.-W., XIE, W.-J., ZHANG, Y., HU, X., LIU, Y.-Y., Radiative lifetimes of Rydberg state of ytterbium, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 69, 469–473, 2001.
- [240] MISHRA, A.P., BALASUBRAMANIAN, T.K., Radiative lifetimes of the first excited $^3P_{2,0}^o$ metastable levels in Kr I, Xe I, Yb I and Hg-like atoms, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 69, 769–780, 2001.

- [241] PORSEV, S.G., RAKHLINA, Y.G., KOZLOV, M.G., Electric-dipole amplitudes lifetimes, and polarizabilities of the low-lying levels of atomic ytterbium, *Phys. Rev. A*, 60, 2781–2785, 1999.
- [242] DAS, B.P., Computation of correlation effects on the parity-nonconserving electric-dipole transition in atomic ytterbium, *Phys. Rev. A*, 56, 1635–1637, 1997.
- [243] JIANG, Z.-K., LUO, X.-Y., SONG, M., Multichannel-quantum-defect-theory analysis of natural radiative lifetimes in the perturbed Rydberg sequence $4f^{14}6snp\ ^3P_2$ of Yb I, *Phys. Rev. A*, 48, 2451–2452, 1993.
- [244] JIANG, Z.-K., LUO, X.-Y., PENG, W.-X., LIU, W.-F., LARSSON, J., GUO, C., YU, Y.-N., YU, H., Lifetimes of Rydberg levels in the perturbed $6snp\ ^{1,3}P_1$ series of Yb I, *Phys. Lett. A*, 204, 49–53, 1995.
- [245] JIANG, Z.-K., LARSSON, J., Perturbations in the $np\ ^{1,3}P$ Rydberg sequences of neutral Yb probed by Zeeman-effect and lifetime measurements, *Z. Phys. D*, 22, 387–389, 1991.
- [246] KOMAROVSKII, V.A., VEROLAINEN, YA.F., Rydberg-level lifetimes of ytterbium atom $4f^{14}6sns\ ^1S_0$ series, *Opt. Spectrosc.*, 73, 511–512, 1992 [*Opt. Spektrosk.* 73, 855–857, 1992 (Russ.)].
- [247] LIU, X.-W., WANG, Z.-W., Multichannel quantum-defect theory of lifetimes for highly excited states of atoms: Calculation of Yb lifetimes in the perturbed $6snd\ ^{1,3}D_2$ sequences, *Phys. Rev. A*, 40, 1838–1842, 1989.
- [248] JIANG, Z.-K., WANG, C.-F., WANG, D.-D., Natural radiative lifetime of Yb in the perturbed $6snd\ ^{1,3}D_2$ sequences, *Phys. Rev. A*, 36, 3184–3186, 1987.
- [249] WANG, D.-D., WANG, C.-F., JIANG, Z.-K., Natural radiative lifetimes in the perturbed $6sns\ ^1S_0$ sequence of Yb, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 20, L555–L558, 1987.
- [250] BAUMANN, M., BRAUN, M., MAIER, J., Configuration interaction in the $6snd\ ^1D_2$ and $6sns\ ^1S_0$ states of Yb probed by lifetime measurements, *Z. Phys. D*, 6, 275–278, 1987.
- [251] BORISOV, S.K., KARPOV, N.A., KARULIN, F.E., KRYNETSKII, B.B., MISHIN, V.A., STELMAKH, O.M., PENTEGOV, S.YU., Measurement of the dipole moment of the $6\ ^3P_1\ (7/2, 3/2)_2$ transition and lifetime of the ytterbium atom in the $(7/2, 3/2)_2$ state, *Opt. Spectrosc.*, 62, 719–720, 1987.
- [252] BLAGOEV, K.B., KOMAROVSKII, V.A., PENKIN, N.P., Radiative lifetimes of Yb I and Yb II excited states, *Opt. Spectrosc.*, 45, 832–833, 1978.

- [253] GUSTAVSSON, M., LUNDBERG, H., NILSSON, L., SVANBERG, S., Lifetime measurements for excited states of rare-earth atoms using pulse modulation of a cw dye-laser beam, *J. Opt. Soc. Am.*, 69, 984–992, 1979.
- [254] BURSHTEIN, M.L., VEROLAINEN, YA.F., KOMAROVSKII, V.A., OSHEROVICH, A.L., PENKIN, N.P., Lifetimes of the $^3P^o_1$ level of Yb I and the $^2P^o_{3/2,1/2}$ level of Yb II, *Opt. Spectrosc.*, 37, 351–352, 1974.
- [255] DEMILLE, D., Parity nonconservation in the $6s^2\ ^1S_0 \rightarrow 6s5d\ ^3D_1$ transition in atomic ytterbium, *Phys. Rev. Lett.*, 74, 4165–4168, 1995.
- [256] BOWERS, C.J., BUDKER, D., FREEDMAN, S.J., GWINNER, G., STALNAKER, J.E., DEMILLE, D., Experimental investigation of the $6s^2\ ^1S_0 \rightarrow 5d6s\ ^3D_{1,2}$ forbidden transitions in atomic ytterbium, *Phys. Rev. A*, 59, 3513–3526, 1999.
- [257] STALNAKER, J.E., BUDKER, D., DEMILLE, D.P., FREEDMAN, S.J., YASHCHUK, V.V., Measurement of the forbidden $6s^2\ ^1S_0 \rightarrow 5d6s\ ^3D_1$ magnetic-dipole transition amplitude in atomic ytterbium, *Phys. Rev. A*, 66, 031403–031406, 2002.
- [258] ROSS, J.S., MURAKAWA, K., Nuclear quadrupole moment of Yb¹⁷³, *Phys. Rev.*, 128, 1159–1160, 1962.
- [259] MILLERAND, G.E., ROSS, J.S., Isotope shifts in the arc spectra of dysprosium, erbium, and ytterbium, *J. Opt. Soc. Am.*, 66, 585–589, 1976.
- [260] CLARK, D.L., CAGE, M.E., LEWIS, D.A., GREENLEES, G.W., Optical isotopic shifts and hyperfine splitting for Yb, *Phys. Rev. A*, 20, 239–251, 1979.
- [261] BUDICK, B., SNIR, J., Hyperfine structure of the $6s6p\ ^1P_1$ level of the stable ytterbium isotopes, *Phys. Rev.*, 178, 18–23, 1969.
- [262] BUDICK, B., SNIR, J., Hyperfine structure anomalies of stable ytterbium isotopes, *Phys. Rev. A*, 1, 545–551, 1970.
- [263] JIN, W.-G., HORIGUCHI, T., WAKASUGI, M., HASEGAWA, T., YANG, W., Systematic study of isotope shifts and hyperfine structure in Yb I by atomic-beam laser spectroscopy, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 60, 2896–2906, 1991.
- [264] KISCHKEL, C.S., BAUMANN, M., KÜMMEL, E., Two-photon spectroscopy of some even-parity levels in neutral ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 24, 4845–4862, 1991.
- [265] KISCHKEL, C.S., BAUMANN, M., KÜMMEL, E., Two-photon spectroscopy of $4f^{14}6s9d$ and $4f^{14}6s10d$ levels in neutral ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 4447–4454, 1992.

- [266] DAS, D., BARTHWAL, S., BANERJEE, A., NATARAJAN, V., Absolute frequency measurements in Yb with 0.08 ppb uncertainty: Isotope shifts and hyperfine structure in the 399-nm $^1S_0 \rightarrow ^1P_1$ line, *Phys. Rev. A*, 72, 032506–032512, 2005.
- [267] LOFTUS, T., BOCHINSKI, J.R., MOSSBERG, T.W., Optical double-resonance cooled-atom spectroscopy, *Phys. Rev. A*, 63, 023402–023405, 2001.
- [268] DEILAMIAN, K., GILLASPY, J.D., KELLEHER, D.E., Isotope shifts and hyperfine splittings of the 398.8 nm Yb I line, *J. Opt. Soc. Am. B*, 10, 789–793, 1993.
- [269] VAN WIJNGAARDEN, W.A., LI, J., Measurement of isotope shifts and hyperfine splittings of ytterbium by means of acousto-optic modulation, *J. Opt. Soc. Am. B*, 11, 2163–2166, 1994.
- [270] PANDEY, K., SINGH, A.K., KIRAN KUMAR, P.V., SURYANARAYANA, M.V., NATARAJAN, V., Isotope shifts and hyperfine structure in the 555.8-nm $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$ line of Yb, *Phys. Rev. A*, 80, 022518–022523, 2009.
- [271] GRUNDEVIK, P., GUSTAVSSON, M., ROSÉN, A., RYDBERG, S., Analysis of the isotope shifts and hyperfine in the 3988 Å ($6s6p\ ^1P^o_1 \leftrightarrow 6s^2\ ^1S_0$) Yb I line, *Z. Physik A*, 292, 307–310, 1979.
- [272] BANERJEE, A., RAPOL, U.D., DAS, D., KRISHNA, A., NATARAJAN, V., Precise measurements of UV atomic lines: Hyperfine structure and isotope shifts in the 398.8 nm line of Yb, *Europhys. Lett.*, 63, 340–346, 2003.
- [273] BAUMANN, M., LIENING, H., LINDEL, H., Investigation of the HFS in the $6s6p\ ^1P_1$ state of ^{173}Yb (I) LC and AC spectroscopy, *Phys. Lett. A*, 59, 433–434, 1977.
- [274] TAMM, C., SCHNIER, D., BAUCH, A., Radio-frequency laser double-resonance spectroscopy of trapped ^{171}Yb ions and determination of line shifts of the ground-state hyperfine resonance, *Appl. Phys. B*, 60, 19–29, 1995.
- [275] PORSEV, S.G., DEREVIANKO, A., Hyperfine quenching of the metastable $^3P_{0,2}$ states in divalent atoms, *Phys. Rev. A*, 69, 042506–042511, 2004.
- [276] HONG, T., CRAMER, C., COOK, E., NAGOURNEY, W., FORTSON, E.N., Observation of the 1S_0 - 3P_0 transition in atomic ytterbium for optical clocks and qubit arrays, *Opt. Lett.*, 30, 2644–2646, 2005.

- [277] HOYT, C.W., BARBER, Z.W., OATES, C.W., FORTIER, T.M., DIDDAMS, S.A., HOLLBERG, L., Observation and absolute frequency measurements of the 1S_0 - 3P_0 optical clock transition in neutral ytterbium, *Phys. Rev. Lett.*, 95, 083003–083006, 2005.
- [278] NIZAMANI, A.H., MCLOUGHLIN, J.J., HENSINGER, W.K., Doppler-free Yb spectroscopy with the fluorescence spot technique, *Phys. Rev. A*, 82, 043408–043413, 2010.
- [279] AHMAD, S.A., MACHADO, I.J., SAKSENA, G.D., Isotope shift studies in the first spectrum of ytterbium, *Spectrochim. Acta B*, 35, 215–224, 1980.
- [280] BERENDS, R.W., MALEKI, L., Hyperfine structure and isotope shifts of transitions in neutral and singly ionized ytterbium, *J. Opt. Soc. Am. B*, 9, 332–338, 1992.
- [281] AFZAL, S.M., RAO, P.M., AHMAD, S.A., Isotope shift studies in the spectral lines of Yb I in the 3405–3565-Å region and term shifts of some odd- and even-parity energy levels, *Spectrochim. Acta B*, 55, 197–202, 2000.
- [282] KRÜGER, J., BAUMANN, M., The hyperfine structure in the configuration $4f^{13}5d6s6p$ in ytterbium, Part I: Systematic experimental study, *Z. Phys. D*, 41, 117–120, 1997.
- [283] KRÖGER, S., KRONFELDT, H.-D., RECKSIEK, U., GUTHÖHRLEIN, G., KRÜGER, J., BAUMANN, M., The hyperfine structure in the configuration $4f^{13}5d6s6p$ in ytterbium, Part II: Parametric analysis for the ^{173}Yb isotope, *Z. Phys. D*, 41, 121–123, 1997.
- [284] PORSEV, S.G., RAKHLINA, Y.G., KOZLOV, M.G., Calculation of hyperfine structure constants for ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 32, 1113–1120, 1999.
- [285] VIDOLOVA-ANGELOVA, E.V., IVANOV, L.N., IVANOVA, E.P., LETOKHOV, V.S., Narrow low-lying states of the Yb^- ion, *Opt. Spectrosc.*, 54, 350–353, 1983.
- [286] GRIBAKINA, A.A., GRIBAKIN, G.F., IVANOV, V.K., The structure and photodetachment of the Yb^- negative ion, *Phys. Lett. A*, 168, 280–284, 1992.
- [287] AVGOUSTOGLOU, E.N., BECK, D.R., All relativistic many-body calculations for the electron affinities of Ca^- , Sr^- , Ba^- , and Yb^- negative ions, *Phys. Rev. A*, 55, 4143–4149, 1997.
- [288] DZUBA, V.A., GRIBAKIN, G.F., Correlations-potential method for negative ions and electron scattering, *Phys. Rev. A*, 49, 2483–2492, 1994.

- [289] DZUBA, V.A., GRIBAKIN, G.F., Yb⁻ 6p_{1/2}-low-lying shape resonance rather than a bound state, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 31, L483–L487, 1998.
- [290] ANDERSEN, H.H., ANDERSEN, T., PEDERSEN, U.V., Search for stable or metastable negative Yb ions, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 31, 2239–2245, 1998.
- [291] VOSKO, S.H., CHEVARY, J.A., MAYER, I.L., Predictions of stable Yb⁻ in the P^o_{1/2} state. The importance of spin-orbit coupling, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 24, L225–L231, 1991.
- [292] LITHERLAND, A.E., KILIUS, L.R., GARWAN, M.A., NADEAU, M.-J., ZHAO, X.-L., Observation of Yb⁻ by accelerator mass spectroscopy, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 24, L233–L236, 1991.
- [293] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Energies, Landé factors and lifetimes for some excited levels of neutral ytterbium (Z = 70), *Acta Phys. Pol. A*, 119, 342–353, 2011.
- [294] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Electric dipole transitions for neutral ytterbium (Z = 70), *J. Korean Phys. Soc.*, 58, 417–428, 2011.
- [295] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Transition energies of ytterbium (Z = 70), *Z. Naturforsch. A (incelemede)*, 2011.
- [296] MEGGERS, W.F., The second spectrum of ytterbium (Yb II), *J. Res. Nat. Bur. Stand. A*, 71, 396–544, 1967.
- [297] SPECTOR, N., 4f¹³5d² configuration of singly ionized ytterbium (Yb II), *J. Opt. Soc. Am.*, 58, 837–842, 1968.
- [298] KAUFMAN, V., SUGAR, J., One-electron of singly ionized ytterbium (Yb II), *J. Opt. Soc. Am.*, 63, 1168–1172, 1973.
- [299] SUGAR, J., KAUFMAN, V., Identification of 5g and 6g terms and revised ionization energies in the Yb II 4f¹⁴nl isoelectronic sequence, *J. Opt. Soc. Am.*, 69, 141–143, 1979.
- [300] KAUFMAN, V., SUGAR, J., Wavelengths, classifications, and ionized energies in the isoelectronic sequences from Yb II and Yb III through Bi XV and Bi XVI, *J. Opt. Soc. Am.*, 66, 1019–1025, 1976.
- [301] ALEKSAKHIN, I.S., BOROVİK, A.A., VAKULA, V.V., VOL'DMAN, M.L., Electronic spectra of electron-impact-excited autoionization states of Yb I and Yb II, *Sov. Phys.-Tech. Phys.*, 25, 134–135, 1980.
- [302] KAZAKOV, S.M., KHRISTOFOROV, O.V., Electron spectroscopy of autoionizing states of ytterbium, *Sov. Phys.-JETP*, 57, 290–296, 1983.

- [303] GORSHKOV, V.N., KOMAROVSKII, V.A., Content of lanthanides in the solar photosphere, *Sov. Astron.*, 30, 333–336, 1986.
- [304] WILSON, M., The identification of $4f^{13}6s7s$ and $4f^{13}5d7s$ in Yb^+ , *Phys. Lett. A*, 147, 215–217, 1990.
- [305] FACWETT, B.C., WILSON, M., Computed oscillator strengths, Landé g values, and lifetimes in Yb II, *At. Data Nucl. Data Tables*, 47, 241–317, 1991.
- [306] MIGDALEK, J., Influence of core polarization on relativistic oscillator strengths for lowest s-p transitions in Yb II–Hf IV spectra, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 13, L169–L174, 1980.
- [307] KOC, K., MIGDALEK, J., Relativistic many-body calculations of the $4f^{14}nl$ levels in Yb II and Lu III spectra, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 907–911, 1992.
- [308] MIGDALEK, J., One-electron spectrum of Yb^+ : Relativistic energies, transition probabilities and dipole polarizability, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 28, 61–69, 1982.
- [309] PINNINGTON, E.H., BERENDS, R.W., JI, Q., Beam-laser lifetimes measurements of Yb II energy levels, *Phys. Rev. A*, 50, 2758–2760, 1994.
- [310] PINNINGTON, E.H., RIEGER, G., KERNAHAN, J.A., Beam-laser measurements of the lifetimes the $6p$ levels in Yb II, *Phys. Rev. A*, 56, 2421–2423, 1997.
- [311] BERENDS, R.W., PINNINGTON, H.E., GUO, B., JI, Q., Beam-laser lifetime measurements for four resonance levels of Yb II, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 26, L701–L704, 1993.
- [312] HUANG, W., XU, X.Y., XU, C.B., XUE, M., CHEN, D.Y., Constant-electric-field ionization mass spectroscopy in laser-excited Yb^+ Rydberg states, *J. Opt. Soc. Am. B*, 12, 961–963, 1995.
- [313] GIL, P., KLEIN, H.A., LEVICK, A.P., ROBERTS, M., ROWLEY, W.R.C., TAYLOR, P., Measurements of the $^2S_{1/2}$ – $^2D_{5/2}$ 411nm interval in laser-cooled trapped $^{172}\text{Yb}^+$ ions, *Phys. Rev. A*, 52, R909–R912, 1995.
- [314] TAYLOR, P., ROBERTS, M., GATEVA-KOSTOVA, S.V., CLARKE, R.B.M., BARWOOD, G.P., ROWLEY, W.R.C., GIL, P., Investigation of the $^2S_{1/2}$ – $^2D_{5/2}$ clock transition in a single ytterbium ion, *Phys. Rev. A*, 56, 2699–2704, 1997.

- [315] ROBERTS, M., TAYLOR, P., BARWOOD, G.P., GILL, P., KLEIN, H.A., ROWLEY, W.R.C., Observation of an electric octupole transition in a single ion, *Phys. Rev. Lett.*, 78, 1876–1879, 1997.
- [316] BIÉMONT, E., QUINET, P., Theoretical study of the $4f^{14}6s\ ^2S_{1/2}$ - $4f^{14}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$ $E3$ transition in Yb II, *Phys. Rev. Lett.*, 81, 3345–3346, 1998.
- [317] BLYTHE, P.J., WEBSTER, S.A., MARGOLIS, H.S., LEA, S.N., HUANG, G., CHOI, S.-K., ROWLEY, W.R.C., GILL, P., WINDELER, R.S., Subkilohertz absolute-frequency measurement of the 467-nm electric octupole transition in $^{171}\text{Yb}^+$, *Phys. Rev. A*, 67, 020501–020504, 2003.
- [318] HOSAKA, K., WEBSTER, S.A., STANNARD, A., WALTON, B.R., MARGOLIS, H.S., GILL, P., Frequency measurement of the $^2S_{1/2}$ - $^2F_{7/2}$ electric octupole transition in a single $^{171}\text{Yb}^+$ ion, *Phys. Rev. A*, 79, 033403–033410, 2009.
- [319] ROBERTS, M., TAYLOR, P., BARWOOD, G.P., ROWLEY, W.R.C., GILL, P., Observation of the $^2S_{1/2}$ - $^2F_{7/2}$ electric octupole transition in a single $^{171}\text{Yb}^+$ ion, *Phys. Rev. A*, 62, 020501–020504, 2000.
- [320] ROBERTS, M., TAYLOR, P., GATEVA-KOSTOVA, S.V., CLARKE, R.B.M., ROWLEY, W.R.C., GILL, P., Measurement of the $^2S_{1/2}$ - $^2D_{5/2}$ clock transition in a single $^{171}\text{Yb}^+$ ion, *Phys. Rev. A*, 60, 2867–2872, 1999.
- [321] TAYLOR, P., ROBERTS, M., MACFARLANE, R.M., BARWOOD, G.P., ROWLEY, W.R.C., GILL, P., Measurement of the infrared $^2F_{7/2}$ - $^2D_{5/2}$ transition in a single $^{171}\text{Yb}^+$ ion, *Phys. Rev. A*, 60, 2829–2833, 1999.
- [322] KOZLOV, M.G., PORSEV, S.G., Combined configuration-superposition and many-particle perturbation calculations for atoms with two valence electrons, *JETP*, 84, 461–465, 1997 [*Zh. Eksp. Teor. Fiz. (Russia)* 111, 838–846, 1997].
- [323] MIGDALEK, J., SIEGEL, W., Collapse of d and f orbitals in the isoelectronic sequence of singly ionized ytterbium, *Phys. Rev. A*, 61, 062502–062510, 2000.
- [324] DZUBA, V.A., FLAMBAUM, V.V., Relativistic corrections to transition frequencies of Ag I, Dy I, Ho I, Yb II, Yb III, Au I, and Hg II and search for variation of the fine-structure constant, *Phys. Rev. A*, 77, 012515–012520, 2008.
- [325] DZUBA, V.A., FLAMBAUM, V.V., MARCHENKO, M.V., Relativistic effects in Sr, Dy, Yb II, and Yb III and search for variation of the fine-structure constant, *Phys. Rev. A*, 68, 022506–022510, 2003.

- [326] LOWE, R.M., HANNAFORD, P., MÅRTENSSON-PENDRILL, A.-M., Radiative lifetimes of the $6p\ ^2P^{\circ}_{1/2}$ and $6p\ ^2P^{\circ}_{3/2}$ levels in Yb II, *Z. Phys. D*, 28, 283–284, 1993.
- [327] YU, N., MALEKI, L., Lifetime measurements of the $4f^{14}5d$ metastable states in single ytterbium ions, *Phys. Rev. A*, 61, 022507–022510, 2000.
- [328] GERZ, CH., ROTHS, J., VEDEL, F., WERTH, G., Lifetime and collisional depopulation of the metastable $5D_{3/2}$ -state of Yb^+ , *Z. Phys. D*, 8, 235–237, 1988.
- [329] BIÉMONT, E., QUINET, P., DAI, Z., JIANG, Z.-K., ZHANG, Z.-G., XU, H.-L., SVANBERG, S., Lifetime measurements and calculations in singly ionized ytterbium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 35, 4743–4749, 2002.
- [330] LI, Z.S., SVANBERG, S., QUINET, P., TORDOIR, X., BIÉMONT, E. Lifetime measurements in Yb II with time-resolved laser spectroscopy, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 32, 1731–1737, 1999.
- [331] BIÉMONT, E., DUTRIEUX, J.-F., MARTIN, I., QUINET, P., Lifetime calculations in Yb II, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 31, 3321–3333, 1998.
- [332] AHMAD, S.A., RAO, P.M., AFZAL, S.M., Isotope shifts in spectral lines of Yb^+ in 322–615 nm region and term shifts of odd and even parity energy levels of Yb II, *Z. Phys. D*, 42, 165–170, 1997.
- [333] MÅRTENSONN-PEDRILL, A.-M., GOUGH, D.S., HANNAFORD, P., Isotope shifts and hyperfine structure in the 369.4-nm $6s$ - $6p_{1/2}$ resonance line of singly ionized ytterbium, *Phys. Rev. A*, 49, 3351–3365, 1994.
- [334] MÜNCH, A., BERKLER, M., GERZ, CH., WILSDORF, D., WERTH, G., Precise ground-state hyperfine splitting in ^{173}Yb II, *Phys. Rev. A*, 35, 4147–4150, 1987.
- [335] SAFRONOVA, U.I., SAFRONOVA, M.S., Third-order relativistic many-body calculations of energies, transition rates, hyperfine constants, and blackbody radiation shift in $^{171}Yb^+$, *Phys. Rev. A*, 79, 022512–0221521, 2009.
- [336] OLMSCHENK, S., HAYES, D., MATSUKEVICH, D.N., MAUNZ, P., MOEHRING, D.L., YOUNGE, K.C., MONROE, C., Measurement of the lifetime of the $6p\ ^2P^{\circ}_{1/2}$ level of Yb^+ , *Phys. Rev. A*, 80, 022502–022506, 2009.
- [337] KEDZIERSKI, D., KUSZ, J., MUZOLF, J., Atomic transition probabilities for selected Yb II lines emitted from a ferroelectric plasma source, *Spectrochim. Acta, Part B*, 65, 248–252, 2010.

- [338] BRYANT, B.W., Spectra of doubly and triply ionized ytterbium, Yb III and Yb IV, *J. Opt. Soc. Am.*, 55, 771–779, 1965.
- [339] SUGAR, J., Configuration $4f^{43}5d$ of doubly ionized ytterbium, *J. Opt. Soc. Am.*, 60, 571–572, 1970.
- [340] VANDER SLUIS, K.L., NUGENT, L.J., Ionization energies of doubly and triply ionized lanthanides by a linearization technique, *J. Chem. Phys.* 60, 1927–1930, 1974.
- [341] ZHANG, Z.G., LI, Z.S., SVANBERG, S., PALMERI, P., QUINET, P., BIÉMONT, E., Experimental and theoretical lifetimes in Yb III, *Eur. Phys. J. D*, 15, 301–305, 2001.
- [342] BIÉMONT, E., GARNIR, H.P., LI, Z.S., LOKHNYGIN, V., PALMERI, P., QUINET, P., SVANBERG, S., WYART, J.F., ZHANG, Z.G., Experimental and theoretical energy levels, transition probabilities and radiative lifetimes in Yb III, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 34, 1869–1876, 2001.
- [343] ANISIMOVA, G.P., LOGINOV, A.V., TUCHKIN, V.I., Probabilities of electric dipole transitions in the spectra of ions of the erbium isoelectronic sequence, *Opt. Spectrosc.*, 90, 315–320, 2001.
- [344] LOGINOV, A.V., TUCHKIN, V.I., Radiative constants in the spectra of ions of the erbium isoelectronic sequence, *Opt. Spectrosc.*, 90, 631–638, 2001.
- [345] ÖBERG, K.J., LUNDBERG, H., Experimental transition probabilities and improved level energies in Yb III, *Eur. Phys. J. D*, 42, 15–34, 2007.
- [346] SAFRONOVA, U.I., SAFRONOVA, M.S., Correlation and relativistic effects for the $4f-nl$ multipole transitions in Yb III ions, *Phys. Rev. A*, 79, 032511–032521, 2009.
- [347] MEGGERS, W.F., SCRIBNER, B.F., Regularities in the spectra of lutetium, *J. Res. Nat. Bur. Stand.*, 5, 73–81, 1930.
- [348] MEGGERS, W.F., SCRIBNER, B.F., Arc and spark spectra of lutetium, *J. Res. Nat. Bur. Stand. A*, 19, 31–39, 1937.
- [349] KLINKENBERG, P.F.A., Analysis of the arc spectrum of lutetium, *Physica*, 21, 53–62, 1954.
- [350] BOVEY, L.F.H., STEERS, E.B.M., WISE, H.S., The infra-red resonance lines of lutetium, *Proc. Phys. Soc. London A*, 69, 783–784, 1956.
- [351] PINNINGTON, E.H., Zeeman effect analysis of the neutral spectrum of lutetium, *Can. J. Phys.*, 41, 1294–1304, 1963.

- [352] GÖBEL, L.H., Double resonance investigation in excited states of Lu I, *Z. Naturforsch. Teil A*, 25, 1401–1405, 1970.
- [353] CAMUS, P., TOMKINS, F.S., Absorption-line series in Lu I, *J. Phys. France*, 33, 197–201, 1972.
- [354] CAMUS, P., MASMOUDI, K., Etude théorique des configurations $5d6s6p + 6s^27p + 5f6s^2 + 5d^26p$ de Lu I, *Physica*, 60, 513–520, 1972.
- [355] VERGÉS, J., WYART, J.-F., Infrared emission spectrum of lutecium and extended analysis of Lu I, *Phys. Scr.*, 17, 495–499, 1978.
- [356] KWIATKOWSKI M., TEPPNER U., ZIMMERMANN P., Laser spectroscopic investigations in the configuration $5d6s6p$ of Lu I, *Z. Naturforsch. Teil A*, 35, 370–372, 1980.
- [357] GORSHKOV, V.N., KOMAROVSKII, V.A., PENKIN, N.P., Lifetimes of excited levels of atomic lutetium, *Opt. Spectrosc. (USSR)*, 56, 575, 1984.
- [358] VIDOLOVA-ANGELOVA, E.P., IVANOV, L.N., LETOKHOV, V.S., Application of model potential method in calculating Rydberg states of rare-earth elements Tm, Yb, Lu and their ions, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 15, 981–991, 1982.
- [359] VIDOLOVA-ANGELOVA, E.P., ANGELOV, D.A., KRUSTEV, T.B., MINCHEVA, S.T., Investigation of lutetium Rydberg states by laser multistep resonance ionization spectroscopy, *Z. Phys. D*, 23, 215–218, 1992.
- [360] VIDOLOVA-ANGELOVA, E., Energies and radiation lifetimes of high lying Rydberg states of lutetium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 25, 3735–3746, 1992.
- [361] MAEDA, H., MIZUGAI, Y., MATSUMOTO, Y., SUZUKI, A., TAKAMI, M., Highly excited even Rydberg series of Lu I studied by two-step laser photoionisation spectroscopy, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 22, L511–L516, 1989.
- [362] MAEDA, H., MATSUO, Y., TAKAMI, M., Optical and microwave study of a very weak perturbation in high Rydberg states of lutetium, *Phys. Rev. A*, 47, 1174–1180, 1993.
- [363] WIJESUNDERA, W.P., VOSKO, S.H., PARPIA, F.A., Relativistic and correlation effects in the ground state of atomic lawrencium, *Phys. Rev. A*, 51, 278–282, 1995.

- [364] XU, C.B., XU, X.Y., MA, H., LI, L.Q., HUANG, W., CHEN, D.Y., ZHU, F.R., The study of autoionizing states of lutetium atoms by resonance ionization spectroscopy, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 26, 2827–2835, 1993.
- [365] KURJIRAI, O., OGAWA Y., Observation of even-parity autoionization states of lutetium atom by optogalvanic spectroscopy, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 67, 1056–1057, 1998.
- [366] BORSCHEVSKY, A., ELIAV, E., VILKAS, M.J., ISHIKAWA, Y., KALDOR, U., Transition energies of atomic lawrencium, *Eur. Phys. J. D*, 45, 115–119, 2007.
- [367] FEDCHAK, J.A., DEN HARTOG, E.A., LAWLER, J.E., PALMERI, P., QUINET, P., BIÉMONT, E., Experimental and theoretical radiative lifetimes, branching fractions, and oscillator strengths for Lu I and experimental lifetimes for Lu II and Lu III, *Astrophys. J.*, 542, 1109–1118, 2000.
- [368] ZOU, Y., FISCHER, C.F., Resonance transition energies and oscillator strengths in lutetium and lawrencium, *Phys. Rev. Lett.*, 88, 183001–183004, 2002.
- [369] DAI, Z.-W., JIANG, Z.-K., XU, H.-L., ZHANG, Z.-G, SVANBERG, S., BIÉMONT, E., LEFÈBVRE, P.H., QUINET, P., Time-resolved laser-induced fluorescence measurements of Rydberg states in Lu I and comparison with theory, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 36, 479–487, 2003.
- [370] SUBRAMANIAM, T.K., Optogalvanic transitions in lutetium in the 570–630 nm region, *Indian J. Phys.*, 79, 381–384, 2005.
- [371] DEY, W., EBERSOLD, P., LEISI, H.J., SCHECK, F., WALTER, H.K., ZEHNDER, A., Nuclear spectroscopic ground-state quadrupole moments from muonic atoms: The quadrupole moment of ^{175}Lu , *Nucl. Phys. A*, 326, 418–444, 1979.
- [372] RITHER, G.J., Hyperfine structure and nuclear moments of Lu^{175} , *Phys. Rev.*, 126, 240–252, 1962.
- [373] PETERSEN, F.R., SHUGART, H.A., Nuclear spin, hyperfine structure, and 6.8-day lutetium-177, *Phys. Rev.*, 126, 252–257, 1962.
- [374] HORSTMANN, U., NÖLDEKE, G., STEUDEL, A., Zur Feinstruktur des Lu I-Spektrums, *Ann. Physik*, 467, 14–19, 1963.
- [375] WHITE, M.B., ALPERT, S.S., PENSELIN, S., MORAN, T.I., COHEN, V.W., LIPWORTH, E., Hyperfine structure of $\text{Lu}^{176\text{m}}$ by method of atomic beams, *Phys. Rev.*, 137, B477–B482, 1965.

- [376] GÖBEL, L.H., Hyperfine structure investigations of excited states of Lu I by means of the level-crossing method, *Z. Naturforsch. Teil A*, 26, 611–620, 1970.
- [377] GÖBEL, L.H., Concerning the fine and hyperfine structure of Lu I, *Z. Naturforsch. Teil A*, 26, 1559–1562, 1971.
- [378] FIGGER, H., WOLBER, G., Precision measurement of the hyperfine structure of Lu¹⁷⁵ with the atomic beam magnetic resonance method, *Z. Physik*, 264, 95–108, 1973.
- [379] NUNNEMANN, A., ZIMMERMANN, D., ZIMMERMANN, P., Investigation of hyperfine structure and isotope shift of the 605.5 nm-Line of Lu¹⁷⁶ by laser spectroscopy, *Z. Physik A*, 290, 123–126, 1979.
- [380] ZIMMERMANN, D., ZIMMERMANN, P., AEPFELBACH, G., KUHNERT, A., Isotope shift and hyperfine structure of the transition $5d6s^2\ ^2D_{3/2}-5d6s6p\ ^4F_{3/2}$ of Lu¹⁷⁵ and Lu¹⁷⁶, *Z. Physik A*, 295, 307–310, 1980.
- [381] KUHNERT, A., NUNNEMANN, A., ZIMMERMANN, D., Investigation of the hyperfine structure and isotope shift of the 542.2 nm line of Lu, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 16, 4299–4303, 1983.
- [382] REDDY, M.N., RAO, G.N., Hyperfine structure studies of ¹⁷⁵Lu by laser optogalvanic spectroscopy, *J. Opt. Soc. Am. B*, 6, 1481–1485, 1989.
- [383] MILLER, C.M., ENGLEMAN, R., KELLER, R.A., Resonance-ionization mass spectrometry for high-resolution, mass-resolved spectra of rare isotopes, *J. Opt. Soc. Am. B*, 2, 1503–1509, 1985.
- [384] FEAREY, B.L., PARENT, D.C., KELLER, R.A., MILLER, C.M., Doppler-free saturation spectroscopy of lutetium isotopes through resonance-ionization mass spectrometry, *J. Opt. Soc. Am. B*, 7, 3–8, 1990.
- [385] JIN, W.G., WAKASUGI, M., INAMURA, T.T, MURAYAMA, T., WAKUI, T., KATSURAGAWA, H., ARIGA, T., ISHIZUKA, T., KOIZUMI, M., SUGAI, I., Isotope shift and hyperfine structure in Lu I and W I, *Phys. Rev. A*, 49, 762–769, 1994.
- [386] GEORG, U., BORCHERS, W., KEIM, M., KLEIN, A., LIEVENS, P., NEUGART, R., NEUROTH, M., RAO, P.M., SCHULZ, CH., The Isolde Collaboration, Laser spectroscopy investigation of the nuclear moments and radii of lutetium isotopes, *Eur. Phys. J. A*, 3, 225–235, 1998.
- [387] WITTE, S., VAN DUIJN, E.J., ZINKSTOK, R., HOGERVORST, W., High-resolution LIF measurements on hyperfine structure and isotope shifts in various states of Lu I using the second and third harmonic of a cw Ti: Sapphire laser, *Eur. Phys. J. D*, 20, 159–164, 2002.

- [388] HAIDUKE, R.L.A., Da SILVA A.B.F., VISSHER, L., The nuclear electric quadrupole moment of lutetium from the molecular method, *Chem. Phys. Lett.*, 445, 95–98, 2007.
- [389] VOSKO, S.H., CHEVARY, J.A., Prediction of a further irregularity in the electron filling of subshells: $\text{Lu}^- [\text{Xe}]4f^{14}5d^16s^26p^1$ and its relation to the group IIIB anions, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 26, 873–887, 1993.
- [390] DAVIS, T.V., THOMPSON, J.S., Measurement of the electron affinity of lutetium, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.*, 34, L433–L437, 2001.
- [391] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Energies and Landé factors for some excited levels in Lu I ($Z = 71$), *Cent. Eur. J. Phys.*, 9, 800–806, 2011.
- [392] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., The level structure of atomic lutetium ($Z = 71$): A relativistic Hartree-Fock calculation, *Indian J. Phys.*, (kabul edildi) 2011.
- [393] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Electric dipole transitions for Lu I ($Z = 71$), *Arab. J. Sci. Eng. A-Sci.* (kabul edildi) 2010.
- [394] KARAÇOBAN, B., ÖZDEMİR, L., Transition energies of lutetium, *Pramana-J. Phys.* (incelemede) 2010.
- [395] MIGDALEK, J., BAYLIS, W.E., A multiconfiguration Dirac-Fock study of the $6s^2\ ^1S_0-6s6p\ ^3P_1, ^1P_1$ transitions in the Yb isoelectronic sequence, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 37, 521–526, 1987.
- [396] BORD, D.J., COWLEY, C.R., MIRIJANIAN, D., A re-evaluation of the abundance of lutetium in the sun, *Sol. Phys.*, 178, 221–237, 1998.
- [397] DEN HARTOG, E.A., CURRY, J.J., WICKLIFFE, M.E., LAWLER, J.E., Spectroscopic data for the $6s6p\ ^3P_1$ level of Lu^+ for the determination of the solar lutetium abundance, *Sol. Phys.*, 178, 239–244, 1998.
- [398] QUINET, P., PALMERI, P., BIÉMONT, E., MCCURDY, M.M., RIEGER, G., PINNINGTON, E.H., WICKLIFFE, M.E., LAWLER, J.E., Experimental and theoretical radiative lifetimes, branching fractions and oscillator strengths in Lu II, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 307, 934–940, 1999.
- [399] STEUDEL, A., Über die Hyperfeinstruktur im Spektrum des Lutetiums und die Kernmomente von Lu^{175} und Lu^{176} , *Z. Physik*, 52, 599–623, 1958.
- [400] HEILIG, K., KASTEN, P., Hyperfeinstruktur im Lutetium III-Spektrum und magnetisches Kerndipolmoment von ^{175}Lu , *Naturwiss.*, 54, 338–338, 1967.

- [401] KAUFMAN, V., SUGAR, J., One-electron spectrum of doubly ionized lutetium (Lu III) and nuclear magnetic dipole moment of ^{175}Lu , *J. Opt. Soc. Am.*, 61, 1693–1698, 1971.
- [402] MIGDAŁEK, J., One-electron spectrum of Lu^{2+} : Relativistic energies, transition probabilities and dipole polarizability, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 28, 417–424, 1982.
- [403] FISCHER, C.F., BRAGE, T., JÖNSSON, P., *Computational Atomic Structure—An MCHF Approach*, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, 1997.
- [404] BETHE, H.A., SALPETER, E.E., *Quantum Mechanics of One- and Two-Electron Atoms*, Academic, New York, 1957.
- [405] RACAH, G., Theory complex spectra. I, *Phys. Rev.*, 61, 186–197, 1942.
- [406] RACAH, G., Theory complex spectra. II, *Phys. Rev.*, 62, 438–462, 1942.
- [407] RACAH, G., Theory complex spectra. III, *Phys. Rev.*, 63, 367–382, 1943.
- [408] RACAH, G., Theory complex spectra. IV, *Phys. Rev.*, 76, 1352–1365, 1949.
- [409] LÖWDIN, P.-O., Quantum theory of many-particle systems. III. Extension of the Hartree-Fock scheme to include degenerate systems and correlation effects, *Phys. Rev.*, 97, 1509–1520, 1955.
- [410] GLASS, R., HIBBERT, A., Relativistic effects in many electron atoms, *Comput. Phys. Commun.*, 16, 19–34, 1978.
- [411] EINSTEIN, A, Zur quantentheorie der strahlung (On the quantum theory of radiation), *Physik Zeit.*, 18, 121–128, 1917.
- [412] FISCHER, C.F., The MCHF atomic-structure package, *Comput. Phys. Commun.*, 128, 635–636, 2000.
- [413] JÖNSSON, P., GUSTAFSSON, S., A program for computing weak and intermediate field Zeeman splittings from MCHF wave functions, *Comput. Phys. Commun.*, 144, 188–199, 2002.
- [414] SLATER, J.C., The theory of complex spectra, *Phys. Rev.*, 34, 1293–1322, 1929.
- [415] CONDON, E.U., SHORTLEY, G.H., *The Theory of Atomic Spectra*, University Press, Cambridge, 1935.

- [416] LINDGREN, I., A statistical exchange approximation for localized electrons, *Int. J. Quantum Chem. Symp.*, 5, 411–420, 1971.
- [417] ROSÉN, A., LINDGREN, I., Relativistic effects in the hyperfine structure of the alkali atoms, *Phys. Scr.*, 6, 109–121, 1972.
- [418] <http://www.tcd.ie/Physics/People/Cormac.McGuinness/Cowan/>, Şubat 2011.
- [419] FISCHER, C.F., TACHIEV, G., GAIGALAS, G., GODEFROID, M.R., An MCHF atomic-structure package for large-scale calculations, *Comput. Phys. Comm.*, 176, 559–579, 2007.

EKLER

Ek A. La I–III, Ce III, Yb I–III ve Lu I–III’e ait Ek Tablolar

La I–III, Ce III, Yb I–III ve Lu I–III için çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) ve relativistik Hartree-Fock (HFR) yöntemleri ile hesaplanan seviye enerjileri, Landé g -çarpanları, dalga boyları, salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları sonuçları oldukça fazla olduğundan Bölüm 3’te verilen bu hesaplamaların geniş halleri bu kısımda sunulmuştur.

La I ve La II’nin elektrik dipol geçişlerinin sunulduğu Tablo 3.4 ve Tablo 3.9’un daha geniş hali Tablo A.1 ve Tablo A.2’de, La III’ün seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerinin verildiği Tablo 3.11 ve Tablo 3.12’nin geniş hali Tablo A.3 ve Tablo A.4’te, Ce III’ün seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerinin verildiği Tablo 3.15 ve Tablo 3.16’nın geniş hali Tablo A.5 ve Tablo A.6’da, Yb I’in seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları, Yb II ve Yb III’ün seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerinin verildiği sırasıyla Tablo 3.18, Tablo 3.27, Tablo 3.28, Tablo 3.30 ve Tablo 3.31’in daha geniş halleri Tablo A.7–A.11’de verilmektedir. Ayrıca, Lu I’in seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları, Lu II ve Lu III’ün seviye enerjileri ve Landé g -çarpanları ve elektrik dipol geçişlerinin verildiği sırasıyla Tablo 3.33, Tablo 3.41, Tablo 3.42, Tablo 3.44 ve Tablo 3.45’in daha geniş şekli Tablo A.12–A.16’da sunulmaktadır. Tablolarda Bölüm 3’te bahsedildiği gibi enerji seviyeleri taban hal seviyelerine göre cm^{-1} biriminde verilmektedir. Ayrıca, geçiş verileri tablolarında sadece tek pariteli seviyeler “^o” indisiyle belirtilmekte ve geçiş olasılık verilerinde 10’un kuvvetleri parantez içinde yazılmaktadır.

Tablo A.1. La I'in elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.4'ün geniş hali)

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s ² D _{5/2}	5d6s(³D)6p ⁴D _{5/2}	7050,70 ^A	6680,75	6918,282 ^a	-1,385 ^A	-0,188	-2,530 ^a	9,2069(5) ^A	1,62(7)	0,6851(5) ^a
		5587,66 ^B			-1,327 ^B			16,758(5) ^B		
		5088,06 ^C			-1,546 ^C			1,2217(7) ^C		
		7595,21 ^D			-1,559 ^D			5,3200(5) ^D		
5d6s ² D _{5/2}	5d6s(¹D)6p ²P _{3/2}	3557,20 ^A	5038,96	5271,182 ^a	-0,236 ^A	0,335	-0,790 ^a	7,6497(7) ^A	1,42(8)	0,9728(7) ^a
		3141,90 ^B			-0,299 ^B			8,4732(7) ^B		
		3237,56 ^C			-0,178 ^C			0,2626(7) ^C		
		3690,40 ^D			-0,329 ^D			5,7429(7) ^D		
5d6s ² D _{5/2}	5d6s(³D)6p ⁴D _{7/2}	6775,72 ^A	6589,55	6644,415 ^a	-2,521 ^A	3,977	-2,070 ^a	0,5469(5) ^A	0,20(4)	1,607(5) ^a
		7278,43 ^D			-2,500 ^D			0,4968(5) ^D		
5d6s ² D _{5/2}	5d6s(³D)6p ⁴F _{7/2}	7150,36 ^A	7204,69	7158,094 ^a	-1,474 ^A	-2,504	-1,980 ^a	5,4693(5) ^A	0,50(5)	1,703(5) ^a
		5651,95 ^B			-1,318 ^B			1,2547(6) ^B		
		5185,96 ^C			-0,710 ^C			6,0390(6) ^C		
		7714,49 ^D			-1,667 ^D			3,0149(5) ^D		
5d6s ² D _{5/2}	4f5d(³F)6s ⁴F _{7/2}	2687,72 ^A	4361,64	4109,793 ^a	-2,633 ^A	-3,107	-1,210 ^a	0,2693(6) ^A	0,34(5)	3,042(6) ^a
		2443,56 ^B			-2,818 ^B			0,2121(6) ^B		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d²(³P)6p ²P _{3/2}	5417,15 ^A	5795,08	5323,548 ^a	-1,159 ^A	-0,438	-0,950 ^a	3,9379(6) ^A	1,81(7)	6,598(6) ^a
		4998,71 ^B			-0,980 ^B			6,9808(6) ^B		
		6099,57 ^C			-0,534 ^C			13,082(6) ^C		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d²(³P)6p ²P _{1/2}	5321,33 ^A	6050,79	5323,548 ^a	-1,270 ^A	-0,518	-0,950 ^a	6,3247(6) ^A	2,76(7)	6,598(6) ^a
		4917,29 ^B			-1,335 ^B			6,3655(6) ^B		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d²(³P)6p ²D _{3/2}	6148,38 ^A	3612,86	6127,036 ^a	-1,430 ^A	-1,386	-1,160 ^a	1,6379(6) ^A	5,25(6)	3,071(6) ^a
		5614,08 ^B			-1,064 ^B			4,5614(6) ^B		
		6072,16 ^C			-1,230 ^C			2,6595(6) ^C		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d²(³P)6p ²D _{5/2}	5927,93 ^A	5191,70	5960,589 ^a	-1,204 ^A	-0,341	-1,140 ^a	1,9752(6) ^A	1,88(7)	2,265(6) ^a
		5505,59 ^B			-0,726 ^B			6,8933(6) ^B		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d²(³F)6p ⁴F _{3/2}	11320,71 ^A	7550,60	8590,927 ^a	-1,621 ^A	-0,812	-1,640 ^a	3,1149(5) ^A	4,51(6)	5,173(5) ^a
		9638,20 ^B			-3,048 ^B			0,1605(5) ^B		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d²(³P)6p ²S _{1/2}	7168,95 ^A	6483,90	6748,112 ^a	-0,947 ^A	-0,864	-1,040 ^a	7,3254(6) ^A	10,90(6)	6,676(6) ^a
		6452,88 ^B			-0,621 ^B			19,146(6) ^B		
		7810,54 ^C			-0,730 ^C			10,169(6) ^C		
		4982,99 ^A			-2,206 ^A			4,1813(5) ^A		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	5d6s(¹D)6p ²P _{3/2}	4627,05 ^B	7925,62	8638,451 ^a	-1,833 ^B	-1,614	-1,450 ^a	11,434(5) ^B	6,45(5)	7,924(5) ^a
		4837,53 ^C			-1,233 ^C			4,1669(6) ^C		
		2181,36 ^A			-2,852 ^A			0,4919(6) ^A		
5d²(¹D)6s ²D _{3/2}	4f5d(³D)6s ⁴D _{3/2}	2111,04 ^B	4649,85	4870,559 ^a	-1,003 ^B	-1,968	-0,850 ^a	3,7064(7) ^B	0,83(6)	9,924(6) ^a
		1842,36 ^C			-1,048 ^C			4,4030(7) ^C		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$5d^2(^1D)6s^2D_{3/2}$	$5d6s(^1D)6p^2P^o_{1/2}$	5027,97 ^A	8158,44	8507,323 ^a	-3,031 ^A	-4,030	-1,510 ^a	0,1227(6) ^A	0,47(4)	1,423(6) ^a
		3270,54 ^C			-0,492 ^C			1,0024(8) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^2S^o_{1/2}$	7222,05 ^A	6083,89	6236,757 ^a	-1,198 ^A	-3,269	-1,620 ^a	4,0479(6) ^A	0,47(5)	2,056(6) ^a
		6016,58 ^B			-1,432 ^B			3,4028(6) ^B		
		7180,30 ^C			-1,510 ^C			1,9986(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^4P^o_{1/2}$	5969,25 ^A	6790,02	5437,546 ^a	-1,067 ^A	-0,871	-1,310 ^a	8,0235(6) ^A	9,75(6)	5,521(6) ^a
		5121,58 ^B			-0,928 ^B			15,001(6) ^B		
		5757,65 ^C			-1,811 ^C			1,5558(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^4P^o_{3/2}$	5948,74 ^A	6672,53	5429,832 ^a	-0,372 ^A	-0,260	-1,030 ^a	1,9990(7) ^A	2,06(7)	0,5275(7) ^a
		5106,22 ^B			-0,288 ^B			3,2924(7) ^B		
		5766,60 ^C			-0,322 ^C			2,3881(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^4S^o_{3/2}$	6797,34 ^A	5001,83	5742,922 ^a	-0,458 ^A	-0,430	-1,420 ^a	1,2557(7) ^A	2,47(7)	0,1921(7) ^a
		5714,80 ^B			-0,235 ^B			2,9680(7) ^B		
		6324,73 ^C			-0,578 ^C			1,1007(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^4D^o_{3/2}$	6709,20 ^A	7499,07	6068,712 ^a	-0,581 ^A	-0,839	-1,060 ^a	9,7144(6) ^A	4,30(6)	3,941(6) ^a
		5657,28 ^B			-0,639 ^B			11,936(6) ^B		
		6506,66 ^C			-0,265 ^C			21,377(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^4D^o_{1/2}$	6831,68 ^A	7458,82	6134,393 ^a	-0,457 ^A	-0,521	-1,010 ^a	2,4949(7) ^A	1,81(7)	0,8656(7) ^a
		5743,61 ^B			-0,325 ^B			4,7774(7) ^B		
		6618,92 ^C			-0,361 ^C			3,3097(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s^2P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^2D^o_{3/2}$	6403,07 ^A	5375,08	6360,208 ^a	-0,647 ^A	-0,182	-1,020 ^a	9,1612(6) ^A	3,80(7)	3,934(6) ^a
		5946,64 ^B			-0,388 ^B			19,275(6) ^B		
		6463,09 ^C			-0,476 ^C			13,334(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$4f5d(^3F)6s^4F^o_{3/2}$	3527,27 ^A	6149,18	5900,681 ^a	-3,575 ^A	-2,824	-1,680 ^a	3,5623(4) ^A	0,66(5)	1,0(6) ^a
		3213,14 ^B			-3,571 ^B			4,3362(4) ^B		
$5d^2(^3P)6s^4P_{1/2}$	$4f5d(^3D)6s^4D^o_{1/2}$	2200,72 ^A	4440,47	4615,063 ^a	-0,159 ^A	-1,360	-1,020 ^a	4,7693(8) ^A	0,74(7)	0,1495(8) ^a
		2092,62 ^B			-0,311 ^B			3,7205(8) ^B		
		1808,68 ^C			-0,172 ^C			6,8512(8) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p^2D^o_{5/2}$	6078,39 ^A	–	5639,296 ^a	-1,070 ^A	–	-1,040 ^a	2,5626(6) ^A	–	3,186(6) ^a
		5247,47 ^B			-3,306 ^B			1,9939(4) ^B		
$5d^2(^3P)6s^2P_{1/2}$	$5d^2(^3P)6p^2S^o_{1/2}$	7517,61 ^A	6835,64	7032,047 ^a	-0,604 ^A	-0,338	-1,070 ^a	1,4685(7) ^A	3,28(7)	0,5737(7) ^a
		6896,16 ^B			-0,451 ^B			2,4789(7) ^B		
		8469,49 ^C			-0,530 ^C			1,3705(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p^4S^o_{3/2}$	6946,07 ^A	5071,85	5829,692 ^a	-0,570 ^A	-0,170	-0,760 ^a	9,3040(6) ^A	4,38(7)	8,522(6) ^a
		5791,03 ^B			-0,702 ^B			9,8684(6) ^B		
		6418,23 ^C			-0,258 ^C			22,352(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p^4P^o_{1/2}$	6083,64 ^A	6919,70	5515,271 ^a	-0,354 ^A	-0,259	-1,020 ^a	3,9813(7) ^A	3,84(7)	1,046(7) ^a
		5182,72 ^B			-0,212 ^B			7,6075(7) ^B		
		5835,03 ^C			-0,816 ^C			1,4966(7) ^C		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$5d^2(^3P)6s\ ^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p\ ^4P_{5/2}^o$	6036,18 ^A	6650,17	5304,003 ^a	-0,301 ^A	-0,370	-0,910 ^a	1,5244(7) ^A	1,07(7)	0,4859(7) ^a
		5158,60 ^B			-0,154 ^B			2,9260(7) ^B		
		5685,16 ^C			-0,490 ^C			1,1133(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s\ ^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p\ ^4D_{1/2}^o$	6981,93 ^A	7615,61	6233,498 ^a	-1,395 ^A	-1,150	-1,190 ^a	2,7551(6) ^A	4,07(6)	5,538(6) ^a
		5820,61 ^B			-0,950 ^B			11,033(6) ^B		
		6721,40 ^C			-0,970 ^C			7,9023(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s\ ^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p\ ^4D_{3/2}^o$	6854,05 ^A	7657,58	6165,689 ^a	-0,171 ^A	-0,464	-0,810 ^a	2,3897(7) ^A	9,77(6)	6,790(6) ^a
		5731,98 ^B			-0,005 ^B			5,0160(7) ^B		
		6605,67 ^C			-0,328 ^C			1,7965(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s\ ^4P_{3/2}$	$5d^2(^3P)6p\ ^4D_{5/2}^o$	6659,65 ^A	5862,65	6038,58 ^a	-0,137 ^A	0,005	-0,970 ^a	1,8253(7) ^A	3,27(7)	0,3265(7) ^a
		5572,52 ^B			0,005 ^B			3,6192(7) ^B		
		6421,32 ^C			0,062 ^C			3,1056(7) ^C		
$5d^2(^3P)6s\ ^4P_{3/2}$	$5d6s(^3D)6p\ ^4D_{5/2}^o$	17476,72 ^A	11794,77	4541,763 ^a	-1,971 ^A	-1,363	-0,790 ^a	3,9007(4) ^A	3,46(5)	8,735(6) ^a
		11662,51 ^B			-1,948 ^B			9,1976(4) ^B		
		9678,91 ^C			-1,803 ^C			0,1868(6) ^C		
$5d^2(^3P)6s\ ^4P_{3/2}$	$4f5d(^3F)6s\ ^4F_{5/2}^o$	3528,86 ^A	6187,62	5874,70 ^a	-2,854 ^A	-2,047	-1,000 ^a	0,1245(6) ^A	2,60(5)	3,219(6) ^a
		3206,98 ^B			-3,123 ^B			8,1311(4) ^B		
		2465,51 ^C			-2,852 ^C			0,2566(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d^2(^3F)6p\ ^4D_{1/2}^o$	5966,89 ^A	4632,93	5106,236 ^a	-0,134 ^A	-0,237	-0,830 ^a	6,8688(7) ^A	9,01(7)	1,891(7) ^a
		5151,17 ^B			-0,753 ^B			10,561(7) ^B		
		5158,97 ^C			-0,189 ^C			8,1069(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d^2(^3F)6p\ ^4F_{3/2}^o$	6584,27 ^A	5291,95	5740,643 ^a	0,039 ^A	-0,057	-0,970 ^a	4,2065(7) ^A	5,22(7)	0,5419(7) ^a
		5606,12 ^B			0,121 ^B			7,0060(7) ^B		
		5833,78 ^C			0,135 ^C			6,6896(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d^2(^3F)6p\ ^4F_{5/2}^o$	6411,46 ^A	5254,82	5657,707 ^a	-0,866 ^A	-0,543	-1,110 ^a	3,6792(6) ^A	1,15(7)	2,694(6) ^a
		5480,35 ^B			-0,787 ^B			6,0408(6) ^B		
		5704,88 ^C			-0,633 ^C			7,9486(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d^2(^3F)6p\ ^4G_{5/2}^o$	7316,69 ^A	6504,62	6543,14 ^a	-0,335 ^A	0,290	-1,210 ^a	9,5819(6) ^A	5,12(7)	1,600(6) ^a
		6752,16 ^B			-0,209 ^B			15,073(6) ^B		
		7184,08 ^C			-0,227 ^C			12,772(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d^2(^3F)6p\ ^2F_{5/2}^o$	5816,03 ^A	5731,94	7045,959 ^a	-2,098 ^A	-1,464	-1,250 ^a	2,6215(5) ^A	1,16(6)	1,259(6) ^a
		5094,70 ^B			-1,799 ^B			6,7920(5) ^B		
		8716,57 ^A	8108,18	8748,418 ^a	-1,137 ^A	-0,400	-1,990 ^a	3,1991(6) ^A	2,02(7)	0,4457(6) ^a
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d6s(^3D)6p\ ^4D_{1/2}^o$	7078,71 ^B			-1,157 ^B			4,6289(6) ^B		
		6203,06 ^C			-1,742 ^C			1,5686(6) ^C		
		3784,61 ^A	5473,47	5761,825 ^a	-2,559 ^A	-4,542	-1,040 ^a	3,2136(5) ^A	1,60(3)	4,578(6) ^a
$5d^2(^3F)6s\ ^4F_{3/2}$	$5d6s(^3D)6p\ ^2P_{3/2}^o$	3439,45 ^B			-2,670 ^B			3,0087(5) ^B		
		6301,61 ^A	6634,72	6454,494 ^a	-1,963 ^A	-4,124	-1,360 ^a	0,3047(6) ^A	1,90(3)	1,164(6) ^a
		5399,16 ^B			-1,857 ^B			0,5299(6) ^B		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$5d^2(^3F)6s^4F_{3/2}$	$4f5d(^3G)6s^4G^o_{5/2}$	2095,62 ^A	4208,88	4104,876 ^a	0,677 ^A	-0,516	-0,670 ^a	1,2013(9) ^A	1,91(7)	0,1410(8) ^a
		2008,49 ^B			0,159 ^B			0,3973(9) ^B		
		1701,68 ^C			0,777 ^C			2,2957(9) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4D^o_{5/2}$	5646,80 ^A	5612,57	5050,564 ^a	-0,291 ^A	-1,360	-0,750 ^a	1,7843(7) ^A	1,54(6)	0,7746(7) ^a
		4909,52 ^B			-0,239 ^B			2,6617(7) ^B		
		5149,73 ^C			-0,285 ^C			2,1714(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4D^o_{3/2}$	5938,30 ^A	4688,56	5145,416 ^a	-0,058 ^A	-0,077	-0,440 ^a	4,1377(7) ^A	6,35(7)	2,286(7) ^a
		5127,93 ^B			0,009 ^B			6,4647(7) ^B		
		5227,21 ^C			-0,057 ^C			5,3504(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^2D^o_{5/2}$	6724,55 ^A	4921,04	6107,258 ^a	-0,360 ^A	-1,002	-2,050 ^a	1,0729(7) ^A	4,57(6)	0,2655(6) ^a
		5709,35 ^B			-0,289 ^B			1,7518(7) ^B		
		5910,68 ^C			-0,633 ^C			0,7398(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4F^o_{3/2}$	6760,06 ^A	5408,26	5855,575 ^a	-0,898 ^A	-0,458	-1,320 ^a	4,6723(6) ^A	1,98(7)	2,326(6) ^a
		5730,73 ^B			-0,812 ^B			7,8278(6) ^B		
		5968,83 ^C			-0,667 ^C			10,061(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4F^o_{5/2}$	6578,03 ^A	5369,49	5769,31 ^a	-0,006 ^A	0,123	-0,640 ^a	2,5306(7) ^A	5,12(7)	0,7647(7) ^a
		5599,37 ^B			0,076 ^B			4,2180(7) ^B		
		5833,96 ^C			0,196 ^C			5,1267(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4F^o_{7/2}$	6419,80 ^A	5289,89	5631,193 ^a	-0,535 ^A	-0,170	-0,980 ^a	5,9087(6) ^A	2,01(7)	2,752(6) ^a
		5488,36 ^B			-0,490 ^B			8,9532(6) ^B		
		5679,60 ^C			-0,403 ^C			10,217(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^o_{7/2}$	7822,68 ^A	6528,50	6410,975 ^a	0,040 ^A	0,379	-0,950 ^a	1,4938(7) ^A	4,68(7)	0,2275(7) ^a
		6481,59 ^B			0,137 ^B			2,7164(7) ^B		
		6880,62 ^C			0,154 ^C			2,5103(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d6s(^1D)6p^2P^o_{3/2}$	3842,04 ^A	5597,99	5877,615 ^a	-2,182 ^A	-1,538	-1,890 ^a	7,4228(5) ^A	1,54(6)	6,215(5) ^a
		3485,95 ^B			-2,422 ^B			5,1948(5) ^B		
		3636,11 ^A			-5,087 ^A			1,0321(3) ^A		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d6s(^3D)6p^2D^o_{3/2}$	8570,88 ^A	7999,20	8316,047 ^a	-1,381 ^A	-0,568	-2,310 ^a	9,4250(5) ^A	7,05(6)	1,180(5) ^a
		7213,84 ^B			-1,286 ^B			1,6594(6) ^B		
		6168,33 ^C			-1,107 ^C			3,4200(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d6s(^3D)6p^4F^o_{5/2}$	8739,78 ^A	8702,75	8476,494 ^a	-1,533 ^A	-0,686	-2,010 ^a	4,2611(5) ^A	3,02(6)	1,511(5) ^a
		7091,54 ^B			-1,495 ^B			7,0639(5) ^B		
		6504,33 ^C			-1,076 ^C			22,037(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$5d6s(^3D)6p^4P^o_{5/2}$	6462,45 ^A	6818,58	6600,149 ^a	-1,002 ^A	-2,792	-1,780 ^a	2,6487(6) ^A	3,86(4)	0,4233(6) ^a
		5514,64 ^B			-0,890 ^B			4,7040(6) ^B		
		2847,22 ^A			-0,575 ^A			2,7318(7) ^A		
$5d^2(^3F)6s^4F_{5/2}$	$4f5d(^3F)6s^4F^o_{7/2}$	2646,73 ^B	4774,33	4468,955 ^a	-0,613 ^B	-0,633	-1,200 ^a	2,9016(7) ^B	8,51(6)	0,2633(7) ^a
		2124,74 ^C			-0,322 ^C			8,7920(7) ^C		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^o_{7/2}$	8283,63 ^A	6381,94	6823,725 ^a	-0,134 ^A	0,290	-1,100 ^a	8,9192(6) ^A	3,99(7)	1,422(6) ^a
		6606,42 ^B			-0,188 ^B			12,375(6) ^B		
		6735,52 ^C			-0,050 ^C			16,371(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3P)6p^4P^o_{3/2}$	5358,43 ^A	6552,31	5365,872 ^a	-2,232 ^A	-0,766	-1,320 ^a	0,3403(6) ^A	6,66(6)	2,770(6) ^a
		4598,81 ^B			-2,790 ^B			0,1276(6) ^B		
		5127,68 ^C			-1,513 ^C			1,9447(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3P)6p^2P^o_{3/2}$	4948,23 ^A	5392,28	4945,84 ^a	-1,417 ^A	-1,390	-1,140 ^a	2,6033(6) ^A	2,34(6)	4,936(6) ^a
		4293,74 ^B			-1,777 ^B			1,5117(6) ^B		
		5081,52 ^C			-1,561 ^C			1,7727(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^1D)6p^2D^o_{3/2}$	5200,31 ^A	6280,89	4770,426 ^a	-1,914 ^A	-0,201	-0,920 ^a	0,7520(6) ^A	2,66(7)	8,805(6) ^a
		4481,57 ^B			-1,688 ^B			1,7037(6) ^B		
		4304,94 ^C			-2,317 ^C			0,4331(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^o_{7/2}$	11664,15 ^A	8802,63	8624,233 ^a	-2,500 ^A	-1,338	-1,930 ^a	0,1933(5) ^A	4,94(5)	1,316(5) ^a
		8592,21 ^B			-2,018 ^B			1,0838(5) ^B		
		9307,78 ^C			-1,965 ^C			1,0435(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3P)6p^2D^o_{3/2}$	5551,30 ^A	4833,96	5632,011 ^a	-0,742 ^A	-1,702	-0,870 ^a	9,7622(6) ^A	1,42(6)	7,088(6) ^a
		4740,03 ^B			-0,792 ^B			11,975(6) ^B		
		5062,48 ^C			-1,020 ^C			6,2165(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3P)6p^2D^o_{5/2}$	5370,96 ^A	4866,05	5491,063 ^a	-1,116 ^A	-1,233	-1,250 ^a	2,9476(6) ^A	2,74(6)	2,072(6) ^a
		4662,46 ^B			-1,076 ^B			4,2873(6) ^B		
		7627,69 ^A			-2,273 ^A			0,7638(5) ^A		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^2F^o_{7/2}$	7790,64 ^B	7379,84	6925,207 ^a	-2,729 ^B	-1,202	-0,930 ^a	2,5601(4) ^B	0,96(6)	2,041(6) ^a
		8515,03 ^C			-2,910 ^C			1,4151(4) ^C		
		7943,55 ^A			-0,364 ^A			7,6126(6) ^A		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^2F^o_{5/2}$	6472,28 ^B	7643,830	7161,186 ^a	-0,500 ^B	0,184	-1,020 ^a	8,3771(6) ^B	2,91(7)	2,069(6) ^a
		3278,18 ^A			-2,228 ^A			0,6123(6) ^A		
		2978,57 ^B			-2,541 ^B			0,3830(6) ^B		
$5d^2(^3F)6s^2F_{5/2}$	$4f5d(^3F)6s^4F^o_{5/2}$	2328,24 ^C	5983,61	5714,01 ^a	-2,916 ^C	-2,991	-1,110 ^a	0,2486(6) ^C	0,32(5)	2,642(6) ^a
		6261,11 ^A			-1,197 ^A			2,7002(6) ^A		
		5376,04 ^B			-1,245 ^B			3,2441(6) ^B		
$5d^2(^3P)6s^4P_{5/2}$	$5d^2(^3P)6p^4S^o_{3/2}$	5794,66 ^C	5112,97	5894,826 ^a	-1,072 ^C	-0,198	-0,830 ^a	4,2060(6) ^C	4,05(7)	0,7094(7) ^a
		6886,42 ^A			-0,542 ^A			1,0097(7) ^A		
		5826,38 ^B			-0,218 ^B			2,9717(7) ^B		
$5d^2(^3P)6s^4P_{5/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^o_{7/2}$	6461,69 ^C	6684,66	7149,739 ^a	-0,406 ^C	-0,759	-1,640 ^a	1,5658(7) ^C	3,25(6)	3,734(5) ^a
		9970,27 ^A			-3,558 ^A			0,0232(5) ^A		
		7910,82 ^B			-2,851 ^B			0,1876(5) ^B		
$5d^2(^3P)6s^4P_{5/2}$	$5d^2(^3P)6p^4P^o_{5/2}$	8096,64 ^C	6721,04	5357,865 ^a	-2,162 ^C	0,054	-0,540 ^a	0,8756(5) ^C	2,79(7)	1,116(7) ^a
		5991,08 ^A			-0,040 ^A			2,8257(7) ^A		
		5186,63 ^B			0,142 ^B			5,7350(7) ^B		
		5719,23 ^C			-0,128 ^C			2,5285(7) ^C		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}										
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar								
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR									
5d ² (³ P)6s ⁴ P _{5/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ P _{3/2} ^o	6016,85 ^A	6871,80	5565,429 ^a	-0,554 ^A	-0,328	-0,880 ^a	1,2856(7) ^A	1,66(7)	0,7093(7) ^a								
		5195,12 ^B			-0,285 ^B			3,2042(7) ^B										
		5880,24 ^C			-0,287 ^C			2,4920(7) ^C										
5d ² (³ P)6s ⁴ P _{5/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ D _{7/2} ^o	6372,94 ^A	5880,59	5744,384 ^a	-0,060 ^A	0,206	-0,430 ^a	1,7871(7) ^A	3,87(7)	0,9382(7) ^a								
		5374,06 ^B			-0,221 ^B			4,7977(7) ^B										
		6244,35 ^C			-0,245 ^C			3,7548(7) ^C										
5d ² (³ P)6s ⁴ P _{5/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ D _{5/2} ^o	6604,79 ^A	5917,66	6108,493 ^a	-0,507 ^A	-0,741	-0,780 ^a	7,9194(6) ^A	5,77(6)	4,942(6) ^a								
		5605,25 ^B			-0,268 ^B			19,087(6) ^B										
		6464,81 ^C			-0,393 ^C			10,743(6) ^C										
5d ² (³ P)6s ⁴ P _{5/2}	5d ² (³ P)6p ⁴ D _{3/2} ^o	6795,97 ^A	7751,707	6238,594 ^a	-1,242 ^A	-0,814	-1,420 ^a	2,0652(6) ^A	4,26(6)	1,628(6) ^a								
		5766,61 ^B			-3,717 ^B			9,6230(3) ^B										
		6651,71 ^C			-1,084 ^C			3,1016(6) ^C										
5d ² (³ P)6s ⁴ P _{5/2}	5d6s(³ D)6p ² D _{5/2} ^o	4512,63 ^A	-	4800,245 ^a	-1,001 ^A	-	-1,020 ^a	5,4451(6) ^A	-	4,605(6) ^a								
		4036,41 ^B			-1,239 ^B			3,9346(6) ^B										
		3556,70 ^C			-1,358 ^C			3,8501(6) ^C										
5d ² (³ P)6s ⁴ P _{5/2}	4f5d(¹ G)6s ² G _{7/2} ^o	3426,56 ^A	5626,85	5975,717 ^a	-3,087 ^A	-1,539	-1,390 ^a	0,5812(5) ^A	7,62(5)	9,506(5) ^a								
		5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}			5d ² (³ F)6p ² D _{5/2} ^o			6988,63 ^A			5064,74	6293,562 ^a	-0,404 ^A	-1,758	-1,390 ^a	8,9696(6) ^A	0,76(6)	1,143(6) ^a
		5899,31 ^B			6114,52 ^C			-0,333 ^B			-0,324 ^C	14,829(6) ^B	14,088(6) ^C					
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ⁴ D _{5/2} ^o	5831,85 ^A	5800,27	5177,308 ^a	0,407 ^A	0,090	-0,280 ^a	8,3377(7) ^A	4,07(7)	2,175(7) ^a								
		5049,33 ^B			0,468 ^B			12,792(7) ^B										
		5303,78 ^C			0,311 ^C			8,0897(7) ^C										
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ⁴ D _{7/2} ^o	5625,35 ^A	5655,97	5046,872 ^a	-0,375 ^A	-2,182	-0,850 ^a	1,1103(7) ^A	0,17(6)	0,4621(7) ^a								
		4897,31 ^B			-0,320 ^B			1,6626(7) ^B										
		5138,55 ^C			-0,376 ^C			1,3285(7) ^C										
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ² F _{5/2} ^o	6158,78 ^A	6074,19	5720,009 ^a	-1,148 ^A	-0,911	-1,470 ^a	2,0866(6) ^A	3,70(6)	1,151(6) ^a								
		5354,35 ^B			-1,121 ^B			2,9305(6) ^B										
		5967,20 ^A			-2,682 ^A			0,0487(6) ^A										
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ² F _{7/2} ^o	5222,52 ^B	5906,30	5568,448 ^a	-2,086 ^B	-1,676	-1,210 ^a	0,2506(6) ^B	5,04(5)	1,657(6) ^a								
		5288,14 ^C			-1,227 ^C			1,7660(6) ^C										
		6830,51 ^A			-1,246 ^A			1,3525(6) ^A										
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ⁴ F _{5/2} ^o	5781,96 ^B	5541,03	5935,286 ^a	-1,159 ^B	-1,445	-1,350 ^a	2,3053(6) ^B	1,30(6)	1,409(6) ^a								
		6032,45 ^C			-1,015 ^C			2,9470(6) ^C										
		6660,06 ^A			0,238 ^A			3,2474(7) ^A										
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ⁴ F _{7/2} ^o	5663,67 ^B	5456,31	5789,208 ^a	0,303 ^B	0,432	-0,650 ^a	5,2215(7) ^B	7,57(7)	0,5566(7) ^a								
		5867,56 ^C			0,388 ^C			5,9081(7) ^C										
		6300,78 ^A			-0,569 ^A			4,5355(6) ^A										
5d ² (³ F)6s ⁴ F _{7/2}	5d ² (³ F)6p ⁴ F _{9/2} ^o	5398,10 ^B	5413,94	5588,326 ^a	-0,499 ^B	-0,236	-1,220 ^a	7,2701(6) ^B	1,32(7)	1,286(6) ^a								
		5622,72 ^C			-0,503 ^C			6,6277(6) ^C										

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^0_{7/2}$	6361,26 ^A	5249,38	5502,645 ^a	-0,292 ^A	-0,731	-1,840 ^a	1,0504(7) ^A	5,63(6)	0,3978(6) ^a
		5445,83 ^B			-0,174 ^B			1,8841(7) ^B		
		5533,25 ^C			-0,807 ^C			0,4242(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^0_{9/2}$	5908,01 ^A	5203,95	5320,14 ^a	-1,478 ^A	-1,698	-1,870 ^a	6,3682(5) ^A	4,94(5)	3,177(5) ^a
		5106,05 ^B			-1,370 ^B			10,834(5) ^B		
		5200,93 ^C			-1,866 ^C			3,3575(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^0_{5/2}$	7867,51 ^A	6948,92	6917,272 ^a	-1,971 ^A	-1,877	-1,880 ^a	1,9244(5) ^A	3,06(5)	3,061(5) ^a
		7215,93 ^B			-2,028 ^B			2,0010(5) ^B		
		7711,40 ^C			-2,427 ^C			0,6990(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^0_{7/2}$	8182,36 ^A	6783,85	6616,582 ^a	-0,684 ^A	-0,280	-1,510 ^a	2,5736(6) ^A	9,51(6)	0,5882(6) ^a
		6727,52 ^B			-0,554 ^B			5,1405(6) ^B		
		7158,41 ^C			-0,595 ^C			4,1359(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^0_{9/2}$	7536,74 ^A	6590,36	6394,237 ^a	0,303 ^A	0,532	-0,570 ^a	2,3601(7) ^A	5,23(7)	0,4388(7) ^a
		6278,32 ^B			0,401 ^B			4,2546(7) ^B		
		9430,72 ^C			-2,196 ^C			4,7687(4) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d6s(^3D)6p^4F^0_{7/2}$	8818,94 ^A	8832,77	8674,430 ^a	-1,692 ^A	-0,524	-1,730 ^a	2,1799(5) ^A	3,19(6)	2,062(5) ^a
		7149,05 ^B			-1,947 ^B			1,8410(5) ^B		
		6419,43 ^C			-0,871 ^C			27,238(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$5d6s(^3D)6p^4F^0_{5/2}$	9191,17 ^A	9162,50	8839,681 ^a	-1,900 ^A	-0,802	-2,050 ^a	1,6535(5) ^A	2,09(6)	1,267(5) ^a
		7386,98 ^B			-1,980 ^B			2,1296(5) ^B		
		6752,02 ^C			-1,322 ^C			11,602(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$4f5d(^3G)6s^4G^0_{9/2}$	2090,95 ^A	3961,75	4064,785 ^a	0,785 ^A	-0,382	-0,390 ^a	9,3009(8) ^A	1,76(7)	0,1644(8) ^a
		1707,95 ^C			1,031 ^C			24,546(8) ^C		
		2116,17 ^A			-0,034 ^A			1,7222(8) ^A		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$4f5d(^3G)6s^4G^0_{7/2}$	1720,10 ^C	4242,93	4172,314 ^a	0,116 ^C	-0,760	-0,930 ^a	3,6781(8) ^C	8,04(6)	0,5624(7) ^a
		2893,52 ^A			0,093 ^A			1,2331(8) ^A		
		2686,84 ^B			0,046 ^B			1,2845(8) ^B		
$5d^2(^3F)6s^4F_{7/2}$	$4f5d(^3F)6s^4F^0_{7/2}$	2150,51 ^C	4909,47	4567,903 ^a	0,346 ^C	-0,791	-0,570 ^a	3,9933(8) ^C	5,60(6)	0,1075(8) ^a
		6761,27 ^A			0,317 ^A			3,7816(7) ^A		
		6066,65 ^B			0,376 ^B			5,3832(7) ^B		
$5d^2(^1G)6s^2G_{7/2}$	$5d^2(^1G)6p^2G^0_{7/2}$	6465,59 ^C	5417,16	5821,975 ^a	0,354 ^C	0,452	-0,200 ^a	4,5042(7) ^C	8,04(7)	1,551(7) ^a
		2034,61 ^A			-0,400 ^A			1,0911(8) ^A		
		2541,55 ^A			-3,967 ^A			0,0139(6) ^A		
$5d^2(^1G)6s^2G_{7/2}$	$4f5d(^3G)6s^4G^0_{7/2}$	3540,73 ^A	5693,75	5714,536 ^a	-1,974 ^A	-2,798	-1,220 ^a	0,5649(6) ^A	0,41(5)	1,538(6) ^a
		3339,77 ^B			-1,774 ^B			1,0048(6) ^B		
		2756,85 ^C			-2,184 ^C			0,5739(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$5d^2(^3P)6p^4P^0_{5/2}$	5674,73 ^A	6914,094	5466,921 ^a	-1,461 ^A	-0,617	-1,420 ^a	1,1925(6) ^A	5,62(6)	1,413(6) ^a
		4833,27 ^B			-1,635 ^B			1,1009(6) ^B		
		5362,93 ^C			-1,054 ^C			3,4130(6) ^C		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$5d^2(^3P)6p^2D^o_{5/2}$	5712,01 ^A	5147,86	5823,82 ^a	-1,697 ^A	-1,717	-0,870 ^a	0,6845(6) ^A	0,80(6)	4,419(6) ^a
		4911,20 ^B			-0,954 ^B			5,1203(6) ^B		
		10472,12 ^A	6562,25	8825,813 ^a	-0,372 ^A	-0,157	-1,100 ^a	4,2992(6) ^A	1,80(7)	1,133(6) ^a
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^2D^o_{5/2}$	7912,05 ^B			-0,264 ^B			9,6733(6) ^B		
		8304,02 ^C			-0,219 ^C			9,7154(6) ^C		
		5574,60 ^A	5010,11	5239,535 ^a	-1,904 ^A	-1,942	-0,980 ^a	0,3342(6) ^A	0,38(6)	3,178(6) ^a
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^2D^o_{5/2}$	4753,10 ^B			-2,776 ^B			6,1842(4) ^B		
		4994,55 ^C			-2,721 ^C			6,3481(4) ^C		
		6016,17 ^A	6027,85	5869,926 ^a	-1,750 ^A	-0,536	-1,400 ^a	4,0987(5) ^A	6,67(6)	9,628(5) ^a
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^o_{9/2}$	4995,63 ^B			-1,124 ^B			2,5086(6) ^B		
		8219,39 ^A	6875,59	7023,643 ^a	-0,011 ^A	-0,789	-0,740 ^a	9,6210(6) ^A	2,29(6)	2,459(6) ^a
		6547,75 ^B			-0,046 ^B			13,982(6) ^B		
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$5d6s(^3D)6p^2D^o_{5/2}$	6704,59 ^C			0,041 ^C			16,292(6) ^C		
		4330,77 ^A	–	4887,597 ^a	0,136 ^A	–	-1,000 ^a	8,0959(7) ^A	–	0,4651(7) ^a
		3819,11 ^B			0,034 ^B			8,2306(7) ^B		
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$4f5d(^1G)6s^2G^o_{9/2}$	3386,89 ^C			-0,036 ^C			8,9200(7) ^C		
		3338,33 ^A	5037,32	6485,522 ^a	-1,232 ^A	-0,587	-1,290 ^a	3,5035(6) ^A	6,81(6)	0,8128(6) ^a
		3024,69 ^B			-1,345 ^B			3,2920(6) ^B		
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$4f5d(^1G)6s^2G^o_{7/2}$	2485,48 ^C			-1,943 ^C			1,2303(6) ^C		
		3320,68 ^A	5761,53	6111,693 ^a	-1,016 ^A	-1,729	-0,960 ^a	7,2871(6) ^A	0,47(6)	2,446(6) ^a
		3010,80 ^B			-1,245 ^B			5,2336(6) ^B		
$5d^2(^3F)6s^2F_{7/2}$	$4f5d(^3D)6s^4D^o_{5/2}$	2473,58 ^C			-1,391 ^C			5,5354(6) ^C		
		2126,28 ^A	4581,38	4660,696 ^a	-1,492 ^A	-3,267	-0,760 ^a	7,9104(6) ^A	0,29(5)	8,889(6) ^a
		1995,12 ^B			-1,276 ^B			14,805(6) ^B		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^4D^o_{7/2}$	5862,49 ^A	5896,35	5211,851 ^a	0,574 ^A	0,245	-0,110 ^a	9,0902(7) ^A	4,21(7)	2,381(7) ^a
		5075,68 ^B		5211,86 ^b	0,644 ^B			14,262(7) ^B		
		5335,28 ^C			0,477 ^C			8,7780(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^4F^o_{7/2}$	6995,07 ^A	5679,67	6007,338 ^a	-0,839 ^A	-0,897	-1,280 ^a	2,4656(6) ^A	3,27(6)	1,212(6) ^a
		5903,60 ^B			-0,784 ^B			3,9308(6) ^B		
		6125,46 ^C			-0,722 ^C			4,2133(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^4F^o_{9/2}$	6599,81 ^A	5633,78	5791,315 ^a	0,461 ^A	0,520	-0,420 ^a	4,4271(7) ^A	6,96(7)	0,7557(7) ^a
		5615,62 ^B		5791,34 ^b	0,539 ^B			7,3066(7) ^B		
		5859,12 ^C			0,561 ^C			7,0645(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^2F^o_{7/2}$	7836,09 ^A	6168,915	8051,371 ^a	-1,959 ^A	-0,371	-1,590 ^a	1,4976(5) ^A	9,33(6)	3,304(5) ^a
		6517,11 ^B			-1,781 ^B			3,2460(5) ^B		
		7016,44 ^C			-2,527 ^C			0,5028(5) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^o_{11/2}$	7384,58 ^A	6687,78	6249,916 ^a	0,426 ^A	0,665	-0,270 ^a	2,7195(7) ^A	6,90(7)	0,7638(7) ^a
		6171,79 ^B		6249,93 ^b	0,523 ^B			4,8662(7) ^B		
		6640,35 ^C			0,530 ^C			4,2747(7) ^C		

Tablo A.1. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^4G^0_{9/2}$	7968,60 ^A	6919,02	6661,393 ^a	-0,777 ^A	-0,362	-1,200 ^a	1,7557(6) ^A	6,05(6)	0,9479(6) ^a
		6574,51 ^B			-0,676 ^B			3,2550(6) ^B		
		7043,13 ^C			-0,728 ^C			2,5155(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^0_{7/2}$	6666,20 ^A	5455,81	5699,348 ^a	-1,035 ^A	-1,850	-1,940 ^a	1,7297(6) ^A	0,39(6)	0,2945(6) ^a
		5667,29 ^B			-0,893 ^B			3,3203(6) ^B		
		5762,03 ^C			-0,985 ^C			2,5100(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^0_{9/2}$	6170,15 ^A	5406,75	5503,794 ^a	-0,337 ^A	-0,162	-1,060 ^a	8,0592(6) ^A	1,57(7)	1,917(6) ^a
		5300,25 ^B			-0,257 ^B			13,141(6) ^B		
		5402,56 ^C			-0,618 ^C			5,5013(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$5d6s(^3D)6p^4D^0_{7/2}$	8777,01 ^A	8405,91	8346,575 ^a	-0,618 ^A	0,086	-1,210 ^a	2,6033(6) ^A	1,44(7)	0,7375(6) ^a
		7119,01 ^B			-0,644 ^B			3,7319(6) ^B		
		6376,66 ^C			-0,869 ^C			2,7684(6) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$4f5d(^3F)6s^4F^0_{7/2}$	2955,01 ^A	5089,57	4702,636 ^a	-0,790 ^A	-2,127	-1,250 ^a	1,5414(7) ^A	0,24(6)	0,2119(7) ^a
		2739,66 ^B			-0,828 ^B			1,6504(7) ^B		
		2184,22 ^C			-0,558 ^C			4,8354(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$4f5d(^3F)6s^4F^0_{9/2}$	2884,26 ^A	4949,89	4570,01 ^a	-0,009 ^A	-0,657	-0,390 ^a	7,8417(7) ^A	0,60(7)	1,300(7) ^a
		2678,74 ^B			-0,045 ^B			8,3861(7) ^B		
		2163,44 ^C			0,501 ^C			4,5136(8) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$4f5d(^1G)6s^2G^0_{9/2}$	2941,52 ^A	4230,71	5167,791 ^a	0,044 ^A	-0,660	-1,060 ^a	8,5275(7) ^A	0,82(7)	0,2174(7) ^a
		2728,06 ^B			-0,004 ^B			8,8778(7) ^B		
		2281,61 ^C			-0,883 ^C			1,6759(7) ^C		
$5d^2(^3F)6s^4F_{9/2}$	$4f5d(^3G)6s^4G^0_{11/2}$	2093,52 ^A	4060,12	4060,346 ^a	0,756 ^A	0,040	-0,170 ^a	7,2185(8) ^A	0,44(8)	0,2278(8) ^a
		1983,68 ^B		4060,33 ^b	0,758 ^B			8,0932(8) ^B		
		1714,47 ^C			1,151 ^C			26,757(8) ^C		
$5d^2(^1G)6s^2G_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^2G^0_{7/2}$	13121,52 ^A	7645,81	8513,612 ^a	-1,329 ^A	-0,873	-1,330 ^a	2,2719(5) ^A	1,91(6)	5,377(5) ^a
		10581,64 ^B			-1,429 ^B			2,7708(5) ^B		
		10916,76 ^C			-1,243 ^C			3,9939(5) ^C		
$5d^2(^1G)6s^2G_{9/2}$	$5d^2(^1G)6p^2G^0_{9/2}$	6843,06 ^A	5403,32	5648,23 ^a	0,335 ^A	0,430	0,040 ^a	3,0767(7) ^A	6,15(7)	2,291(7) ^a
		6075,51 ^B			0,460 ^B			5,2156(7) ^B		
		6462,04 ^C			0,472 ^C			4,7348(7) ^C		
$5d^2(^1G)6s^2G_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^2F^0_{7/2}$	11548,41 ^A	8115,60	8672,165 ^a	-0,718 ^A	-1,404	-1,160 ^a	1,1969(6) ^A	0,50(6)	0,7666(6) ^a
		13987,03 ^B			-2,026 ^B			4,0110(4) ^B		
		16508,45 ^C			-2,503 ^C			9,6003(3) ^C		
$5d^2(^1G)6s^2G_{9/2}$	$5d^2(^3F)6p^4F^0_{9/2}$	12866,76 ^A	7999,98	8720,472 ^a	-2,535 ^A	-0,596	-1,340 ^a	0,1174(5) ^A	2,64(6)	4,007(5) ^a
		10402,90 ^B			-1,188 ^B			3,9980(5) ^B		
		11270,60 ^C			-1,517 ^C			1,5945(5) ^C		

^aAtomic Spectral Line database from R.L.Kurucz's CD-ROM 23 [102], ^bNIST Periodictable [62]

Tablo A.2. La II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve A_{ki} geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.9'un geniş hali)

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6p 3F_2	5d 2 1D_2	3296,27 ^A	3827,048 ^A	3995,74 ^b	-2,014 ^A	-1,308 ^A	-0,06 ^b	1,19(6) ^A	4,48(6) ^A	7,95(7) ^a
		3814,14 ^C	3811,002 ^B	3995,75 ^{c,e}	-1,316 ^C	-0,438 ^B	0,10±0,02 ^c	4,42(6) ^C	1,67(8) ^B	7,20±0,40(7) ^b
5d6p 3F_2	5d6s 3D_1	3327,30 ^A	3901,424 ^A	4077,34 ^b	0,142 ^A	0,227 ^A	-0,06 ^b	1,67(8) ^A	1,48(8) ^A	7,04(7) ^a
		3818,28 ^B	3885,697 ^B	4077,35 ^{c,e}	-1,635 ^B	0,146 ^B	-0,12±0,02 ^c	2,12(6) ^B	6,18(8) ^B	7,00±0,4(7) ^b
5d6p 3F_2	5d6s 3D_2	3419,97 ^A	4008,883 ^A	4196,55 ^{b,c}	-0,705 ^A	-0,075 ^A	-0,30 ^b	2,25(7) ^A	6,98(7) ^A	8,04(7) ^a
		3889,16 ^B	3986,622 ^B		-2,549 ^B	-0,269 ^B	-0,26±0,02 ^c	2,48(5) ^B	2,26(8) ^B	3,81±0,22(7) ^b
5d6p 3F_2	5d6s 3D_3	3493,84 ^A	4130,043 ^A	–	-1,508 ^A	-1,381 ^A	–	3,39(6) ^A	3,25(6) ^A	6,18(6) ^a
			4102,104 ^B			-1,306 ^B			1,96(7) ^B	
5d6p 3F_2	5d 2 3P_1	3888,70 ^A	4596,667 ^A	–	-2,525 ^A	-1,957 ^A	–	2,63(5) ^A	0,70(6) ^A	2,78(6) ^a
		4538,28 ^C	4567,011 ^B		-2,142 ^C	-2,305 ^B		4,66(5) ^C	1,58(6) ^B	
5d6p 3F_2	5d 2 3P_2	3967,86 ^A	4702,978 ^A	–	-2,197 ^A	-1,854 ^A	–	5,38(5) ^A	8,44(5) ^A	2,95(5) ^a
		5095,23 ^B	4674,233 ^B		-3,205 ^B	-4,059 ^B		3,20(4) ^B	0,27(5) ^B	
		4650,33 ^C			-1,805 ^C			9,66(5) ^C		
5d6p 3F_2	5d6s 1D_2	4619,03 ^A	5735,331 ^A	–	-2,226 ^A	-2,597 ^A	–	3,71(5) ^A	1,02(5) ^A	2,36(6) ^a
			5701,709 ^B			-1,061 ^B			1,78(7) ^B	
5d6p 3F_3	5d 2 3F_2	3037,17 ^A	3578,920 ^A	3725,05 ^{c,d}	-1,469 ^A	-1,854 ^A	-1,93±0,03 ^c	3,50(6) ^A	1,04(6) ^A	1,97(6) ^a
		3344,59 ^B	3546,155 ^B		-2,024 ^B	-0,773 ^B	-1,439 ^d	8,06(5) ^B	8,95(7) ^B	7,94(6) ^c
		3469,99 ^C			-2,355 ^C			3,27(5) ^C		
5d6p 3F_3	5d 2 3F_3	3142,25 ^A	3714,380 ^A	3871,64 ^{b,c,d,e}	-0,041 ^A	-0,030 ^A	-0,13 ^b	8,76(7) ^A	6,44(7) ^A	6,18(7) ^a
		3448,29 ^B	3682,871 ^B		-1,203 ^B	-0,102 ^B	-0,17±0,03 ^c	5,02(6) ^B	3,88(8) ^B	4,67±0,24(7) ^b
		3596,12 ^C			-0,618 ^C		-0,016 ^d	1,77(7) ^C		3,83(8) ^c
5d6p 3F_3	5d 2 1D_2	3170,06 ^A	3766,987 ^A	3929,21 ^b	-0,104 ^A	-0,232 ^A	-0,32 ^b	7,45(7) ^A	3,94(7) ^A	2,38(7) ^a
		3693,90 ^C	3730,532 ^B	3929,22 ^c	-0,483 ^C	-0,544 ^B	-0,40±0,03 ^c	2,29(7) ^C	1,37(8) ^B	2,97±0,16(7) ^b
5d6p 3F_3	5d 2 3F_4	3247,46 ^A	3845,287 ^A	–	-0,859	-2,311 ^A	–	1,25(7) ^A	3,15(5) ^A	2,44(8) ^c
		3551,49 ^B	3813,070 ^B		-2,255	-1,617 ^B		4,19(5) ^B	1,11(7) ^B	2,35(6) ^a
5d6p 3F_3	5d6s 3D_2	3284,31 ^A	3943,028 ^A	4123,22 ^b	0,159 ^A	0,286 ^A	0,13 ^b	1,27(8) ^A	1,18(8) ^A	8,95(7) ^a
		3719,17 ^B	3898,651 ^B	4123,23 ^{c,d,e}	-1,498	0,235 ^B	0,11±0,03 ^c	2,18(6) ^B	7,53(8) ^B	7,50±0,40(7) ^b
5d6p 3F_3	5d 2 1G_4	4135,04 ^A	4878,944 ^A	–	-2,319 ^A	-1,535 ^A	–	2,67(5) ^A	1,17(6) ^A	–
			4801,944 ^B			-1,190 ^B			1,87(7) ^B	
5d6p 3F_3	5d 2 3P_2	3786,40 ^A	4612,601 ^A	4850,58 ^{c,d}	-3,460 ^A	-1,414 ^A	-2,01±0,03 ^c	2,30(4) ^A	1,73(6) ^A	3,22(6) ^a
		4290,20 ^B	4553,757 ^B		-3,637 ^B	-1,824 ^B	-1,289 ^d	1,19(4) ^B	4,82(6) ^B	3,88(6) ^c
		4472,81 ^C			-3,558 ^C			1,32(4) ^C		

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d6p ³ F ₃	5d6s ¹ D ₂	4374,96 ^A	5601,487 ^A	–	-2,658 ^A	-2,189 ^A	–	1,09(5) ^A	1,97(5) ^A	8,25(5) ^a
			5523,456 ^B			-2,063 ^B			1,89(6) ^B	
5d6p ³ F ₃	5d6s ³ D ₃	3352,38 ^A	4060,182 ^A	4238,37 ^b	-0,689 ^A	-0,032 ^A	-0,26 ^b	1,73(7) ^A	5,37(7) ^A	5,54(7) ^a
			4009,022 ^B	4238,38 ^{c,d}		0,031 ^B	-0,22±0,03 ^c		4,46(8) ^B	2,93±0,19(7) ^b
							-0,085 ^d			3,14(8) ^c
5d6p ³ F ₄	5d ² ³ F ₃	3004,04 ^A	3623,370 ^A	3628,82 ^b	-0,852 ^A	-1,096 ^A	-1,15 ^b	1,15(7) ^A	4,53(6) ^A	4,72(6) ^a
		3288,15 ^B	3551,149 ^B	3628,83 ^{c,d}	-1,878 ^B	-1,158 ^B	-1,06±0,03 ^c	0,90(6) ^B	3,67(7) ^B	4,0±0,6(6) ^b
		3420,51 ^C			-1,667 ^C		-1,070 ^d	1,36(6) ^C		4,82(7) ^c
5d6p ³ F ₄	5d ² ³ F ₄	3100,05 ^A	3747,833 ^A	3759,08 ^{b,c,d,e}	0,152 ^A	0,053 ^A	-0,03 ^b	1,09(8) ^A	5,96(7) ^A	6,28(7) ^a
		3381,86 ^B	3672,048 ^B		-1,108 ^B	-0,022 ^B	-0,05±0,03 ^c	5,04(6) ^B	4,70(8) ^B	4,90±0,40(7) ^b
		3539,57 ^C			-0,467 ^C		0,087 ^d	2,01(7) ^C		4,61(8) ^c
										0,34(8) ^e
5d6p ³ F ₄	5d6s ³ D ₃	3195,52 ^A	3951,686 ^A	3949,10 ^{b,c,d,e}	3,295 ^A	0,647 ^A	0,49 ^b	2,39(8) ^A	2,10(8) ^A	2,00(8) ^a
		3610,63 ^B	3853,429 ^B		-1,2967	0,620 ^B	0,48±0,03 ^c	2,87(6) ^B	1,87(9) ^B	1,47±0,08(8) ^b
							0,615 ^d			1,44(9) ^c
5d6p ³ F ₄	5d ² ¹ G ₄	3898,98 ^A	4723,117 ^A	–	-1,805 ^A	-2,140 ^A	–	7,63(5) ^A	2,41(5) ^A	2,66(5) ^a
		4488,20 ^B	4580,418 ^B		-2,725 ^B	-2,203 ^B		6,92(4) ^B	1,99(6) ^B	
		4644,43 ^C			-1,784 ^C			5,64(5) ^C		
5d6p ³ P ₀	5d6s ³ D ₁	3354,14 ^A	3343,158 ^A	–	-0,694 ^A	-0,126 ^A	–	1,19(8) ^A	4,46(8) ^A	4,21(8) ^a
			3321,072 ^B			-0,584 ^B			1,58(8) ^B	
5d6p ³ P ₀	5d ² ³ P ₁	3925,41 ^A	3840,974 ^A	–	-0,627 ^A	-0,629 ^A	–	1,02(8) ^A	1,06(8) ^A	1,11(8) ^a
		4637,37 ^C	3806,405 ^B		-0,678 ^C	-0,760 ^B		6,51(7) ^C	7,99(7) ^B	
5d6p ³ P ₁	5d ² ³ F ₂	3149,12 ^A	3101,386 ^A	–	-2,150 ^A	-2,495 ^A	–	1,58(6) ^A	7,40(5) ^A	3,41(6) ^a
		3598,04 ^C	3057,073 ^B		-2,872 ^C	-1,935 ^B		2,30(5) ^C	8,29(6) ^B	
5d6p ³ P ₁	5d ² ¹ D ₂	3292,22 ^A	3241,630 ^A	3249,35 ^c	-1,196 ^A	-0,649 ^A	-1,20±0,04 ^c	1,30(7) ^A	4,75(7) ^A	4,00(7) ^a
		3839,34 ^C	3193,123 ^B		-1,906 ^C	-1,558 ^B		1,87(6) ^C	1,81(7) ^B	1,30(8) ^c
5d6p ³ P ₁	5d6s ³ D ₁	3323,17 ^A	3294,834 ^A	3303,11 ^c	-0,686 ^A	-0,279 ^A	-0,90±0,04 ^c	4,14(7) ^A	1,08(8) ^A	1,08(8) ^a
			3245,395 ^B			-0,799 ^B			1,01(8) ^B	2,54(8) ^c
5d6p ³ P ₁	5d6s ³ D ₂	3415,61 ^A	3371,149 ^A	3380,91 ^c	-0,439 ^A	0,183 ^A	0,22±0,04 ^c	6,93(7) ^A	2,98(8) ^A	2,37(8) ^a
			3315,499 ^B			-0,082 ^B			5,03(8) ^B	3,29(9) ^c
5d6p ³ P ₁	5d ² ³ P ₀	3791,41 ^A	3701,670 ^A	3714,87 ^c	-0,783 ^A	-0,710 ^A	-1,63±0,04 ^c	2,55(7) ^A	3,16(7) ^A	2,22(7) ^a
		4476,89 ^C	3643,614 ^B		-0,716 ^C	-0,872 ^B		2,13(7) ^C	6,75(7) ^B	3,70(7) ^c
5d6p ³ P ₁	5d ² ³ P ₁	3883,06 ^A	3777,324 ^A	3780,67 ^c	-0,737 ^A	-0,784 ^A	-1,27±0,04 ^c	2,69(7) ^A	2,56(7) ^A	2,62(7) ^a
		4356,07 ^B	3707,323 ^B		-2,691 ^B	-0,928 ^B		2,38(5) ^B	5,72(7) ^B	8,30(7) ^c
		4574,01 ^C			-0,789 ^C				1,72(7) ^C	
5d6p ³ P ₁	5d ² ³ P ₂	3962,00 ^A	3848,818 ^A	3854,91 ^c	-0,573 ^A	-0,605 ^A	-1,49±0,04 ^c	3,78(7) ^A	3,72(7) ^A	3,34(7) ^a
		4687,85 ^C	3777,667 ^B		-0,625 ^B	-0,506 ^B		2,39(7) ^C	1,46(8) ^B	4,80(7) ^c
5d6p ³ P ₁	6s ² ¹ S ₀	3948,77 ^A	4020,639 ^A	–	-1,308 ^A	-1,224 ^A	–	7,02(6) ^A	8,21(6) ^A	
			3949,798 ^B			-1,154 ^B			3,00(7) ^B	

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d6p $^3P^o_1$	5d6s 1D_2	4611,08 ^A	4513,722 ^A	–	-1,974 ^A	-2,150 ^A	–	1,11(6) ^A	7,73(5) ^A	–
			4421,632 ^B			-1,174 ^B			2,28(7) ^B	
5d6p $^3P^o_2$	5d 2 3F_2	3079,96 ^A	3005,768 ^A	–	-2,262 ^A	-2,468 ^A	–	7,68(5) ^A	5,02(5) ^A	1,59(4) ^a
		3343,62 ^B	2990,296 ^B		-4,111 ^B	-3,832 ^B		9,22(3) ^B	1,10(5) ^B	
		3506,08 ^C			-2,869 ^C			1,47(5) ^C		
5d6p $^3P^o_2$	5d 2 3F_3	3188,08 ^A	3100,739 ^A	–	-2,062 ^A	-2,805 ^A	–	1,14(6) ^A	2,18(5) ^A	5,15(6) ^a
		3634,89 ^C	3086,927 ^B		-2,494 ^C	-2,318 ^B		3,23(5) ^C	3,37(6) ^B	
5d6p $^3P^o_2$	5d 2 1D_2	3216,71 ^A	3137,315 ^A	3142,76 ^c	-2,756 ^A	-0,994 ^A	-1,64±0,04 ^c	2,26(5) ^A	1,37(7) ^A	1,48(6) ^a
		3734,82 ^C	3120,341 ^B		-2,207 ^C	-2,545 ^B		5,93(5) ^C	1,95(6) ^B	3,08(7) ^c
5d6p $^3P^o_2$	5d6s 3D_1	3246,24 ^A	3187,123 ^A	3193,02 ^c	-4,077 ^A	-1,478 ^A	-1,49±0,04 ^c	1,06(4) ^A	4,37(6) ^A	8,13(5) ^a
		3653,14 ^B	3170,239 ^B		-3,879 ^B	-1,955 ^B		1,32(4) ^B	7,36(6) ^B	4,18(7) ^c
5d6p $^3P^o_2$	5d6s 3D_2	3334,40 ^A	3258,475 ^A	3265,67 ^c	-0,428 ^A	-0,393 ^A	-0,38±0,04 ^c	4,47(7) ^A	5,09(7) ^A	1,16(7) ^a
			3237,100 ^B			-0,636 ^B			1,47(8) ^B	5,06(8) ^c
5d6p $^3P^o_2$	5d6s 3D_3	3404,58 ^A	3338,071 ^A	3337,49 ^c	-0,158 ^A	0,518 ^A	0,37±0,04 ^c	7,99(7) ^A	3,95(8) ^A	4,75(5) ^a
			3312,828 ^B			0,203 ^B			9,69(8) ^B	2,84(9) ^c
5d6p $^3P^o_2$	5d6s 1D_2	4464,30 ^A	4313,993 ^A	–	-3,737 ^A	-2,889 ^A	–	1,22(4) ^A	9,26(4) ^A	–
		5579,25 ^B	4283,287 ^B		-3,803 ^B	-1,551 ^B		6,75(3) ^B	1,02(7) ^B	
5d6p $^3P^o_2$	5d 2 3P_1	3778,44 ^A	3636,431 ^A	3637,15 ^c	-0,646 ^A	-0,558 ^A	-1,22±0,04 ^c	2,11(7) ^A	2,79(7) ^A	1,09(7) ^a
		4206,41 ^B	3609,572 ^B		-2,507 ^B	-0,530 ^B		2,34(5) ^B	1,51(8) ^B	5,96(7) ^c
		4426,42 ^C			-0,655 ^C			1,50(7) ^C		
5d6p $^3P^o_2$	5d 2 3P_2	3853,14 ^A	3702,645 ^A	3705,82 ^c	-0,027 ^A	-0,115 ^A	-0,44±0,04 ^c	8,43(7) ^A	7,47(7) ^A	5,86(7) ^a
		4288,60 ^B	3676,222 ^B		-1,991 ^B	-0,147 ^B		7,39(5) ^B	3,52(8) ^B	3,52(8) ^c
		4532,95 ^C			-0,072 ^C			5,49(7) ^C		
5d6p $^1F^o_3$	5d 2 3F_3	2707,29 ^A	3212,795 ^A	–	-3,764 ^A	-1,926 ^A	–	2,23(4) ^A	1,10(6) ^A	1,26(6) ^a
		2929,63 ^B	3154,360 ^B		-2,765 ^B	-1,693 ^B		1,90(5) ^B	1,36(7) ^B	
5d6p $^1F^o_3$	5d 2 3F_2	2628,92 ^A	3110,948 ^A	–	-1,068 ^A	-1,022 ^A	–	1,18(7) ^A	9,36(6) ^A	7,15(6) ^a
		2854,43 ^B	3053,530 ^B		-3,805 ^B	-0,526 ^B		1,83(4) ^B	2,13(8) ^B	
		2834,48 ^C			-0,794 ^C			1,90(7) ^C		
5d6p $^1F^o_3$	5d 2 1D_2	2727,91 ^A	3252,079 ^A	3245,13 ^c	-0,018 ^A	-0,392 ^A	-0,48±0,03 ^c	1,23(8) ^A	3,65(7) ^A	5,08(7) ^a
		2973,12 ^B	3189,259 ^B		-0,806 ^B	0,127 ^B		1,68(7) ^B	8,79(8) ^B	2,98(8) ^c
		2982,14 ^C			-0,037 ^C			9,82(7) ^C		
5d6p $^1F^o_3$	5d 2 3F_4	2785,03 ^A	3310,270 ^A	–	-2,206 ^A	-2,388 ^A	–	7,65(5) ^A	3,56(5) ^A	1,16(6) ^a
		3003,78 ^B	3249,390 ^B		-3,452 ^B	-2,379 ^B		3,72(4) ^B	2,64(6) ^B	
5d6p $^1F^o_3$	5d6s 3D_2	2812,09 ^A	3382,450 ^A	3376,33 ^c	-0,398 ^A	-0,790 ^A	-0,81±0,03 ^c	4,81(7) ^A	1,35(7) ^A	4,72(6) ^a
		3122,87 ^B	3311,333 ^B		-2,061 ^B	-0,287 ^B		8,48(5) ^B	3,14(8) ^B	1,28(8) ^c
5d6p $^1F^o_3$	5d6s 3D_3	2861,85 ^A	3468,298 ^A	3453,17 ^c	-1,561 ^A	-3,024 ^A	-0,83±0,03 ^c	3,19(6) ^A	7,49(4) ^A	9,05(6) ^a
			3390,616 ^B			-2,764 ^B			9,99(5) ^B	1,16(8) ^c
5d6p $^1F^o_3$	5d 2 3P_2	3172,27 ^A	3863,556 ^A	–	-1,522 ^A	-1,219 ^A	–	2,84(6) ^A	3,86(6) ^A	1,25(6) ^a
		3515,80 ^B	3772,259 ^B		-3,599 ^B	-0,979 ^B		1,94(4) ^B	4,92(7) ^B	
		3470,00 ^C			-1,323 ^C			3,76(6) ^C		

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d6p $^1F^o_3$	5d ² 1G_4	3413,39 ^A	4048,683 ^A	4042,9 ^{c,e}	2,522 ^A	0,404 ^A	0,33±0,03 ^c	2,06(8) ^A	1,47(8) ^A	1,77(8) ^a
		3764,39 ^C	3940,992 ^B		2,257 ^C	0,483 ^B		1,52(8) ^C	1,31(9) ^B	1,26(9) ^c
5d6p $^1F^o_3$	5d6s 1D_2	3575,24 ^A	4534,006 ^A	4522,37 ^{c,d}	1,285 ^A	0,389 ^A	0,21±0,03 ^c	9,58(7) ^A	1,13(8) ^A	1,11(8) ^a
			4414,226 ^B			0,165 ^B	-0,11 ^d		5,00(8) ^B	7,58(8) ^c
5d6p $^1P^o_1$	5d ² 3F_2	–	3837,292 ^A	–	–	-1,146 ^A	–	–	1,08(7) ^A	–
			3253,600 ^B			-0,484 ^B			2,07(8) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d ² 1D_2	–	4054,317 ^A	–	–	-1,024 ^A	–	–	1,28(7) ^A	–
			3408,147 ^B			0,205 ^B			9,20(8) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d6s 3D_1	–	4137,884 ^A	–	–	-0,940 ^A	–	–	1,49(7) ^A	–
			3467,762 ^B			-1,583 ^B			1,45(7) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d6s 3D_2	–	4258,967 ^A	–	–	-1,644 ^A	–	–	2,78(6) ^A	–
			3547,920 ^B			-1,090 ^B			4,30(7) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d ² 3P_0	–	4800,486 ^A	–	–	-1,925 ^A	–	–	1,15(6) ^A	–
			3926,274 ^B			-1,229 ^B			2,56(7) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d ² 3P_1	–	4928,496 ^A	–	–	-1,601 ^A	–	–	2,29(6) ^A	–
			4000,352 ^B			-1,860 ^B			5,75(6) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d ² 3P_2	–	5050,915 ^A	–	–	-1,585 ^A	–	–	2,27(6) ^A	–
			4082,379 ^B			-2,262 ^B			2,19(6) ^B	
5d6p $^1P^o_1$	5d6s 1D_2	–	6261,327 ^A	–	–	-0,419 ^A	–	–	2,16(7) ^A	–
			4844,905 ^B			-0,404 ^B			1,12(8) ^B	
4f5d $^3D^o_1$	5d ² 3F_2	2538,30 ^A	4673,873 ^A	4662,50 ^b	-1,283 ^A	-1,037 ^A	-1,24 ^b	1,79(7) ^A	9,34(6) ^A	5,29(6) ^a
		2743,22 ^B	4351,103 ^B	4662,51 ^d	-2,023 ^B	-0,688 ^B	-1,28 ^d	2,79(6) ^B	7,22(7) ^B	5,8±0,3(6) ^b
		2240,59 ^C			-4,207 ^C			2,75(4) ^C		
4f5d $^3D^o_1$	5d ² 1D_2	2630,46 ^A	4999,860 ^A	4986,82 ^b	-1,718 ^A	-1,273 ^A	-1,30 ^b	6,15(6) ^A	4,75(6) ^A	4,55(6) ^a
		2852,66 ^B	4632,000 ^B		-2,880 ^B			3,59(5) ^B		
		2507,42 ^C			-1,934 ^C			4,11(6) ^C	5,64(7) ^B	4,48±0,29(6) ^b
4f5d $^3D^o_1$	5d6s 3D_1	2650,18 ^C	5127,566 ^A	5114,56 ^{b,d}	-1,621 ^C	-0,709 ^A	-1,03 ^b	7,56(6) ^C	1,65(7) ^A	9,03(6) ^a
			4742,814 ^B			-0,504 ^B	-1,04 ^d		9,28(7) ^B	8,0±0,4(6) ^b
4f5d $^3D^o_1$	5d6s 3D_2	2708,65 ^A	5314,805 ^A	5303,53 ^b	-3,879 ^A	-1,532 ^A	-1,35 ^b	0,04(6) ^A	2,31(6) ^A	3,96(6) ^a
			4894,040 ^B			-0,880 ^B			3,67(7) ^B	3,54±0,27(6) ^b
4f5d $^3D^o_1$	5d ² 3P_0	2939,73 ^A	6185,548 ^A	–	-0,935 ^A	-2,062 ^A	–	2,98(7) ^A	5,04(5) ^A	6,40(5) ^a
		3247,00 ^B	5644,321 ^B		-1,038 ^B	-1,164 ^B		1,93(7) ^B	1,44(7) ^B	
4f5d $^3D^o_1$	5d ² 3P_1	2994,53 ^A	6399,731 ^A	–	-1,036 ^A	-2,169 ^A	–	2,28(7) ^A	3,68(5) ^A	8,42(5) ^a
		3298,27 ^B	5798,687 ^B		-1,204 ^B	-0,909 ^B		1,28(7) ^B	2,45(7) ^B	
4f5d $^3D^o_1$	5d ² 3P_2	3041,25 ^A	6607,688 ^A	–	-2,405 ^A	-3,425 ^A	–	9,44(5) ^A	1,92(4) ^A	2,59(5) ^a
		3348,59 ^B	5972,642 ^B		-2,617 ^B	-2,126 ^B		4,78(5) ^B	1,40(6) ^B	
4f5d $^3D^o_1$	6s ² 1S_0	3033,46 ^A	7130,860 ^A	–	-1,466 ^A	-2,802 ^A	–	8,24(6) ^A	0,69(5) ^A	–
		3362,24 ^B	6414,617 ^B		-1,845 ^B	-1,616 ^B		2,80(6) ^B	3,92(6) ^B	
4f5d $^3D^o_1$	5d6s 1D_2	3409,69 ^A	8844,432 ^A	–	-3,984 ^A	-3,688 ^A	–	1,98(4) ^A	0,58(4) ^A	–
		4086,78 ^B	7759,320 ^B		-4,362 ^B	-2,480 ^B		5,78(3) ^B	3,67(5) ^B	

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f5d $^3D^o_2$	5d 2 3F_2	2505,42 ^A 2695,86 ^B 2374,66 ^C	4538,662 ^A 4347,135 ^B	–	-2,066 ^A -3,019 ^B -2,167 ^C	-1,670 ^A -1,705 ^B	–	1,82(6) ^A 1,75(5) ^B 1,61(6) ^C	1,38(6) ^A 6,96(6) ^B	9,02(5) ^a
4f5d $^3D^o_2$	5d 2 3F_3	2576,50 ^A 2762,83 ^B 2433,06 ^C	4758,747 ^A 4554,392 ^B	4740,28 ^{b,d}	-0,984 ^A -1,794 ^B -1,093 ^C	-0,709 ^A -0,284 ^B	-1,05 ^b -0,832 ^d	2,08(7) ^A 2,80(6) ^B 1,82(7) ^C	11,5(6) ^A 1,67(8) ^B	5,43(6) ^a 5,30±0,29(6) ^b
4f5d $^3D^o_2$	5d 2 1D_2	2595,17 ^A 2801,48 ^B 2477,44 ^C	4845,442 ^A 4627,503 ^B	–	-3,184 ^A -3,172 ^B -3,476 ^C	-1,943 ^A -0,936 ^B	–	1,29(5) ^A 1,14(5) ^B 7,25(4) ^C	6,47(5) ^A 3,61(7) ^B	1,26(5) ^a
4f5d $^3D^o_2$	5d6s 3D_1	2614,36 ^A	4965,287 ^A 4738,099 ^B	4946,45 ^{b,d}	-2,083 ^A	-1,195 ^A -0,940 ^B	-1,73 ^b -1,476 ^d	1,61(6) ^A	3,45(6) ^A 3,41(7) ^B	1,39(6) ^a 1,02±0,10(6) ^b
4f5d $^3D^o_2$	5d6s 3D_2	2671,24 ^A	5140,660 ^A 4889,020 ^B	5122,99 ^{b,d}	-1,413 ^A	-0,536 ^A -0,440 ^B	-0,85 ^b -0,695 ^d	7,22(6) ^A	1,47(7) ^A 1,01(8) ^B	8,83(6) ^a 7,2±0,4(6) ^b
4f5d $^3D^o_2$	5d6s 3D_3	2716,10 ^A	5341,602 ^A 5063,845 ^B	5301,97 ^{b,d}	-2,585 ^A	-1,364 ^A -2,116 ^B	-1,14 ^b -0,931 ^d	0,47(6) ^A	2,02(6) ^A 1,99(6) ^B	3,60(6) ^a 3,46±0,23(6) ^b
4f5d $^3D^o_2$	5d 2 3P_1	2948,87 ^A 3230,04 ^B	6148,909 ^A 5791,640 ^B	–	-0,449 ^A -0,630 ^B	-1,685 ^A -0,804 ^B	–	5,45(7) ^A 2,99(7) ^B	7,29(5) ^A 3,12(7) ^B	1,48(6) ^a
4f5d $^3D^o_2$	5d 2 3P_2	2994,18 ^A 3278,29 ^B	6340,640 ^A 5965,167 ^B	–	-1,203 ^A -1,287 ^B	-2,730 ^A -0,551 ^B	–	9,31(6) ^A 6,40(6) ^B	6,17(4) ^A 5,28(7) ^B	5,00(5) ^a
4f5d $^3D^o_2$	5d6s 1D_2	3350,63 ^A 3982,56 ^B	8372,447 ^A 7746,709 ^B	–	-2,670 ^A -2,847 ^B	-2,040 ^A -3,722 ^B	–	2,54(5) ^A 1,19(5) ^B	1,74(5) ^A 2,11(4) ^B	1,03(5) ^a
4f5d $^3D^o_3$	5d 2 3F_2	2487,95 ^A 2675,88 ^B	4449,330 ^A 4292,509 ^B	4435,84 ^b	-2,614 ^A -2,933 ^B	-2,254 ^A -2,186 ^B	-2,37 ^b	0,37(6) ^A 1,55(5) ^B	2,68(5) ^A 2,36(6) ^B	3,12(5) ^a 2,1±0,5(5) ^b
4f5d $^3D^o_3$	5d 2 3F_3	2558,03 ^A 2741,85 ^B 2419,08 ^C	4660,635 ^A 4494,469 ^B	4645,28 ^{b,d}	-2,335 ^A -3,634 ^B -2,466 ^C	-1,745 ^A -1,503 ^B	-1,79 ^b -1,71 ^d	0,67(6) ^A 2,93(4) ^B 5,57(5) ^C	7,88(5) ^A 1,04(7) ^B	8,56(5) ^a 7,2±0,5(5)
4f5d $^3D^o_3$	5d 2 1D_2	2576,43 ^A 2779,92 ^B 2462,94 ^C	4743,761 ^A 4565,654 ^B	4728,41 ^b	-3,363 ^A -1,246 ^B -1,184 ^C	-1,113 ^A -1,607 ^B	-1,38 ^b	0,06(6) ^A 6,99(6) ^B 1,03(7) ^C	3,27(6) ^A 7,91(6) ^B	3,31(6) ^a 1,77±0,11(6) ^b
4f5d $^3D^o_3$	5d 2 3F_4	2627,33 ^A 2806,71 ^B 2478,03 ^C	4868,603 ^A 4689,897 ^B	4860,89 ^b	-0,849 ^A -1,704 ^B -0,963 ^C	-0,582 ^A -0,358 ^B	-1,04 ^b	1,95(7) ^A 2,39(6) ^B 1,69(7) ^C	1,05(7) ^A 1,33(8) ^B	4,15(6) ^a 3,69±0,20(6) ^b
4f5d $^3D^o_3$	5d6s 3D_2	2651,39 ^A 2910,41 ^B	5026,357 ^A 4820,034 ^B	–	-1,776 ^A -2,416 ^B	-1,642 ^A -0,986 ^B	–	2,27(6) 4,31(5) ^B	8,61(5) ^A 2,97(7) ^B	–
4f5d $^3D^o_3$	5d6s 3D_3	2695,58 ^A	5218,296 ^A 4989,875 ^B	5183,41 ^b	-1,367 ^A	-0,325 ^A -0,478 ^B	-0,60 ^b	5,62(6) ^A	1,66(7) ^A 8,90(7) ^B	1,02(7) ^a 8,9±0,5(6) ^b
4f5d $^3D^o_3$	5d 2 3P_2	2969,26 ^A 3248,80 ^B 2786,50 ^C	6167,644 ^A 5862,787 ^B	–	-0,248 ^A -0,497 ^B -0,232 ^C	-1,505 ^A -0,320 ^B	–	6,10(7) ^A 2,87(7) ^B 7,19(7) ^C	7,84(5) ^A 9,29(7) ^B	1,84(6) ^a

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f5d $^3D^o_3$	5d 2 1G_4	3179,49 ^A	6653,295 ^A	–	-0,667 ^A	-2,609 ^A	–	2,03(7) ^A	5,29(4) ^A	–
		3528,59 ^B	6280,720 ^B	–	-3,657 ^B	-1,314 ^B	–	1,68(4) ^B	8,20(6) ^B	–
4f5d $^3D^o_3$	5d6s 1D_2	3319,46 ^A	8073,430 ^A	–	-0,688 ^A	-3,689 ^A	–	1,77(7) ^A	2,99(3) ^A	–
		3939,12 ^B	7574,925 ^B	–	-1,674 ^B	-1,592 ^B	–	1,29(6) ^B	2,98(6) ^B	–
4f5d $^1D^o_2$	5d6s 3D_3	3128,51 ^A	6313,242 ^A	–	-3,325 ^A	-4,891 ^A	–	6,44(4) ^A	4,30(2) ^A	2,33(4) ^a
			5617,325 ^B	–		-1,564 ^B	–		5,77(6) ^B	–
4f5d $^1D^o_2$	5d 2 3F_2	2852,26 ^A	5221,476 ^A	5290,82 ^b	-1,651 ^A	-1,480 ^A	-1,65 ^b	3,66(6) ^A	1,62(6) ^A	6,82(5) ^a
		3105,54 ^B	4748,815 ^B	5290,84 ^d	-2,431 ^B	-1,954 ^B	-1,72 ^d	5,12(5) ^B	3,29(6) ^B	1,06±0,13(6) ^b
		2716,66 ^C			-1,955 ^C			2,00(6) ^C		
4f5d $^1D^o_2$	5d 2 3F_3	2944,74 ^A	5514,904 ^A	–	-1,958 ^A	-2,629 ^A	–	1,69(6) ^A	1,03(5) ^A	–
		3194,75 ^B	4997,237 ^B	–	-2,708 ^B	-2,555 ^B	–	2,55(5) ^B	7,45(5) ^B	–
		2793,36 ^C		–	-2,234 ^C		–	9,95(5) ^C		–
4f5d $^1D^o_2$	5d 2 1D_2	2969,15 ^A	5631,677 ^A	–	-0,397 ^A	-1,418 ^A	–	6,05(7) ^A	1,61(6) ^A	1,91(5) ^a
		3246,55 ^B	5085,395 ^B	–	-0,978 ^B	-1,546 ^B	–	1,33(7) ^B	7,34(6) ^B	–
		2852,01 ^C		–	-0,472 ^C		–	5,52(7) ^C		–
4f5d $^1D^o_2$	5d6s 3D_1	2994,30 ^A	5794,223 ^A	5880,63 ^b	-1,392 ^A	-1,763 ^A	-1,83 ^b	6,03(6) ^A	6,85(5) ^A	6,38(5) ^a
		3370,81 ^B	5219,277 ^B	–	-3,339 ^B	-2,582 ^B	–	0,54(5) ^B	6,41(5) ^B	5,7±1,3(5) ^b
4f5d $^1D^o_2$	5d6s 3D_2	3069,15 ^A	6034,455 ^A	–	-0,677 ^A	-3,183 ^A	–	2,97(7) ^A	2,40(4) ^A	6,46(4) ^a
		3425,93 ^B	5403,003 ^B	–	-2,141 ^B	-1,151 ^B	–	8,19(5) ^B	1,61(7) ^B	–
4f5d $^1D^o_2$	5d 2 3P_1	3441,41 ^A	7472,839 ^A	–	-4,104 ^A	-2,965 ^A	–	0,88(4) ^A	2,59(4) ^A	7,76(4) ^a
		3836,42 ^B	6527,204 ^B	–	-3,360 ^B	-1,457 ^B	–	3,95(4) ^B	5,46(6) ^B	–
		3238,40 ^C		–	-3,484 ^C		–	4,17(4) ^C		–
4f5d $^1D^o_2$	5d 2 3P_2	3503,27 ^A	7757,936 ^A	–	-2,717 ^A	-2,243 ^A	–	2,08(5) ^A	1,27(5) ^A	–
		3904,67 ^B	6748,449 ^B	–	-2,668 ^B	-0,978 ^B	–	1,87(5) ^B	1,54(7) ^B	–
4f5d $^1D^o_2$	5d6s 1D_2	4001,31 ^A	11034,25 ^A	–	-1,583 ^C	-1,210 ^A	–	2,17(6) ^A	6,76(5) ^A	6,02(5) ^a
		4946,52 ^B	9121,643 ^B	–	-1,423 ^B	-0,399 ^B	–	2,06(6) ^B	3,20(7) ^B	–
4f5d $^3F^o_2$	5d 2 3F_2	3448,97 ^A	5731,095 ^A	–	-1,157 ^A	-1,782 ^A	–	7,81(6) ^A	6,71(5) ^A	2,50(5) ^a
		3843,91 ^B	5359,410 ^B	–	-1,266 ^B	-0,776 ^B	–	4,88(6) ^B	3,89(7) ^B	–
4f5d $^3F^o_2$	5d 2 3F_3	3585,12 ^A	6086,545 ^A	–	-1,146 ^A	-2,390 ^A	–	7,42(6) ^A	1,47(5) ^A	1,14(5) ^a
		3981,52 ^B	5677,966 ^B	–	-2,086 ^B	-1,916 ^B	–	6,89(5) ^B	2,51(6) ^B	–
		3193,95 ^C		–	-1,332 ^C		–	6,07(6) ^C		–
4f5d $^3F^o_2$	5d 2 1D_2	3621,37 ^A	6229,093 ^A	–	-0,624 ^A	-1,613 ^A	–	2,41(7) ^A	8,38(5) ^A	7,87(5) ^a
		4062,29 ^B	5792,052 ^B	–	-2,050 ^B	-1,530 ^B	–	7,19(5) ^B	5,87(6) ^B	–
		3270,85 ^C		–	-2,803 ^C		–	1,96(5) ^C		–
4f5d $^3F^o_2$	5d6s 3D_1	3658,85 ^A	6428,565 ^A	–	-0,135 ^A	-1,465 ^A	–	7,29(7) ^A	1,11(6) ^A	1,16(6) ^a
		4258,73 ^B	5966,365 ^B	–	-1,887 ^B	-1,861 ^B	–	9,53(5) ^B	2,58(6) ^B	–
4f5d $^3F^o_2$	5d6s 3D_2	3771,22 ^A	6725,625 ^A	–	-0,877 ^A	-2,514 ^A	–	1,24(7) ^A	0,90(5) ^A	1,19(5) ^a
		4347,09 ^B	6207,668 ^B	–	-2,784 ^B	-2,431 ^B	–	1,16(5) ^B	6,42(5) ^B	–
4f5d $^3F^o_2$	5d6s 1D_2	5283,68 ^A	13587,53 ^A	–	-1,783 ^A	-2,213 ^A	–	7,86(5) ^A	4,42(4) ^A	8,84(4) ^a
			11677,03 ^B	–		-2,189 ^B	–		3,17(5) ^B	–

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f5d $^3F^o_2$	5d 2 3P_2	4448,57 ^A	8938,925 ^A	–	-3,576 ^A	-3,493 ^A	–	1,78(4) ^A	5,37(3) ^A	–
		5147,96 ^B	8052,112 ^B		-4,094 ^B	-2,912 ^B		4,04(3) ^B	1,26(5) ^B	
		3867,18 ^C			-3,334 ^C			4,13(4) ^C		
4f5d $^3F^o_3$	5d 2 3F_2	3363,88 ^A	5481,742 ^A	5482,27 ^{b,d}	-2,616 ^A	-2,249 ^A	-2,23 ^b	0,20(6) ^A	1,79(5) ^A	2,74(5) ^a
		3736,69 ^B	5300,536 ^B		-1,932 ^B	-1,304 ^B	-1,925 ^d	7,97(5) ^B	1,69(6) ^B	1,85±0,23(5) ^b
		3000,26 ^C			-1,303 ^C			5,27(6) ^C		
4f5d $^3F^o_3$	5d 2 3F_3	3493,26 ^A	5806,06 ^A	5805,77 ^b	-1,337 ^A	-1,296 ^A	-1,56 ^b	3,59(6) ^A	1,43(6) ^A	8,56(5) ^a
		3866,61 ^B	5611,928 ^B	5805,78 ^d	-1,063 ^B	-0,697 ^B	-1,394 ^d	5,51(6) ^B	6,07(6) ^B	7,8±0,7(5) ^b
		3094,09 ^C			-0,255 ^C			5,53(7) ^C		
4f5d $^3F^o_3$	5d 2 1D_2	3527,66 ^A	5935,633 ^A	–	-0,605 ^A	-1,789 ^A	–	1,90(7) ^A	4,40(5) ^A	2,49(5) ^a
		3942,74 ^B	5723,35 ^B		-3,753 ^B	-2,185 ^B		1,08(4) ^B	1,90(5) ^B	
		3166,20 ^C			-1,083 ^C			7,84(6) ^C		
4f5d $^3F^o_3$	5d 2 3F_4	3623,77 ^A	6132,391 ^A	6146,53 ^d	-1,369 ^A	-2,698 ^A	-2,314 ^d	3,09(6) ^A	5,07(4) ^A	1,07(5) ^a
		3996,84 ^B	5919,946 ^B		-2,165 ^B	-2,047 ^B		4,07(5) ^B	2,44(5) ^B	
		3191,18 ^C			-1,287 ^C			4,82(6) ^C		
4f5d $^3F^o_3$	5d6s 3D_2	3669,71 ^A	6384,796 ^A	6390,48 ^{b,d}	-0,219 ^A	-1,284 ^A	-1,41 ^b	4,27(7) ^A	12,2(5) ^A	1,30(5) ^a
		4210,47 ^B	6128,819 ^B		-1,611 ^B	-1,626 ^B	-1,284 ^d	1,32(6) ^B	4,21(6) ^B	9,0±0,8(5) ^b
4f5d $^3F^o_3$	5d6s 3D_3	3754,90 ^A	6697,732 ^A	6671,40 ^d	-0,377 ^A	-2,444 ^A	-1,953 ^d	2,83(7) ^A	7,65(4) ^A	2,25(5) ^a
		4320,35 ^B	6406,068 ^B		-2,532 ^B	-2,241 ^B		1,49(5) ^B	9,34(5) ^B	
4f5d $^3F^o_3$	5d 2 3P_2	4308,01 ^A	8346,738 ^A	–	-2,111 ^C	-3,592 ^A	–	3,97(5) ^A	3,50(3) ^A	–
		4957,47 ^B	7919,945 ^B		-3,213 ^B	-2,460 ^B		2,37(4) ^B	3,69(5) ^B	
		3721,74 ^C			-3,283 ^C			3,59(4) ^C		
4f5d $^3F^o_4$	5d 2 3F_3	3323,56 ^A	5479,911 ^A	5493,45 ^{b,d}	-3,397 ^A	-2,509 ^A	-2,29 ^b	0,26(5) ^A	7,65(4) ^A	1,61(5) ^a
		3660,98 ^B	5498,675 ^B		-1,849 ^B	-1,159 ^B	-1,917 ^d	7,82(5) ^B	1,53(7) ^B	1,24±0,18(5) ^b
		2983,27 ^C			-1,096 ^C			6,68(6) ^C		
4f5d $^3F^o_4$	5d 2 3F_4	3441,49 ^A	5769,695 ^A	5797,57 ^{b,d}	-1,624 ^A	-1,264 ^A	-1,36 ^b	1,49(6) ^A	1,21(6) ^A	9,53(5) ^a
		3777,52 ^B	5794,060 ^B		-0,914 ^B	-0,592 ^B	-1,302 ^d	6,32(6) ^B	5,08(7) ^B	1,07±1,0(5) ^b
		3073,44 ^C			-0,107 ^C			6,13(7) ^C		
4f5d $^3F^o_4$	5d6s 3D_3	3559,54 ^A	6267,427 ^A	6262,29 ^{b,d}	0,127 ^A	-1,044 ^A	-1,22 ^b	7,83(7) ^A	1,71(6) ^A	1,56(6) ^a
		4065,23 ^B	6258,916 ^B		-1,538 ^B	-1,657 ^B	-1,058 ^d	1,29(6) ^B	3,75(6) ^B	1,14±0,11(6) ^b
4f5d $^3F^o_4$	5d 2 1G_4	4454,84 ^A	8458,581 ^A	–	-2,142 ^A	-2,050 ^A	–	2,69(5) ^A	9,23(4) ^A	7,99(4) ^a
		5212,80 ^B	8432,864 ^B		-1,963 ^B	-2,247 ^B		2,96(5) ^B	5,31(5) ^B	
		3873,58 ^C			-1,695 ^C			9,96(5) ^C		
4f5d $^3G^o_3$	5d 2 3F_2	2804,71 ^A	4922,307 ^A	4899,91 ^b	-0,156 ^A	-0,412 ^A	-0,73 ^b	8,45(7) ^A	1,52(7) ^A	1,55(7) ^a
		3045,27 ^B	4747,271 ^B	4899,92 ^d	-0,221 ^B	-0,286 ^B	-0,402 ^d	6,17(7) ^B	1,53(8) ^B	7,3±0,4(6) ^b
		2618,15 ^C			-0,093 ^C			1,12(8) ^C		
4f5d $^3G^o_3$	5d 2 3F_3	2894,09 ^A	5182,237 ^A	5156,73 ^b	-1,074 ^A	-1,518 ^A	-1,85 ^b	9,58(6) ^A	1,08(6) ^A	1,19(6) ^a
		3131,00 ^B	4995,528 ^B	5156,74 ^d	-1,192 ^B	-1,118 ^B	-1,470 ^d	6,23(6) ^B	2,04(7) ^B	5,0±0,5(5) ^b
		2689,32 ^C			-1,017 ^C			1,26(7) ^C		

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f5d $^3G^o_3$	5d 2 1D_2	2917,66 ^A	5285,215 ^A	5259,38 ^b	-1,752 ^A	-1,527 ^A	-1,95 ^b	1,98(6) ^A	1,01(6) ^A	1,05(6) ^a
		3180,74 ^B	5083,625 ^B		-1,455 ^B	-1,913 ^B		3,29(6) ^B	3,15(6) ^B	3,9±0,7(5) ^b
		2743,64 ^C			-0,963 ^C			1,38(7) ^C		
4f5d $^3G^o_3$	5d 2 3F_4	2983,10 ^A	5440,650 ^A	–	-4,108 ^A	-2,835 ^A	–	8,33(3) ^A	4,71(4) ^A	5,74(4) ^a
		3215,85 ^B	5238,135 ^B		-3,064 ^B	-3,559 ^B		7,94(4) ^B	6,72(4) ^B	
		2762,38 ^C			-3,151 ^C			8,81(4) ^C		
4f5d $^3G^o_3$	5d6s 3D_2	3352,73 ^B	5638,406 ^A	–	-4,676 ^B	-2,648 ^A	–	1,78(3) ^B	6,74(4) ^A	1,55(4) ^a
			5401,004 ^B			-3,643 ^B			5,20(4) ^B	
4f5d $^3G^o_3$	5d6s 3D_3	3071,40 ^A	5881,063 ^A	–	-2,541 ^A	-3,631 ^A	–	2,91(5) ^A	6,44(3) ^A	2,13(4) ^a
			5615,165 ^B			-2,704 ^B			4,19(5) ^B	
4f5d $^3G^o_3$	5d 2 1G_4	3715,76 ^A	7769,687 ^A	–	-1,561 ^A	-2,880 ^A	–	1,89(6) ^A	2,08(4) ^A	2,89(4) ^a
		4200,44 ^B	7304,562 ^B		-3,755 ^B	-2,018 ^B		9,47(3) ^B	1,20(6) ^B	
4f5d $^3G^o_4$	5d 2 3F_3	2788,23 ^A	4943,421 ^A	4920,98 ^{b,d}	-0,029 ^A	-0,266 ^A	-0,58 ^b	8,91(7) ^A	1,64(7) ^A	1,68(7) ^a
		3008,03 ^B	4858,380 ^B		-0,062 ^B	-0,182 ^B	-0,268 ^d	7,09(7) ^B	1,86(8) ^B	8,0±0,4(6) ^b
		2606,97 ^C			1,237 ^C			1,35(8) ^C		
4f5d $^3G^o_4$	5d 2 3F_4	2870,75 ^A	5178,028 ^A	5163,61 ^b	-1,055 ^A	-1,554 ^A	-1,81 ^b	7,92(6) ^A	7,72(5) ^A	9,81(5) ^a
		3086,26 ^B	5087,545 ^B	5163,62 ^d	-1,161 ^B	-1,010 ^B	-1,433 ^d	5,36(6) ^B	2,52(7) ^B	4,3±0,4(5) ^b
		2675,56 ^C			-1,007 ^C			1,02(7) ^C		
4f5d $^3G^o_4$	5d6s 3D_3	2952,44 ^A	5575,396 ^A	–	-2,492 ^A	-3,294 ^A	–	2,73(5) ^A	1,21(4) ^A	–
		3275,67 ^B	5442,473 ^B		-4,593 ^B	-2,812 ^B		1,76(3) ^B	3,47(5) ^B	
		3543,06 ^A	7244,934 ^A	–	-3,033 ^A	-2,625 ^A	–	5,46(4) ^A	3,35(4) ^A	1,72(4) ^a
4f5d $^3G^o_4$	5d 2 1G_4	3982,05 ^B	7015,004 ^B		-3,394 ^B	-4,770 ^B		1,88(4) ^B	2,30(3) ^B	
		3262,19 ^C			-2,978 ^C			7,32(4) ^C		
		2761,91 ^A	4957,243 ^A	4921,78 ^b	0,099 ^A	-0,148 ^A	-0,45 ^b	9,98(7) ^A	1,75(7) ^A	1,81(7) ^a
4f5d $^3G^o_5$	5d 2 3F_4	2964,62 ^B	4998,010 ^B	4921,79 ^d	0,066 ^B	-0,040 ^B	-0,145 ^d	8,04(7) ^B	2,44(8) ^B	8,8±0,5(6) ^b
		2585,41 ^C			0,215 ^C			1,49(8) ^C		
		2408,10 ^A	4865,519 ^A	4809,00 ^b	-0,599 ^A	-1,344 ^A	-1,40 ^b	2,89(8) ^A	1,28(7) ^A	1,23(7) ^a
4f5d $^3P^o_0$	5d6s 3D_1		4862,632 ^B	4809,01 ^d		-1,276 ^B	-1,267 ^d		1,50(7) ^B	1,15±0,07(7) ^b
		2689,08 ^A	5996,635 ^A	–	-0,887 ^A	-3,540 ^A	–	1,19(8) ^A	5,35(4) ^A	1,56(6) ^a
		2965,88 ^B	5978,805 ^B		-1,346 ^B	-0,963 ^B		3,41(7) ^B	2,03(7) ^B	
4f5d $^3P^o_1$	5d 2 3P_1	2592,32 ^C			-0,897 ^C			1,26(8) ^C		
		2302,45 ^A	4411,598 ^A	–	-2,500 ^A	-4,254 ^A	–	1,32(6) ^A	0,64(4) ^A	5,64(4) ^a
		2509,64 ^B	4439,672 ^B		-4,625 ^B	-1,264 ^B		8,37(3) ^B	1,84(7) ^B	
4f5d $^3P^o_1$	5d 2 3F_2	2240,59 ^C			-4,206 ^C			2,75(4) ^C		
		2378,03 ^A	4700,894 ^A	4691,17 ^b	-0,873 ^A	-1,769 ^A	-1,81 ^b	5,26(7) ^A	1,71(6) ^A	1,58(6) ^a
		2600,93 ^B	4732,506 ^B		-2,854 ^B	-1,708 ^B		4,59(5) ^B	5,84(6) ^B	1,56±0,14(6) ^b
4f5d $^3P^o_1$	5d 2 1D_2	2331,87 ^C			-2,920 ^C			4,91(5) ^C		
		2394,14 ^A	4813,612 ^A	4804,04 ^b	-0,624 ^A	-1,571 ^A	-1,49 ^b	9,22(7) ^A	2,58(6) ^A	3,99(6) ^a
			4848,240 ^B			-1,176 ^B			1,89(7) ^B	3,14±0,19(6) ^b

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f5d ³ P ₀ ¹	5d6s ³ D ₂	2441,75 ^A	4978,257 ^A	4970,39 ^b	-0,259 ^A	-1,038 ^A	-1,16 ^b	2,05(8) ^A	8,22(6) ^A	6,85(6) ^a
		2714,82 ^B	5006,376 ^B		-3,903 ^B	-1,139 ^B		0,37(5) ^B	1,93(7) ^B	6,3±0,3(6) ^b
4f5d ³ P ₀ ¹	5d ² ³ P ₀	2627,97 ^A	5734,371 ^A	–	-1,067 ^A	-3,270 ^A	–	2,75(7) ^A	3,63(4) ^A	3,61(5) ^a
		2924,80 ^B	5794,268 ^B		-1,517 ^B	-1,641 ^B		7,88(6) ^B	4,54(6) ^B	
4f5d ³ P ₀ ¹	5d ² ³ P ₁	2671,68 ^A	5917,985 ^A	–	-1,010 ^A	-3,384 ^A	–	3,04(7) ^A	2,62(4) ^A	–
		2966,33 ^B	5957,063 ^B		-1,364 ^B	-1,101 ^B		1,09(7) ^B	1,49(7) ^B	
		2583,96 ^C			-0,969 ^C			3,57(7) ^C		
4f5d ³ P ₀ ¹	5d ² ³ P ₂	2708,82 ^A	6095,378 ^A	–	-0,880 ^A	-3,256 ^A	–	3,99(7) ^A	3,32(4) ^A	1,31(4) ^a
		3006,97 ^B	6140,801 ^B		-1,250 ^B	-0,898 ^B		1,38(7) ^B	2,24(7) ^B	
4f5d ³ P ₀ ¹	6s ² ¹ S ₀	2702,63 ^A	6537,853 ^A	–	-1,626 ^A	-2,868 ^A	–	7,18(6) ^A	7,04(4) ^A	–
		3017,98 ^B	6608,990 ^B		-2,482 ^B	-1,567 ^B		8,04(5) ^B	4,14(6) ^B	
4f5d ³ P ₀ ¹	5d6s ¹ D ₂	2997,29 ^A	7950,051 ^A	–	-1,901 ^A	-2,325 ^A	–	3,11(6) ^A	1,66(5) ^A	–
			8045,546 ^B			-2,458 ^B			3,59(5) ^B	
4f5d ³ P ₀ ²	5d ² ³ F ₂	2268,95 ^A	4242,312 ^A	4300,43 ^{b,d}	-2,716 ^A	-2,170 ^A	-1,58 ^b	4,97(5) ^A	5,01(5) ^A	7,56(5) ^a
		2223,30 ^C	4576,530 ^B		-3,597 ^C	-2,057 ^B	-2,043 ^d	6,82(4) ^C	2,79(6) ^B	1,89±0,15(6) ^b
4f5d ³ P ₀ ²	5d ² ³ F ₃	2327,09 ^A	4433,988 ^A	–	-3,992 ^A	-2,473 ^A	–	2,50(4) ^A	2,28(5) ^A	1,16(4) ^a
		2535,50 ^B	4806,817 ^B		-3,985 ^B	-1,163 ^B		2,14(4) ^B	1,99(7) ^B	
		2274,41 ^C			-3,261 ^C			1,41(5) ^C		
4f5d ³ P ₀ ²	5d ² ¹ D ₂	2342,31 ^A	4509,160 ^A	4574,86 ^b	-1,149 ^A	-2,150 ^A	-1,08 ^b	1,72(7) ^A	4,64(5) ^A	2,77(6) ^a
		2313,14 ^C	4888,330 ^B	4574,88 ^d	-2,505 ^C	-4,164 ^B	-1,12 ^d	7,78(5) ^C	1,92(4) ^B	5,3±0,3(6) ^b
4f5d ³ P ₀ ²	5d6s ³ D ₁	–	4612,769 ^A	–		-3,492 ^A	–		2,02(4) ^A	–
			5011,910 ^B			-2,238 ^B			1,54(6) ^B	
4f5d ³ P ₀ ²	5d6s ³ D ₂	2404,11 ^A	4763,746 ^A	4840,01 ^{b,d}	-0,610 ^A	-1,632 ^A	-1,79 ^b	5,65(7) ^A	1,37(6) ^A	1,41(6) ^a
			5181,090 ^B			-1,848 ^B	-1,457 ^d		3,53(6) ^B	9,2±1,2(5) ^b
4f5d ³ P ₀ ²	5d6s ³ D ₃	2440,38 ^A	4935,809 ^A	4999,46 ^{b,d}	1,722 ^A	-0,666 ^A	-0,77 ^b	3,85(8) ^A	1,18(7) ^A	1,10(7) ^a
			5377,848 ^B			-0,874 ^B	-0,667 ^d		3,08(7) ^B	9,0±05(6) ^b
4f5d ³ P ₀ ²	5d ² ³ P ₁	2626,68 ^A	5617,291 ^A	5703,31 ^b	-0,989 ^A	-4,336 ^A	-2,00 ^b	1,98(7) ^A	1,95(3) ^A	1,76(5) ^a
		2923,60 ^B	6206,082 ^B		-1,426 ^B	-0,667 ^B		5,84(6) ^B	3,73(7) ^B	4,1±0,9(5) ^b
		2560,99 ^C			-0,938 ^C			2,34(7) ^C		
4f5d ³ P ₀ ²	5d ² ³ P ₂	2662,57 ^A	5776,872 ^A	–	-0,383 ^A	-2,460 ^A	–	7,78(7) ^A	1,39(5) ^A	5,24(5) ^a
		2963,07 ^B	6405,760 ^B		-0,735 ^B	-1,077 ^B		2,79(7) ^B	1,36(7) ^B	
4f5d ³ P ₀ ²	5d6s ¹ D ₂	2940,77 ^A	7416,709 ^A	–	-2,387 ^A	-2,402 ^A	–	6,31(5) ^A	9,61(4) ^A	–
		3526,78 ^B	8506,535 ^B		-2,485 ^B	-0,630 ^B		3,50(5) ^B	2,16(7) ^B	
4f5d ¹ F ₃	5d ² ³ F ₂	2355,33 ^A	4125,367 ^A	4076,70 ^b	-3,444 ^A	-1,466 ^A	-1,76 ^b	0,06(6) ^A	1,91(6) ^A	2,02(6) ^a
		2522,51 ^B	4447,970 ^B		-1,954 ^B	-1,713 ^B		1,66(6) ^B	6,53(6) ^B	0,99±0,10(6) ^b
		2241,22 ^C			-2,372 ^C			8,05(5) ^C		
4f5d ¹ F ₃	5d ² ³ F ₃	2418,04 ^A	4306,395 ^A	–	-2,389 ^A	-2,358 ^A	–	6,64(5) ^A	2,25(5) ^A	–
		2581,06 ^B	4665,194 ^B		-2,859 ^B	-2,382 ^B		1,97(5) ^B	1,27(6) ^B	
		2293,17 ^C			-2,428 ^C			6,75(5) ^C		

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f5d ¹ F ₃	5d ² ¹ D ₂	2434,47 ^A	4377,268 ^A	4322,50 ^b	-1,681 ^A	-0,489 ^A	-0,93 ^b	3,35(6) ^A	1,61(7) ^A	1,54(7) ^a
		2614,76 ^B	4741,936 ^B	4322,51 ^d	-0,708 ^B	-0,302 ^B	-1,05 ^d	2,72(7) ^B	1,48(8) ^B	5,9 ± 0,3(6)
		2332,55 ^C			-0,790 ^C			2,84(7) ^C		
4f5d ¹ F ₃	5d ² ³ F ₄	2479,87 ^A	4483,350 ^A	4432,95 ^b	-1,660 ^A	-1,390 ^A	-1,92 ^b	3,38(6) ^A	1,93(6) ^A	3,26(5) ^a
		2346,08 ^C	4876,100 ^B		-1,805 ^C	-0,794 ^B		2,71(6) ^C	4,51(7) ^B	0,58 ± 0,08(6)
4f5d ¹ F ₃	5d6s ³ D ₂	2501,30 ^A	4616,783 ^A	4558,46 ^{b,d}	-2,252 ^A	-0,910 ^A	-0,97 ^b	0,85(6) ^A	5,50(6) ^A	5,55(6) ^a
		2729,89 ^B	5016,931 ^B		-1,994 ^B	-2,118 ^B		1,29(6) ^B	2,02(6) ^B	4,94±0,28(6) ^b
4f5d ¹ F ₃	5d6s ³ D ₃	2540,59 ^A	4778,214 ^A	4699,62 ^b	-1,807 ^A	-1,048 ^A	-1,78 ^b	2,29(6) ^A	3,74(6) ^A	1,05(6) ^a
			5201,196 ^B			-1,182 ^B			1,62(7) ^B	7,1±1,3(5) ^b
4f5d ¹ F ₃	5d ² ³ P ₂	2782,29 ^A	5562,161 ^A	–	-1,266 ^A	-2,090 ^A	–	6,67(6) ^A	2,50(5) ^A	1,09(6) ^a
		3025,48 ^B	6156,688 ^B		-1,064 ^B	-1,031 ^B		8,95(6) ^B	1,64(7) ^B	
		2620,76 ^C			-0,950 ^C			1,55(7) ^C		
4f5d ¹ F ₃	5d ² ¹ G ₄	2966,06 ^A	5954,109 ^A	5863,69 ^b	-0,391 ^A	-0,902 ^A	-1,37 ^b	4,39(7) ^A	3,37(6) ^A	3,62(6) ^a
		3266,70 ^B	6619,226 ^B	5863,71 ^d	-2,476 ^B	-1,110 ^B	-0,928 ^d	2,98(5) ^B	1,18(7) ^B	1,19±0,13(6) ^b
		2785,28 ^C			-0,828 ^C			1,82(7) ^C		
4f5d ¹ F ₃	5d6s ¹ D ₂	3087,51 ^A	7066,496 ^A	–	-0,072 ^A	-2,616 ^A	–	8,45(7) ^A	4,62(4) ^A	–
		3615,54 ^B	8072,839 ^B		-0,760 ^B	-1,711 ^B		1,26(7) ^B	1,99(6) ^B	
4f5d ¹ H ₅	5d ² ³ F ₄	2174,10 ^B	3720,786 ^A	–	-3,580 ^B	-2,921 ^A	–	3,36(4) ^B	5,25(4) ^A	–
			3965,217 ^B			-2,506 ^B			1,32(6) ^B	
4f5d ¹ H ₅	5d ² ¹ G ₄	2583,54 ^B	4680,243 ^A	4748,73 ^{b,d}	0,205 ^B	-0,098 ^A	-0,102 ^d	1,46(8) ^B	2,21(7) ^A	7,7 ± 0,4(6) ^b
			5045,761 ^B			0,064 ^B	-0,54 ^b		3,03(8) ^B	
4f5d ¹ G ₄	5d ² ³ F ₃	4135,72 ^B	6270,86 ^A	–	-3,745 ^B	-2,962 ^A	–	7,77(3) ^B	2,05(4) ^A	–
		3483,99 ^C	6906,900 ^B		-2,201 ^C	-2,357 ^B		3,84(5) ^C	6,83(4) ^B	
4f5d ¹ G ₄	5d ² ³ F ₄	3874,00 ^A	6653,252 ^A	–	-2,216 ^A	-2,383 ^A	–	2,99(5) ^A	6,94(4) ^A	–
		4285,05 ^B	7379,458 ^B		-1,892 ^B	-2,133 ^B		5,17(5) ^B	1,00(5) ^B	
		3607,58 ^C			-1,312 ^C			2,77(6) ^C		
4f5d ¹ G ₄	5d6s ³ D ₃	4024,24 ^A	7323,959 ^A	–	-1,820 ^A	-2,788 ^A	–	6,92(5) ^A	2,25(4) ^A	–
		4659,09 ^B	8150,434 ^B		-3,374 ^B	-1,882 ^B		1,44(4) ^B	1,46(5) ^B	
4f5d ¹ G ₄	5d ² ¹ G ₄	5207,39 ^A	10503,52 ^A	–	-1,078 ^A	-1,624 ^A	–	2,28(6) ^A	1,60(5) ^A	–
		6231,26 ^B	12269,27 ^B		-1,249 ^B	-1,253 ^B		1,07(6) ^B	2,75(5) ^B	
		4762,24 ^C			-1,044 ^C			2,95(6) ^C		
4f5d ³ H ₄	5d ² ³ F ₃	3502,01 ^A	5984,854 ^A	–	-3,494 ^A	-2,269 ^A	–	1,93(4) ^A	1,11(5) ^A	–
		3863,64 ^B	6010,871 ^B		-2,833 ^B	-2,231 ^B		7,28(4) ^B	1,08(6) ^B	
		3285,00 ^C			-2,467 ^C			2,34(5) ^C		
4f5d ³ H ₄	5d ² ³ F ₄	3633,19 ^A	6332,195 ^A	–	-2,972 ^A	-1,991 ^A	–	5,97(4) ^A	1,89(5) ^A	–
		3993,67 ^B	6365,623 ^B		-1,964 ^B	-3,766 ^B		5,04(5) ^B	2,82(4) ^B	
		3394,66 ^C			-1,408 ^C			2,51(6) ^C		
4f5d ³ H ₄	5d6s ³ D ₃	3765,02 ^A	6936,792 ^A	–	-1,476 ^A	-2,337 ^A	–	1,74(6) ^A	7,08(4) ^A	–
		4316,65 ^B	6931,191 ^B		-3,067 ^B	-4,785 ^B		3,41(4) ^B	2,28(3) ^B	

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f5d $^3H^o_4$	5d 2 1G_4	4781,41 ^A	9725,083 ^A	–	-1,697 ^A	-1,630 ^A	–	6,51(5) ^A	1,84(5) ^A	–
		5633,54 ^B	9700,551 ^B		-1,895 ^B	-2,964 ^B		2,96(5) ^B	7,70(4) ^B	
		4398,09 ^C			-1,451 ^C			1,36(6) ^C		
4f5d $^3H^o_5$	5d 2 3F_4	3495,04 ^A	6129,396 ^A	–	-3,416 ^A	-2,929 ^A	–	1,90(4) ^A	1,90(4) ^A	–
		3828,02 ^B	6192,714 ^B		-3,475 ^B	-2,208 ^B		1,38(4) ^B	1,08(6) ^B	
		3289,43 ^C			-3,463 ^C			1,93(4) ^C		
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3F_2	2053,98 ^B	3304,105 ^A	–	-2,773 ^B	-2,389 ^A	–	8,87(5) ^B	8,32(5) ^A	–
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 1D_2	2114,73 ^B	4656,127 ^B			-0,708 ^B			6,03(7) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 1D_2		3463,754 ^A	3452,18 ^c	-1,931 ^B	-1,417 ^A	-1,15±0,02 ^c	5,82(6) ^B	7,09(6) ^A	1,30(8) ^c
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3D_1	–	4979,250 ^B			-0,724 ^B			5,08(7) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3D_1		3524,567 ^A	3512,93 ^c		-1,711 ^A	-1,29±0,02 ^c		3,48(6) ^A	9,07(7) ^c
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3D_2	2189,41 ^B	5107,531 ^B			-2,326 ^B			1,21(6) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3D_2		3612,036 ^A	3601,06 ^c	-3,171 ^B	-1,315 ^A	-0,97±0,02 ^c	3,12(5) ^B	8,25(6) ^A	1,79(8) ^c
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3P_0	2323,98 ^B	5283,341 ^B			-2,015 ^B			2,31(6) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3P_0		3994,158 ^A	–	-2,905 ^B	-1,603 ^A	–	5,11(5) ^B	3,47(6) ^A	–
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3P_1	2350,13 ^B	6168,527 ^B			-0,814 ^B			2,69(7) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3P_1		4082,381 ^A	–	-5,158 ^B	-3,694 ^A	–	0,28(4) ^B	2,70(4) ^A	–
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3P_2	2375,57 ^B	6353,367 ^B			-3,457 ^B			5,78(4) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d 2 3P_2		4166,018 ^A	–	-3,007 ^B	-2,412 ^A	–	3,87(5) ^B	4,96(5) ^A	–
4f5d $^1P^o_1$	6s 2 1S_0	2382,43 ^B	6562,795 ^B			-2,074 ^B			1,31(6) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	6s 2 1S_0		4368,071 ^A	–	-1,574 ^B	-0,270 ^A	–	1,04(7) ^B	6,26(7) ^A	–
4f5d $^1P^o_1$	5d6s 1D_2	2724,74 ^B	7100,359 ^B			-1,877 ^B			1,76(6) ^B	
4f5d $^1P^o_1$	5d6s 1D_2		4956,286 ^A	4934,83 ^c	-2,199 ^B	-1,543 ^A	-0,35±0,02 ^c	1,89(6) ^B	2,59(6) ^A	4,03(8) ^c
4f5d $^1P^o_1$	5d6s 1D_2		8785,704 ^B			-1,902 ^B			1,08(6) ^B	
6s6p $^3P^o_0$	5d6s 3D_1	2561,99 ^A	3896,008 ^A	–	-0,406 ^A	-1,653 ^A	–	3,98(8) ^A	9,77(6) ^A	1,16(7) ^a
6s6p $^3P^o_0$	5d6s 3D_1		3777,602 ^B			-0,282 ^B			2,44(8) ^B	
6s6p $^3P^o_0$	5d 2 3P_1	2882,41 ^A	4589,151 ^A	4580,05 ^b	-2,551 ^A	-1,190 ^A	-1,01 ^b	6,64(6) ^A	2,05(7) ^A	1,87(7) ^a
6s6p $^3P^o_0$	5d 2 3P_1	3287,69 ^C	4418,410 ^B			-1,550 ^B		3,38(6) ^C	9,64(6) ^B	3,13±0,19(7) ^b
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3F_2	2430,62 ^A	3558,321 ^A	–	-2,458 ^A	-2,280 ^A	–	1,31(6) ^A	9,22(5) ^A	2,72(6) ^a
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3F_2	2718,50 ^C	3520,717 ^B			-1,614 ^B		4,59(5) ^C	1,31(7) ^B	
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 1D_2	2515,00 ^A	3744,172 ^A	–	-0,696 ^A	-1,725 ^A	–	7,07(7) ^A	2,99(6) ^A	1,25(7) ^a
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 1D_2	2854,04 ^C	3702,391 ^B			-0,615 ^B		2,78(7) ^C	1,18(8) ^B	
6s6p $^3P^o_1$	5d6s 3D_1	2533,03 ^A	3815,332 ^A	–	-0,600 ^A	-1,918 ^A	–	8,69(7) ^A	1,84(6) ^A	2,01(6) ^a
6s6p $^3P^o_1$	5d6s 3D_1		3772,850 ^B			-0,445 ^B			1,68(8) ^B	
6s6p $^3P^o_1$	5d6s 3D_2	2586,38 ^A	3918,038 ^A	–	-0,249 ^A	-2,138 ^A	–	1,87(8) ^A	1,05(6) ^A	3,77(6) ^a
6s6p $^3P^o_1$	5d6s 3D_2		3867,926 ^B			-0,050 ^B			3,98(8) ^B	
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3P_0	2796,27 ^A	4371,713 ^A	–	-2,073 ^A	-1,101 ^A	–	2,40(6) ^A	9,23(6) ^A	7,93(6) ^a
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3P_0	3191,95 ^C	4321,978 ^B			-1,507 ^B		8,11(5) ^C	1,11(7) ^B	
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3P_1	2845,81 ^A	4477,625 ^A	–	-1,792 ^A	-1,298 ^A	–	4,43(6) ^A	5,58(6) ^A	1,22(7) ^a
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3P_1	3241,02 ^C	4411,911 ^B			-1,753 ^B		7,53(5) ^C	6,05(6) ^B	

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
6s6p $^3P^o_1$	5d 2 3P_2	2887,97 ^A	4578,441 ^A	–	-1,560 ^A	-1,170 ^A	–	7,32(6) ^A	7,17(6) ^A	1,24(7) ^a
		3297,77 ^C	4511,894 ^B	–	-2,745 ^C	-1,486 ^B	–	3,67(5) ^C	1,07(7) ^B	–
6s6p $^3P^o_1$	6s 2 1S_0	2880,94 ^A	4823,656 ^A	–	-2,464 ^A	-3,138 ^A	–	9,19(5) ^A	6,96(4) ^A	8,93(5) ^a
			4759,633 ^B	–		-4,668 ^B	–		6,33(3) ^B	–
6s6p $^3P^o_1$	5d6s 1D_2	3218,20 ^A	5551,189 ^A	–	-2,644 ^A	-1,549 ^A	–	4,87(5) ^A	2,04(6) ^A	–
			5461,987 ^B	–		-3,656 ^B	–		4,94(4) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d 2 3F_2	2381,60 ^A	3392,419 ^A	–	-3,203 ^A	-3,372 ^A	–	1,47(5) ^A	4,92(4) ^A	4,14(5) ^a
		2654,26 ^C	3507,677 ^B	–	-2,834 ^C	-2,817 ^B	–	2,77(5) ^C	8,27(5) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d 2 3F_3	2445,74 ^A	3513,889 ^A	–	-2,849 ^A	-2,454 ^A	–	3,15(5) ^A	3,80(5) ^A	9,06(5) ^a
			3641,387 ^B	–		-2,759 ^B	–		8,76(5) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d 2 1D_2	2462,56 ^A	3560,934 ^A	–	-1,329 ^A	-4,261 ^A	–	1,03(7) ^A	5,77(3) ^A	6,69(6) ^a
		2783,32 ^C	3687,974 ^B	–	-1,161 ^C	-1,660 ^B	–	1,19(7) ^C	1,07(7) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d6s 3D_1	2479,83 ^A	3625,239 ^A	–	-1,964 ^A	-2,911 ^A	–	2,35(6) ^A	1,25(5) ^A	6,43(6) ^a
			3757,880 ^B	–		-1,733 ^B	–		8,73(6) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d6s 3D_2	2530,95 ^A	3717,842 ^A	–	-0,913 ^A	-1,912 ^A	–	2,54(7) ^A	1,18(6) ^A	7,53(7) ^a
			3852,194 ^B	–		-0,572 ^B	–		1,20(8) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d6s 3D_3	2571,18 ^A	3821,820 ^A	–	0,010 ^A	-2,538 ^A	–	2,06(8) ^A	2,64(5) ^A	3,40(8) ^a
			3959,914 ^B	–		0,274 ^B	–		7,99(8) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d 2 3P_1	2778,84 ^A	4218,054 ^A	–	-1,607 ^A	-0,820 ^A	–	4,26(6) ^A	1,13(7) ^A	1,38(7) ^a
		3150,13 ^C	4391,454 ^B	–	-2,567 ^C	-1,544 ^B	–	3,63(5) ^C	9,88(6) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d 2 3P_2	2819,03 ^A	4307,403 ^A	–	-0,851 ^A	-0,444 ^A	–	2,36(7) ^A	2,59(7) ^A	5,39(7) ^a
		3203,71 ^C	4490,502 ^B	–	-1,653 ^C	-1,266 ^B	–	2,88(6) ^C	1,79(7) ^B	–
6s6p $^3P^o_2$	5d6s 1D_2	3132,82 ^A	5157,695 ^A	–	-1,952 ^A	-2,465 ^A	–	1,52(6) ^A	1,72(5) ^A	–
			5430,667 ^B	–		-2,214 ^B	–		1,38(6) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d 2 3F_2	–	2188,158 ^A	–	–	-1,333 ^A	–	–	2,16(7) ^A	–
			2176,12 ^B	–		-2,716 ^B	–		9,02(5) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d 2 1D_2	–	2257,053 ^A	–	–	-0,507 ^A	–	–	1,36(8) ^A	–
			2244,185 ^B	–		-1,719 ^B	–		8,43(6) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d6s 3D_1	–	2282,718 ^A	–	–	-2,748 ^A	–	–	7,62(5) ^A	–
			2269,880 ^B	–		-2,867 ^B	–		5,87(5) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d6s 3D_2	–	2319,090 ^A	–	–	-1,413 ^A	–	–	1,60(7) ^A	–
			2303,952 ^B	–		-3,215 ^B	–		2,55(5) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d 2 3P_0	–	2470,861 ^A	–	–	-1,047 ^A	–	–	3,27(7) ^A	–
			2457,752 ^B	–		-2,502 ^B	–		1,16(6) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d 2 3P_1	–	2504,341 ^A	–	–	-3,838 ^A	–	–	5,14(4) ^A	–
			2486,575 ^B	–		-2,939 ^B	–		4,14(5) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	5d 2 3P_2	–	2535,568 ^A	–	–	-1,301 ^A	–	–	1,73(7) ^A	–
			2518,024 ^B	–		-1,795 ^B	–		5,63(6) ^B	–
6s6p $^1P^o_1$	6s 2 1S_0	–	2609,021 ^A	–	–	0,121 ^A	–	–	4,31(8) ^A	–
			2593,357 ^B	–		0,057 ^B	–		3,77(8) ^B	–

Tablo A.2. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			A_{ki}		
Üst seviye	Alt seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6s6p ¹ P ₁	5d6s ¹ D ₂	–	2808,077 ^A	–	–	0,345 ^A	–	–	6,24(8) ^A	–
			2788,747 ^B			-0,69 ^B			5,83(7) ^B	
4f6p ³ D ₁	4f6s ³ F ₂	1417,39 ^A	4175,536 ^A	4099,54 ^d	0,226 ^A	0,116 ^A	0,201 ^d	1,86(9) ^A	1,66(8) ^A	–
			4120,597 ^B			0,164 ^B			1,91(8) ^B	
4f6p ³ D ₂	4f6s ³ F ₂	1419,91 ^A	4159,758 ^A	4152,78 ^d	-0,192 ^A	-0,613 ^A	-0,03 ^d	4,25(8) ^A	1,88(7) ^A	–
			4201,116 ^B			-0,007 ^B			7,44(7) ^B	
4f6p ³ F ₂	4f6s ³ F ₂	1670,11 ^A	4679,376 ^A	4619,88 ^d	0,494 ^A	0,321 ^A	0,148 ^d	1,49(9) ^A	1,27(8) ^A	–
			4653,569 ^B			0,047 ^B			0,69(8) ^B	
4f6p ³ G ₃	4f6s ³ F ₂	1454,80 ^A	4267,953 ^A	4692,50 ^d	-0,924 ^A	0,063 ^A	0,049 ^d	5,36(7) ^A	6,04(7) ^A	–
			4737,961 ^B			0,166 ^B			6,23(7) ^B	
4f6p ³ D ₂	4f6s ³ F ₃	1427,57 ^A	4178,693 ^A	4192,36 ^d	0,326 ^A	0,286 ^A	0,222 ^d	1,39(9) ^A	1,47(8) ^A	–
			4199,098 ^B			0,124 ^B			1,01(8) ^B	
4f6p ³ F ₄	4f6s ³ F ₃	1645,32 ^A	4398,451 ^A	4269,50 ^d	-0,170 ^A	0,078 ^A	0,540 ^d	1,85(8) ^A	4,58(7) ^A	–
			4259,445 ^B			0,556 ^B			1,47(7) ^B	
4f6p ³ G ₄	4f6s ³ F ₃	1447,15 ^A	4257,983 ^A	4385,20 ^d	-0,474 ^A	0,347 ^A	-0,446 ^d	1,19(8) ^A	9,08(7) ^A	–
			4361,090 ^B			-0,198 ^B			2,46(7) ^B	
4f6p ³ F ₂	4f6s ³ F ₃	1680,71 ^A	4703,350 ^A	4668,91 ^d	-0,398 ^A	-0,632 ^A	-0,077 ^d	1,88(8) ^A	1,41(7) ^A	–
			4651,093 ^B			-0,055 ^B			5,42(7) ^B	
4f6p ³ G ₃	4f6s ³ F ₃	1462,84 ^A	4287,888 ^A	4743,09 ^d	-0,546 ^A	-1,520 ^A	0,276 ^d	1,26(8) ^A	0,16(7) ^A	–
			4735,394 ^B			0,211 ^B			6,90(7) ^B	
4f6p ³ D ₃	4f6s ³ F ₄	1460,81 ^A	4191,054 ^A	4217,56 ^d	0,526 ^A	0,440 ^A	0,369 ^d	1,50(9) ^A	1,49(8) ^A	–
			4203,799 ^B			0,348 ^B			1,20(8) ^B	
4f6p ³ G ₅	4f6s ³ F ₄	1455,82 ^A	4246,434 ^A	4286,97 ^d	0,084 ^A	0,622 ^A	0,720 ^d	3,47(8) ^A	1,41(8) ^A	–
			4294,055 ^B			0,743 ^B			1,82(8) ^B	
4f6p ³ F ₄	4f6s ³ F ₄	1687,35 ^A	4680,173 ^A	4525,31 ^d	0,775 ^A	0,467 ^A	-0,127 ^d	1,55(9) ^A	9,92(7) ^A	–
			4548,358 ^B			-0,071 ^B			3,04(7) ^B	
4f6p ³ G ₄	4f6s ³ F ₄	1479,57 ^A	4521,460 ^A	4655,50 ^d	-0,209 ^A	0,102 ^A	0,407 ^d	2,09(8) ^A	4,59(7) ^A	–
			4664,448 ^B			0,270 ^B			6,33(7) ^B	
4f6p ¹ D ₂	4f6s ¹ F ₃	1385,24 ^A	4078,163 ^A	4050,08 ^d	0,278 ^A	0,346 ^A	0,428 ^d	1,32(9) ^A	1,78(8) ^A	–
			4080,264 ^B			0,376 ^B			1,90(8) ^B	
4f6p ³ G ₄	4f6s ¹ F ₃	1481,31 ^A	4556,567 ^A	4671,83 ^d	-1,561 ^A	-1,777 ^A	0,037 ^d	9,26(6) ^A	5,96(5) ^A	–
			4659,710 ^B			0,229 ^B			5,77(7) ^B	

^aKulaga-Egger ve Migdalek [121], ^bLawer ve çalışma arkadaşları[115], ^cZhiguo ve çalışma arkadaşları 113, ^dgA_{ki}'den çevrildi], ^eBord ve çalışma arkadaşları [114], ^fNIST Periodictable [62]

Tablo A.3. La III'ün E seviye enerjileri (cm^{-1}) ve Landé g -çarpanları (Tablo 3.11'in geniş hali)

Seviyeler		E			g -çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
11s	$^2S_{1/2}$	–	138085,80 ^C 137097,40 ^D	–	–	2,002 ^{C,D}	–
12s	$^2S_{1/2}$	–	141630,70 ^C 140642,30 ^D	–	–	2,002 ^{C,D}	–
13s	$^2S_{1/2}$	–	143156,40 ^D	–	–	2,002 ^D	–
14s	$^2S_{1/2}$	–	144994,80 ^D	–	–	2,002 ^D	–
15s	$^2S_{1/2}$	–	146382,50 ^D	–	–	2,002 ^D	–
16s	$^2S_{1/2}$	–	147458,90 ^D	–	–	2,002 ^D	–
17s	$^2S_{1/2}$	–	148311,80 ^D	–	–	2,002 ^D	–
18s	$^2S_{1/2}$	–	149000,70 ^D	–	–	2,002 ^D	–
19s	$^2S_{1/2}$	–	149550,50 ^D	–	–	2,002 ^D	–
20s	$^2S_{1/2}$	–	150007,90 ^D	–	–	2,002 ^D	–
10d	$^2D_{3/2}$	–	137235,00 ^A 136194,70 ^B 138878,80 ^C 137246,60 ^D	–	–	0,800 ^{A,B,C,D}	–
	$^2D_{5/2}$	–	137271,50 ^A 136232,80 ^B 139915,30 ^C 137283,10 ^D	–	–	1,200 ^{A,B,C,D}	–
11d	$^2D_{3/2}$	–	141739,30 ^C 140750,90 ^D	–	–	0,800 ^{C,D}	–
	$^2D_{5/2}$	–	141764,60 ^C 140776,20 ^D	–	–	1,200 ^{C,D}	–
12d	$^2D_{3/2}$	–	144225,00 ^C 143236,60 ^D	–	–	0,800 ^{C,D}	–
	$^2D_{5/2}$	–	144243,30 ^C 143254,90 ^D	–	–	1,200 ^{C,D}	–
13d	$^2D_{3/2}$	–	146043,10 ^C 145054,70 ^D	–	–	0,800 ^{C,D}	–
	$^2D_{5/2}$	–	146056,80 ^C 145068,40 ^D	–	–	1,200 ^{C,D}	–
14d	$^2D_{3/2}$	–	147418,30 ^C 146429,90 ^D	–	–	0,800 ^{C,D}	–
	$^2D_{5/2}$	–	147428,80 ^C 146440,40 ^D	–	–	1,200 ^{C,D}	–
15d	$^2D_{3/2}$	–	148485,00 ^C 147496,60 ^D	–	–	0,800 ^{C,D}	–
	$^2D_{5/2}$	–	148493,20 ^C 147504,80 ^D	–	–	1,200 ^{C,D}	–
16d	$^2D_{3/2}$	–	148342,90 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	$^2D_{5/2}$	–	148349,40 ^D	–	–	1,200 ^D	–
17d	$^2D_{3/2}$	–	149024,80 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	$^2D_{5/2}$	–	149030,10 ^D	–	–	1,200 ^D	–
18d	$^2D_{3/2}$	–	149570,80 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	$^2D_{5/2}$	–	149575,10 ^D	–	–	1,200 ^D	–
19d	$^2D_{3/2}$	–	150024,70 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	$^2D_{5/2}$	–	150028,30 ^D	–	–	1,200 ^D	–
20d	$^2D_{3/2}$	–	150410,20 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	$^2D_{5/2}$	–	150413,20 ^D	–	–	1,200 ^D	–
9g	$^2G_{7/2}$	139288,61 ^A 140560,45 ^B 159801,28 ^C 161023,89 ^D	141216,40 ^{A,C} 141860,20 ^B 141228,00 ^D	–	0,889 ^{A,B,C,D}	0,889 ^{A,B,C,D}	–
	$^2G_{9/2}$	139288,64 ^A 140560,47 ^B 159806,69 ^C 161029,33 ^D	141216,60 ^{A,C} 141860,40 ^B 141228,20 ^D	–	1,111 ^{A,B,C,D}	1,111 ^{A,B,C,D}	–
10g	$^2G_{7/2}$	–	143562,40 ^{A,C} 144364,43 ^B 143574,00 ^D	–	–	0,889 ^{A,B,C,D}	–
	$^2G_{9/2}$	–	143562,60 ^{A,C} 144364,48 ^B 143574,20 ^D	–	–	1,111 ^{A,B,C,D}	–
11g	$^2G_{7/2}$	–	146291,40 ^C 145303,00 ^D	–	–	0,889 ^{C,D}	–
	$^2G_{9/2}$	–	146291,60 ^C 145303,20 ^D	–	–	1,111 ^{C,D}	–

Tablo A.3. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
12g	² G _{7/2}	-	147608,70 ^C 146620,30 ^D	-	-	0,889 ^{C,D}	-
	² G _{9/2}	-	147608,70 ^C 146620,30 ^D	-	-	1,111 ^{C,D}	-
13g	² G _{7/2}	-	148633,997 ^C 147645,60 ^D	-	-	0,889 ^{C,D}	-
	² G _{9/2}	-	148634,00 ^C 147645,60 ^D	-	-	1,111 ^{C,D}	-
14g	² G _{7/2}	-	149448,70 ^C 148460,30 ^D	-	-	0,889 ^{C,D}	-
	² G _{9/2}	-	149448,70 ^C 148460,30 ^D	-	-	1,111 ^{C,D}	-
15g	² G _{7/2}	-	150107,10 ^C 149118,70 ^D	-	-	0,889 ^{C,D}	-
	² G _{9/2}	-	150107,10 ^C 149118,70 ^D	-	-	1,111 ^{C,D}	-
Tek parite için:							
10p	² P _{1/2}	-	134776,00 ^{A,C} 134770,80 ^B 133877,20 ^D	-	-	0,666 ^{A,B,C,D}	-
	² P _{3/2}	-	134965,70 ^{A,C} 134960,50 ^B 134066,90 ^D	-	-	1,334 ^{A,B,C,D}	-
11p	² P _{1/2}	-	138374,50 ^C 138475,70 ^D	-	-	0,666 ^{C,D}	-
	² P _{3/2}	-	138502,30 ^C 138603,50 ^D	-	-	1,334 ^{C,D}	-
12p	² P _{1/2}	-	142530,70 ^C 141631,90 ^D	-	-	0,666 ^{C,D}	-
	² P _{3/2}	-	142620,80 ^C 141722,00 ^D	-	-	1,334 ^{C,D}	-
13p	² P _{1/2}	-	144795,90 ^C 143897,10 ^D	-	-	0,666 ^{C,D}	-
	² P _{3/2}	-	144861,90 ^C 143963,10 ^D	-	-	1,334 ^{C,D}	-
14p	² P _{1/2}	-	146476,90 ^C 145578,10 ^D	-	-	0,666 ^{C,D}	-
	² P _{3/2}	-	146526,60 ^C 145627,80 ^D	-	-	1,334 ^{C,D}	-
15p	² P _{1/2}	-	147750,20 ^C 146851,40 ^D	-	-	0,666 ^{C,D}	-
	² P _{3/2}	-	147788,60 ^C 146889,80 ^D	-	-	1,334 ^{C,D}	-
16p	² P _{1/2}	-	147847,40 ^D 147877,70 ^D	-	-	0,666 ^D	-
	² P _{3/2}	-	148631,70 ^D 148656,00 ^D	-	-	1,334 ^D	-
17p	² P _{1/2}	-	149278,80 ^D 149298,60 ^D	-	-	0,666 ^D	-
	² P _{3/2}	-	149804,80 ^D 149821,10 ^D	-	-	1,334 ^D	-
18p	² P _{1/2}	-	150231,60 ^D 150245,20 ^D	-	-	0,666 ^D	-
	² P _{3/2}	-	150231,60 ^D 150245,20 ^D	-	-	1,334 ^D	-
9f	² F _{5/2}	140118,77 ^A 136759,41 ^B 155074,86 ^C	138237,40 ^{A,C} 138237,10 ^B 138338,60 ^D	-	0,857 ^{A,B,C}	0,857 ^{A,B,C,D}	-
	² F _{7/2}	140125,58 ^A 136760,58 ^B 155601,75 ^C	138249,70 ^{A,C} 138249,40 ^B 138350,90 ^D	-	1,143 ^{A,B,C}	1,143 ^{A,B,C,D}	-
10f	² F _{5/2}	-	142429,90 ^{A,C} 142429,70 ^B 141531,10 ^D	-	-	0,857 ^{A,B,C,D}	-
	² F _{7/2}	-	142438,50 ^{A,C} 142438,30 ^B 141539,70 ^D	-	-	1,143 ^{A,B,C,D}	-
11f	² F _{5/2}	-	144721,40 ^C 143822,60 ^D	-	-	0,857 ^{C,D}	-
	² F _{7/2}	-	144727,70 ^C 143828,90 ^D	-	-	1,143 ^{C,D}	-

Tablo A.3. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
12f	${}^2F_{5/2}^o$	-	146415,50 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			145516,70 ^D				
	${}^2F_{7/2}^o$	-	146420,20 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			145521,40 ^D				
13f	${}^2F_{5/2}^o$	-	147701,30 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			146802,50 ^D				
	${}^2F_{7/2}^o$	-	147705,00 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			146806,20 ^D				
14f	${}^2F_{5/2}^o$	-	148707,00 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			147808,20 ^D				
	${}^2F_{7/2}^o$	-	148709,80 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			147811,00 ^D				
15f	${}^2F_{5/2}^o$	-	149503,60 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			148604,80 ^D				
	${}^2F_{7/2}^o$	-	149505,90 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			148607,10 ^D				
16f	${}^2F_{5/2}^o$	-	149257,60 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			149259,50 ^D			1,143 ^D	-
	${}^2F_{7/2}^o$	-	149781,30 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			149782,90 ^D			1,143 ^D	-
17f	${}^2F_{5/2}^o$	-	150211,90 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			150213,10 ^D			1,143 ^D	-
	${}^2F_{7/2}^o$	-	150578,80 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			150579,90 ^D			1,143 ^D	-
18f	${}^2F_{5/2}^o$	-	150894,10 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			150895,00 ^D			1,143 ^D	-
	${}^2F_{7/2}^o$	-		-	-		-
							-

Tablo A.4. La III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.12'nin geniş hali)

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6s $^2S_{1/2}$	8p $^2P^o_{3/2}$	830,68 ^A	974,328 ^{A,C}	974,33 ^a	0,032 ^A	0,00010 ^{A,C,D}	0,007 ^a	3,14(8) ^A	6,95(5) ^{A,C}	4,55(7) ^a
		8188,00 ^B	989,443 ^D		0,714 ^B			7,08(7) ^B	6,64(5) ^D	
4f $^2F^o_{7/2}$	7d $^2D_{5/2}$	–	979,979 ^{A,B,C}	979,98 ^a	–	0,00094 ^{A,C}	0,017 ^a	–	6,53(6) ^{A,C}	1,17(8) ^a
			1064,628 ^D			0,00074 ^B			5,17(6) ^B	
						0,00087 ^D			5,09(6) ^D	
6s $^2S_{1/2}$	8p $^2P^o_{1/2}$	831,94 ^A	980,285 ^{A,C}	980,29 ^a	0,020 ^A	0,00005 ^{A,C,D}	0,003 ^a	1,97(8) ^A	3,41(5) ^{A,C}	2,24(7) ^a
		8312,80 ^B	994,498 ^D		0,314 ^B			3,02(7) ^B	3,27(5) ^D	
5d $^2D_{3/2}$	7p $^2P^o_{3/2}$	753,52 ^A	1058,632 ^{A,C}	1058,63 ^a	0,001 ^{A,B}	0,01348 ^{A,C}	0,010 ^a	1,22(7) ^A	8,02(7) ^{A,C}	5,72(7) ^a
		751,30 ^B	1058,634 ^B			0,01317 ^B		1,20(7) ^B	7,84(7) ^B	
			1064,386 ^D			0,01340 ^D			7,89(7) ^D	
5d $^2D_{3/2}$	7p $^2P^o_{1/2}$	754,73 ^A	1072,588 ^{A,C}	1072,59 ^a	0,004 ^{A,B}	0,06651 ^{A,C}	0,048 ^a	0,51(8) ^A	3,86(8) ^{A,C}	2,75(8) ^a
		752,60 ^B	1072,590 ^B			0,06501 ^B		0,50(8) ^B	3,77(8) ^B	
			1075,875 ^D			0,06631 ^D			3,82(8) ^D	
5d $^2D_{5/2}$	7p $^2P^o_{3/2}$	763,02 ^A	1076,901 ^{A,C}	1076,91 ^a	0,007 ^{A,B}	0,11924 ^{A,C}	0,085 ^a	0,86(8) ^A	6,86(8) ^{A,C}	4,89(8) ^a
		760,60 ^B	1076,911 ^B			0,11646 ^B		0,84(8) ^B	6,70(8) ^B	
			1083,835 ^D			0,11848 ^D			6,73(8) ^D	
5d $^2D_{3/2}$	5f $^2F^o_{5/2}$	881,82 ^A	1081,611 ^{A,C}	1081,61 ^a	0,576 ^A	1,63996 ^{A,C}	1,377 ^a	4,94(9) ^A	9,35(9) ^{A,C}	7,85(9) ^a
		878,80 ^B	1081,613 ^B		0,585 ^B	1,64879 ^B		5,05(9) ^B	9,40(9) ^B	9,06(9) ^b
			1080,261 ^D			1,64201 ^D			9,39(9) ^D	
6p $^2P^o_{1/2}$	9d $^2D_{3/2}$	1033,32 ^A	1099,003 ^{A,C}	1099,00 ^a	0,002 ^{A,B}	0,02907 ^{A,C}	0,017 ^a	1,36(7) ^A	16,10(7) ^{A,C}	9,21(7) ^a
		1051,30 ^B	1099,004 ^B			0,01547 ^B		1,29(7) ^B	8,54(7) ^B	
			1113,018 ^D			0,02870 ^D			15,50(7) ^D	
5d $^2D_{5/2}$	5f $^2F^o_{7/2}$	894,62 ^A	1099,728 ^{A,C}	1099,73 ^a	0,796 ^A	2,30420 ^{A,C}	1,935 ^a	0,63(10) ^A	1,27(10) ^{A,C,D}	1,07(10) ^a
		891,30 ^B	1099,729 ^B		0,808 ^B	2,31708 ^B		0,68(10) ^B	1,28(10) ^B	1,28(10) ^b
			1098,973 ^D			2,30579 ^D				
5d $^2D_{5/2}$	5f $^2F^o_{5/2}$	894,85 ^A	1100,699 ^{A,B,C}	1100,70 ^a	0,040 ^A	0,11511 ^{A,C}	0,097 ^a	3,35(8) ^A	6,34(8) ^{A,C,D}	5,32(8) ^a
		891,60 ^B	1100,300 ^D		0,041 ^B	0,11575 ^B		3,43(8) ^B	6,37(8) ^B	6,49(8) ^b
						0,11515 ^D				
6p $^2P^o_{1/2}$	10s $^2S_{1/2}$	–	1101,015 ^A	1101,01 ^a	–	0,01161 ^{A,C}	0,013 ^a	–	6,39(7) ^{A,C}	7,07(7) ^a
			1101,014 ^B			0,01319 ^B			7,26(7) ^B	
			1101,010 ^C			0,01146 ^D			6,14(7) ^D	
			1115,582 ^D							
6p $^2P^o_{3/2}$	9d $^2D_{5/2}$	1056,05 ^A	1136,804 ^{A,B,C}	1136,80 ^a	0,020 ^A	0,05058 ^{A,C}	0,029 ^a	1,18(8) ^A	2,61(8) ^{A,C}	1,50(8) ^a
		1074,80 ^B	1144,082 ^D		0,019 ^B	0,02787 ^B		1,12(8) ^B	1,44(8) ^B	
						0,05026 ^D			2,56(8) ^D	
6p $^2P^o_{3/2}$	9d $^2D_{3/2}$	1056,09 ^A	1137,712 ^{A,C}	1137,71 ^a	0,002 ^{A,B}	0,00562 ^{A,C}	0,003 ^a	1,30(7) ^A	2,89(7) ^{A,C}	1,66(7) ^a
		1074,90 ^B	1137,713 ^B			0,00306 ^B		1,24(7) ^B	1,58(7) ^B	
			1144,807 ^D			0,00558 ^D			2,84(7) ^D	

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6p $^2P^o_{3/2}$	10s $^2S_{1/2}$	–	1139,868 ^{A,B,C} 1147,519 ^D	1139,87 ^a	–	0,02243 ^{A,C} 0,02556 ^B 0,02228 ^D	0,025 ^a	–	1,15(8) ^{A,C} 1,31(8) ^B 1,13(8) ^D	1,27(8) ^a
6p $^2P^o_{1/2}$	8d $^2D_{3/2}$	1071,11 ^A 1090,40 ^B	1208,793 ^{A,C} 1208,792 ^B 1224,130 ^D	1208,79 ^a	0,011 ^{A,B}	0,06468 ^{A,C} 0,03951 ^B 0,06387 ^D	0,041 ^a	0,64(8) ^A 0,61(8) ^B	2,95(8) ^{A,C} 1,80(8) ^B 2,84(8) ^D	1,86(8) ^a
6p $^2P^o_{1/2}$	9s $^2S_{1/2}$	1017,99 ^A 1038,60 ^B	1212,283 ^{A,B,C} 1228,521 ^D	1212,28 ^a	0,0002 ^A 0,002 ^B	0,02340 ^{A,C} 0,02629 ^B 0,02310 ^D	0,026 ^a	1,43(6) ^A 0,13(8) ^B	1,06(8) ^{A,C} 1,19(8) ^B 1,02(8) ^D	1,16(8) ^a
6s $^2S_{1/2}$	7p $^2P^o_{3/2}$	863,71 ^A	1236,546 ^{A,C} 1236,549 ^B 1256,540 ^D	1236,55 ^a	0,051 ^A	0,00061 ^{A,C,D} 0,00159 ^B	0,006 ^a	4,56(8) ^A	0,27(7) ^{A,C} 0,70(7) ^B 0,25(7) ^D	2,39(7) ^a
6p $^2P^o_{3/2}$	8d $^2D_{5/2}$	1095,50 ^A 1115,70 ^B	1253,996 ^{A,B,C} 1261,258 ^D	1254,00 ^a	0,047 ^A 0,046 ^B	0,11223 ^{A,C} 0,07021 ^B 0,11159 ^D	0,071 ^a	2,61(8) ^A 2,47(8) ^B	4,76(8) ^{A,C} 2,98(8) ^B 4,68(8) ^D	3,00(8) ^a
6s $^2S_{1/2}$	7p $^2P^o_{1/2}$	865,30 ^A	1255,630 ^{A,C} 1255,631 ^B 1272,583 ^D	1255,63 ^a	0,034 ^A	0,00030 ^{A,C,D} 0,00079 ^B	0,003 ^a	3,02(8) ^A	0,13(7) ^{A,C} 0,33(7) ^B 0,12(7) ^D	1,14(7) ^a
6p $^2P^o_{3/2}$	8d $^2D_{3/2}$	1095,59 ^A 1115,80 ^B	1255,788 ^{A,C} 1255,787 ^B 1262,692 ^D	1255,79 ^a	0,005 ^{A,B}	0,01245 ^{A,C} 0,00773 ^B 0,01238 ^D	0,008 ^a	2,90(7) ^A 2,75(7) ^B	5,27(7) ^{A,C} 3,27(7) ^B 5,18(7) ^D	3,32(7) ^a
6p $^2P^o_{3/2}$	9s $^2S_{1/2}$	1040,09 ^A 1061,60 ^B	1259,554 ^A 1259,555 ^{B,C} 1267,365 ^D	1259,55 ^a	0,012 ^A 0,003 ^B	0,04505 ^{A,C} 0,05073 ^B 0,04478 ^D	0,049 ^a	0,74(8) ^A 0,18(8) ^B	1,89(8) ^{A,C} 2,13(8) ^B 1,86(8) ^D	2,07(8)
4f $^2F^o_{5/2}$	6d $^2D_{5/2}$	893,31 ^A 906,70 ^B	1322,417 ^{A,B,C} 1470,962 ^D	1322,42 ^a	0,00 ^A	0,00004 ^{A,B,C,D}	0,002 ^a	0,16(5) ^A 0,27(5) ^B	0,17(6) ^{A,B,C} 0,12(6) ^D	7,00(6) ^a
4f $^2F^o_{5/2}$	6d $^2D_{3/2}$	893,54 ^A 906,90 ^B	1330,042 ^{A,C} 1330,041 ^B 1478,895 ^D	1330,04 ^a	0,00001 ^A 0,000 ^B	0,00061 ^{A,B,C} 0,00055 ^B	0,026 ^a	0,86(5) ^A 0,19(6) ^B	0,23(7) ^{A,C} 0,22(7) ^B 0,168(7) ^D	9,64(7) ^a
4f $^2F^o_{7/2}$	6d $^2D_{5/2}$	906,88 ^A 920,60 ^B	1349,182 ^{A,C} 1349,184 ^B 1508,610 ^D	1349,18 ^a	0,00005 ^A 0,000 ^B	0,00086 ^{A,C} 0,00084 ^B 0,00077 ^D	0,036 ^a	0,391(6) ^A	3,16(6) ^{A,C} 3,07(6) ^B 2,26(6) ^D	1,32(8) ^a
6p $^2P^o_{1/2}$	7d $^2D_{3/2}$	1132,14 ^A	1459,445 ^{A,C} 1459,448 ^B 1477,616 ^D	1459,45 ^a	0,0134 ^A	0,21583 ^{A,C} 0,15847 ^B 0,21317 ^D	0,156 ^a	0,70(8) ^A	6,76(8) ^{A,C} 4,96(8) ^B 6,51(8) ^D	4,88(8) ^a 4,26(8) ^b
6p $^2P^o_{1/2}$	8s $^2S_{1/2}$	–	1466,394 ^{A,B,C} 1485,615 ^D	1466,39 ^a	–	0,06447 ^{A,C} 0,07093 ^B 0,06364 ^D	0,069 ^a	–	2,00(8) ^{A,C} 2,20(8) ^B 1,92(8) ^D	2,15(8) ^a

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
6p $^2P^o_{3/2}$	7d $^3D_{5/2}$	1159,36 ^A	1523,755 ^{A,C}	1523,75 ^a	0,091 ^A	0,37210 ^{A,C}	0,269 ^a	4,52(8) ^A	10,70(8) ^{A,C}	7,71(8) ^a
		1182,00 ^B	1523,753 ^B		0,089 ^B	0,27662 ^B		4,26(8) ^B	7,95(8) ^B	6,02(8) ^b
6p $^2P^o_{3/2}$	7d $^2D_{3/2}$	1159,53 ^A	1528,506 ^{A,C}	1528,51 ^a	0,010 ^{A,B}	0,37050 ^D	0,030 ^a	10,60(8) ^D	11,80(7) ^{A,C}	8,49(7) ^a
		1182,20 ^B	1528,510 ^B			0,04122 ^{A,C}		0,03052 ^B	4,76(7) ^B	8,71(7) ^B
6p $^2P^o_{3/2}$	8s $^2S_{1/2}$	1078,56 ^A	1536,130 ^{A,C}	1536,13 ^a	0,009 ^A	0,04106 ^D	0,132 ^a	11,60(7) ^D	3,48(8) ^{A,C}	3,73(8) ^a
		1099,80 ^B	1536,131 ^B		0,12309 ^{A,C}	0,13556 ^B		0,25(8) ^B	3,83(8) ^B	
6d $^2D_{3/2}$	8f $^2F^o_{5/2}$	–	1542,796 ^D	1923,33 ^a	–	0,12256 ^D	0,185 ^a	3,43(8) ^D	3,39(8) ^{A,C}	3,33(8) ^a
		–	1923,336 ^{A,C}		0,18809 ^{A,C}	0,17828 ^B		3,22(8) ^B		
6d $^2D_{5/2}$	8f $^2F^o_{7/2}$	–	1939,886 ^D	1938,53 ^a	–	0,18648 ^D	0,262 ^a	3,31(8) ^D	4,73(8) ^{A,C}	4,65(8) ^a
		–	1938,533 ^{A,C}		0,26659 ^{A,C}	0,25304 ^B		4,49(8) ^B		
6d $^2D_{5/2}$	8f $^2F^o_{5/2}$	–	1953,000 ^D	1939,51 ^a	–	0,26462 ^D	0,013 ^a	4,63(8) ^D	2,36(7) ^{A,C}	2,32(7) ^a
		–	1939,507 ^{A,C}		0,01332 ^{A,C}	0,01265 ^B		2,24(7) ^B		
5f $^2F^o_{5/2}$	8g $^2G_{7/2}$	4181,73 ^A	2143,813 ^{A,C}	2143,13 ^a	0,439 ^A	0,01323 ^D	0,074 ^a	2,31(7) ^D	1,29(8) ^{A,B,C}	1,08(8) ^a
		4491,10 ^B	2143,810 ^B		0,08913 ^{A,C}	0,08913 ^B		1,67(8) ^A	1,35(8) ^B	
5f $^2F^o_{7/2}$	8g $^2G_{9/2}$	4186,87 ^A	2203,695 ^D	2146,77 ^a	0,566 ^A	0,08671 ^D	0,096 ^a	1,53(8) ^D	1,67(8) ^{A,B,C}	1,39(8) ^a
		4497,10 ^B	2147,441 ^{A,C}		0,11535 ^{A,B,C}	0,11213 ^D		1,74(8) ^B	1,53(8) ^D	
5f $^2F^o_{7/2}$	8g $^2G_{7/2}$	4186,87 ^A	2147,503 ^{A,C}	2146,83 ^a	0,016 ^A	0,00330 ^{A,B,C}	0,003 ^a	4,77(6) ^{A,B,C}	6,15(6) ^A	3,98(6) ^a
		4497,10 ^B	2147,502 ^B		0,015 ^B	0,00320		4,97(6) ^B	4,38(6) ^D	
7s $^2S_{1/2}$	9p $^2P^o_{3/2}$	–	2209,037 ^D	2192,89 ^a	–	0,00003 ^{A,C,D}	0,001 ^a	4,42(4) ^{A,C}	–	1,61(6) ^a
		–	2193,574 ^{A,B,C}		0,00001 ^B	1,06(4) ^B				
6d $^2D_{3/2}$	9p $^2P^o_{3/2}$	6009,31 ^A	2229,752 ^D	2194,50 ^a	0,009 ^{A,B}	0,00259 ^{A,C}	0,002 ^a	4,21(4) ^D	1,60(6) ^A	3,28(6) ^a
		5466,00 ^B	2195,182 ^B		0,00300 ^B	2,07(6) ^B		3,58(6) ^{A,C}		
6d $^2D_{3/2}$	9p $^2P^o_{1/2}$	6077,18 ^A	2224,792 ^D	2213,26 ^a	0,044 ^A	0,00255 ^D	0,012 ^a	3,44(6) ^D	4,15(6) ^B	1,60(7) ^a
		5522,10 ^B	2213,952 ^{A,C}		0,01282 ^{A,C}	0,01487 ^B		0,80(7) ^A	1,75(7) ^{A,C}	
6d $^2D_{5/2}$	9p $^2P^o_{3/2}$	6019,47 ^A	2239,716 ^D	2215,58 ^a	0,048	0,01267 ^D	0,021 ^a	1,69(7) ^D	2,02(7) ^B	2,87(7) ^a
		5474,60 ^B	2216,278 ^{A,C}		0,02306 ^{A,C}	0,01267 ^D		1,04(7) ^B	2,02(7) ^B	
			2242,989 ^D		0,072 ^A	0,02306 ^{A,C}		1,98(7) ^A	3,13(7) ^{A,C}	
					0,076 ^B	0,02665 ^B		1,70(7) ^B	3,62(7) ^B	
						0,02278 ^D		3,02(7) ^D		

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d $^2D_{3/2}$	6p $^2P_{3/2}^o$	2192,37 ^A	2216,754 ^{A,C}	2216,07 ^a	0,145 ^A	0,15150 ^{A,C}	0,129 ^a	2,01(8) ^A	2,06(8) ^{A,C}	1,75(8) ^a
		2173,50 ^B	2216,758 ^B	2216,067 ^c	0,150 ^B	0,13512 ^B		2,11(8) ^B	1,83(8) ^B	1,56(8) ^b
6d $^2D_{3/2}$	7f $^2F_{5/2}^o$	–	2236,528 ^D	2238,35 ^a	–	0,15016 ^D	0,358 ^a	–	2,00(8) ^D	4,76(8) ^a
		–	2239,050 ^{A,C}	2238,355 ^c	–	0,35620 ^{A,C}		–	4,74(8) ^{A,C}	
		–	2239,044 ^B		–	0,33876 ^B		–	4,51(8) ^B	
6d $^2D_{5/2}$	7f $^2F_{7/2}^o$	–	2252,442 ^D	2258,61 ^a	–	0,35408 ^D	0,507 ^a	–	4,66(8) ^D	6,62(8) ^a
		–	2259,315 ^{A,C}	2258,609 ^a	–	0,50429 ^{A,C}		–	6,59(8) ^{A,C}	
		–	2259,314 ^B		–	0,48020 ^B		–	6,28(8) ^B	
6d $^2D_{5/2}$	7f $^2F_{5/2}^o$	–	2269,569 ^D	2260,30 ^a	–	0,50201 ^D	0,025 ^a	–	6,50(8) ^D	3,30(7) ^a
		–	2260,996 ^{A,C}	2260,295 ^c	–	0,02520 ^{A,C}		–	3,29(7) ^{A,C}	
		–	2260,994 ^B		–	0,02399 ^B		–	3,13(7) ^B	
5d $^2D_{5/2}$	6p $^2P_{3/2}^o$	2274,76 ^A	2298,441 ^{A,C}	2297,74 ^a	1,260 ^A	1,31503 ^{A,C}	1,120 ^a	1,62(9) ^A	1,66(9) ^{A,C}	1,41(9) ^a
		2253,00 ^B	2298,439 ^B	2297,737 ^c	1,302 ^B	1,17176 ^B		1,71(9) ^B	1,48(9) ^B	1,33(9) ^b
		–	2324,164 ^D	2298,44 ^d	–	1,30047 ^D		–	1,61(9) ^D	
5d $^2D_{3/2}$	6p $^2P_{1/2}^o$	2297,47 ^A	2380,094 ^{A,C}	2379,37 ^a	0,693 ^A	0,70551 ^{A,C}	0,601 ^a	8,76(8) ^A	8,31(8) ^{A,C}	7,07(8) ^a
		2276,80 ^B	2380,099 ^B	2379,374 ^c	0,716 ^B	0,62939 ^B		9,20(8) ^B	7,41(8) ^B	6,78(8) ^b
5f $^2F_{5/2}^o$	7g $^2G_{7/2}$	5213,14 ^A	2368,694 ^D	2380,10 ^d	1,290 ^A	0,70890 ^D	0,196 ^a	2,37(8) ^A	8,43(8) ^D	2,29(8) ^a
		5703,20 ^B	2388,719 ^{A,C}	2387,99 ^a	1,180 ^B	0,22596 ^{A,C}		2,41(8) ^B	2,64(8) ^{A,B,C}	
		–	2388,714 ^B	2387,988 ^c	–	0,22600 ^B		–	2,41(8) ^D	
5f $^2F_{7/2}^o$	7g $^2G_{9/2}$	5221,13 ^A	2463,556 ^D	2392,49 ^a	1,660 ^A	0,21909 ^D	0,254 ^a	4,07(8) ^A	3,41(8) ^{A,B,C}	2,96(8) ^a
		5712,80 ^B	2393,223 ^{A,C}	2392,492 ^c	1,520 ^B	0,29236 ^{A,C}		3,10(8) ^B	3,10(8) ^D	
		–	2393,226 ^B		–	0,29237 ^B		–		
5f $^2F_{7/2}^o$	7g $^2G_{7/2}$	5221,14 ^A	2470,204 ^D	2392,57 ^a	0,047 ^A	0,28325 ^D	0,007 ^a	1,16(7) ^A	9,73(6) ^{A,B,C}	8,45(6) ^a
		5712,80 ^B	2393,301 ^{A,C}		0,043 ^B	0,00835 ^{A,B,C}		1,11(7) ^B	8,85(6) ^D	
		–	2393,298 ^B		–	0,00809 ^B		–		
5f $^2F_{5/2}^o$	9d $^2D_{5/2}$	3717,06 ^A	2470,233 ^D	2460,95 ^a	0,0004 ^A	0,00128 ^{A,C}	0,002 ^a	1,95(5) ^A	1,41(6) ^{A,C}	1,67(6) ^a
		3959,40 ^B	2461,702 ^{A,C}		0,000 ^B	0,00137 ^B		1,62(5) ^B	1,51(6) ^B	
		–	2461,700 ^B		–	0,00125 ^D		–	1,30(6) ^D	
5f $^2F_{5/2}^o$	9d $^2D_{3/2}$	3717,64 ^A	2528,558 ^D	2465,22 ^a	0,006 ^A	0,00125 ^D	0,021 ^a	0,27(7) ^A	1,96(7) ^{A,C}	2,33(7) ^a
		3960,10 ^B	2465,967 ^{A,C}		0,005 ^B	0,01788 ^{A,C}		0,22(7) ^B	2,11(7) ^B	
		–	2465,966 ^B		–	0,01925 ^B		–	1,81(7) ^D	
5f $^2F_{7/2}^o$	9d $^2D_{5/2}$	3721,12 ^A	2532,101 ^D	2465,82 ^a	0,009 ^{A,B}	0,01742 ^D	0,030 ^a	0,44(7) ^A	1,81(7) ^D	3,33(7) ^a
		3964,00 ^B	2466,569 ^{A,B,C}		–	0,02554 ^{A,C}		0,36(7) ^B	2,80(7) ^{A,C}	
		–	2466,569 ^{A,B,C}		–	0,02744 ^B		–	3,01(7) ^B	
6p $^2P_{1/2}^o$	6d $^2D_{3/2}$	1244,77 ^A	2535,593 ^B	2476,60 ^a	0,254 ^A	0,02485 ^D	2,365 ^a	1,10(9) ^A	2,58(7) ^D	2,57(9) ^a
		1270,90 ^B	2477,351 ^{A,C}	2476,599 ^c	0,249 ^B	2,65084 ^{A,C}		1,03(9) ^B	2,88(9) ^{A,C}	2,27(9) ^b
		–	2477,358 ^B		–	2,47394 ^B		–	2,69(9) ^B	
–	–	2510,474 ^D		–	2,61586 ^D		–	2,77(9) ^D		

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6p $^2P^o_{1/2}$	7s $^2S_{1/2}$	–	2479,409 ^{A,B,C}	2478,66 ^a	–	0,46312 ^{A,C}	0,475 ^a	–	5,03(8) ^{A,C}	5,16(8) ^a
			2504,189 ^D	2478,652 ^c		0,48943 ^B			5,31(8) ^B	
7p $^2P^o_{1/2}$	9d $^2D_{3/2}$	–	2514,189 ^{A,B,C}	2513,43 ^a	–	0,08781 ^{A,C}	0,077 ^a	–	9,27(7) ^{A,C}	8,10(7) ^a
			2556,529 ^D	2513,432 ^c		0,45853 ^D			4,88(8) ^D	
						0,08266 ^B			8,72(7) ^B	
7p $^2P^o_{1/2}$	10s $^2S_{1/2}$	–	2524,743 ^{A,C}	2523,98 ^a	–	0,03122 ^{A,C}	0,033 ^a	–	3,27(7) ^{A,C}	3,44(7) ^a
			2524,736 ^B			0,08636 ^D			8,81(7) ^D	
			2570,097 ^D			0,03106 ^B			3,25(7) ^B	
7p $^2P^o_{3/2}$	9d $^2D_{5/2}$	–	2589,640 ^{A,C}	2588,86 ^a	–	0,15346 ^{A,C}	0,134 ^a	–	1,53(8) ^{A,C}	1,33(8) ^a
			2589,636 ^B	2588,867 ^c		0,14483 ^B			1,44(8) ^B	
			2620,022 ^D			0,15168 ^D			1,47(8) ^D	
7p $^2P^o_{3/2}$	9d $^2D_{3/2}$	–	2594,360 ^{A,C}	2593,58 ^a	–	0,01702 ^{A,C}	0,015 ^a	–	1,69(7) ^{A,C}	1,47(7) ^a
			2594,356 ^B			0,01602 ^B			1,59(7) ^B	
			2623,826 ^D			0,01683 ^D			1,63(7) ^D	
7p $^2P^o_{3/2}$	10s $^2S_{1/2}$	–	2605,599 ^{A,C}	2604,82 ^a	–	0,06050 ^{A,C}	0,064 ^a	–	5,94(7) ^{A,C}	6,25(7) ^a
			2605,588 ^B	2604,827 ^c		0,06019 ^B			5,91(7) ^B	
			2638,120 ^D			0,05975 ^D			5,73(7) ^D	
6p $^2P^o_{3/2}$	6d $^2D_{5/2}$	1277,51 ^A	2652,284 ^{A,C}	2651,50 ^a	0,444 ^A	4,4568 ^{A,C}	3,976 ^a	1,81(9) ^A	4,23(9) ^{A,C,D}	3,77(9) ^a
		1305,00 ^B	2652,288 ^B	2651,501 ^c	0,433 ^B	4,1676 ^B		1,69(9) ^B	3,95(9) ^B	3,66(9) ^b
			2652,312 ^D			4,4568 ^D				
6p $^2P^o_{3/2}$	6d $^2D_{3/2}$	1277,96 ^A	2683,134 ^{A,C}	2682,34 ^a	0,050 ^A	0,48951 ^{A,C}	0,437 ^a	2,03(8) ^A	4,54(8) ^{A,C}	4,05(8) ^a
		1305,50 ^B	2683,143 ^B	2682,345 ^c	0,049 ^B	0,45768 ^B		1,90(8) ^B	4,24(8) ^B	4,01(8) ^b
			2678,214 ^D			0,49041 ^D			4,56(8) ^D	
6p $^2P^o_{3/2}$	7s $^2S_{1/2}$	1157,20 ^B	2685,548 ^{A,C}	2684,75 ^a	0,006 ^B	0,85514 ^{A,C}	0,878 ^a	2,92(7) ^B	7,91(8) ^{A,C}	8,12(8) ^a
			2685,550 ^B	2684,757 ^c		0,90371 ^B			8,36(8) ^B	
			2671,061 ^D			0,85977 ^D			8,04(8) ^D	
5f $^2F^o_{5/2}$	6g $^2G_{7/2}$	9759,50 ^B	2898,736 ^{A,C}	2897,88 ^a	6,902 ^B	0,86572 ^{A,C}	0,786 ^a	4,83(8) ^B	6,87(8) ^{A,B,C}	6,24(8) ^a
			2898,732 ^B	2897,875 ^c		0,86598 ^B			6,14(8) ^D	
			3010,240 ^D			0,83365 ^D				
5f $^2F^o_{7/2}$	6g $^2G_{9/2}$	9790,12 ^B	2905,410 ^{A,C}	2904,57 ^a	8,970 ^B	1,11965 ^{A,C}	1,016	6,245(8) ^B	8,85(8) ^{A,B,C}	8,03(8) ^a
			2905,419 ^B	2904,576 ^c		1,11991 ^B			7,88(8) ^D	
			3020,141 ^D			1,07711 ^D				
5f $^2F^o_{7/2}$	6g $^2G_{7/2}$	9787,50 ^B	2905,486 ^{A,C}	2904,63 ^a	0,256 ^B	0,03199 ^{A,C}	0,029 ^a	1,78(7) ^B	2,53(7) ^{A,B,C}	2,29(7) ^a
			2905,485 ^B			0,03200 ^B			2,25(7) ^D	
			3020,215 ^D			0,03077 ^D				
7s $^2S_{1/2}$	8p $^2P^o_{3/2}$	–	2951,716 ^{A,C}	2950,843 ^c	–	0,00201 ^{A,C}	–	–	1,54(6) ^{A,C}	–
			2951,718 ^B			0,00236 ^B			1,81(6) ^B	
			3004,470 ^D			0,00197 ^D			1,46(6) ^D	

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
6d $^2D_{3/2}$	8p $^2P_{3/2}^o$	–	2954,638 ^{A,C}	2953,77 ^a	–	0,00809 ^{A,C}	0,008 ^a	–	6,18(6) ^{A,C}	5,87(6) ^a
			2954,631 ^B	2953,771 ^c		0,00892 ^B			6,82(6) ^B	
			2995,472 ^D			0,00798 ^D			5,93(6) ^D	
6d $^2D_{5/2}$	8p $^2P_{3/2}^o$	–	2992,973 ^{A,C}	2992,10 ^a	–	0,07185 ^{A,C}	0,068 ^a	–	5,35(7) ^{A,C}	5,08(7) ^a
			2992,972 ^B	2992,098 ^c		0,07914 ^B			5,89(7) ^B	
			3028,553 ^D			0,07101 ^D			5,16(7) ^D	
7s $^2S_{1/2}$	8p $^2P_{1/2}^o$	–	3007,076 ^{A,C}	3006,186 ^c	–	0,00099 ^{A,C}	–	–	7,27(5) ^{A,C}	–
			3007,074 ^B			0,00116 ^B			8,57(5) ^B	
			3051,568 ^C			0,00097 ^D			6,96(5) ^D	
6d $^2D_{3/2}$	8p $^2P_{1/2}^o$	–	3010,108 ^{A,C}	3009,22 ^a	–	0,03969 ^{A,C}	0,038 ^a	–	2,92(7) ^{A,C}	2,77(7) ^a
			3010,097 ^B	3009,223 ^c		0,04381 ^B			3,23(7) ^B	
			3042,286 ^D			0,03927 ^D			2,83(7) ^D	
6d $^2D_{3/2}$	6f $^2F_{5/2}^o$	–	3076,062 ^{A,C}	3075,17 ^a	–	0,79050 ^{A,C}	0,822 ^a	–	5,57(8) ^{A,C}	5,80(8) ^a
			3076,051 ^B	3075,173 ^c		0,73353 ^B			5,17(8) ^B	
			3073,205 ^D			0,79124 ^D			5,59(8) ^D	
5f $^2F_{5/2}^o$	8d $^2D_{5/2}$	4256,65 ^A	3086,286 ^{A,C}	3085,38 ^a	0,00038 ^A	0,00400 ^{A,C}	0,005 ^a	0,14(6) ^A	2,80(6) ^{A,C}	3,13(6) ^a
		4577,50 ^B	3086,276 ^B	3085,379 ^c	0,00 ^B	0,00425 ^B		0,11(6) ^B	2,98(6) ^B	
			3181,893 ^D			0,00388 ^D			2,56(6) ^D	
5f $^2F_{7/2}^o$	8d $^2D_{5/2}$	4261,99 ^A	3093,940 ^{A,C}	3093,03 ^a	0,008 ^{A,B}	0,07983 ^{A,C}	0,089 ^a	0,30(7) ^A	5,56(7) ^{A,C}	6,21(7) ^a
		4583,70 ^B	3093,932 ^B	3093,028 ^c		0,08476 ^B		0,25(7) ^B	5,91(7) ^B	
			3193,041 ^D			0,07735 ^D			5,06(7) ^D	
5f $^2F_{5/2}^o$	8d $^2D_{3/2}$	4258,01 ^A	3097,159 ^{A,C}	3096,26 ^a	0,005 ^{A,B}	0,05582 ^{A,C}	0,062 ^a	0,29(7) ^A	3,88(7) ^{A,C}	4,33(7) ^a
		4579,20 ^B	3097,149 ^B	3096,255 ^c		0,05937 ^B		0,15(7) ^B	4,13(7) ^B	
			3191,040 ^D			0,05418 ^D			3,55(7) ^D	
6d $^2D_{5/2}$	6f $^2F_{7/2}^o$	–	3112,879 ^{A,C}	3111,97 ^a	–	1,11593 ^{A,C}	1,161 ^a	–	7,68(8) ^{A,C}	7,99(8) ^a
			3112,877 ^B	3111,969 ^c		1,03730 ^B			7,14(8) ^B	
			3102,994 ^D			1,11949 ^D			7,76(8) ^D	
6d $^2D_{5/2}$	6f $^2F_{5/2}^o$	–	3117,635 ^{A,C}	3116,74 ^a	–	0,05571 ^{A,C}	0,058 ^a	–	3,82(7) ^{A,C}	3,98(7) ^a
			3117,631 ^B	3116,738 ^c		0,05179 ^B			3,55(7) ^B	
			3108,034 ^D			0,05588 ^D			3,86(7) ^D	
6s $^2S_{1/2}$	6p $^2P_{3/2}^o$	3486,62 ^A	3172,604 ^{A,C}	3171,69 ^a	1,950 ^A	1,93515 ^{A,C}	1,527 ^a	1,07(9) ^A	1,28(9) ^{A,C}	1,01(9) ^a
		1258,00 ^B	3172,605 ^B	3171,735 ^c	0,023 ^B	1,67270 ^B		1,92(8) ^B	1,11(9) ^B	9,40(8) ^b
			3295,447 ^D			1,86302 ^D			1,14(9) ^D	
7p $^2P_{1/2}^o$	8d $^2D_{3/2}$	–	3173,611 ^{A,C}	3172,69 ^a	–	0,28480 ^{A,C}	0,260 ^a	–	1,89(8) ^{A,C}	1,72(8) ^a
			3173,601 ^B	3172,689 ^c		0,27393 ^B			1,81(8) ^B	
			3229,934 ^D			0,27984 ^D			1,79(8) ^D	
7p $^2P_{1/2}^o$	9s $^2S_{1/2}$	–	3197,779 ^{A,C}	3196,85 ^a	–	0,08852 ^{A,C}	0,092 ^a	–	5,77(7) ^{A,B,C}	5,98(7) ^a
			3197,774 ^B	3196,844 ^c		0,08838 ^B			5,45(7) ^D	
			3260,682 ^D			0,08681 ^D				

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
6f $^2F^o_{7/2}$	8g $^2G_{7/2}$	8273,08 ^A 9581,80 ^B	4138,807 ^{A,C} 4138,804 ^B 4290,643 ^D	4137,64 ^a	0,057 ^A 0,049 ^B	0,01519 ^{A,C} 0,01518 ^B 0,01465 ^D	0,015 ^a	5,52(6) ^A 3,55(6) ^B	5,91(6) ^{A,B} 5,92(6) ^C 5,31(6) ^D	5,67(6) ^a
7d $^2D_{3/2}$	8f $^2F^o_{5/2}$	–	4194,719 ^{A,C} 4194,708 ^B 4218,353 ^D	4193,51 ^a	–	0,28321 ^{A,C} 0,26048 ^B 0,28163 ^D	0,292 ^a	–	1,07(8) ^{A,C} 0,99(8) ^B 1,06(8) ^D	1,11(8) ^a
7d $^2D_{5/2}$	8f $^2F^o_{7/2}$	–	4226,292 ^{A,C} 4226,326 ^B 4244,496 ^D	4225,12 ^a	–	0,40157 ^{A,C} 0,37028 ^B 0,39984 ^D	0,414 ^a	–	1,50(8) ^{A,C} 1,38(8) ^B 1,48(8) ^D	1,54(8) ^a
7d $^2D_{5/2}$	8f $^2F^o_{5/2}$	–	4230,924 ^{A,C} 4230,954 ^B 4247,831 ^D	4229,73 ^a	–	0,02006 ^{A,C} 0,01849 ^B 0,01998 ^D	0,021 ^a	–	7,47(6) ^{A,C} 6,89(6) ^B 7,38(6) ^D	7,70(6) ^a
5f $^2F^o_{5/2}$	5g $^2G_{7/2}$	–	4484,255 ^{A,C} 4484,214 ^B 4755,603 ^D	4482,98 ^a 4482,967 ^a	–	8,88949 ^{A,C} 8,88615 ^B 8,38227 ^D	8,277 ^a	–	2,95(9) ^{A,B,C} 2,47(9) ^D	2,75(9) ^a
5f $^2F^o_{7/2}$	5g $^2G_{9/2}$	–	4500,338 ^{A,C} 4500,325 ^B 4780,189 ^D	4499,06 ^a 4499,050 ^c	–	11,48223 ^{A,C} 11,47788 ^B 10,81002 ^D	10,692 ^a	–	3,78(9) ^{A,B,C} 3,16(9) ^D	3,52(9) ^a
5f $^2F^o_{7/2}$	5g $^2G_{7/2}$	–	4500,429 ^{A,C} 4500,395 ^B 4780,548 ^D	4499,15 ^a	–	0,32806 ^{A,C} 0,32793 ^B 0,30883 ^D	0,306 ^a	–	1,08(8) ^{A,B,C} 9,01(7) ^D	1,01(8) ^a
5g $^2G_{9/2}$	8f $^2F^o_{7/2}$	4205,64 ^A 3931,30 ^B	5090,510 ^{A,C} 5090,5408 ^B 4995,323 ^D	5089,12 ^a	0,001 ^{A,B}	0,00267 ^{A,C} 0,00265 ^B 0,00272 ^D	0,003 ^a	4,06(5) ^A 4,78(5) ^B	6,86(5) ^{A,C} 6,83(5) ^B 7,26(5) ^D	7,82(5) ^a
5g $^2G_{7/2}$	8f $^2F^o_{5/2}$	4207,14 ^A 3932,60 ^B	5097,113 ^{A,C} 5097,168 ^B 4999,549 ^D	5095,70 ^a	0,001 ^{A,B}	0,00205 ^{A,C} 0,00204 ^B 0,00209 ^D	0,002 ^a	2,62(5) ^A 3,06(5) ^B	5,27(5) ^{A,C} 5,25(5) ^B 5,59(5) ^D	6,01(5) ^a
7p $^2P^o_{3/2}$	8d $^2D_{5/2}$	–	3290,069 ^{A,C} 3290,052 ^B 3328,095 ^D	3289,11 ^a 3289,110 ^c	–	0,49450 ^{A,C} 0,47634 ^B 0,48885 ^D	0,452 ^a	–	3,05(8) ^{A,C} 2,94(8) ^{B,D}	2,79(8) ^a
7p $^2P^o_{3/2}$	8d $^2D_{3/2}$	–	3302,428 ^{A,C} 3302,412 ^B 3338,103 ^D	3301,47 ^a 3301,481 ^c	–	0,05474 ^{A,C} 0,05266 ^B 0,05415 ^D	0,050 ^a	–	3,35(7) ^{A,C} 3,22(7) ^B 3,24(7) ^D	3,06(7) ^a
7p $^2P^o_{3/2}$	9s $^2S_{1/2}$	–	3328,607 ^{A,C} 3328,596 ^B 3370,955 ^D	3327,64 ^a 3327,655 ^c	–	0,17007 ^{A,C} 0,16981 ^B 0,16794 ^D	0,176 ^a	–	1,02(8) ^{A,B,C} 9,86(7) ^D	1,06(8) ^a
6s $^2S_{1/2}$	6p $^2P^o_{1/2}$	3760,18 ^A 1225,80 ^B	3518,154 ^{A,C} 3518,157 ^B 3590,651 ^D	3517,16 ^a 3517,217 ^c	0,900 ^A 0,024 ^B	0,87254 ^{A,C} 0,75368 ^B 0,85493 ^D	0,689 ^a	4,25(8) ^A 1,05(8) ^B	4,70(8) ^{A,C} 4,06(8) ^B 4,42(8) ^D	3,71(8) ^a 3,45(8) ^b

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6f $^2F^o_{5/2}$	8g $^2G_{7/2}$	9565,00 ^B	4130,431 ^{A,B,C} 4281,043 ^D	4129,24 ^a 4129,244 ^c	1,320 ^B	0,41097 ^{A,C} 0,41069 ^B 0,39651 ^D	0,394 ^a	0,96(8) ^B	1,61(8) ^{A,B,C} 1,44(8) ^D	1,54(8) ^a
6f $^2F^o_{7/2}$	8g $^2G_{9/2}$	8273,05 ^A 9581,80 ^B	4138,576 ^{A,C} 4138,588 ^B 4290,586 ^D	4137,43 ^a 4137,428 ^c	1,980 ^A 1,710 ^B	0,53169 ^{A,C} 0,53127 ^B 0,51286 ^D	0,509 ^a	1,93(8) ^A 1,24(8) ^B	2,07(8) ^{A,B,C} 1,86(8) ^D	1,98(8) ^a
6f $^2F^o_{5/2}$	7g $^2G_{7/2}$	13560,31 ^A 17474,00 ^B	5147,170 ^{A,C} 5147,168 ^B 5384,393 ^D	5145,72 ^a 5145,729 ^c	8,21 ^A 6,36 ^B	1,28275 ^{A,C} 1,28237 ^B 1,22623 ^D	1,239 ^a	2,98(8) ^A 1,39(8) ^B	3,23(8) ^{A,B,C} 2,82(8) ^D	3,12(8) ^a
6f $^2F^o_{7/2}$	7g $^2G_{9/2}$	13594,01 ^A 17534,75 ^B	5159,825 ^{A,C} 5159,845 ^B 5399,446 ^D	5158,39 ^a 5158,410 ^c	10,70 ^A 8,293 ^B	1,65874 ^{A,C} 1,65817 ^B 1,58513 ^D	1,602 ^a	4,06(5) ^A 1,80(8) ^B	4,16(8) ^{A,C} 4,15(8) ^B 3,63(8) ^D	4,01(8) ^a
6f $^2F^o_{7/2}$	7g $^2G_{7/2}$	13594,12 ^A 17530,20 ^B	5160,185 ^{A,C} 5160,177 ^B 5399,588 ^D	5158,76 ^a	0,306 ^A 0,237 ^B	0,04739 ^{A,C} 0,04738 ^B 0,04529 ^D	0,046 ^a	1,10(7) ^A 0,51(7) ^B	1,19(7) ^{A,B,C} 1,04(7) ^D	1,15(7) ^a
5f $^2F^o_{5/2}$	7d $^2D_{5/2}$	5415,61 ^A 5945,90 ^B	5469,353 ^{A,C} 5469,304 ^B 5718,141 ^D	5467,81 ^a 5467,812 ^c	0,001 ^{A,B}	0,03482 ^{A,C} 0,03705 ^B 0,03331 ^D	0,035 ^a	2,53(5) ^A 1,93(5) ^B	7,77(6) ^{A,C} 8,26(6) ^B 6,80(6) ^D	7,89(6) ^a
5f $^2F^o_{7/2}$	7d $^2D_{5/2}$	5424,25 ^A 5956,30 ^B	5493,434 ^{A,C} 5493,395 ^B 5754,244 ^D	5491,90 ^a 5491,902 ^c	0,023 ^A 0,021 ^B	0,69342 ^{A,C} 0,73778 ^B 0,66199 ^D	0,704 ^a	5,27(6) ^A 4,01(6) ^B	1,53(8) ^{A,C} 1,63(8) ^B 1,33(8) ^D	1,56(8) ^a
6f $^2F^o_{5/2}$	9d $^2D_{5/2}$	6624,63 ^A	5498,433 ^{A,C} 5498,447 ^B 5704,931 ^D	5496,88 ^a	0,007 ^A	0,00915 ^{A,C} 0,00945 ^B 0,00882 ^D	0,009 ^a	1,00(6) ^A	2,02(6) ^{A,C} 2,08(6) ^B 1,81(6) ^D	2,06(6) ^a
6f $^2F^o_{7/2}$	9d $^2D_{5/2}$	6632,69 ^A	5513,287 ^{A,C} 5513,294 ^B 5721,991 ^D	5511,76 ^a 5511,721 ^c	0,136 ^A	0,18255 ^{A,C} 0,18844 ^B 0,17589 ^D	0,186 ^a	2,07(7) ^A	4,01(7) ^{A,C} 4,14(7) ^B 3,58(7) ^D	4,09(7) ^a
6f $^2F^o_{5/2}$	9d $^2D_{3/2}$	6626,50 ^A	5519,754 ^{A,C} 5519,773 ^B 5722,996 ^D	5518,19 ^a 5518,187 ^c	0,093 ^A	0,12764 ^{A,C} 0,13189 ^B 0,12310 ^D	0,130 ^a	1,41(7) ^A	2,79(7) ^{A,C} 2,89(7) ^B 2,51(7) ^D	2,85(7) ^a
5f $^2F^o_{5/2}$	7d $^2D_{3/2}$	5419,48 ^A 5950,70 ^B	5531,066 ^{A,C} 5531,087 ^B 5772,441 ^D	5529,54 ^a 5529,542 ^c	0,015 ^A 0,014 ^B	0,48209 ^{A,C} 0,51379 ^B 0,46193 ^D	0,490 ^a	3,44(6) ^A 2,62(6) ^B	1,05(8) ^{A,C} 1,12(8) ^B 0,93(8) ^D	1,07(8) ^a
8s $^2S_{1/2}$	9p $^2P^o_{3/2}$	–	5641,621 ^{A,B,C} 5724,449 ^D	5640,03 ^a	–	0,00446 ^{A,C} 0,00484 ^B 0,00439 ^D	0,003 ^a	–	9,34(5) ^{A,C} 10,20(5) ^B 8,94(5) ^D	5,58(5) ^a
8p $^2P^o_{1/2}$	9d $^2D_{3/2}$	–	5745,657 ^{A,C} 5745,680 ^B 5833,397 ^D	5744,08 ^a 5744,088 ^c	–	0,34671 ^{A,C} 0,33725 ^B 0,34150 ^D	0,334 ^a	–	7,01(7) ^{A,C} 6,81(7) ^B 6,69(7) ^D	6,75(7) ^a

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
7d $^2D_{3/2}$	9p $^2P_{3/2}^o$	–	5746,895 ^{A,C} 5746,852 ^B 5846,403 ^D	5745,26 ^a	–	0,00733 ^{A,C} 0,00829 ^B 0,00721 ^D	0,007 ^a	–	1,48(6) ^{A,C} 1,67(6) ^B 1,41(6) ^D	1,49(6) ^a
8s $^2S_{1/2}$	9p $^2P_{1/2}^o$	–	5767,246 ^{A,C} 5767,242 ^B 5824,302 ^D	5765,63 ^a	–	0,00218 ^{A,C} 0,00237 ^B 0,00216 ^D	0,001 ^a	–	4,37(5) ^{A,C} 4,76(5) ^B 4,24(5) ^D	2,61(5) ^a
7p $^2P_{1/2}^o$	7d $^2D_{3/2}$	–	5779,712 ^{A,C} 5779,737 ^B 5900,982 ^D	5778,14 ^a 5778,138 ^c	–	3,04534 ^{A,C} 3,09519 ^B 2,98276 ^D	2,967 ^a	–	6,08(8) ^{A,C} 6,18(8) ^B 5,71(8) ^D	5,92(8) ^a
8p $^2P_{1/2}^o$	10s $^2S_{1/2}$	–	5801,070 ^{A,C} 5801,061 ^B 5904,524 ^D	5799,48 ^a	–	0,11289 ^{A,C} 0,11248 ^B 0,11091 ^D	0,115 ^a	–	2,24(7) ^{A,C} 2,23(7) ^B 2,12(7) ^D	2,27(7) ^a
7d $^2D_{5/2}$	9p $^2P_{3/2}^o$	11580,19 ^A 9718,50 ^B	5815,070 ^{A,C} 5815,103 ^B 5903,179 ^D	5813,45 ^a 5813,447 ^c	0,240 ^A 0,282 ^B	0,06523 ^{A,C} 0,07346 ^B 0,06426 ^D	0,066 ^a	1,79(7) ^A 1,99(7) ^B	1,29(7) ^{A,C} 1,45(7) ^B 1,23(7) ^D	1,30(7) ^a
7d $^2D_{3/2}$	9p $^2P_{1/2}^o$	11816,43 ^A 9884,00 ^B	5877,306 ^{A,C} 5877,256 ^B 5950,595 ^D	5875,63 ^a 5875,632 ^c	0,063 ^A 0,074 ^B	0,03586 ^{A,C} 0,04053 ^B 0,03541 ^D	0,036 ^a	6,00(6) ^A 5,04(6) ^B	6,92(6) ^{A,C} 7,83(6) ^B 6,67(6) ^D	6,98(6) ^a
7p $^2P_{1/2}^o$	8s $^2S_{1/2}$	–	5890,253 ^{A,C} 5890,234 ^B 6030,659 ^D	5888,63 ^a 5888,620 ^c	–	0,71378 ^{A,C} 0,71646 ^B 0,69716 ^D	0,718 ^a	–	1,37(8) ^{A,C} 1,38(8) ^B 1,28(8) ^D	1,38(8) ^a
8p $^2P_{3/2}^o$	9d $^2D_{5/2}$	–	5934,366 ^{A,C} 5934,368 ^B 5993,659 ^D	5932,73 ^a 5932,706 ^c	–	0,60424 ^{A,C} 0,58849 ^B 0,59826 ^D	0,582 ^a	–	1,14(8) ^{A,C} 1,12(8) ^B 1,11(8) ^D	1,10(8) ^a
8p $^2P_{3/2}^o$	9d $^2D_{3/2}$	–	5959,209 ^{A,C} 5959,217 ^B 6013,602 ^D	5957,57 ^a	–	0,06686 ^{A,C} 0,06504 ^B 0,06625 ^D	0,064 ^a	–	1,26(7) ^{A,C} 1,22(7) ^{B,D}	1,21(7) ^a
8p $^2P_{3/2}^o$	10s $^2S_{1/2}$	–	6018,839 ^{A,C} 6018,813 ^B 6089,220 ^D	6017,18 ^a 6017,114 ^c	–	0,21761 ^{A,C} 0,21681 ^B 0,21510 ^D	0,221 ^a	–	4,01(7) ^{A,C} 3,99(7) ^B 3,87(7) ^D	4,06(7) ^a
7d $^2D_{3/2}$	7f $^2F_{5/2}$	–	6057,559 ^{A,C} 6057,507 ^B 6041,283 ^D	6055,85 ^a 6055,838 ^c	–	0,57840 ^{A,C} 0,51834 ^B 0,57996 ^D	0,604 ^a	–	1,05(8) ^{A,C} 0,94(8) ^B 1,06(8) ^D	1,10(8) ^a
7d $^2D_{5/2}$	7f $^2F_{7/2}$	–	6120,000 ^{A,C} 6121,041 ^B 6090,915 ^D	6119,27 ^a 6119,254 ^c	–	0,81772 ^{A,C} 0,73522 ^B 0,82176 ^D	0,854 ^a	–	1,46(8) ^{A,C} 1,31(8) ^B 1,48(8) ^D	1,52(8) ^a
7d $^2D_{5/2}$	7f $^2F_{5/2}$	–	6133,351 ^{A,C} 6133,385 ^B 6101,927 ^D	6131,67 ^a	–	0,04080 ^{A,C} 0,03669 ^B 0,04101 ^D	0,043 ^a	–	7,24(6) ^{A,C} 6,51(6) ^B 7,35(6) ^D	7,55(6) ^a

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
7p $^2P^o_{3/2}$	7d $^3D_{5/2}$	-	6143,713 ^{A,C}	6141,99 ^a	-	5,15684 ^{A,C}	5,024 ^a	-	9,11(8) ^{A,C}	8,88(8) ^a
			6143,636 ^B	6141,987 ^c		5,23849 ^B			9,26(8) ^B	
			6208,255 ^D			5,10323 ^D			8,83(8) ^D	
7p $^2P^o_{3/2}$	7d $^2D_{3/2}$	-	6221,691 ^{A,C}	6219,99 ^a	-	0,56580 ^{A,C}	0,551 ^a	-	9,75(7) ^{A,C}	9,50(7) ^a
			6221,701 ^B	6219,999 ^c		0,57502 ^B			9,91(7) ^B	
			6272,315 ^D			0,56123 ^D			9,52(7) ^D	
7p $^2P^o_{3/2}$	8s $^2S_{1/2}$	-	6349,973 ^{A,C}	6348,21 ^a	-	1,32421 ^{A,C}	1,331 ^a	-	2,19(8) ^{A,C}	2,20(8) ^a
			6349,930 ^B	6348,213 ^c		1,32901 ^B			2,20(8) ^B	
			6419,029 ^D			1,30996 ^D			2,12(8) ^D	
			8116,752 ^{A,C}	8114,48 ^a	-	0,0177 ^{A,B,C}	0,021 ^a	-	1,79(6) ^{A,B,C}	2,11(6) ^a
5g $^2G_{9/2}$	7f $^2F^o_{7/2}$	-	8116,782 ^B	8114,415 ^c	-	0,0185 ^D		-	2,05(6) ^D	
			7765,966 ^D							
			8138,187 ^{A,C}	8136,00 ^a	-	0,01363 ^{A,C}	0,016 ^a	-	1,37(6) ^{A,B,C}	1,62(6) ^a
5g $^2G_{7/2}$	7f $^2F^o_{5/2}$	-	8138,274 ^B	8135,964 ^c	-	0,01362 ^B		-	1,57(6) ^D	
			7782,924 ^D			0,01426 ^D				
			8254,775 ^{A,C}	8252,53 ^a	-	2,42400 ^{A,C}	2,279 ^a	-	2,37(8) ^{A,B,C}	2,23(8) ^a
7s $^2S_{1/2}$	7p $^2P^o_{3/2}$	-	8254,847 ^B	8252,603 ^c	-	2,41802 ^B		-	2,19(8) ^D	
			8474,276 ^D			2,36122 ^D				
			8277,666 ^{A,C}	8275,41 ^a	-	0,24956 ^{A,C}	0,240 ^a	-	2,43(7) ^{A,C}	2,34(7) ^a
6d $^2D_{3/2}$	7p $^2P^o_{3/2}$	-	8277,670 ^B	8275,388 ^c	-	0,24359 ^B		-	2,37(7) ^B	
			8403,075 ^D			0,24583 ^D			2,32(7) ^D	
			8290,155 ^{A,C}	8287,76 ^a	-	8,9039 ^{A,C}	8,527 ^a	-	8,64(8) ^{A,B,C}	8,28(8) ^a
6f $^2F^o_{5/2}$	6g $^2G_{7/2}$	-	8290,176 ^B	8287,752 ^c	-	8,9030 ^B		-	6,92(8) ^D	
			8928,245 ^D			8,2676 ^D				
			8293,352 ^{A,C}	8291,04 ^a	-	1,51323 ^{A,C}	1,485 ^a	-	1,47(8) ^{A,B,C}	1,44(8) ^a
7f $^2F^o_{5/2}$	8g $^2G_{7/2}$	-	8293,356 ^B		-	1,51275 ^B		-	1,27(8) ^D	
			8694,247 ^D			1,44345 ^D				
			8315,109 ^{A,C}	8312,96 ^a	-	1,95646 ^{A,C}	1,919 ^a	-	1,89(8) ^{A,B,C}	1,85(8) ^a
7f $^2F^o_{7/2}$	8g $^2G_{9/2}$	-	8315,158 ^B		-	1,95577 ^B		-	1,64(8) ^D	
			8716,464 ^D			1,86637 ^D				
			8316,043 ^{A,C}	8313,81 ^a	-	0,05589 ^{A,C}	0,055 ^a	-	5,39(6) ^{A,B,C}	5,29(6) ^a
6f $^2F^o_{7/2}$	8g $^2G_{7/2}$	-	8316,031 ^B		-	0,05587 ^B		-	4,68(6) ^D	
			8716,701 ^D			0,05332 ^D				
			8323,345 ^{A,C}	8321,16 ^a	-	11,49607 ^{A,C}	11,009 ^a	-	1,11(9) ^{A,B,C}	1,06(9) ^a
6f $^2F^o_{7/2}$	6g $^2G_{9/2}$	-	8323,433 ^B	8321,107 ^c	-	11,49513 ^B		-	8,84(8) ^D	
			8969,441 ^D			10,66797 ^D				
			8323,969 ^{A,C}	8321,63 ^a	-	0,32843 ^{A,C}	0,315 ^a	-	3,16(7) ^{A,C}	3,03(7) ^a
			8323,975 ^B			0,32840 ^B			3,16(7) ^B	
6f $^2F^o_{7/2}$	6g $^2G_{7/2}$	-	8970,101 ^D		-	0,30478 ^D		-	2,53(7) ^D	

Tablo A.4. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6d $^2D_{5/2}$	7p $^3P^o_{3/2}$	–	8585,755 ^{A,C} 8585,810 ^B 8668,698 ^D	8583,42 ^a 8583,453 ^c	–	2,16541 ^{A,C} 2,11497 ^B 2,14469 ^D	2,081 ^a	–	1,96(8) ^{A,C} 1,91(8) ^B 1,90(8) ^D	1,88(8) ^a
6d $^2D_{3/2}$	7p $^2P^o_{3/2}$	–	8277,666 ^{A,C} 8277,670 ^B 8403,075 ^D	–	–	0,24956 ^{A,C} 0,24359 ^B 0,24583 ^D	–	–	2,43(7) ^{A,C} 2,37(7) ^B 2,32(7) ^D	–
7s $^2S_{1/2}$	7p $^2P^o_{1/2}$	–	9186,870 ^{A,C} 9186,917 ^B 9261,691 ^D	9184,34 ^a 9184,380 ^c	–	1,08903 ^{A,C} 1,08632 ^B 1,08023 ^D	1,024 ^a	–	8,61(7) ^{A,C} 8,59(7) ^B 8,40(7) ^D	8,09(7) ^a
6d $^2D_{3/2}$	7p $^2P^o_{1/2}$	–	9215,232 ^{A,C} 9215,195 ^B 9176,709 ^D	9212,68 ^a 9212,628 ^c	–	1,12083 ^{A,C} 1,09396 ^B 1,12554 ^D	1,077 ^a	–	8,80(7) ^{A,C} 8,59(7) ^B 8,92(7) ^D	8,46(7) ^a
6d $^2D_{3/2}$	5f $^2F^o_{5/2}$	9560,48 ^A 11346,90 ^B	9926,740 ^{A,C} 9926,703 ^B 9505,892 ^D	9924,04 ^a 9923,989 ^c	0,204 ^A 0,172 ^B	2,57362 ^{A,C} 2,54928 ^B 2,68756 ^D	2,370 ^a	2,23(7) ^A 1,33(7) ^B	1,74(8) ^{A,C} 1,73(8) ^B 1,98(8) ^D	1,60(8) ^a
6d $^2D_{5/2}$	5f $^2F^o_{7/2}$	9559,05 ^A 11347,40 ^B	10287,588 ^{A,C} 10287,589 ^B 9741,969 ^D	10284,790 ^c	0,299 ^A 0,252 ^B	3,54764 ^{A,C} 3,51492 ^B 3,74633 ^D	–	2,91(7) ^A 1,74(7) ^B	2,24(8) ^{A,C} 2,21(8) ^B 2,63(8) ^D	–
6d $^2D_{5/2}$	5f $^2F^o_{5/2}$	9534,87 ^A 11309,70 ^B	10373,120 ^{A,C} 10373,154 ^B 9847,227 ^D	10370,335 ^c	0,015 ^A 0,012 ^B	0,17592 ^{A,C} 0,17429 ^B 0,18531 ^D	–	1,07(6) ^A 0,64(6) ^B	1,09(7) ^{A,C} 1,08(7) ^B 1,28(7) ^D	–
8p $^2P^o_{1/2}$	8d $^2D_{3/2}$	–	10940,858 ^{A,C} 10940,827 ^B 11126,542 ^D	10937,898 ^c	–	3,43882 ^{A,C} 3,50784 ^B 3,38143 ^D	–	–	1,92(8) ^{A,C} 1,95(8) ^B 1,82(8) ^D	–
5d $^2D_{3/2}$	4f $^2F^o_{5/2}$	8367,64 ^A 8108,10 ^B	13898,056 ^{A,C} 13898,496 ^B 6928,846 ^D	13894,47 ^e	0,136 ^A 0,141 ^B	0,07360 ^{A,C} 0,07271 ^B 0,14762 ^D	–	1,29(7) ^A 1,43(7) ^B	2,54(6) ^{A,C} 2,51(6) ^B 2,05(7) ^D	–
5d $^2D_{5/2}$	4f $^2F^o_{7/2}$	8352,25 ^A 8075,20 ^B	14100,194 ^{A,C} 14099,972 ^B 6923,764 ^D	14096,18 ^e	0,196 ^A 0,203 ^B	0,10363 ^{A,C} 0,10244 ^B 0,21105 ^D	–	1,87(7) ^A 2,08(7) ^B	3,48(6) ^{A,C} 3,44(6) ^B 2,94(7) ^D	–
5d $^2D_{5/2}$	4f $^2F^o_{5/2}$	9710,33 ^A 9337,80 ^B	17882,690 ^{A,C} 17883,037 ^B 7845,302 ^D	17878,09 ^e	0,008 ^A 0,009 ^B	0,00409 ^{A,C} 0,00403 ^B 0,00931 ^D	–	5,93(5) ^A 6,66(5) ^B	8,52(4) ^{A,C} 8,41(4) ^B 1,01(6) ^D	–

^aBiémont ve çalışma arkadaşları [135], ^bMigdalek ve Wyrozumska [134], ^cOdabası [132], ^dLi ve Jiang [119], ^eJohansson ve Litzén [133]

Tablo A.5. Ce III'ün E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları (Tablo 3.15'in geniş hali)

Seviyeler		E			g-çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
4f(² F _{7/2})6d	² [9/2] ₄	–	91705,38 ^A 91848,41 ^B	91735,87 ^a	–	1,056 ^A 1,064 ^B	1,083 ^b
	² [9/2] ₅	–	92189,92 ^A 92047,72 ^B	92180,41 ^a	–	1,154 ^A 1,181 ^B	1,172 ^b
4f(² F _{7/2})6d	² [11/2] ₆	–	92422,91 ^A 92252,57 ^B	92526,56 ^a	–	1,167 ^{A,B}	1,167 ^b
	² [11/2] ₅	–	93017,00 ^A 93431,88 ^B	93226,80 ^a	–	1,042 ^A 1,008 ^B	1,021 ^b
4f(² F _{7/2})6d	² [3/2] ₂	–	92838,71 ^A 92417,66 ^B	92795,44 ^a	–	1,330 ^A 1,293 ^B	1,282 ^b
	² [3/2] ₁	–	93734,68 ^A 93429,61 ^B 43286,20 ^B	93602,83 ^a	–	1,056 ^A 1,000 ^B 1,246 ^B	1,061 ^b
5d ²	¹ D ₂	–	46353,59 ^A 46835,73 ^B	46889,79 ^a	–	1,014 ^A 1,067 ^B	1,06 ^a 1,061 ^b
	³ P ₀	–	49576,42 ^A 48045,90 ^B	48075,96 ^a	–		
	³ P ₁	–	50309,32 ^A 48639,61 ^B	48674,12 ^a	–	1,501 ^{A,B}	1,501 ^b
5d ²	³ P ₂	–	51599,16 ^A 49979,17 ^B	50043,85 ^a	–	1,461 ^A 1,395 ^B	1,401 ^b
5d ²	¹ G ₄	–	49366,61 ^A 49134,51 ^B	–	–	1,024 ^A 1,025 ^B	–
5d ²	¹ S ₀	–	67656,90 ^A 67646,79 ^B	67730,30 ^a	–		
5d6s	³ D ₁	–	63348,51 ^A 63498,83 ^B	63335,40 ^a	–	0,499 ^{A,B}	0,499 ^b
	³ D ₂	–	64022,28 ^A 64075,76 ^B	64010,70 ^a	–	1,161 ^A 1,162 ^B	1,162 ^b
	³ D ₃	–	65587,20 ^A 65448,51 ^B	65550,73 ^a	–	1,334 ^{A,B}	1,334 ^b
5d6s	¹ D ₂	–	70498,60 ^A 70452,40 ^B	70433,08 ^a	–	1,006 ^A 1,005 ^B	1,005 ^b
4f(² F _{5/2})7p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	124028,73 ^A	100803,80 ^A 101118,93 ^B	100662,63 ^a	0,895 ^A	0,788 ^A 0,825 ^B	0,863 ^b
	(5/2,1/2) ₂	124032,34 ^A	101075,11 ^A 101583,68 ^B	100734,04 ^a	0,746 ^A	0,871 ^A 0,834 ^B	0,775 ^b
4f(² F _{7/2})7p _{1/2}	(7/2,1/2) ₄	124597,29 ^A	101513,98 ^A 102510,37 ^B	103079,67 ^a	1,040 ^A	1,037 ^A 1,086 ^B	1,139 ^b
	(7/2,1/2) ₃	124406,53 ^A	102982,76 ^A 102622,52 ^B	102961,29 ^a	0,925 ^A	1,129 ^A 1,147 ^B	1,121 ^b
4f(² F _{5/2})7p _{3/2}	(5/2,3/2) ₃	125708,27 ^A	101565,91 ^A 103007,50 ^B	101821,97 ^a	1,100 ^A	1,030 ^A 0,989 ^B	0,958 ^b
	(5/2,3/2) ₂	124575,44 ^A	101552,60 ^A 103363,38 ^B	102173,68 ^a	1,036 ^A	0,990 ^A 0,970 ^B	1,011 ^b
	(5/2,3/2) ₄	125741,76 ^A	103114,90 ^A 103434,71 ^B	102221,92 ^a	1,156 ^A	1,158 ^A 1,103 ^B	1,041 ^b
	(5/2,3/2) ₁	124671,88 ^A	101474,23 ^A 103542,21 ^B	102369,48 ^a	0,499 ^A	0,508 ^A 0,499 ^B	0,500 ^b
4f(² F _{7/2})7p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	126249,09 ^A	102741,42 ^A 104088,00 ^B	104351,04 ^a	1,200 ^A	1,200 ^{A,B}	1,200 ^b
	(7/2,3/2) ₃	126217,35 ^A	102420,49 ^A 104384,31 ^B	104293,20 ^a	1,246 ^A	1,222 ^A 1,206 ^B	1,224 ^b
	(7/2,3/2) ₄	126163,79 ^A	102521,11 ^A 104551,41 ^B	104289,06 ^a	1,103 ^A	1,089 ^A 1,118 ^B	1,114 ^b
	(7/2,3/2) ₂	126413,56 ^A	103199,31 ^A 104785,89 ^B	104840,50 ^a	1,049 ^A	1,023 ^A 1,050 ^B	1,047 ^b
4f(² F _{5/2})6f	² [7/2] ₄	–	120554,52 ^B	122628,94 ^a	–	0,802 ^B	1,045 ^b
	² [7/2] ₃	–	122755,11 ^B	122160,10 ^a	–	0,826 ^B	0,843 ^b
4f(² F _{5/2})6f	² [11/2] ₅	–	121153,39 ^B	122289,31 ^a	–	1,034 ^B	0,875 ^b
	² [11/2] ₆	–	122048,88 ^B	122870,19 ^a	–	1,164 ^B	1,026 ^b
4f(² F _{5/2})6f	² [9/2] ₅	–	123005,38 ^B	122611,07 ^a	–	0,872 ^B	1,016 ^b
	² [9/2] ₄	–	123467,83 ^B	123201,62 ^a	–	1,074 ^B	0,858 ^b
4f(² F _{5/2})6f	² [3/2] ₁	–	123081,88 ^B	–	–	0,798 ^B	–
	² [3/2] ₂	–	123300,87 ^B	122807,84 ^a	–	0,757 ^B	1,119 ^b
4f(² F _{5/2})6f	² [5/2] ₃	–	123346,03 ^B	122688,60 ^a	–	1,092 ^B	1,087 ^b
	² [5/2] ₂	–	123967,51 ^B	123555,41 ^a	–	1,111 ^B	0,862 ^b

Tablo A.5. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f(² F _{5/2})6f	² [1/2] ₁	–	124053,09 ^B	122980,12 ^a	–	1,500 ^B	1,515 ^b
	² [1/2] ₀	–	133805,73 ^B	–	–	–	–
4f(² F _{7/2})6f	² [9/2] ₅	–	123864,17 ^B	124433,38 ^a	–	1,027 ^B	1,143 ^b
	² [9/2] ₄	–	124652,71 ^B	125091,24 ^a	–	1,217 ^B	1,047 ^b
4f(² F _{7/2})6f	² [5/2] ₃	–	124507,15 ^B	124510,28 ^a	–	1,041 ^B	1,142 ^b
	² [5/2] ₂	–	125533,66 ^B	125399,50 ^a	–	0,967 ^B	1,112 ^b
4f(² F _{7/2})6f	² [13/2] ₆	–	123986,28 ^B	125710,16 ^a	–	1,026 ^B	1,060 ^b
	² [13/2] ₇	–	124937,53 ^B	124609,73 ^a	–	1,143 ^B	1,143 ^b
4f(² F _{7/2})6f	² [11/2] ₅	–	124611,06 ^B	125006,22 ^a	–	1,134 ^B	1,032 ^b
	² [11/2] ₆	–	130755,04 ^B	125301,13 ^a	–	1,000 ^B	1,105 ^b
4f(² F _{7/2})6f	² [7/2] ₃	–	124816,91 ^B	125132,28 ^a	–	1,208 ^B	1,095 ^b
	² [7/2] ₄	–	127361,88 ^B	125615,94 ^a	–	1,006 ^B	1,151 ^b
4f(² F _{7/2})6f	² [1/2] ₁	–	125016,32 ^B	–	–	1,203 ^B	–
	² [1/2] ₀	–	144120,59 ^B	–	–	–	–
4f(² F _{7/2})6f	² [3/2] ₁	–	134026,29 ^B	–	–	1,497 ^B	–
	² [3/2] ₂	–	134380,98 ^B	126052,62 ^a	–	1,497 ^B	1,241 ^b
5d6d	¹ P ₁	–	134665,77 ^B	–	–	1,005 ^B	–
5d6d	³ P ₀	–	136531,77 ^B	–	–	–	–
	³ P ₁	–	136633,53 ^B	–	–	1,483 ^B	–
	³ P ₂	–	137370,81 ^B	141104,03 ^a	–	1,477 ^B	–
5d6d	³ G ₃	–	137130,91 ^B	–	–	0,766 ^B	–
	³ G ₄	–	137657,40 ^B	–	–	1,052 ^B	–
	³ G ₅	–	138563,06 ^B	–	–	1,200 ^B	–
5d6d	¹ F ₃	–	138107,87 ^B	136447,67 ^a	–	1,024 ^B	–
5d6d	³ F ₂	–	139058,44 ^B	138264,72 ^a	–	0,784 ^B	–
	³ F ₃	–	139769,34 ^B	139477,67 ^a	–	1,129 ^B	–
	³ F ₄	–	140325,60 ^B	–	–	1,239 ^B	–
5d6d	³ D ₁	–	139434,88 ^B	–	–	0,524 ^B	–
	³ D ₂	–	139884,82 ^B	136321,39 ^a	–	1,066 ^B	–
	³ D ₃	–	140372,16 ^B	137902,90 ^a	–	1,248 ^B	–
5d6d	¹ G ₄	–	141676,18 ^B	–	–	1,009 ^B	–
5d6d	³ S ₁	–	142124,08 ^B	–	–	1,995 ^B	–
5d6d	¹ D ₂	–	144799,25 ^B	141803,07 ^a	–	1,001 ^B	–
5d6d	¹ S ₀	–	154787,22 ^B	–	–	–	–
6p ²	³ P ₀	–	123417,52 ^B	–	–	–	–
	³ P ₁	–	126910,28 ^B	130713,26 ^a	–	1,501 ^B	–
	³ P ₂	–	127792,37 ^B	–	–	1,297 ^B	–
6p ²	¹ S ₀	–	131117,10 ^B	–	–	–	–
Tek parite için:							
5d6p	³ F ₂	–	91849,24 ^B	92635,13 ^a	–	1,046 ^B	0,968 ^b
	³ F ₃	–	95262,06 ^B	96022,31 ^a	–	1,119 ^B	1,110 ^b
	³ F ₄	–	99377,01 ^B	99168,82 ^a	–	1,251 ^B	1,251 ^b
5d6p	³ D ₀	–	94176,09 ^B	94508,68 ^a	–	0,653 ^B	0,590 ^b
	³ D ₂	–	96607,79 ^B	96375,66 ^a	–	1,078 ^B	1,144 ^b
	³ D ₃	–	98338,19 ^B	97964,37 ^a	–	1,249 ^B	1,277 ^b
5d6p	¹ D ₂	–	95470,14 ^B	95827,23 ^a	–	1,032 ^B	0,909 ^b
5d6p	³ P ₁	–	99890,61 ^B	99288,43 ^a	–	1,253 ^B	1,304 ^b
	³ P ₀	–	100671,80 ^B	99836,46 ^b	–	–	–
	³ P ₂	–	101606,90 ^B	100968,18 ^a	–	1,435 ^B	1,453 ^b
5d6p	¹ F ₃	–	102521,60 ^B	102369,16 ^a	–	1,053 ^B	1,031 ^b
5d6p	¹ P ₁	–	103781,39 ^B	102249,70 ^a	–	1,127 ^B	–
4f(² F _{5/2})8s _{1/2}	(5/2,1/2) ₂	–	117949,40 ^B	117949,15 ^a	–	0,666 ^B	0,666 ^b
	(5/2,1/2) ₃	–	117986,89 ^B	117986,06 ^a	–	1,049 ^B	1,049 ^b
4f(² F _{7/2})8s _{1/2}	(7/2,1/2) ₄	–	120199,10 ^B	120199,11 ^a	–	1,251 ^B	1,251 ^b
	(7/2,1/2) ₃	–	120249,20 ^B	120249,22 ^a	–	1,034 ^B	1,034 ^b
4f(² F _{5/2})7d	² [5/2] ₂	–	118283,89 ^A	118290,69 ^a	–	0,789 ^A	0,764 ^b
		–	118329,78 ^B	–	–	0,731 ^B	–
	² [5/2] ₃	–	118302,11 ^A	118318,07 ^a	–	0,789 ^A	0,777 ^b
		–	118423,61 ^B	–	–	0,789 ^B	–
4f(² F _{5/2})7d	² [9/2] ₄	–	118305,09 ^A	118312,48 ^a	–	0,884 ^A	0,936 ^b
		–	118480,58 ^B	–	–	0,933 ^B	–
	² [9/2] ₅	–	118828,92 ^A	118794,12 ^a	–	1,036 ^A	1,036 ^b
		–	118787,59 ^B	–	–	1,035 ^B	–
4f(² F _{5/2})7d	² [7/2] ₃	–	118595,69 ^A	118588,24 ^a	–	1,076 ^A	1,089 ^b
		–	118556,99 ^B	–	–	1,078 ^B	–
	² [7/2] ₄	–	120464,02 ^A	118476,74 ^a	–	1,050 ^A	0,928 ^b
		–	118278,32 ^B	–	–	0,928 ^B	–
4f(² F _{5/2})7d	² [3/2] ₁	–	118685,07 ^A	118682,98 ^a	–	0,556 ^A	0,551 ^b
		–	118714,32 ^B	–	–	0,550 ^B	–

Tablo A.5. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	$^2 [3/2]_2^o$	–	118685,75 ^A	118665,91 ^a	–	1,064 ^A	1,092 ^b
4f($^2F_{5/2}$)7d	$^2 [1/2]_0^o$	–	118725,01 ^B	–	–	1,121 ^B	–
		–	119113,92 ^A	–	–	–	–
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [1/2]_1^o$	–	119182,48 ^B	–	–	–	–
		–	119107,59 ^A	119043,35 ^a	–	1,368 ^A	1,383 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [9/2]_4^o$	–	119186,33 ^B	–	–	1,370 ^B	–
		–	118497,68 ^A	120467,78 ^a	–	0,979 ^A	1,045 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [9/2]_5^o$	–	120481,14 ^B	–	–	1,020 ^B	–
		–	120645,17 ^A	120646,18 ^a	–	1,164 ^A	1,168 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [7/2]_4^o$	–	120718,61 ^B	–	–	1,162 ^B	–
		–	120724,60 ^A	120685,11 ^a	–	1,186 ^A	1,192 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [7/2]_3^o$	–	120626,76 ^B	–	–	1,219 ^B	–
		–	120618,84 ^A	120652,44 ^a	–	1,121 ^A	1,146 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [5/2]_2^o$	–	120647,61 ^B	–	–	1,114 ^B	–
		–	120710,30 ^A	120739,95 ^a	–	1,045 ^A	1,051 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [5/2]_3^o$	–	120804,81 ^B	–	–	1,047 ^B	–
		–	120969,08 ^A	121001,44 ^a	–	1,182 ^A	1,155 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [11/2]_6^o$	–	120962,78 ^B	–	–	1,187 ^B	–
		–	120833,20 ^A	120845,67 ^a	–	1,167 ^{A,B}	1,167 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [11/2]_5^o$	–	120783,19 ^B	–	–	–	–
		–	121098,71 ^A	121056,71 ^a	–	1,034 ^A	1,030 ^b
4f($^2F_{7/2}$)7d	$^2 [3/2]_2^o$	–	121089,71 ^B	–	–	1,037 ^B	–
		–	121144,88 ^A	121095,78 ^a	–	1,436 ^A	1,427 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [3/2]_1^o$	–	121243,19 ^B	–	–	1,435 ^B	–
		–	121536,30 ^A	121559,51 ^a	–	1,076 ^A	1,066 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [9/2]_5^o$	–	121581,29 ^B	–	–	1,080 ^B	–
		–	122907,69 ^A	122908,89 ^a	–	1,065 ^{A,B}	1,065 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [9/2]_4^o$	–	122906,50 ^B	–	–	–	–
		–	122907,47 ^A	122905,69 ^a	–	0,857 ^{A,B}	0,856 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [11/2]_6^o$	–	122906,59 ^B	–	–	–	–
		–	122915,44 ^A	122919,83 ^a	–	1,039 ^{A,B}	1,039 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [11/2]_5^o$	–	122914,63 ^B	–	–	–	–
		–	122915,42 ^A	122922,37 ^a	–	0,864 ^{A,B}	0,864 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [7/2]_4^o$	–	122914,68 ^B	–	–	–	–
		–	122938,05 ^A	122932,21 ^a	–	1,105 ^{A,B}	1,106 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [7/2]_3^o$	–	122936,35 ^B	–	–	–	–
		–	122939,30 ^A	122933,38 ^a	–	0,854 ^{A,B}	0,851 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [5/2]_3^o$	–	122937,84 ^B	–	–	–	–
		–	122984,48 ^A	122978,36 ^a	–	1,177 ^{A,B}	1,180 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [5/2]_2^o$	–	122982,99 ^B	–	–	–	–
		–	122988,47 ^A	122976,30 ^a	–	0,880 ^{A,B}	0,853 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [13/2]_7^o$	–	122987,13 ^B	–	–	–	–
		–	122999,70 ^A	123017,02 ^a	–	1,021 ^{A,B}	1,021 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [13/2]_6^o$	–	123000,70 ^B	–	–	–	–
		–	122999,70 ^A	123010,29 ^a	–	0,870 ^{A,B}	0,870 ^b
4f($^2F_{5/2}$)5g	$^2 [3/2]_2^o$	–	123000,70 ^B	–	–	–	–
		–	123027,25 ^A	123028,39 ^a	–	1,329 ^{A,B}	1,356 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [3/2]_1^o$	–	123026,90 ^B	–	–	–	–
		–	123046,92 ^A	123029,01 ^a	–	0,923 ^{A,B}	0,922 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [11/2]_6^o$	–	123046,08 ^B	–	–	–	–
		–	125156,46 ^A	125155,89 ^a	–	1,141 ^{A,B}	1,141 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [11/2]_5^o$	–	125156,43 ^B	–	–	–	–
		–	125157,11 ^A	125158,97 ^a	–	0,985 ^{A,B}	0,991 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [9/2]_5^o$	–	125157,08 ^B	–	–	–	–
		–	125169,52 ^A	125168,37 ^a	–	1,153 ^A	1,147 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [9/2]_4^o$	–	125168,99 ^B	–	–	1,154 ^B	–
		–	125171,41 ^A	125164,86 ^a	–	0,968 ^{A,B}	0,965 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [13/2]_7^o$	–	125170,93 ^B	–	–	–	–
		–	125177,83 ^A	125186,61 ^a	–	1,131 ^{A,B}	1,131 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [13/2]_6^o$	–	125177,99 ^B	–	–	–	–
		–	125177,91 ^A	125181,54 ^a	–	0,997 ^{A,B}	0,998 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [7/2]_4^o$	–	125178,08 ^B	–	–	–	–
		–	125200,70 ^A	125193,91 ^a	–	1,171 ^{A,B}	1,173 ^b
4f($^2F_{7/2}$)5g	$^2 [7/2]_3^o$	–	125199,77 ^B	–	–	–	–
		–	125205,39 ^A	125196,03 ^a	–	0,949 ^{A,B}	0,941 ^b
		–	125204,62 ^B	–	–	–	–

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve Biémont [48]

Tablo A.6. Ce III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.16'nın geniş hali)

Alt seviye	Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}		
	Üst seviye		Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	
4f5d	3F_3	$4f(^2F_{5/2})6p_{1/2}$	$(5/2,1/2)_3$	2359,591 ^A 2327,994 ^B	2337,664 ^a	-0,847 ^A -0,764 ^B	-0,93 ^a	1,70(8) ^A 2,12(8) ^B	1,42(8) ^a
4f5d	3F_3	$4f(^2F_{7/2})6p_{1/2}$	$(7/2,1/2)_3$	2253,352 ^A 2234,914 ^B	2227,837 ^a	-0,281 ^A -0,509 ^B	-0,32 ^a	6,87(8) ^A 4,14(8) ^B	6,40(8) ^a
4f5d	3F_3	$4f(^2F_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_3$	2176,844 ^A 2108,931 ^B	2184,639 ^a	-0,509 ^A -0,447 ^B	-0,79 ^a	4,36(8) ^A 5,36(8) ^B	2,26(8) ^a
4f5d	3F_3	$4f(^2F_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_3$	2107,351 ^A 2064,174 ^B	2077,752 ^a	-1,787 ^A -0,815 ^B	-2,11 ^a	2,45(7) ^A 2,40(8) ^B	1,21(7) ^a
4f5d	3F_3	$4f(^2F_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_4$	2056,794 ^A 2042,571 ^B	2038,207 ^a	-1,632 ^A -1,287 ^B	-1,83 ^a	3,68(7) ^A 8,25(7) ^B	2,40(7) ^a
4f5d	3F_3	5d6s	3D_2	1709,906 ^A 1706,583 ^B	1709,158 ^a	-1,809 ^A -1,874 ^B	-1,73 ^a	3,54(7) ^A 3,06(7) ^B	4,30(7) ^a
4f5d	3G_3	5d ²	3F_2	2924,589 ^A 2915,231 ^B	2925,260 ^a	-0,677 ^A -0,712 ^B	-0,83 ^a	1,64(8) ^A 1,52(8) ^B	1,14(8) ^a
4f5d	3G_3	5d ²	3F_3	2779,824 ^A 2796,770 ^B	2802,389 ^a	-1,063 ^A -0,969 ^B	-1,45 ^a	7,46(7) ^A 9,16(7) ^B	3,00(7) ^a
4f5d	3G_3	5d ²	3F_4	2650,213 ^A 2682,165 ^B	2683,604 ^a	-2,449 ^A -2,289 ^B	-2,94 ^a	3,37(6) ^A 4,77(6) ^B	1,05(6) ^a
4f5d	3G_3	5d ²	1D_2	2480,252 ^A 2449,009 ^B	2460,819 ^a	-2,098 ^A -2,111 ^B	-1,62 ^a	8,66(6) ^A 8,62(6) ^B	2,67(7) ^a
4f5d	3G_3	$4f(^2F_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_3$	2200,584 ^A 2132,486 ^B	2221,679 ^a	-0,792 ^A -1,307 ^B	-1,13 ^a	2,22(8) ^A 7,24(7) ^B	1,01(8) ^a
4f5d	3G_3	5d6s	3D_2	1724,520 ^A 1721,974 ^B	1731,737 ^a	-2,772 ^A -2,303 ^B	-3,04 ^a	3,80(6) ^A 1,12(7) ^B	2,05(6) ^a
4f5d	3G_3	5d6s	3D_3	1679,202 ^A 1682,210 ^B	1686,753 ^a	-3,431 ^A -3,487 ^B	-3,52 ^a	8,76(5) ^A 7,68(5) ^B	7,10(5) ^a
4f5d	3G_3	5d6s	1D_2	1551,266 ^A 1551,601 ^B	1558,412 ^a	-2,628 ^A -2,899 ^B	-2,91 ^a	6,52(6) ^A 3,50(6) ^B	3,41(6) ^a
4f5d	3H_5	4f ²	1I_6	8712,876 ^A 8752,491 ^B	9039,657 ^a	-3,417 ^A -3,861 ^B	-3,71 ^a	3,36(4) ^A 1,20(4) ^B	1,59(4) ^a
4f5d	3H_5	$4f(^2F_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_5$	2094,041 ^A 2097,356 ^B	2089,961 ^a	-1,017 ^A -0,959 ^B	-1,05 ^a	1,46(8) ^A 1,67(8) ^B	1,38(8) ^a
4f5d	1D_2	5d ²	3F_2	3017,111 ^A 3009,265 ^B	2951,704 ^a	-2,217 ^A -2,019 ^B	-1,98 ^a	4,45(6) ^A 7,04(6) ^B	7,97(6) ^a
4f5d	1D_2	5d ²	3F_3	2863,283 ^A 2883,206 ^B	2826,648 ^a	-2,057 ^A -2,119 ^B	-2,29 ^a	7,14(6) ^A 6,10(6) ^B	4,27(6) ^a
4f5d	1D_2	$4f(^2F_{5/2})6p_{1/2}$	$(5/2,1/2)_3$	2448,813 ^A 2417,807 ^B	2397,602 ^a	-1,529 ^A -1,366 ^B	-1,68 ^a	3,29(7) ^A 4,91(7) ^B	2,45(7) ^a

Tablo A.6. Devam

Geçişler				λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye		Üst seviye		Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
				HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
4f5d	$^1D^{\circ}_2$	5d6s	3D_1	1777,309 ^A	1761,679 ^a	-2,207 ^A	-2,18 ^a	1,31(7) ^A	1,42(7) ^a
				1772,294 ^B		-2,160 ^B		1,47(7) ^B	
4f ²	1G_4	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6d	$^2[9/2]^{\circ}_5$	1198,843 ^A	1197,047 ^a	-3,406 ^A	-3,56 ^a	1,82(6) ^A	1,28(6) ^a
				1195,091 ^B		-3,593 ^B		1,19(6) ^B	
4f ²	1G_4	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6d	$^2[7/2]^{\circ}_4$	1176,116 ^A	1177,016 ^a	-2,593 ^A	-2,62 ^a	1,23(7) ^A	1,17(7) ^a
				1186,043 ^B		-3,009 ^B		4,64(6) ^B	
4f5d	$^3F^{\circ}_4$	5d ²	3F_3	2879,275 ^A	2873,671 ^a	-0,819 ^A	-1,33 ^a	1,22(8) ^A	3,75(7) ^a
				2898,866 ^B		-0,724 ^B		1,50(8) ^B	
4f5d	$^3F^{\circ}_4$	5d ²	3F_4	2740,456 ^A	2748,902 ^a	-0,727 ^A	-0,85 ^a	1,67(8) ^A	1,24(8) ^a
				2775,923 ^B		-0,934 ^B		1,01(8) ^B	
4f5d	$^3F^{\circ}_4$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₃	2187,474 ^A	2151,438 ^a	-0,749 ^A	-0,38 ^a	2,48(8) ^A	6,04(8) ^a
				2143,048 ^B		-0,552 ^B		4,07(8) ^B	
4f5d	$^3F^{\circ}_4$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	2148,629 ^A	2125,007 ^a	-1,109 ^A	-0,89 ^a	1,12(8) ^A	1,93(8) ^a
				2153,217 ^B		-0,936 ^B		1,67(8) ^B	
4f5d	$^3F^{\circ}_4$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₄	2133,049 ^A	2109,068 ^a	-0,732 ^A	-0,47 ^a	2,72(8) ^A	5,14(8) ^a
				2119,771 ^B		-0,556 ^B		4,13(8) ^B	
4f5d	$^3F^{\circ}_4$	5d6s	3D_3	1714,985 ^A	1712,309 ^a	-1,961 ^A	-1,69 ^a	2,48(7) ^A	4,65(7) ^a
				1718,616 ^B		-2,136 ^B		1,65(7) ^B	
4f5d	$^3G^{\circ}_4$	5d ²	3F_3	2916,422 ^A	2931,537 ^a	-0,670 ^A	-0,73 ^a	1,68(8) ^A	1,45(8) ^a
				2939,521 ^B		-0,704 ^B		1,52(8) ^B	
4f5d	$^3G^{\circ}_4$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	2487,577 ^A	2472,646 ^a	-1,490 ^A	-1,53 ^a	3,49(7) ^A	3,19(7) ^a
				2457,285 ^B		-1,717 ^B		2,12(7) ^B	
4f5d	$^3G^{\circ}_4$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₃	2369,789 ^A	2350,104 ^a	-0,556 ^A	-0,25 ^a	3,30(8) ^A	6,80(8) ^a
				2353,809 ^B		-1,381 ^B		5,00(7) ^B	
4f5d	$^3G^{\circ}_4$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	2169,248 ^A	2156,488 ^a	-2,123 ^A	-1,94 ^a	1,07(7) ^A	1,63(7) ^a
				2175,567 ^B		-3,319 ^B		6,76(5) ^B	
4f5d	$^3H^{\circ}_6$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	2189,023 ^A	2180,635 ^a	0,427 ^A	0,39 ^a	3,72(9) ^A	3,45(9) ^a
				2195,646 ^B		0,438 ^B		3,79(9) ^B	
4f5d	$^3H^{\circ}_6$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)5f	$^2[9/2]_5$	1093,414 ^A	1095,839 ^a	-2,344 ^A	-2,24 ^a	2,53(7) ^A	3,17(7) ^a
				1088,291 ^B		-2,721 ^B		1,07(7) ^B	
4f5d	$^3H^{\circ}_6$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)5f	$^2[11/2]_6$	1089,461 ^A	1090,920 ^a	-1,701 ^A	-1,58 ^a	1,12(8) ^A	1,48(8) ^a
				1086,428 ^B		-1,421 ^B		2,15(8) ^B	
4f5d	$^3H^{\circ}_6$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)5f	$^2[9/2]_5$	1069,175 ^A	1077,256 ^a	-1,472 ^A	-1,34 ^a	1,97(8) ^A	2,61(8) ^a
				1065,353 ^B		-1,163 ^B		4,04(8) ^B	
4f5d	$^3H^{\circ}_6$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)5f	$^2[13/2]_7$	1065,182 ^A	1072,791 ^a	0,635 ^A	0,62 ^a	2,54(10) ^A	2,40(10) ^a
				1068,648 ^B		0,697 ^B		2,90(10) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_1$	5d ²	3F_2	3187,128 ^A	3171,857 ^a	-2,178 ^A	-2,59 ^a	4,36(6) ^A	1,69(6) ^a
				3177,816 ^B		-2,342 ^B		3,01(6) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_1$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₂	2544,001 ^A	2531,987 ^a	-0,544 ^A	-0,62 ^a	2,95(8) ^A	2,53(8) ^a
				2483,162 ^B		-0,518 ^B		3,28(8) ^B	

Tablo A.6. Devam

		Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye		Üst seviye		Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
				HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
4f5d	$^3D^o_1$	5d ²	3P_1	2412,106 ^A	2514,835 ^a	-1,228 ^A	-1,46 ^a	6,78(7) ^A	3,67(7) ^a
				2512,419 ^B		-1,287 ^B		5,45(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_1$	5d ²	3P_2	2339,323 ^A	2431,062 ^a	-3,572 ^A	-3,47 ^a	3,27(5) ^A	3,85(5) ^a
				2430,616 ^B		-2,173 ^B		7,57(6) ^B	
4f5d	$^3D^o_1$	4f($^2F^o_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	2492,005 ^A	2324,311 ^a	-0,618 ^A	-0,66 ^a	2,59(8) ^A	2,70(8) ^a
				2384,821 ^B		-0,632 ^B		2,73(8) ^B	
4f5d	$^3D^o_1$	5d6s	3D_1	1834,971 ^A	1837,784 ^a	-1,469 ^A	-1,71 ^a	6,72(7) ^A	3,83(7) ^a
				1829,441 ^B		-1,516 ^B		6,08(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_1$	5d6s	3D_2	1812,562 ^A	1815,256 ^a	-1,804 ^A	-2,09 ^a	3,19(7) ^A	1,64(7) ^a
				1810,333 ^B		-1,933 ^B		2,37(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_1$	5d ²	1S_0	1700,532 ^A	1700,442 ^a	-2,685 ^A	-2,95 ^a	4,77(6) ^A	2,59(6) ^a
				1700,405 ^B		-2,529 ^B		6,82(6) ^B	
4f5d	$^3G^o_5$	5d ²	3F_4	2894,308 ^A	2923,809 ^a	-0,386 ^A	-0,55 ^a	3,28(8) ^A	2,18(8) ^a
				2937,511 ^B		-0,345 ^B		3,49(8) ^B	
4f5d	$^3G^o_5$	4f($^2F^o_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₄	2410,457 ^A	2318,642 ^a	-0,049 ^A	-0,09 ^a	1,03(9) ^A	1,02(9) ^a
				2255,315 ^B		0,103 ^B		1,66(9) ^B	
4f5d	$^3G^o_5$	4f($^2F^o_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₅	2242,072 ^A	2228,051 ^a	-0,065 ^A	-0,13 ^a	1,14(9) ^A	1,01(9) ^a
				2249,188 ^B		-0,069 ^B		1,12(9) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d ²	3F_2	3301,920 ^A	3273,482 ^a	-2,862 ^A	-3,16 ^a	8,41(5) ^A	4,26(5) ^a
				3290,580 ^B		-2,975 ^B		6,53(5) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d ²	3F_3	3118,562 ^A	3120,384 ^a	-2,253 ^A	-2,52 ^a	3,83(6) ^A	2,08(6) ^a
				3140,438 ^B		-2,370 ^B		2,88(6) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d ²	3P_1	2477,286 ^A	2578,300 ^a	-0,652 ^A	-0,89 ^a	2,42(8) ^A	1,31(8) ^a
				2582,385 ^B		-0,677 ^B		2,11(8) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d ²	3P_2	2400,580 ^A	2490,321 ^a	-1,384 ^A	-1,45 ^a	4,78(7) ^A	3,78(7) ^a
				2496,041 ^B		-2,137 ^B		7,81(6) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	4f($^2F^o_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₂	2475,777 ^A	2395,043 ^a	-0,732 ^A	-0,72 ^a	2,02(8) ^A	2,23(8) ^a
				2372,245 ^B		-0,519 ^B		3,59(8) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	4f($^2F^o_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	2561,638 ^A	2378,422 ^a	-1,150 ^A	-1,17 ^a	7,19(7) ^A	7,96(7) ^a
				2447,772 ^B		-1,137 ^B		8,12(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	4f($^2F^o_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₂	2217,268 ^A	2238,646 ^a	-1,081 ^A	-0,71 ^a	1,13(8) ^A	2,58(8) ^a
				2280,014 ^B		-1,818 ^B		1,95(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d6s	3D_1	1872,450 ^A	1871,436 ^a	-1,979 ^A	-2,22 ^a	2,00(7) ^A	1,16(7) ^a
				1866,259 ^B		-2,005 ^B		1,89(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d6s	3D_2	1849,122 ^A	1848,080 ^a	-1,398 ^A	-1,55 ^a	7,81(7) ^A	5,55(7) ^a
				1846,379 ^B		-1,436 ^B		7,18(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_2$	5d6s	3D_3	1797,118 ^A	1796,937 ^a	-1,882 ^A	-2,14 ^a	2,71(7) ^A	1,49(7) ^a
				1800,738 ^B		-2,068 ^B		1,76(7) ^B	
4f5d	$^3D^o_3$	5d ²	3F_4	2974,491 ^A	2993,952 ^a	-2,162 ^A	-2,44 ^a	5,19(6) ^A	2,68(6) ^a
				3009,837 ^B		-2,264 ^B		4,01(6) ^B	

Tablo A.6. Devam

		Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye		Üst seviye		Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
				HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
4f5d	$^3D^{\circ}_3$	5d ²	1D_2	2762,060 ^A	2719,301 ^a	-0,673 ^A	-0,77 ^a	1,86(8) ^A	1,52(8) ^a
				2719,320 ^B		-0,552 ^B		2,53(8) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_3$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{1/2}	(7/2,1/2) ₄	2349,811 ^A	2503,561 ^a	-1,106 ^A	-1,25 ^a	9,47(7) ^A	6,03(7) ^a
				2446,755 ^B		-0,855 ^B		1,56(8) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_3$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₄	2465,815 ^A	2362,538 ^a	-0,548 ^A	-0,85 ^a	3,11(8) ^A	1,69(8) ^a
				2297,706 ^B		-0,739 ^B		2,31(8) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_3$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₃	2334,063 ^A	2298,700 ^a	-0,989 ^A	-0,90 ^a	1,26(8) ^A	1,61(8) ^a
				2279,834 ^B		-0,767 ^B		2,20(8) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_3$	5d6s	3D_2	1856,198 ^A	1855,833 ^a	-1,756 ^A	-2,12 ^a	3,39(7) ^A	1,46(7) ^a
				1851,373 ^B		-1,836 ^B		2,84(7) ^B	
4f5d	$^3D^{\circ}_3$	5d6s	1D_2	1657,005 ^A	1658,195 ^a	-1,510 ^A	-1,85 ^a	7,52(7) ^A	3,44(7) ^a
				1655,886 ^B		-1,640 ^B		5,57(7) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_0$	5d ²	3P_1	2583,252 ^A	2694,839 ^a	-1,243 ^A	-1,51 ^a	5,71(7) ^A	2,82(7) ^a
				2701,005 ^B		-1,333 ^B		4,25(7) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_0$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	2675,108 ^A	2477,248 ^a	-0,722 ^A	-0,79 ^a	1,77(8) ^A	1,76(8) ^a
				2554,093 ^B		-0,729 ^B		1,91(8) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_0$	5d6s	3D_1	1932,363 ^A	1932,060 ^a	-1,595 ^A	-1,90 ^a	4,53(7) ^A	2,24(7) ^a
				1927,433 ^B		-1,720 ^B		3,42(7) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	4f ²	1S_0	4725,146 ^A	4709,896 ^a	-4,399 ^A	-3,88 ^a	1,19(4) ^A	3,98(4) ^a
				4694,083 ^B		-3,702 ^B		6,01(4) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	5d ²	1D_2	2878,713 ^A	2833,865 ^a	-1,452 ^A	-1,64 ^a	2,85(7) ^A	1,89(7) ^a
				2836,972 ^B		-1,465 ^B		2,84(7) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	5d ²	3P_0	2634,314 ^A	2741,673 ^a	-1,375 ^A	-1,65 ^a	4,05(7) ^A	1,97(7) ^a
				2742,806 ^B		-1,531 ^B		2,61(7) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	5d ²	3P_1	2584,416 ^A	2697,421 ^a	-1,265 ^A	-1,53 ^a	5,42(7) ^A	2,70(7) ^a
				2698,856 ^B		-1,320 ^B		4,39(7) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	5d ²	3P_2	2501,044 ^A	2601,276 ^a	-1,198 ^A	-1,55 ^a	6,76(7) ^A	2,79(7) ^a
				2604,690 ^B		-0,983 ^B		1,02(8) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₂	2582,774 ^A	2497,498 ^a	-0,952 ^A	-0,61 ^a	1,12(8) ^A	2,59(8) ^a
				2665,125 ^B		-0,780 ^B		1,56(8) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	2736,422 ^A	2479,430 ^a	-0,613 ^A	-0,80 ^a	2,17(8) ^A	1,72(8) ^a
				2552,171 ^B		-0,707 ^B		2,01(8) ^B	
4f5d	$^3P^{\circ}_1$	4f($^2F^{\circ}_{7/2}$)6p _{3/2}	(7/2,3/2) ₂	2302,702 ^A	2327,910 ^a	-2,089 ^A	-1,38 ^a	1,02(7) ^A	5,12(7) ^a
				2370,330 ^B		-1,743 ^B		2,15(7) ^B	
4f5d	$^1F^{\circ}_3$	5d ²	3F_3	3411,976 ^A	3396,016 ^a	-4,052 ^A	-3,87 ^a	5,08(4) ^A	7,79(4) ^a
				3432,533 ^B		-3,901 ^B		7,12(4) ^B	
4f5d	$^1F^{\circ}_3$	5d ²	3F_4	3218,762 ^A	3223,135 ^a	-2,670 ^A	-2,80 ^a	1,38(6) ^A	1,02(6) ^a
				3261,493 ^B		-2,615 ^B		1,52(6) ^B	
4f5d	$^1F^{\circ}_3$	4f($^2F^{\circ}_{5/2}$)6p _{1/2}	(5/2,1/2) ₃	2839,320 ^A	2795,105 ^a	-1,576 ^A	-1,32 ^a	2,20(7) ^A	4,07(7) ^a
				2792,580 ^B		-1,640 ^B		1,96(7) ^B	

Tablo A.6. Devam

Geçişler				λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye	Üst seviye			Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
4f5d	1F_3	$5d^2$	3P_2	2570,755 ^A	2662,811 ^a	-0,653 ^A	-0,78 ^a	2,24(8) ^A	1,57(8) ^a
				2677,106 ^B		-0,539 ^B		2,69(8) ^B	
4f5d	1F_3	$4f(^2F_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_4$	2631,359 ^A	2502,986 ^a	-1,755 ^A	-1,90 ^a	1,69(7) ^A	1,34(7) ^a
				2441,520 ^B		-1,111 ^B		8,67(7) ^B	
4f5d	1F_3	$4f(^2F_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_3$	2481,858 ^A	2431,449 ^a	-0,151 ^A	-0,21 ^a	7,64(8) ^A	6,90(8) ^a
				2421,351 ^B		-0,356 ^B		5,02(8) ^B	
4f5d	1F_3	$4f(^2F_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_4$	2412,032 ^A	2377,474 ^a	-0,871 ^A	-0,84 ^a	1,54(8) ^A	1,72(8) ^a
				2391,678 ^B		-0,936 ^B		1,35(8) ^B	
4f5d	1F_3	$4f(^2F_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_2$	2361,665 ^A	2377,070 ^a	-0,730 ^A	-0,66 ^a	2,23(8) ^A	2,59(8) ^a
				2430,152 ^B		-0,750 ^B		2,01(8) ^B	
4f5d	1F_3	$5d6s$	3D_3	1890,820 ^A	1885,014 ^a	-1,623 ^A	-1,77 ^a	4,44(7) ^A	3,18(7) ^a
				1893,111 ^B		-1,654 ^B		4,13(7) ^B	
4f5d	1F_3	$5d6s$	1D_2	1730,149 ^A	1726,151 ^a	-0,846 ^A	-1,22 ^a	3,18(8) ^A	1,36(8) ^a
				1729,295 ^B		-1,059 ^B		1,95(8) ^B	
4f5d	3P_2	$5d^2$	3P_1	2661,393 ^A	2774,448 ^a	-1,286 ^A	-1,55 ^a	4,87(7) ^A	2,45(7) ^a
				2777,830 ^B		-1,451 ^B		3,06(7) ^B	
4f5d	3P_2	$5d^2$	3P_2	2573,065 ^A	2672,838 ^a	-0,692 ^A	-0,96 ^a	2,05(8) ^A	1,02(8) ^a
				2678,173 ^B		-0,986 ^B		9,60(7) ^B	
4f5d	3P_2	$4f(^2F_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_1$	2758,996 ^A	2544,362 ^a	-1,952 ^A	-2,04 ^a	9,79(6) ^A	9,40(6) ^a
				2622,682 ^B		-1,914 ^B		1,18(7) ^B	
4f5d	3P_2	$5d6s$	3D_1	1975,757 ^A	1972,626 ^a	-2,774 ^A	-3,12 ^a	2,88(6) ^A	1,29(6) ^a
				1966,237 ^B		-2,833 ^B		2,54(6) ^B	
4f5d	3P_2	$5d6s$	3D_2	1949,801 ^A	1946,694 ^a	-1,750 ^A	-1,96 ^a	3,12(7) ^A	1,94(7) ^a
				1944,183 ^B		-1,845 ^B		2,52(7) ^B	
4f ²	1D_2	$4f(^2F_{5/2})6d$	$^2[5/2]_2$	1303,946 ^A	1306,934 ^a	-3,271 ^A	-2,90 ^a	2,10(6) ^A	4,97(6) ^a
				1315,155 ^B		-2,146 ^B		2,75(7) ^B	
4f ²	1D_2	$4f(^2F_{5/2})6d$	$^2[5/2]_3$	1293,698 ^A	1294,468 ^a	-3,008 ^A	-3,32 ^a	3,92(6) ^A	1,92(6) ^a
				1296,341 ^B		-3,293 ^B		2,02(6) ^B	
4f ²	1D_2	$4f(^2F_{5/2})6d$	$^2[3/2]_2$	1260,300 ^A	1292,179 ^a	-3,346 ^A	-3,00 ^a	1,89(6) ^A	4,00(6) ^a
				1290,034 ^B		-1,997 ^B		4,03(7) ^B	
4f ²	1D_2	$4f(^2F_{5/2})6d$	$^2[1/2]_1$	1281,704 ^A	1281,334 ^a	-3,103 ^A	-3,04 ^a	3,20(6) ^A	3,75(6) ^a
				1281,193 ^B		-3,044 ^B		3,67(6) ^B	
4f ²	3P_0	$4f(^2F_{5/2})6d$	$^2[3/2]_1$	1348,271 ^A	1350,029 ^a	-2,695 ^A	-2,72 ^a	7,41(6) ^A	7,01(6) ^a
				1349,466 ^B		-2,007 ^B		3,60(7) ^B	
4f ²	3P_0	$4f(^2F_{5/2})6d$	$^2[1/2]_1$	1335,747 ^A	1336,778 ^a	-2,707 ^A	-2,92 ^a	7,34(6) ^A	4,52(6) ^a
				1336,899 ^B		-2,902 ^B		4,67(6) ^B	
4f5d	1H_5	$4f(^2F_{7/2})6p_{1/2}$	$(7/2,1/2)_4$	2730,462 ^A	2948,531 ^a	-1,237 ^A	-1,57 ^a	5,18(7) ^A	2,06(7) ^a
				2879,217 ^B		-0,338 ^B		3,69(8) ^B	
4f5d	1H_5	$4f(^2F_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_4$	2888,357 ^A	2754,869 ^a	-0,717 ^A	-0,66 ^a	1,54(8) ^A	1,94(8) ^a
				2675,022 ^B		-1,399 ^B		3,72(7) ^B	

Tablo A.6. Devam

Geçişler		λ		$\log(gf)$		gA_{ki}			
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer		
		HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar		
4f5d	$^1H^o_5$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_5$	2649,888 ^A	2627,923 ^a	-2,126 ^A	-2,20 ^a	7,11(6) ^A	6,06(6) ^a
4f5d	$^1H^o_5$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_4$	2666,406 ^B		-2,066 ^B		8,05(6) ^B	
4f5d	$^1H^o_5$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$		2626,230 ^A	2603,591 ^a	0,504 ^A	0,31 ^a	3,08(9) ^A	2,00(9) ^a
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	2615,306 ^B		0,423 ^B		2,58(9) ^B	
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	1357,304 ^A	1358,311 ^a	-3,081 ^A	-3,39 ^a	3,00(6) ^A	1,48(6) ^a
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_1$	1358,472 ^B		-3,299 ^B		1,82(6) ^B	
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_1$	1344,612 ^A	1344,897 ^a	-2,704 ^A	-2,96 ^a	7,29(6) ^A	4,09(6) ^a
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_0$	1345,737 ^B		-2,363 ^B		1,59(7) ^B	
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_0$	1344,680 ^A	1344,470 ^a	-2,621 ^A	-2,88 ^a	8,82(6) ^A	4,91(6) ^a
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_2$	1347,605 ^B		-2,426 ^B		1,38(7) ^B	
4f ²	3P_1	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_2$	1309,865 ^A	1311,101 ^a	-2,841 ^A	-2,92 ^a	5,61(6) ^A	4,64(6) ^a
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[3/2]^o_2$	1317,573 ^B		-2,643 ^B		8,74(6) ^B	
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[3/2]^o_2$	1336,575 ^A	1371,625 ^a	-3,481 ^A	-3,05 ^a	1,23(6) ^A	3,18(6) ^a
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_1$	1371,677 ^B		-2,692 ^B		7,20(6) ^B	
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_1$	1360,673 ^A	1359,411 ^a	-2,702 ^A	-3,00 ^a	7,15(6) ^A	3,61(6) ^a
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_2$	1361,687 ^B		-2,466 ^B		1,23(7) ^B	
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_2$	1325,101 ^A	1324,890 ^a	-2,190 ^A	-2,51 ^a	2,45(7) ^A	1,17(7) ^a
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	1332,858 ^B		-1,983 ^B		3,90(7) ^B	
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	1309,553 ^A	1310,868 ^a	-3,064 ^A	-3,19 ^a	3,36(6) ^A	2,51(6) ^a
4f ²	3P_2	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	1315,120 ^B		-3,010 ^B		3,77(6) ^B	
4f ²	1I_6	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[9/2]^o_5$	1369,805 ^A	1365,405 ^a	-2,836 ^A	-3,42 ^a	5,19(6) ^A	1,36(6) ^a
4f ²	1I_6	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[9/2]^o_5$	1363,437 ^B		-3,340 ^B		1,64(6) ^B	
4f ²	1I_6	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[9/2]^o_5$	1339,615 ^A	1337,617 ^a	-3,018 ^A	-3,95 ^a	3,57(6) ^A	4,18(5) ^a
4f ²	1I_6	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[9/2]^o_5$	1340,532 ^B		-4,102 ^B		2,94(5) ^B	
4f ²	1I_6	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[11/2]^o_5$	1324,935 ^A	1319,153 ^a	-2,365 ^A	-2,94 ^a	1,64(7) ^A	4,42(6) ^a
4f ²	1I_6	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[11/2]^o_5$	1316,111 ^B		-2,639 ^B		8,85(6) ^B	
4f5d	$^1P^o_1$	$4f^2$	1S_0	6961,863 ^A	6944,945 ^a	-1,785 ^A	-1,80 ^a	2,26(6) ^A	2,21(6) ^a
4f5d	$^1P^o_1$	$4f^2$	1S_0	6861,498 ^B		-1,653 ^B		3,15(6) ^B	
4f5d	$^1P^o_1$	$5d^2$	1D_2	3579,310 ^A	3514,408 ^a	-1,418 ^A	-1,65 ^a	1,99(7) ^A	1,22(7) ^a
4f5d	$^1P^o_1$	$5d^2$	1D_2	3506,372 ^B		-1,496 ^B		1,73(7) ^B	
4f5d	$^1P^o_1$	$5d^2$	3P_0	3209,124 ^A	3373,723 ^a	-3,199 ^A	-3,16 ^a	4,09(5) ^A	4,02(5) ^a
4f5d	$^1P^o_1$	$5d^2$	3P_0	3363,642 ^B		-2,833 ^B		8,66(5) ^B	
4f5d	$^1P^o_1$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_2$	2730,164 ^A	2768,280 ^a	-0,257 ^A	-0,43 ^a	4,96(8) ^A	3,20(8) ^a
4f5d	$^1P^o_1$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_2$	2820,168 ^B		-0,402 ^B		3,32(8) ^B	
4f5d	$^1P^o_1$	$5d^2$	1S_0	2030,802 ^A	2028,293 ^a	-0,566 ^A	-0,86 ^a	4,39(8) ^A	2,24(8) ^a
4f5d	$^1P^o_1$	$5d^2$	1S_0	2027,139 ^B		-0,647 ^B		3,66(8) ^B	
4f5d	$^1P^o_1$	$5d6s$	1D_2	1920,000 ^A	1923,467 ^a	-0,896 ^A	-1,52 ^a	2,30(8) ^A	5,46(7) ^a
4f5d	$^1P^o_1$	$5d6s$	1D_2	1918,052 ^B		-1,306 ^B		8,96(7) ^B	
$4f(^2F^o_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^o_2$	$5d^2$	3F_2	4764,520 ^A	4714,779 ^a	-2,045 ^A	-2,01 ^a	2,65(6) ^A	2,96(6) ^a
				4732,065 ^B		-1,919 ^B		3,59(6) ^B	

Tablo A.6. Devam

Geçişler		λ				$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
		HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$5d^2$	3F_3	4391,912 ^A	4403,601 ^a	-3,053 ^A	-3,16 ^a	3,06(5) ^A	2,36(5) ^a
				4427,652 ^B		-3,015 ^B		3,28(5) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$5d^2$	3P_2	3090,266 ^A	3245,014 ^a	-2,216 ^A	-1,66 ^a	4,25(6) ^A	1,40(7) ^a
				3246,110 ^B		-3,371 ^B		2,69(5) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_3$	3101,919 ^A	3121,560 ^a	0,261 ^A	0,19 ^a	1,26(9) ^A	1,06(9) ^a
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$5d6s$	3D_1	2267,110 ^A	2266,915 ^a	-0,166 ^A	-0,40 ^a	8,85(8) ^A	5,14(8) ^a
				2256,023 ^B		-0,210 ^B		8,08(8) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$5d6s$	3D_2	2233,001 ^A	2232,722 ^a	-0,851 ^A	-1,10 ^a	1,88(8) ^A	1,07(8) ^a
				2227,037 ^B		-0,860 ^B		1,86(8) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$5d6s$	3D_3	2157,604 ^A	2158,473 ^a	-2,381 ^A	-2,62 ^a	5,95(6) ^A	3,46(6) ^a
				2160,973 ^B		-2,365 ^B		6,17(6) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_2$	$5d6s$	1D_2	1950,873 ^A	1953,245 ^a	-2,865 ^A	-3,03 ^a	2,39(6) ^A	1,63(6) ^a
				1950,102 ^B		-3,162 ^B		1,21(6) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d^2$	3F_2	4815,176 ^A	4766,079 ^a	-2,709 ^A	-2,67 ^a	5,62(5) ^A	6,35(5) ^a
				4784,215 ^B		-2,625 ^B		6,91(5) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d^2$	3F_3	4434,919 ^A	4448,322 ^a	-1,874 ^A	-1,90 ^a	4,53(6) ^A	4,26(6) ^a
				4473,276 ^B		-1,852 ^B		4,68(6) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d^2$	3F_4	4113,933 ^A	4156,314 ^a	-2,334 ^A	-2,55 ^a	1,83(6) ^A	1,10(6) ^a
				4187,116 ^B		-2,440 ^B		1,38(6) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d^2$	1D_2	3718,397 ^A	3645,225 ^a	-1,391 ^A	-1,50 ^a	1,96(7) ^A	1,60(7) ^a
				3645,337 ^B		-1,574 ^B		1,34(7) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6s_{1/2}$	$(5/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d6s$	1D_2	1959,313 ^A	1961,992 ^a	-0,667 ^A	-1,09 ^a	3,74(8) ^A	1,40(8) ^a
				1958,901 ^B		-0,836 ^B		2,53(8) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_4$	$5d^2$	3F_3	4869,911 ^A	4885,724 ^a	-2,391 ^A	-2,68 ^a	1,14(6) ^A	5,91(5) ^a
				4913,548 ^B		-2,360 ^B		1,20(6) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_4$	$5d^2$	3F_4	4485,598 ^A	4535,727 ^a	-1,359 ^A	-1,60 ^a	1,45(7) ^A	8,18(6) ^a
				4570,446 ^B		-1,371 ^B		1,36(7) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_4$	$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}$	$(7/2,1/2)_4$	3201,948 ^A	3497,810 ^a	-0,500 ^A	-0,39 ^a	2,03(8) ^A	2,24(8) ^a
				3386,871 ^B		0,231 ^B		9,89(8) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_4$	$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_5$	3091,707 ^A	3055,591 ^a	0,726 ^A	0,63 ^a	3,71(9) ^A	3,03(9) ^a
				3096,189 ^B		0,714 ^B		3,60(9) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_4$	$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_4$	3059,550 ^A	3022,745 ^a	-0,528 ^A	-0,22 ^a	2,11(8) ^A	4,42(8) ^a
				3027,501 ^B		-0,335 ^B		3,37(8) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d^2$	3F_3	4961,008 ^A	4976,443 ^a	-2,256 ^A	-2,45 ^a	1,50(6) ^A	9,49(5) ^a
				5003,811 ^B		-2,163 ^B		1,83(6) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_3$	$5d^2$	3F_4	4562,771 ^A	4613,810 ^a	-2,558 ^A	-3,06 ^a	8,86(5) ^A	2,72(5) ^a
				4648,444 ^B		-2,573 ^B		8,25(5) ^B	
$4f(^2F^{\circ}_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^{\circ}_3$	$4f(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}$	$(5/2,1/2)_3$	3836,069 ^A	3784,290 ^a	-1,006 ^A	-1,21 ^a	4,47(7) ^A	2,86(7) ^a
				3750,804 ^B		-0,783 ^B		7,81(7) ^B	

Tablo A.6. Devam

Geçişler				λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
Alt seviye	Üst seviye			Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
$4f(^2F^o_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^o_3$	$4f(^2F^o_{5/2})6p_{3/2}$	$(5/2,3/2)_4$	3465,983 ^A	3267,941 ^a	-0,775 ^A	-0,79 ^a	9,32(7) ^A	1,00(8) ^a
				3143,680 ^B		-0,050 ^B		6,02(8) ^B	
$4f(^2F^o_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^o_3$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_3$	3211,196 ^A	3147,058 ^a	0,328 ^A	0,14 ^a	1,38(9) ^A	9,41(8) ^a
				3110,320 ^B		0,066 ^B		8,02(8) ^B	
$4f(^2F^o_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^o_3$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_4$	3095,259 ^A	3057,227 ^a	0,214 ^A	0,30 ^a	1,14(9) ^A	1,42(9) ^a
				3061,529 ^B		0,027 ^B		7,56(8) ^B	
$4f(^2F^o_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^o_3$	$4f(^2F^o_{7/2})6p_{3/2}$	$(7/2,3/2)_2$	3012,804 ^A	3056,560 ^a	0,171 ^A	0,21 ^a	1,09(9) ^A	1,16(9) ^a
				3124,858 ^B		0,125 ^B		9,11(8) ^B	
$4f(^2F^o_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^o_3$	5d6s	3D_2	2371,306 ^A	2371,123 ^a	-0,943 ^A	-0,98 ^a	1,35(8) ^A	1,25(8) ^a
				2363,946 ^B		-0,931 ^B		1,40(8) ^B	
$4f(^2F^o_{7/2})6s_{1/2}$	$(7/2,1/2)^o_3$	5d6s	3D_3	2286,458 ^A	2287,558 ^a	-1,270 ^A	-1,44 ^a	6,86(7) ^A	4,61(7) ^a
				2289,646 ^B		-1,283 ^B		6,63(7) ^B	
$4f^2$	1S_0	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	1742,427 ^A	1745,021 ^a	-2,432 ^A	-2,53 ^a	8,13(6) ^A	6,53(6) ^a
				1746,956 ^B		-1,875 ^B		2,91(7) ^B	
$4f^2$	1S_0	$4f(^2F^o_{5/2})6d$	$^2[1/2]^o_1$	1721,566 ^A	1722,945 ^a	-2,251 ^A	-2,54 ^a	1,26(7) ^A	6,56(6) ^a
				1725,953 ^B		-2,661 ^B		4,89(6) ^B	
$4f^2$	1S_0	$4f(^2F^o_{7/2})6d$	$^2[3/2]^o_1$	1640,540 ^A	1645,706 ^a	-1,516 ^A	-1,86 ^a	7,55(7) ^A	3,41(7) ^a
				1651,818 ^B		-1,443 ^B		8,81(7) ^B	

^aDream Database [64]

Tablo A.7. Yb I'in E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları (Tablo 3.18'in geniş hali)

Seviyeler		E			g- çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
Çift parite için:							
4f ¹⁴ 6s7d	³ D ₁	56843,28 ^{A,C}	44312,989 ^A	44311,38 ^a	0,498 ^{A,B,C,D}	0,499 ^{A,B}	0,500 ^b
		52760,91 ^B	44439,608 ^B	44316 ^b			0,508 ^c
		56267,91 ^D					
	³ D ₂	56837,05 ^{A,C}	44313,811 ^A	44313,05 ^a	1,164 ^{A,D}	1,105 ^A	1,131 ^b
		52761,13 ^B	44441,300 ^B	44365 ^b	1,167 ^B	1,163 ^B	1,079 ^c
		56311,72 ^D					
	³ D ₃	56831,76 ^{A,C}	44373,007 ^A	44380,82 ^a	1,334 ^{A,B,C,D}	1,334 ^{A,B}	1,32 ^a
		52761,49 ^B	44444,968 ^B	44386 ^b			1,333 ^b
		56355,86 ^D					1,338 ^c
4f ¹⁴ 6s7d	¹ D ₂	57051,98 ^{A,C}	44372,793 ^A	44357,60 ^a	1,017 ^{A,C}	1,074 ^A	1,10 ^a
		52994,07 ^B	44454,197 ^B	44298 ^b	0,990 ^B	1,052 ^B	1,080 ^b
		56038,55 ^D			1,002 ^D		1,111 ^c
4f ¹³ (² F _{5/2})6s ² 6p _{3/2}	(5/2,3/2) ₁	–	44624,702 ^C	44834,61 ^a	–	0,499 ^C	0,66 ^a
			44662,257 ^D	44797 ^b		0,561 ^D	0,610 ^b
	(5/2,3/2) ₄	–	45378,796 ^C	45497,62 ^a	–	1,037 ^C	1,033 ^b
			45118,924 ^D	45578 ^b		1,036 ^D	
	(5/2,3/2) ₂	–	45854,916 ^C	45913,86 ^a	–	0,800 ^C	0,826 ^b
(5/2,3/2) ₃	–	45619,503 ^D	45939 ^b	–	0,830 ^D		
		46195,710 ^C	46262 ^b	–	1,024 ^C	1,167 ^b	
4f ¹⁴ 5d ²	³ F ₂	53410,63 ^{A,C}	48528,773 ^B	47634,41 ^{a?}	0,713 ^{A,C}	0,666 ^B	–
		53431,27 ^B			0,720 ^B		
		57675,25 ^D			0,666 ^D		
4f ¹⁴ 5d ²	³ F ₃	54258,23 ^{A,C}	48528,773 ^B	47860,28 ^{a?}	1,083 ^{A,C,B,D}	1,084 ^B	1,02 ^{a?}
		54260,26 ^B					
		57988,50 ^D					
4f ¹⁴ 5d ²	³ F ₄	55579,34 ^{A,C}	48528,773 ^B	–	1,247 ^{A,C}	1,251 ^B	–
		55599,91 ^B			1,248 ^B		
		58390,82 ^D			1,249 ^D		
4f ¹⁴ 5d ²	¹ G ₄	61382,83 ^{A,C}	52118,913 ^B	–	1,014 ^{A,C}	1,000 ^B	–
		63161,0 ^B			1,002 ^{B,D}		
		62909,94 ^D					
4f ¹⁴ 5d ²	³ P ₀	61232,57 ^{A,C}	52405,055 ^B	–			
		61975,96 ^B					
		66154,92 ^D					
	³ P ₁	62085,04 ^{A,C}	52476,490 ^B	–	1,504 ^{A,C}	1,501 ^B	–
		62496,21 ^B			1,501 ^B		
	66312,61 ^D			1,500 ^D			

Tablo A.7. Devam

Seviyeler		E			g- çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	3P_2	62423,09 ^{A,C}	52914,805 ^B	–	1,379 ^{A,C}	1,494 ^B	–
		63107,80 ^B			1,475 ^B		
		66643,02 ^D			1,478 ^D		
4f ¹⁴ 5d ²	1D_2	64824,87 ^{A,C}	56903,452 ^B	–	1,087 ^{A,C}	1,006 ^B	–
		67568,86 ^B			1,024 ^B		
Tek parite için:							
4f ¹³ ($^2F_{7/2}$)5d _{5/2} 6s ²	(7/2,5/2) ₁	–	28873,201 ^C	28857,014 ^a	–	1,215 ^C	1,2635 ^a
			28870,299 ^D	28852 ^b		1,222 ^D	1,242 ^b
	(7/2,5/2) ₄	–	29814,776 ^C	29774,958 ^a	–	1,063 ^C	1,09 ^a
			29908,595 ^D	29788 ^b		1,091 ^D	1,087 ^b
	(7/2,5/2) ₃	–	29854,112 ^C	30207,380 ^a	–	1,114 ^C	1,08 ^a
			30020,886 ^D	30215 ^b		1,102 ^D	1,101 ^b
	(7/2,5/2) ₅	–	30510,125 ^C	30524,714 ^a	–	1,175 ^C	1,18 ^a
			30545,679 ^D	30621 ^b		1,174 ^D	1,174 ^b
4f ¹³ ($^2F_{5/2}$)5d _{5/2} 6s ²	(5/2,5/2) ₀	–	34574,884 ^C	–			
			34824,108 ^D				
	(5/2,5/2) ₄	–	36272,824 ^C	–	–	0,830 ^{C,D}	–
			36026,986 ^D				
	(5/2,5/2) ₁	–	37223,407 ^C	–	–	1,109 ^C	–
			37349,998 ^D			1,102 ^D	
	(5/2,5/2) ₂	–	37651,594 ^C	–	–	0,893 ^C	–
			37314,388 ^D			0,919 ^D	
	(5/2,5/2) ₅	–	38207,585 ^C	–	–	1,038 ^C	–
			38293,284 ^D			1,037 ^D	
	(5/2,5/2) ₃	–	39384,583 ^C	–	–	0,954 ^C	–
			39216,304 ^D			0,898 ^D	
4f ¹³ ($^2F_{5/2}$)5d _{3/2} 6s ²	(5/2,3/2) ₁	–	38855,484 ^C	–	–	0,620 ^C	–
			38550,804 ^D			0,636 ^D	
	(5/2,3/2) ₂	–	39281,239 ^C	–	–	0,958 ^C	–
			39249,622 ^D			0,930 ^D	
	(5/2,3/2) ₃	–	40406,723 ^C	–	–	0,900 ^C	–
			40422,239 ^D			0,955 ^D	
	(5/2,3/2) ₄	–	41120,079 ^C	–	–	1,044 ^{C,D}	–
			41059,367 ^D				
4f ¹⁴ 6s6f	3F_2	47630,87 ^A	45915,530 ^A	45956,27 ^a	0,666 ^{A,B,C}	0,674 ^A	0,72 ^a
		47110,44 ^B	45887,198 ^B	45942 ^b	0,667 ^D	0,675 ^B	0,682 ^b
		47753,43 ^C					
		44519,06 ^D					

Tablo A.7. Devam

Seviyeler		E			g- çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	$^3F^o_3$	47632,23 ^A 47111,81 ^B 47754,80 ^C 44525,71 ^D	45944,761 ^A 45925,308 ^B	45942 ^b	1,083 ^{A,B,C,D}	1,079 ^A 1,077 ^B	1,084 ^b
	$^3F^o_4$	47634,07 ^A 47113,68 ^B 47756,67 ^C 44550,67 ^D	46162,607 ^A 46046,993 ^B	46035 ^b	1,251 ^{A,B,C,D}	1,251 ^{A,B}	1,214 ^b
4f ¹⁴ 6s6f	$^1F^o_3$	48492,69 ^A 47992,20 ^B 48635,19 ^C 44430,22 ^D	45739,802 ^A 45866,199 ^B	45852 ^b	1,000 ^{A,B,C,D}	1,009 ^A 1,010 ^B	1,001 ^b
4f ¹⁴ 5d6p	$^3F^o_2$	41693,28 ^D	42827,805 ^A 43003,005 ^B	42720 ^b	0,685 ^D	0,695 ^A 0,684 ^B	0,748 ^b
	$^3F^o_3$	42385,60 ^D	44262,307 ^A 44387,591 ^B	44415 ^b	1,084 ^D	1,080 ^A 1,083 ^B	1,093 ^b
	$^3F^o_4$	43153,30 ^D	45623,205 ^A 45482,101 ^B	45725 ^b	1,251 ^D	1,251 ^{A,B}	1,237 ^b
4f ¹⁴ 5d6p	$^3P^o_2$	49529,97 ^D	46840,765 ^A 47279,026 ^B	48359 ^b	1,462 ^D	1,128 ^A 1,081 ^B	1,074 ^b
	$^3P^o_1$	49353,89 ^D	47642,217 ^A 45891,904 ^B	47847 ^b	1,456 ^D	1,142 ^A 1,384 ^B	1,373 ^b
	$^3P^o_0$	49288,53 ^D	47438,195 ^A 45848,693 ^B	47690 ^b			
4f ¹⁴ 5d6p	$^1D^o_2$	43618,83 ^D	44980,704 ^A 45356,099 ^B	45158 ^b	0,982 ^D	1,199 ^A 1,051 ^B	0,992 ^b
4f ¹⁴ 5d6p	$^3D^o_1$	48458,61 ^D	46090,191 ^A 46214,203 ^B	46281 ^b	0,544 ^D	0,863 ^A 0,787 ^B	1,00 ^b
	$^3D^o_2$	48776,95 ^D	47883,425 ^A 46821,492 ^B	47028 ^b	1,203 ^D	1,284 ^A 1,294 ^B	1,113 ^b
	$^3D^o_3$	49357,19 ^D	47761,972 ^A 47681,701 ^B	48167 ^b	1,320 ^D	1,279 ^A 1,254 ^B	1,286 ^b
4f ¹⁴ 5d6p	$^1F^o_3$	53428,16 ^D	49417,315 ^A 50600,200 ^B	–	1,002 ^D	1,042 ^A 1,006 ^B	–
4f ¹⁴ 5d6p	$^1P^o_1$	64216,12 ^D	55353,600 ^A 55754,800 ^B	55396 ^b	1,000 ^D	0,998 ^A 1,001 ^B	0,973 ^b

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bWyart ve Camus [185], ^cBaumann ve çalışma arkadaşları [226]

Tablo A.8. Yb II'nin E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları (Tablo 3.27'nin geniş hali)

Seviyeler	Konfigurasyon	Terim	E			g-çarpanı			
			Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	
			MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		
Çift parite için:									
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(³ F ^o ₄)	(7/2,4) _{15/2}	–	64785,79 ^B	64891,30 ^a	–	1,200 ^B	1,19 ^a		
	(7/2,4) _{3/2}	–	65502,770 ^B	65888,46 ^a	–	1,168 ^B	1,206 ^a		
	(7/2,4) _{5/2}	–	66764,179 ^B	66395,72 ^a	–	1,259 ^B	1,235 ^a		
	(7/2,4) _{1/2}	–	67009,887 ^B	66462,86 ^a	–	1,050 ^B	1,11 ^a		
	(7/2,4) _{11/2}	–	68391,663 ^B	68148,88 ^a	–	1,208 ^B	1,20 ^a		
	(7/2,4) _{7/2}	–	68569,867 ^B	68450,11 ^a	–	1,146 ^B	1,08 ^a		
	(7/2,4) _{9/2}	–	68629,021 ^B	68549,23 ^a	–	1,132 ^B	1,157 ^a		
	(7/2,4) _{13/2}	–	68709,436 ^B	68720,44 ^a	–	1,159 ^B	1,157 ^a		
	4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(¹ F ^o ₃)	(7/2,3) _{1/2}	–	65933,568 ^B	65566,72 ^a	–	1,454 ^B	1,43 ^a	
		(7/2,3) _{3/2}	–	69813,428 ^B	69443,52 ^a	–	1,217 ^B	1,15 ^a	
(7/2,3) _{13/2}		–	70391,755 ^B	70136,24 ^a	–	1,145 ^B	1,12 ^a		
(7/2,3) _{5/2}		–	71170,342 ^B	71468,70 ^a	–	0,967 ^B	1,02 ^a		
(7/2,3) _{7/2}		–	73026,670 ^B	72779,99 ^a	–	1,105 ^B	1,10 ^a		
(7/2,3) _{9/2}		–	73350,858 ^B	73283,35 ^a	–	0,975 ^B	1,04 ^a		
(7/2,3) _{11/2}		–	73469,637 ^B	73291,95 ^a	–	1,086 ^B	1,09 ^a		
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(¹ D ^o ₂)		(7/2,2) _{7/2}	–	65435,829 ^B	65577,11 ^{a?}	–	0,996 ^B	1,055 ^a	
		4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(³ F ^o ₂)	(7/2,2) _{9/2}	–	65223,082 ^B	65199,54 ^{a?}	–	1,062 ^B	1,08 ^a
			(7/2,3) _{13/2}	–	65845,362 ^B	65875,77 ^a	–	1,198 ^B	1,205 ^a
	4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(³ D ^o ₃)	(7/2,3) _{11/2}	–	66702,989 ^B	66571,58 ^a	–	1,194 ^B	1,189 ^a	
		(7/2,3) _{3/2}	–	67397,965 ^B	67204,97 ^a	–	1,054 ^B	1,04 ^a	
	(7/2,3) _{9/2}	–	67504,780 ^B	67416,03 ^a	–	1,261 ^B	1,26 ^a		
	(7/2,3) _{1/2}	–	68530,001 ^B	67955,23 ^a	–	0,931 ^B	0,895 ^a		
	4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ P ^o ₀)	(7/2,0) _{7/2}	–	68918,833 ^B	68756,04 ^{a?}	–	1,335 ^B	1,32 ^a	
		4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(³ F ^o ₄)	(7/2,4) _{5/2}	–	68367,374 ^B	68135,00 ^{a?}	–	1,078 ^B	1,087 ^a
			(7/2,1) _{5/2}	–	69818,967 ^B	69607,54 ^{a?}	–	1,249 ^B	1,210 ^a
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(³ P ^o ₁)		(7/2,0) _{7/2}	–	69596,403 ^B	69395,20 ^{a?}	–	0,940 ^B	0,94 ^a	
		(5/2,2) _{9/2}	–	73903,408 ^B	73750,90 ^{a?}	–	1,037 ^B	1,07 ^a	
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(¹ D ^o ₂)		(5/2,2) _{9/2}	–	69053,886 ^B	68943,65 ^a	–	0,895 ^B	0,89 ^a	
		(5/2,2) _{5/2}	–	71170,342 ^B	71270,01 ^a	–	0,967 ^B	0,91 ^a	
(5/2,2) _{7/2}		–	72248,052 ^B	72202,03 ^a	–	0,861 ^B	0,86 ^a		
(5/2,2) _{3/2}		–	73260,725 ^B	73116,71 ^a	–	0,736 ^B	0,863 ^a		
(5/2,2) _{1/2}		–	75262,392 ^B	75905,77 ^a	–	0,519 ^B	1,28 ^a		
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ F ^o ₃)	(5/2,3) _{1/2}	–	70306,866 ^B	70029,04 ^a	–	0,655 ^B	0,68 ^a		
	(5/2,3) _{11/2}	–	72694,220 ^B	72615,74 ^a	–	0,994 ^B	0,99 ^a		
	(5/2,3) _{3/2}	–	74007,391 ^B	73657,29 ^a	–	1,143 ^B	1,04 ^a		
	(5/2,3) _{5/2}	–	74524,111 ^B	74270,48 ^a	–	0,901 ^B	0,92 ^a		
	(5/2,3) _{7/2}	–	75236,873 ^B	75640,06 ^a	–	0,732 ^B	0,81 ^a		
	(5/2,3) _{9/2}	–	76719,143 ^B	76516,11 ^a	–	0,999 ^B	1,01 ^a		
	4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(³ P ^o ₂)	(7/2,2) _{11/2}	–	70974,951 ^B	70793,96 ^a	–	1,217 ^B	1,20 ^a	
		(7/2,2) _{9/2}	–	71082,009 ^B	70858,18 ^a	–	1,288 ^B	1,28 ^a	
	(7/2,2) _{3/2}	–	71533,822 ^B	71113,84 ^a	–	0,952 ^B	0,967 ^a		
	(7/2,2) _{7/2}	–	71432,711 ^B	71222,36 ^a	–	1,144 ^B	1,15 ^a		
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ D ^o ₁)	(5/2,1) _{7/2}	–	73928,249 ^B	73966,81 ^a	–	0,765 ^B	0,763 ^a		
	(5/2,1) _{5/2}	–	75236,873 ^B	75058,11 ^a	–	0,732 ^B	0,76 ^a		
(5/2,1) _{3/2}	–	76848,736 ^B	77284,02 ^a	–	0,852 ^B	0,90 ^a			
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ D ^o ₂)	(5/2,2) _{9/2}	–	74750,726 ^B	74568,58 ^a	–	1,029 ^B	1,04 ^a		
	(5/2,2) _{7/2}	–	76610,509 ^B	76323,49 ^a	–	0,967 ^B	1,00 ^a		
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ F ^o ₄)	(5/2,4) _{5/2}	–	76354,735 ^B	76170,25 ^a	–	1,078 ^B	1,12 ^a		
	(5/2,4) _{13/2}	–	76368,996 ^B	76233,60 ^a	–	1,108 ^B	1,07 ^a		
(5/2,4) _{7/2}	–	77674,799 ^B	77882,04 ^a	–	1,160 ^B	1,13 ^a			
(5/2,4) _{9/2}	–	79294,379 ^B	79126,83 ^a	–	1,142 ^B	1,15 ^{a?}			
(5/2,4) _{11/2}	–	79599,724 ^B	–	–	1,094 ^B	–			
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(¹ D ^o ₂)	(5/2,2) _{5/2}	–	75721,581 ^B	75550,94 ^a	–	0,926 ^B	0,91 ^a		
	4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ D ^o ₁)	(5/2,1) _{5/2}	–	77229,467 ^B	76839,00 ^{a?}	–	1,092 ^B	1,11 ^a	
(5/2,3) _{11/2}		–	76714,539 ^B	76649,80 ^a	–	1,086 ^B	1,08 ^a		
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ D ^o ₃)	(5/2,3) _{7/2}	–	77674,799 ^B	77449,32 ^a	–	1,160 ^B	1,16 ^a		
	(5/2,3) _{9/2}	–	77961,174 ^B	77747,40 ^a	–	1,095 ^B	1,07 ^a		
(5/2,3) _{1/2}	–	78097,775 ^B	77887,30 ^a	–	2,102 ^B	2,20 ^a			
(5/2,3) _{5/2}	–	79138,027 ^B	78814,86 ^a	–	1,198 ^B	1,22 ^a			
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})5d6p(¹ P ^o ₁)	(7/2,1) _{9/2}	–	79294,379 ^B	78070,19 ^a	–	1,142 ^B	1,10 ^a		
	(7/2,1) _{7/2}	–	80592,604 ^B	79628,71 ^a	–	0,981 ^B	1,11 ^a		
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(³ P ^o ₁)	(5/2,1) _{3/2}	–	79228,043 ^B	79605,95 ^{a?}	–	1,000 ^B	1,16 ^a		
	4f ¹³ (² F ^o _{5/2})5d6p(¹ F ^o ₃)	(5/2,3) _{11/2}	–	80975,498 ^B	80679,18 ^a	–	1,015 ^B	1,00 ^{a?}	
(5/2,3) _{1/2}		–	80460,375 ^B	82091,32 ^a	–	0,261 ^B	–		
(5/2,3) _{3/2}	–	81749,748 ^B	82398,98 ^a	–	0,512 ^B	1,042 ^a			
(5/2,3) _{5/2}	–	82616,716 ^B	82891,80 ^a	–	0,995 ^B	1,03 ^{a?}			
(5/2,3) _{7/2}	–	83627,064 ^B	83363,88 ^a	–	0,962 ^B	0,97 ^a			
(5/2,3) _{9/2}	–	84133,604 ^B	–	–	0,965 ^B	–			

Tablo A.8. Devam

Seviyeler Konfigürasyon	Terim	E			g-çarpımı		
		Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3P^{\circ}_2)$	$(5/2,2)_{1/2}$	–	78976,080 ^B	–	–	1,108 ^B	–
	$(5/2,2)_{9/2}$	–	81591,098 ^B	81205,27 ^a	–	1,119 ^B	1,09 ^a
	$(5/2,2)_{5/2}$	–	81792,406 ^B	81312,65 ^a	–	0,991 ^B	1,11 ^{a?}
	$(5/2,2)_{7/2}$	–	81782,776 ^B	81692,92 ^a	–	1,165 ^B	1,16 ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3P^{\circ}_1)$	$(5/2,1)_{3/2}$	–	81749,748 ^B	81512,62 ^a	–	0,512 ^B	0,48 ^a
$4f^{14}10d$	$^2D_{3/2}$	–	90414,300 ^{A,C}	90414,35 ^a	–	0,800 ^{A,C}	–
			90414,303 ^B			0,799 ^B	
	$^2D_{5/2}$	–	90519,500 ^{A,C}	90519,48 ^a	–	1,200 ^{A,B,C}	–
			90519,419 ^B				
$4f^{14}11d$	$^2D_{3/2}$	–	92243,000 ^{A,C}	–	–	0,800 ^{A,B,C}	–
			92263,074 ^B				
	$^2D_{5/2}$	–	92243,000 ^{A,C}	92219,53 ^a	–	1,200 ^{A,B,C}	–
			92254,850 ^B				
$4f^{14}12d$	$^2D_{3/2}$	–	92453,000 ^{A,C}	–	–	0,800 ^{A,B,C}	–
			92468,008 ^B				
	$^2D_{5/2}$	–	92471,000 ^{A,C}	–	–	1,200 ^{A,B,C}	–
			92480,072 ^B				
$4f^{14}7g$	$^2G_{7/2}$	84154,23 ^A	–	–	–	0,889 ^A	–
	$^2G_{9/2}$	84154,24 ^A	–	–	–	1,111 ^A	–
$4f^{14}8g$	$^2G_{7/2}$	86253,95 ^A	–	–	–	0,889 ^{A,B,C}	–
		76258,90 ^B					
		83188,33 ^C					
	$^2G_{9/2}$	86253,96 ^A	–	–	–	1,111 ^{A,B,C}	–
		76258,95 ^B					
		83188,38 ^C					
$4f^{14}9g$	$^2G_{7/2}$	87693,53 ^A	–	–	–	0,889 ^{A,B,C}	–
		88572,38 ^B					
		95495,90 ^C					
Tek parite için:							
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^1D)$	$^1[3/2]^{\circ}_{3/2}$	–	34904,955 ^B	34575,37 ^a	–	1,443 ^B	1,434 ^a
			36144,115 ^C			1,413 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^1D)$	$^1[11/2]^{\circ}_{11/2}$	–	34877,671 ^B	34784,95 ^a	–	1,148 ^B	1,119 ^a
			38067,949 ^C			1,101 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^1D)$	$^1[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	37431,388 ^B	37077,59 ^a	–	1,126 ^B	1,113 ^a
			40131,641 ^C			1,149 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^1D)$	$^1[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	37781,840 ^B	37516,59 ^a	–	1,128 ^B	1,119 ^a
			41003,989 ^C			1,120 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^1D)$	$^1[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	38447,682 ^B	38342,02 ^a	–	1,092 ^B	1,093 ^a
			41912,951 ^C			1,083 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^3D)$	$^3[1/2]^{\circ}_{1/2}$	–	39478,920 ^B	39378,89 ^a	–	1,775 ^B	1,850 ^a
			39850,419 ^C			1,672 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^3D)$	$^3[9/2]^{\circ}_{7/2}$	–	39966,461 ^B	40035,82 ^a	–	0,711 ^B	0,720 ^a
			39964,345 ^C			0,718 ^C	
	$^3[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	40885,426 ^B	40917,91 ^a	–	0,979 ^B	0,967 ^a
			41001,235 ^C			0,981 ^C	
	$^3[9/2]^{\circ}_{11/2}$	–	42974,823 ^B	42915,13 ^a	–	1,125 ^B	1,115 ^a
			42897,473 ^C			1,126 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^3D)$	$^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	–	41794,680 ^B	41678,73 ^a	–	1,194 ^B	1,193 ^a
			42015,844 ^C			1,193 ^C	
	$^3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	–	41849,106 ^B	41688,45 ^a	–	0,820 ^B	0,784 ^a
			41916,665 ^C			0,781 ^C	
	$^3[3/2]^{\circ}_{1/2}$	–	42936,343 ^B	43007,79 ^a	–	0,156 ^B	0,15 ^a
			43227,820 ^C			0,173 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^3D)$	$^3[5/2]^{\circ}_{3/2}$	–	43174,236 ^B	43075,09 ^a	–	0,857 ^B	0,96 ^a
			43225,652 ^C			0,876 ^C	
	$^3[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	43963,865 ^B	43956,41 ^a	–	0,981 ^B	0,99 ^a
			43999,857 ^C			0,954 ^C	
	$^3[5/2]^{\circ}_{7/2}$	–	44496,864 ^B	44438,03 ^a	–	1,088 ^B	1,10 ^a
			44699,986 ^C			1,071 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^3D)$	$^3[7/2]^{\circ}_{5/2}$	–	44587,073 ^B	44497,51 ^a	–	0,747 ^B	0,734 ^a
			44553,428 ^C			0,769 ^C	
	$^3[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	45520,191 ^B	45429,82 ^a	–	1,100 ^B	1,150 ^a
			45553,668 ^C			1,105 ^C	
	$^3[7/2]^{\circ}_{9/2}$	–	46457,052 ^B	46169,78 ^a	–	1,001 ^B	1,10 ^a
			48738,396 ^C			0,943 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^1D)$	$^1[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	45849,146 ^B	45335,03 ^a	–	1,083 ^B	1,01 ^a
			45997,982 ^C			1,145 ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^1D)$	$^1[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	48818,952 ^B	48556,57 ^a	–	0,911 ^{B,C}	0,941 ^a
			52253,814 ^C				

Tablo A.8. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı				
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar		
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR			
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^1D)$	$^1[3/2]^{\circ}_{3/2}$	–	46419,400 ^B	47005,46 ^a	–	1,059 ^B	0,990 ^a		
			48188,424 ^C			1,097 ^C			
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6s(^1D)$	$^1[1/2]^{\circ}_{1/2}$	–	49439,691 ^B	47228,96 ^a	–	0,687 ^B	0,74 ^a		
			51429,460 ^C			0,671 ^C			
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[1/2]^{\circ}_{1/2}$	–	57449,394 ^B	56977,71 ^a	–	2,150 ^B	2,19 ^a		
			59915,897 ^B	59777,07 ^a	–	1,616 ^B	1,63 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1G)$	$^1[7/2]^{\circ}_{7/2}$	–	57116,498 ^B	57103,02 ^a	–	1,316 ^B	1,10 ^a		
			57968,701 ^B	57534,45 ^a	–	0,872 ^B	0,87 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[9/2]^{\circ}_{9/2}$	–	59740,722 ^B	59046,89 ^a	–	1,092 ^B	1,08 ^a		
			61651,228 ^B	61442,82 ^a	–	1,124 ^B	1,11 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1G)$	$^1[13/2]^{\circ}_{13/2}$	–	58437,674 ^B	57561,62 ^a	–	1,042 ^B	1,04 ^a		
			59254,629 ^B	58484,54 ^a	–	1,030 ^B	1,02 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[7/2]^{\circ}_{5/2}$	–	58669,633 ^B	58661,13 ^a	–	0,827 ^B	0,86 ^a		
			59739,839 ^B	59624,66 ^a	–	0,976 ^B			
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[7/2]^{\circ}_{9/2}$	–	59740,722 ^B	60649,86 ^a	–	1,092 ^B	1,10 ^a		
			59926,939 ^B	58672,53 ^a	–	0,584 ^B	0,538 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[3/2]^{\circ}_{1/2}$	–	62380,984 ^B	60910,14 ^{a?}	–	1,064 ^B	1,00 ^{a?}		
			63266,688 ^B	62163,94 ^{a?}	–	1,036 ^B	–		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d^2(^1G)$	$^1[11/2]^{\circ}_{11/2}$	–	60887,655 ^B	59753,84 ^a	–	1,091 ^B	1,11 ^a		
			63102,654 ^B	62046,07 ^a	–	1,167 ^B	1,14 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3F)$	$^3[5/2]^{\circ}_{7/2}$	–	63298,253 ^B	63028,26 ^a	–	0,536 ^B	0,51 ^a		
			64700,778 ^B	63417,03 ^a	–	1,053 ^B	1,01 ^a		
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3P)$	$^3[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	65583,459 ^B	64169,39 ^a	–	1,074 ^B	–		
			–	–	–	0,666 ^{A,B,C}	0,666 ^{A,B,C}	–	
$4f^{14}9p$	$^2P^{\circ}_{1/2}$	80572,09 ^A	83286,600 ^A	–	–	–	–		
		94351,22 ^B	83348,847 ^B	–	–	–	–		
		87241,41 ^C	83324,000 ^C	–	–	–	–		
		80572,27 ^A	83542,100 ^A	–	–	–	–		
$4f^{14}10p$	$^2P^{\circ}_{3/2}$	94385,70 ^B	83605,918 ^B	–	1,334 ^{A,B,C}	1,334 ^{A,B,C}	–		
		87241,80 ^C	83577,800 ^C	–	–	–	–		
		–	87210,900 ^A	–	–	–	0,666 ^{A,B,C}	–	
		–	87242,589 ^B	–	–	–	–	–	
$4f^{14}11p$	$^2P^{\circ}_{1/2}$	–	87230,400 ^C	–	–	–	–		
		–	87367,500 ^A	–	–	–	1,334 ^{A,B,C}	–	
		–	87400,023 ^B	–	–	–	–	–	
		–	87386,400 ^C	–	–	–	–	–	
$4f^{14}11p$	$^2P^{\circ}_{3/2}$	–	89685,300 ^A	–	–	–	0,666 ^{A,B,C}	–	
		–	89704,039 ^B	–	–	–	–	–	
		–	89697,100 ^C	–	–	–	–	–	
		–	89788,400 ^A	–	–	–	–	1,334 ^{A,B,C}	–
$4f^{14}12p$	$^2P^{\circ}_{1/2}$	–	89807,562 ^B	–	–	–	–		
		–	89799,700 ^C	–	–	–	–	–	
		–	91343,500 ^A	–	–	–	–	0,666 ^{A,B,C}	–
		–	91355,730 ^B	–	–	–	–	–	
$4f^{14}12p$	$^2P^{\circ}_{3/2}$	–	91351,300 ^C	–	–	–	–		
		–	91414,700 ^A	–	–	–	–	1,334 ^{A,B,C}	–
		–	91427,283 ^B	–	–	–	–	–	
		–	91422,300 ^C	–	–	–	–	–	
$4f^{14}10f$	$^2F^{\circ}_{5/2}$	–	92764,500 ^A	92764,62 ^a	–	–	0,857 ^{A,B,C}	–	
		–	92778,909 ^B	–	–	–	–	–	
		–	92764,600 ^C	–	–	–	–	–	
		–	92767,000 ^A	92766,91 ^a	–	–	–	1,143 ^{A,B,C}	–
$4f^{14}11f$	$^2F^{\circ}_{7/2}$	–	92781,437 ^B	–	–	–	–		
		–	92767,000 ^C	–	–	–	–	–	
		–	93832,300 ^A	–	–	–	–	0,857 ^{A,B,C}	–
		–	93842,413 ^B	–	–	–	–	–	
$4f^{14}12f$	$^2F^{\circ}_{5/2}$	–	93832,396 ^C	–	–	–	–		
		–	93832,300 ^A	93808,12 ^a	–	–	–	1,143 ^{A,B,C}	–
		–	93842,505 ^B	–	–	–	–	–	
		–	93832,404 ^C	–	–	–	–	–	
$4f^{14}13f$	$^2F^{\circ}_{7/2}$	–	94579,000 ^A	–	–	–	0,857 ^{A,B,C}	–	
		–	94586,480 ^B	–	–	–	–	–	
		–	94579,000 ^C	–	–	–	–	–	
		–	94609,100 ^A	94579,04 ^a	–	–	–	1,143 ^{A,B,C}	–
$4f^{14}14f$	$^2F^{\circ}_{5/2}$	–	94616,639 ^B	–	–	–	–		
		–	94609,100 ^C	–	–	–	–	–	
		–	95198,785 ^B	–	–	–	–	0,857 ^B	–
		–	95199,205 ^B	95163,35 ^a	–	–	–	1,143 ^B	–
$4f^{14}14f$	$^2F^{\circ}_{7/2}$	–	95653,168 ^B	–	–	–	0,857 ^B	–	
		–	95653,575 ^B	95619,70 ^a	–	–	–	1,143 ^B	–

^aNIST Atomic Spectra Database [63]

Tablo A.9. Yb II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salıncı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.28'in geniş hali)

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1F^{\circ}_3)$ (7/2,3) _{5/2}	–	2010,036 ^B	1998,00 ^a	–	0,10428 ^B	0,01 ^a	–	1,722(8) ^B	1,72(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1F^{\circ}_3)$ (7/2,3) _{9/2}	–	1925,637 ^B	1928,10 ^a	–	0,02896 ^B	0,112 ^a	–	5,210(7) ^B	2,01(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{9/2?}	–	1905,363 ^B	1910,87 ^a	–	0,20842 ^B	0,192 ^a	–	3,829(8) ^B	3,50(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{7/2}	–	1904,462 ^B	1903,02 ^a	–	0,01027 ^B	0,012 ^a	–	1,888(7) ^B	2,21(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$ (5/2,3) _{5/2}	–	1883,093 ^B	1892,09 ^a	–	0,01043 ^B	0,019 ^a	–	1,961(7) ^B	3,44(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{5/2}	–	1841,567 ^B	1847,33 ^a	–	0,02332 ^B	0,083 ^a	–	4,586(7) ^B	1,63(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$ (5/2,4) _{5/2}	–	1820,341 ^B	1826,43 ^a	–	0,00699 ^B	0,083 ^a	–	1,406(7) ^B	1,66(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{7/2}	–	1811,905 ^B	1821,34 ^a	–	0,00896 ^B	0,013 ^a	–	1,820(7) ^B	2,72(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{14}7d\ ^2D_{5/2}$	–	1809,750 ^B	1809,71 ^a	–	0,00254 ^B	0,263 ^a	–	5,176(6) ^B	5,33(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{5/2?}	–	1791,810 ^B	1804,39 ^a	–	0,05472 ^B	0,103 ^a	–	1,137(8) ^B	2,12(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$ (5/2,3) _{7/2}	–	1777,626 ^B	1784,74 ^a	–	0,00640 ^B	0,016 ^a	–	1,351(7) ^B	3,40(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$ (5/2,3) _{9/2}	–	1768,622 ^B	1775,30 ^a	–	0,00263 ^B	0,376 ^a	–	5,607(6) ^B	7,97(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$ (5/2,4) _{7/2}	–	1777,626 ^B	1771,06 ^a	–	0,00640 ^B	0,048 ^a	–	1,351(7) ^B	1,01(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{9/2}	–	1727,880 ^B	1765,18 ^a	–	0,02681 ^B	1,592 ^a	–	5,988(7) ^B	3,40(9) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$ (5/2,3) _{5/2}	–	1732,560 ^B	1742,28 ^a	–	0,09338 ^B	0,012 ^a	–	2,075(8) ^B	2,60(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$ (5/2,4) _{9/2}	–	1727,880 ^B	1732,86 ^a	–	0,02681 ^B	0,016 ^a	–	5,988(7) ^B	3,58(7) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^1P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{7/2}	–	1689,971 ^B	1717,92 ^a	–	0,00423 ^B	1,408 ^a	–	9,877(6) ^B	3,20(9) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3P^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{5/2}	–	1656,385 ^B	1669,62 ^a	–	0,04592 ^B	0,083 ^a	–	1,116(8) ^B	1,99(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3P^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{7/2}	–	1656,650 ^B	1659,09 ^a	–	0,35908 ^B	0,084 ^a	–	8,727(8) ^B	2,03(8) ^a
$4f^{13}6s^2\ ^2F^{\circ}_{7/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^1F^{\circ}_3)$ (5/2,3) _{5/2}	–	1634,074 ^B	1626,73 ^a	–	0,23956 ^B	0,046 ^a	–	5,984(8) ^B	1,16(8) ^a

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P_{1/2}^o$	52753,27 ^A	24383,708 ^A	24377,53 ^a	0,06676 ^A	0,15171 ^A	0,102 ^a	0,1599(6) ^A	1,700(6) ^A	1,13(6) ^a
			24521,817 ^B	24384,18 ^d		0,12082 ^B			1,340(6) ^B	1,998(6) ^d
			24685,565 ^C			0,13516 ^C			1,479(6) ^C	1,436(6) ^e
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P_{3/2}^o$	26162,70 ^A	13456,143 ^A	13452,68 ^a	0,02692 ^A	0,05498 ^A	0,031 ^a	0,2622(6) ^A	2,030(6) ^A	1,15(6) ^a
			13434,491 ^B	13456,36 ^d		0,03580 ^B			1,323(6) ^B	1,988(6) ^d
			13345,671 ^C			0,02883 ^C			1,080(6) ^C	1,328(6) ^e
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d6s(^3D)$	–	9039,874 ^B	9349,29 ^a	–	0,01815 ^B	0,015 ^a	–	1,482(6) ^B	1,11(6) ^a
	$^3[3/2]^o_{1/2}$		8804,670 ^C			0,02035 ^C			1,751(6) ^C	
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d^2(^3F)$	–	3521,404 ^B	3586,83 ^a	–	0,01630 ^B	0,011 ^a	–	8,767(6) ^B	5,47(6) ^a
	$^3[5/2]^o_{3/2}?$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d^2(^1G)$	–	3311,568 ^B	3434,61 ^a	–	0,03583 ^B	0,028 ^a	–	2,179(7) ^B	1,61(7) ^a
	$^1[1/2]^o_{1/2}$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	2705,177 ^B	2799,38 ^a	–	0,12032 ^B	0,059 ^a	–	1,097(8) ^B	5,13(7) ^a
	$^3[3/2]^o_{1/2}$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	2536,770 ^B	2634,31 ^a	–	0,18724 ^B	0,082 ^a	–	1,941(8) ^B	7,79(7) ^a
	$^3[3/2]^o_{3/2}?$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	2481,025 ^B	2550,05 ^a	–	0,01006 ^B	0,058 ^a	–	1,090(7) ^B	5,89(7) ^a
	$^3[3/2]^o_{5/2}?$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{3/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3P)$	–	2395,783 ^B	2471,06 ^a	–	0,02407 ^B	0,022 ^a	–	2,797(7) ^B	2,38(7) ^a
	$^3[5/2]^o_{5/2}$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d6s(^3D)$	–	22474,416 ^B	22591,22 ^a	–	0,04143 ^B	0,014 ^a	–	5,470(5) ^B	1,80(5) ^a
	$^3[3/2]^o_{3/2}$		20862,282 ^C			0,12070 ^C			1,850(6) ^C	
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{14}6p \ ^2P_{3/2}^o$	48482,84 ^A	16502,878 ^A	16498,40 ^a	0,13053 ^A	0,40349 ^A	0,23 ^a	0,3702(6) ^A	9,880(6) ^A	5,64(6) ^a
			16469,848 ^B	16502,90 ^d		0,26025 ^B			6,399(6) ^B	1,024(7) ^d
			16337,025 ^C			0,21198 ^C			5,297(6) ^C	6,96(6) ^e
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d6s(^1D)$	–	9458,637 ^B	9760,39 ^a	–	0,02436 ^B	0,042 ^a	–	1,816(6) ^B	2,95(6) ^a
	$^1[3/2]^o_{3/2}$		8463,740 ^C			0,01216 ^C			1,132(6) ^C	
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d6s(^1D)$	–	4527,590 ^B	4409,34 ^a	–	0,00987 ^B	0,015 ^a	–	3,211(6) ^B	5,06(6) ^a
	$^1[3/2]^o_{3/2}$		4192,164 ^C			0,06286 ^C			2,386(7) ^C	
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{7/2})5d^2(^1G)$	–	3375,561 ^B	3488,79 ^a	–	0,03515 ^B	0,028 ^a	–	2,058(7) ^B	1,57(7) ^a
	$^1[3/2]^o_{3/2}$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	3266,785 ^B	3402,27 ^a	–	0,01625 ^B	0,012 ^a	–	1,016(7) ^B	6,63(6) ^a
	$^3[5/2]^o_{5/2}$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	2628,233 ^B	2733,12 ^a	–	0,05617 ^B	0,02 ^a	–	5,424(7) ^B	1,73(7) ^a
	$^3[3/2]^o_{3/2}?$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	2579,310 ^B	2650,79 ^a	–	0,01554 ^B	0,046 ^a	–	1,558(7) ^B	4,40(7) ^a
	$^3[5/2]^o_{7/2}$									
$4f^{14}5d \ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d^2(^3F)$	–	2568,443 ^B	2642,53 ^a	–	0,04904 ^B	0,054 ^a	–	4,958(7) ^B	5,05(7) ^a
	$^3[3/2]^o_{5/2}?$									

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
$4f^{14}5d\ ^3D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^1D)$ $^1[7/2]^{\circ}_{7/2}?$	–	2354,050 ^B	2460,00 ^a	–	0,00190 ^B	0,125 ^a	–	2,293(6) ^B	1,39(8) ^a
$4f^{14}5d\ ^2D_{5/2}$	$4f^{14}7p\ ^2P^{\circ}_{3/2}$	–	2544,607 ^A 2429,015 ^B 2423,332 ^C	2422,84 ^a 2508,83 ^d	–	0,00133 ^A 0,04168 ^B 0,00489 ^C	0,068 ^a	–	1,370(6) ^A 4,712(7) ^B 5,550(6) ^C	7,71(7) ^a 7,00(7) ^c
$4f^{14}5d\ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^1G)$ $^1[5/2]^{\circ}_{5/2}$	–	2398,759 ^B	2414,33 ^a	–	0,00144 ^B	0,034 ^a	–	1,665(6) ^B	3,90(7) ^a
$4f^{14}5d\ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^1D)$ $^1[3/2]^{\circ}_{3/2}$	–	2331,610 ^B	2388,40 ^a	–	0,08514 ^B	0,044 ^a	–	1,045(8) ^B	5,19(7) ^a
$4f^{14}5d\ ^2D_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d^2(^3P)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	–	2228,273 ^B	2292,83 ^a	–	0,14215 ^B	0,036 ^a	–	1,910(8) ^B	4,57(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_0)$ $(7/2,0)_{7/2}$	–	4729,762 ^B	4726,07 ^a	–	0,26810 ^B	0,248 ^a	–	7,993(7) ^B	7,35(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ $(7/2,1)_{7/2}$	–	4540,225 ^B	4515,16 ^a	–	0,08979 ^B	0,099 ^a	–	2,905(7) ^B	3,21(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$ $(7/2,2)_{7/2}$	–	3728,023 ^B	3708,66 ^a	–	0,03314 ^B	0,035 ^a	–	1,590(7) ^B	1,65(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ $(7/2,2)_{3/2}$	–	3425,738 ^B	3454,07 ^a	–	1,45174 ^B	1,288 ^a	–	8,251(8) ^B	7,23(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1P^{\circ}_1)$ $(7/2,1)_{5/2}?$	–	3550,999 ^B	3375,48 ^a	–	0,21074 ^B	0,529 ^a	–	1,115(8) ^B	3,04(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^3P^{\circ}_0)$ $(5/2,0)_{5/2}$	–	3182,073 ^B	3171,18 ^a	–	0,14482 ^B	0,040 ^a	–	9,539(7) ^B	2,61(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ $(7/2,2)_{5/2}$	–	3149,023 ^B	3117,80 ^a	–	1,22573 ^B	0,789 ^a	–	8,244(8) ^B	5,39(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ $(5/2,1)_{5/2}$	–	3091,978 ^B	3076,01 ^a	–	0,08015 ^B	0,127 ^a	–	5,592(7) ^B	8,88(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ $(5/2,1)_{3/2}$	–	3061,720 ^B	3033,87 ^a	–	0,02090 ^B	0,012 ^a	–	1,487(7) ^B	8,83(6) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$ $(7/2,3)_{3/2}$	–	2936,222 ^B	2955,32 ^a	–	0,15960 ^B	0,142 ^a	–	1,235(8) ^B	1,08(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ $(7/2,2)_{7/2}$	–	2916,601 ^B	2915,28 ^a	–	0,37983 ^B	0,409 ^a	–	2,978(8) ^B	3,18(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$ $(7/2,2)_{5/2}?$	–	2880,443 ^B	2888,03 ^a	–	0,94040 ^B	0,825 ^a	–	7,560(8) ^B	6,56(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$ $(7/2,2)_{7/2}?$	–	2828,041 ^B	2851,13 ^a	–	3,60252 ^B	3,079 ^a	–	3,004(9) ^B	2,52(9) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ $^3[3/2]^{\circ}_{5/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$ $(7/2,1)_{5/2}$	–	2735,765 ^B	2740,79 ^a	–	0,03168 ^B	0,022 ^a	–	2,823(7) ^B	1,95(7) ^a

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$	–	2709,648 ^B	2710,05 ^a	–	0,01496 ^B	0,013 ^a	–	1,359(7) ^B	1,13(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$	–	2674,053 ^B	2680,40 ^a	–	0,06979 ^B	0,057 ^a	–	6,510(7) ^B	5,28(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	–	2641,795 ^B	2641,97 ^a	–	0,06100 ^B	0,059 ^a	–	5,830(7) ^B	5,56(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$	–	2603,152 ^B	2607,86 ^a	–	0,09694 ^B	0,054 ^a	–	9,541(7) ^B	5,24(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$	–	2592,948 ^B	2575,35 ^a	–	0,01458 ^B	0,029 ^a	–	1,446(7) ^B	2,93(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	–	2526,839 ^B	2524,99 ^a	–	0,02985 ^B	0,033 ^a	–	3,118(7) ^B	3,43(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	–	2505,804 ^B	2511,87 ^a	–	0,12013 ^B	0,078 ^a	–	1,276(8) ^B	8,24(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2398,071 ^B	2397,86 ^a	–	0,04161 ^B	0,041 ^a	–	4,826(7) ^B	4,67(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3P^{\circ}_0)$	–	2378,169 ^B	2380,40 ^a	–	0,22548 ^B	0,129 ^a	–	2,659(8) ^B	1,51(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$	–	2257,303 ^B	–	–	0,00113 ^B	–	–	1,474(6) ^B	–
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3P^{\circ}_2)$	–	2244,013 ^B	–	–	0,00756 ^B	–	–	1,001(7) ^B	–
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$	–	3845,780 ^B	3863,46 ^a	–	0,03299 ^B	0,026 ^a	–	1,488(7) ^B	1,19(7) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}7s \ ^2S_{1/2}$	–	3670,735 ^A	3669,69 ^a	–	0,48331 ^A	0,368 ^a	–	2,390(8) ^A	1,82(8) ^a
			3667,635 ^B	3670,74 ^d		0,36892 ^B			1,829(8) ^B	2,06(8) ^d
			3663,990 ^C			0,39452 ^C			1,960(8) ^C	1,668(8) ^c
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2599,834 ^B	2574,78 ^a	–	0,05043 ^B	0,045 ^a	–	4,976(7) ^B	4,50(7) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}6d \ ^2D_{3/2}$	1645,36 ^A	2848,004 ^A	2847,17 ^a	0,1427 ^A	1,66791 ^A	1,272 ^a	0,3518(9) ^A	1,37(9) ^A	1,05(9) ^a
			2846,139 ^B			1,26235 ^B			1,039(9) ^B	
			2843,942 ^C			1,38813 ^C			1,145(9) ^C	
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2501,807 ^B	2537,24 ^a	–	0,05287 ^B	0,048 ^a	–	5,634(7) ^B	5,04(7) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$	–	2410,148 ^B	2444,64 ^a	–	0,01376 ^B	0,011 ^a	–	1,580(7) ^B	1,19(7) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}8s \ ^2S_{1/2}$	1493,54 ^A	2174,962 ^A	2174,96 ^d	0,00026 ^A	0,05441 ^A	–	7,7944(5) ^A	7,670(7) ^A	7,60(7) ^d
			2173,872 ^B			0,05722 ^B			8,076(7) ^B	1,198(8) ^c
			2172,593 ^C			0,04894 ^C			6,916(7) ^C	7,36(7) ^f

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$4f^{14}6p \ ^3P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{1/2}	–	2073,673 ^B	2046,68 ^a	–	0,00746 ^B	0,066 ^a	–	1,157(7) ^B	1,06(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^3P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}7d \ ^2D_{3/2}$	1563,21 ^A	2022,019 ^A 2021,083 ^B 2019,971 ^C	2021,37 ^a	0,10387 ^A	0,29926 ^A 0,19380 ^B 0,26760 ^C	0,135 ^a	2,8354(8) ^A	4,880(8) ^A 3,164(8) ^B 4,374(8) ^C	2,19(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{3/2}	–	2007,630 ^B	1991,15 ^a	–	0,00052 ^B	0,197 ^a	–	8,564(5) ^B	3,33(8) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3P^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{3/2} ?	–	1916,103 ^B	1903,16 ^a	–	0,06411 ^B	0,017 ^a	–	1,165(8) ^B	3,03(7) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^1F^{\circ}_3)$ (5/2,3) _{1/2}	–	1871,902 ^B	1817,21 ^a	–	0,00721 ^B	0,038 ^a	–	1,373(7) ^B	7,58(7) ^a
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}9s \ ^2S_{1/2}$	1353,51 ^A	1849,269 ^A 1848,072 ^B 1847,556 ^C	–	0,02229 ^A	0,01847 ^A 0,00092 ^B 0,01709	–	8,1177(7) ^A	3,600(7) ^A 1,800(6) ^B 3,339(7) ^C	–
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}8d \ ^2D_{3/2}$	1513,77 ^A	1761,242 ^A 1760,953 ^B 1759,688 ^C	–	0,06257 ^A	0,11234 ^A 0,15308 ^B 0,10240 ^C	–	1,8213(8) ^A	2,420(8) ^A 3,293(8) ^B 2,206(8) ^C	–
$4f^{14}6p \ ^2P^{\circ}_{1/2}$	$4f^{14}9d \ ^2D_{3/2}$	1481,50 ^A	1646,277 ^A 1645,656 ^B 1644,919 ^C	–	0,04114 ^A	0,05575 ^A 0,04989 ^B 0,05069 ^C	–	1,2504(8) ^A	1,370(8) ^A 1,229(8) ^B 1,249(8) ^C	–
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{5/2}	–	4881,511 ^B	4820,24 ^a	–	0,08616 ^B	0,104 ^a	–	2,412(7) ^B	2,97(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{5/2}	–	4058,898 ^B	4056,15 ^a	–	0,04711 ^B	0,047 ^a	–	1,907(7) ^B	1,90(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{14}7s \ ^2S_{1/2}$	–	3918,158 ^B 3971,680 ^C	3913,35 ^a	–	0,09718 ^B 0,28774 ^C	0,038 ^a	–	4,222(7) ^B 1,217(8) ^C	1,65(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{3/2}	–	3665,908 ^B	3710,33 ^a	–	0,07902 ^B	0,084 ^a	–	3,922(7) ^B	4,16(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1P^{\circ}_1)$ (7/2,1) _{5/2} ?	–	3809,716 ^B	3619,80 ^a	–	0,37176 ^B	0,625 ^a	–	1,708(8) ^B	3,16(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s6p(^3P^{\circ}_1)$ (5/2,1) _{3/2}	–	3252,142 ^B	3229,81 ^a	–	0,03264 ^B	0,023 ^a	–	2,058(7) ^B	1,50(7) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$ (7/2,3) _{3/2}	–	3110,908 ^B	3140,93 ^a	–	0,98130 ^B	1,043 ^a	–	6,763(8) ^B	7,13(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$ (7/2,3) _{1/2}	–	3053,492 ^B	3089,10 ^a	–	0,57977 ^B	0,614 ^a	–	4,147(8) ^B	4,34(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$ (7/2,2) _{5/2} ?	–	3048,365 ^B	3065,04 ^a	–	0,64348 ^B	0,622 ^a	–	4,619(8) ^B	4,43(8) ^a
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$ ³ [3/2] _{3/2}	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6s6p(^3P^{\circ}_2)$ (5/2,2) _{1/2}	–	2986,736 ^B	2995,03 ^a	–	0,10095 ^B	0,035 ^a	–	7,548(7) ^B	2,60(7) ^a

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{14}6d\ ^2D_{3/2}$	–	2994,730 ^B	2991,70 ^a	–	0,04902 ^B	0,022 ^a	–	3,646(7) ^B	1,62(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$			3025,896 ^C			0,10440 ^C			7,605(7) ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{14}6d\ ^2D_{5/2}$	–	2960,598 ^B	2957,62 ^a	–	0,46523 ^B	0,259 ^a	–	3,540(8) ^B	1,97(8) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$			2991,051 ^C			0,95055 ^C			7,087(8) ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	–	2886,800 ^B	2899,71 ^a	–	0,45562 ^B	0,422 ^a	–	3,647(8) ^B	3,35(8) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,1)_{5/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1D^{\circ}_2)$	–	2857,735 ^B	2865,33 ^a	–	0,04808 ^B	0,045 ^a	–	3,927(7) ^B	3,68(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,2)_{3/2}?$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_3)$	–	2818,172 ^B	2832,20 ^a	–	0,02542 ^B	0,028 ^a	–	2,135(7) ^B	2,31(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,3)_{5/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_2)$	–	2785,790 ^B	2800,05 ^a	–	0,10344 ^B	0,180 ^a	–	8,890(7) ^B	1,54(8) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,2)_{3/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^1F^{\circ}_3)$	–	2691,684 ^B	2715,94 ^a	–	0,03940 ^B	0,045 ^a	–	3,627(7) ^B	4,00(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,3)_{1/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2723,262 ^B	2692,41 ^a	–	0,31630 ^B	0,106 ^a	–	2,845(8) ^B	9,68(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,4)_{3/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$	–	2655,145 ^B	2659,26 ^a	–	0,06017 ^B	0,190 ^a	–	5,692(7) ^B	1,79(8) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,2)_{5/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2632,821 ^B	2656,12 ^a	–	0,35307 ^B	0,195 ^a	–	3,397(8) ^B	1,85(8) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,4)_{5/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3D^{\circ}_3)$	–	2589,609 ^B	2600,21 ^a	–	0,00159 ^B	0,018 ^a	–	1,586(6) ^B	1,75(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,3)_{3/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3P^{\circ}_1)$	–	2526,192 ^B	2538,79 ^a	–	0,11921 ^B	0,088 ^a	–	1,246(8) ^B	9,09(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,4)_{5/2}?$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6p(^3P^{\circ}_1)$	–	2436,833 ^B	2447,27 ^a	–	0,23900 ^B	0,162 ^a	–	2,685(8) ^B	1,80(8) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(7/2,1)_{5/2}?$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3F^{\circ}_4)$	–	2102,049 ^B	2108,49 ^a	–	0,00383 ^B	0,014 ^a	–	5,780(6) ^B	2,12(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(5/2,4)_{5/2}$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{14}7d\ ^2D_{5/2}$	–	2087,938 ^B	2086,22 ^a	–	0,07233 ^B	0,040 ^a	–	1,107(8) ^B	6,15(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$			2103,037 ^C			0,19167 ^C			2,890(8) ^C	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^3D^{\circ}_1)$	–	2064,096 ^B	2079,16 ^a	–	0,00301 ^B	0,013 ^a	–	4,712(6) ^B	2,01(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(5/2,1)_{5/2}?$									
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d6s(^3D)$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})5d6p(^1F^{\circ}_3)$	–	1887,945 ^B	1864,25 ^a	–	0,00051 ^B	0,011 ^a	–	9,484(5) ^B	2,08(7) ^a
$3[3/2]^{\circ}_{3/2}$	$(5/2,3)_{3/2}$									
$4f^{14}6p\ ^2P_{3/2}$	$4f^{14}7s\ ^2S_{1/2}$	–	4181,992 ^A	4181,99 ^d	–	0,84846 ^A	–	–	3,240(8) ^A	3,80(8) ^d
			4184,100 ^B			0,50757 ^B			1,934(8) ^B	1,54(8) ^e
			4192,778 ^C			0,40725 ^C			1,545(8) ^C	3,52(8) ^f
$4f^{14}6p\ ^2P_{3/2}$	$4f^{14}6d\ ^2D_{3/2}$	1699,21 ^A	3146,449 ^A	3146,45 ^d	0,02798 ^A	0,30194 ^A	–	6,465(7) ^A	2,030(8) ^A	2,284(8) ^d
			3147,644 ^B			0,18448 ^B			1,242(8) ^B	9,72(7) ^e
			3152,551 ^C			0,14725 ^C			9,882(7) ^C	2,056(8) ^f

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	1699,07 ^A	3108,790 ^A 3109,960 ^B 3114,747 ^C	3108.80 ^d	0,25416 ^A	2,75039 ^A 1,52440 ^B 1,34135 ^C	–	0,5872(9) ^A	1,900(9) ^A 1,051(9) ^B 9,222(8) ^C	1,992(9) ^d 7,74(8) ^e 1,824(9) ^f
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	1537,77 ^A	2344,811 ^A 2345,472 ^B 2348,198 ^C	2344.81 ^d	0,00044 ^A	0,10093 ^A 0,06983 ^B 0,05176 ^C	–	0,1245(7) ^A	1,220(8) ^A 8,466(7) ^B 6,261(7) ^C	1,244(8) ^d 1,540(8) ^e 1,270(8) ^f
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	1611,74 ^A	2168,019 ^A 2168,591 ^B 2170,914 ^C	–	0,01849 ^A	0,05582 ^A 0,04449 ^B 0,02862 ^C	–	17,496(7) ^A	7,920(7) ^A 6,310(7) ^B 4,050(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	1611,68 ^A	2160,571 ^A 2161,137 ^B 2163,446 ^C	–	0,16829 ^A	0,50413 ^A 0,26739 ^B 0,25845 ^C	–	4,3216(8) ^A	7,20(8) ^A 3,819(8) ^B 3,683(8) ^C	–
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	1389,74 ^A	1970,639 ^A 1970,641 ^B 1973,031 ^C	–	0,03700 ^A	0,03466 ^A 0,04663 ^B 0,01824 ^C	–	12,779(7) ^A	5,950(7) ^A 8,009(7) ^B 3,126(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	1559,23 ^A	1870,989 ^A 1871,891 ^B 1873,145 ^C	–	0,011611 ^A	0,02115 ^A 0,08414 ^B 0,01102 ^C	–	3,1856(7) ^A	4,030(7) ^A 1,602(8) ^B 2,095(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	1559,19 ^A	1864,848 ^A 1865,298 ^B 1866,990 ^C	–	0,105758 ^A	0,19097 ^A 0,10008 ^B 0,09952 ^C	–	2,9016(7) ^A	3,660(8) ^A 1,918(8) ^B 1,904(8) ^C	–
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	1525,02 ^A	1741,776 ^A 1742,144 ^B 1743,644 ^C	–	0,007664 ^A	0,01054 ^A 0,01086 ^B 0,00548 ^C	–	2,1983(7) ^A	2,320(7) ^A 2,386(7) ^B 1,202(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	1525,00 ^A	1736,453 ^A 1736,823 ^B 1738,310 ^C 10616,066 ^B 10637,065 ^C	–	0,069893 ^A	0,09514 ^A 0,08174 ^B 0,04948 ^C 0,81661 ^B 1,06156 ^C	–	2,0046(8) ^A	2,100(8) ^A 1,807(8) ^B 1,092(8) ^C 4,833(7) ^B 6,258(7) ^C	– 4,94(7) ^e 5,06(7) ^f
4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	25290,96 ^A	68615,390 ^A 64520,660 ^B 65304,489 ^C	–	0,29652 ^A	0,35445 ^A 0,28237 ^B 0,35398 ^C	–	3,0904(6) ^A	5,020(5) ^A 4,524(5) ^B 5,536(5) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	9867,77 ^A	10629,139 ^A 10734,629 ^B 10713,278 ^C	10714,26 ^d	0,65424 ^A	0,73164 ^A 0,70959 ^B 0,76791 ^C	–	4,4792(7) ^A	4,320(7) ^A 4,107(7) ^B 4,462(7) ^C	3,56(7) ^d 3,64(7) ^e 4,06(7) ^f
4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	–	7760,479 ^A 7816,647 ^B 7805,236 ^C	–	–	1,66928 ^A 1,46904 ^B 1,77516 ^C	–	–	1,850(8) ^A 1,604(8) ^B 1,943(8) ^C	–

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	5860,77 ^A	5712,425 ^A 5738,811 ^B 5736,6387 ^C	–	8,3423 ^A	0,07015 ^A 0,04258 ^B 0,06692 ^C	–	1,619(9) ^A	1,430(7) ^A 8,624(6) ^B 1,356(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	–	4948,437 ^A 4974,577 ^B 4966,596 ^C	–	–	0,33248 ^A 0,17465 ^B 0,33230 ^C	–	–	9,060(7) ^A 4,707(7) ^B 8,985(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	9365,09 ^A	4136,778 ^A 4152,681 ^B 4149,461 ^C	–	0,79933 ^A	0,12873 ^A 0,11464 ^B 0,12694 ^C	–	60758(7) ^A	5,020(7) ^A 4,434(7) ^B 4,917(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	12309,84 ^A	10721,330 ^A 8930,770 ^B 8854,350 ^C	10113,61 ^d	35,357 ^A	2,22367 ^A 1,48067 ^B 2,59159 ^C	–	3,12(9) ^A	1,290(8) ^A 1,238(8) ^B 2,205(8) ^C	1,368(8) ^d 8,44(7) ^e 1,392(8) ^f
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	25298,91 ^A	68615,342 ^A 30053,051 ^B 29204,904 ^C	–	0,05925 ^A	0,07089 ^A 0,08742 ^B 0,16082 ^C	–	6,1716(5) ^A	1,000(5) ^A 6,456(5) ^B 1,258(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	25267,13 ^A	93248,875 ^A 33984,863 ^B 32904,679 ^C	–	0,54189 ^A	0,46947 ^A 0,71131 ^B 1,28461 ^C	–	5,6585(6) ^A	3,600(5) ^A 4,108(6) ^B 7,913(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	9868,98 ^A	10629,140 ^A 13265,965 ^B 13438,301 ^C	11302,45 ^d	1,30671 ^A	1,46328 ^A 0,64041 ^B 1,22673 ^C	–	8,9441(7) ^A	8,640(7) ^A 2,427(7) ^B 4,531(7) ^C	8,04(7) ^d 4,04(7) ^e 7,40(7) ^f
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	13990,88 ^A	7760,480 ^A 9077,993 ^B 9158,249 ^C	–	7,13956 ^A	0,33386 ^A 0,17019 ^B 0,30279 ^C	–	2,4315(8) ^A	3,700(7) ^A 1,377(7) ^B 2,408(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	13985,94 ^A	7665,889 ^A 8948,791 ^B 9026,803 ^C	–	6,4305(1) ^A	3,04178 ^A 1,33398 ^B 2,76480 ^C	–	2,1916(9) ^A	3,45(8) ^A 1,111(8) ^B 2,263(8) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	5861,20 ^A	5712,425 ^A 6390,734 ^B 6435,413 ^C	–	1,6664(1) ^A	0,14031 ^A 0,03354 ^B 0,11986 ^C	–	3,233(9) ^A	2,870(7) ^A 5,477(6) ^B 1,930(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	10825,25 ^A	4948,437 ^A 5457,129 ^B 5481,939 ^C	–	0,98419 ^A	0,06650 ^A 0,08006 ^B 0,06035 ^C	–	5,598(7) ^A	1,810(7) ^A 1,793(7) ^B 1,339(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	10823,60 ^A	4905,712 ^A 5401,467 ^B 5429,554 ^C	–	8,80857 ^A	0,60367 ^A 0,22746 ^B 0,54837 ^C	–	5,0126(8) ^A	1,670(8) ^A 5,200(7) ^B 1,241(8) ^C	–
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	9366,18 ^A	4136,778 ^A 4483,647 ^B 4503,141 ^C	–	0,16005 ^A	0,02575 ^A 0,00936 ^B 0,02347 ^C	–	1,2163(6) ^A	1,000(7) ^A 3,106(6) ^B 7,718(6) ^C	–

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	9365,44 ^A	4106,877 ^A	–	1,43757 ^A	0,2334 ^A	–	1,0926(8) ^A	9,230(7) ^A	–
			4448,557 ^B			0,14287 ^B			4,815(7) ^B	
			4467,732 ^C			0,21287 ^C			7,113(7) ^C	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	1993,63 ^A	2103,394 ^A	–	0,45208 ^A	1,41370 ^A	–	0,7587(9) ^A	2,130(9) ^A	–
		5094,24 ^B	2102,543 ^B		7,37227 ^B	1,31238 ^B		1,8938(9) ^B	1,980(9) ^B	
		4103,94 ^C	2103,332 ^C		2,12968 ^C	1,41338 ^C		0,8429(9) ^C	2,131(9) ^C	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	2065,43 ^A	2165,899 ^A	–	0,03134 ^A	0,09806 ^A	–	4,8969(7) ^A	1,390(8) ^A	–
		5843,39 ^C	2164,988 ^B		0,056719 ^C	0,22103 ^B		1,1073(7) ^C	3,145(8) ^B	
			2165,833 ^C			0,09804 ^C			1,394(8) ^C	
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	7989,91 ^A	12006,530 ^A	–	0,24164 ^A	3,92255 ^A	–	3,7851(7) ^A	1,820(8) ^A	–
			11978,725 ^B			2,86748 ^B			1,333(8) ^B	
			12004,523 ^C			3,92324 ^C			1,816(8) ^C	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	7986,74 ^A	12588,434 ^A	–	0,01722 ^A	0,26723 ^A	–	1,7992(6) ^A	1,130(7) ^A	–
			12557,811 ^B			0,19719 ^B			8,340(6) ^B	
			12586,228 ^C			0,26728 ^C			1,125(7) ^C	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	6365,14 ^A	16626,765 ^A	–	0,02945 ^A	0,64694 ^A	–	4,8464(6) ^A	1,560(7) ^A	–
			16680,660 ^B			0,72409 ^B			1,736(7) ^B	
			16630,614 ^C			0,64719 ^C			1,561(7) ^C	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	6364,11 ^A	16198,529 ^A	–	0,00211 ^A	0,04743 ^A	–	3,469(5) ^A	1,210(6) ^A	–
			16249,571 ^B			0,05214 ^B			1,317(6) ^B	
			16202,182 ^C			0,04745 ^C			1,206(6) ^C	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	5617,74 ^A	7497,938 ^A	–	0,00685 ^A	0,06136 ^A	–	1,4482(6) ^A	7,280(6) ^A	–
			7516,554 ^B			0,14036 ^B			1,657(7) ^B	
			7498,721 ^C			0,06140 ^C			7,283(6) ^C	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	5617,30 ^A	7400,281 ^A	–	0,00049 ^A	0,00444 ^A	–	1,0380(5) ^A	5,410(5) ^A	–
			7411,357 ^B			0,00456 ^B			5,533(5) ^B	
			7401,043 ^C			0,00444 ^C			5,411(5) ^C	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	5197,56 ^A	5779,679 ^A	–	0,00140 ^A	0,01893 ^A	–	3,4537(5) ^A	3,780(6) ^A	–
			5786,171 ^B			0,01884 ^B			3,754(6) ^B	
			5780,144 ^C			0,01895 ^C			3,783(6) ^C	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	5197,33 ^A	5721,478 ^A	–	0,00010 ^A	0,00137 ^{A,B}	–	0,2479(5) ^A	2,780(5) ^A	–
			5727,865 ^B			0,00134 ^B			2,724(5) ^B	
			5721,934 ^C						2,786(5) ^C	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{7/2}	2065,35 ^A	2162,276 ^A	–	0,62636 ^A	1,96457 ^A	–	9,79(8) ^A	2,800(9) ^A	–
		5834,39 ^C	2161,718 ^B		1,13613 ^C	1,82754 ^B		2,23(8) ^C	2,608(9) ^B	
			2162,223 ^C			1,96425 ^C			2,802(9) ^C	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{7/2}	7988,01 ^A	12467,039 ^A	–	0,34621 ^A	5,39666 ^A	–	4,82(7) ^A	2,320(8) ^A	–
			12448,575 ^B			3,83870 ^B			1,652(8) ^B	
			12465,279 ^C			5,39751 ^C			2,317(8) ^C	

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 5f ² F _{7/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	6364,92 ^A	16404,068 ^A 16436,199 ^B 16407,114 ^C	–	0,04253 ^A	0,93675 ^A 0,92279 ^B 0,93703 ^C	–	7,00(6) ^A	2,320(7) ^A 2,278(7) ^B 2,322(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5f ² F _{7/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	5617,92 ^A	7442,885 ^A 7449,939 ^B 7443,512 ^C	–	0,01002 ^A	0,08831 ^A 0,12765 ^B 0,08835 ^C	–	2,12(6) ^A	1,060(7) ^A 1,534(7) ^B 1,064(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5f ² F _{7/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	5197,87 ^A	5746,912 ^A 5750,882 ^B 5747,286 ^C	–	0,00214 ^A	0,02720 ^A 0,01358 ^B 0,02722 ^C	–	5,30(5) ^A	5,490(6) ^A 2,739(6) ^B 5,497(6) ^C	–
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	1263,89 ^A	1307,418 ^A 1304,538 ^B 1305,850 ^C	–	0,04958 ^A	0,00111 ^A 0,00656 ^B 0,00541 ^C	–	2,07(8) ^A	4,340(6) ^A 2,571(7) ^B 2,115(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	1643,77 ^A	1868,254 ^A 1862,378 ^B 1865,053 ^C	–	0,00002 ^A	0,00069 ^A 0,00310 ^B 0,00119 ^C	–	0,479(5) ^A	1,310(6) ^A 5,965(6) ^B 2,277(6) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	54439,79 ^A	6986,900 ^A 6905,380 ^B 6942,345 ^C	–	0,01272 ^A	0,01089 ^A 0,00475 ^B 0,00832 ^C	–	0,143(5) ^A	1,490(6) ^A 6,641(5) ^B 1,152(6) ^C	–
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	1263,88 ^A	1299,611 ^A 1296,700 ^B 1298,164 ^C	–	0,09847 ^A	0,00224 ^A 0,01218 ^B 0,01042 ^C	–	4,11(8) ^A	8,830(6) ^A 4,830(7) ^B 4,123(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	1692,71 ^A	1900,658 ^A 1894,431 ^B 1897,564 ^C	–	0,00002 ^A	0,00121 ^A 0,00873 ^B 0,00209 ^C	–	5,43(4) ^A	2,240(6) ^A 1,623(7) ^B 3,881(6) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	–	6950,744 ^A 6868,206 ^B 6909,547 ^C	–	–	0,01970 ^A 0,00733 ^B 0,01472 ^C	–	–	2,720(6) ^A 1,036(6) ^B 2,056(6) ^C	–
4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	–	25598,683 ^A 24514,198 ^B 25048,652 ^C	–	–	2,54518 ^A 2,48500 ^B 2,56245 ^C	–	–	2,590(7) ^A 2,758(7) ^B 2,724(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2}	1800,67 ^A	1739,184 ^A 1737,254 ^B 1739,164 ^C	–	0,26776 ^A	0,54806 ^A 0,58770 ^B 0,54807 ^C	–	5,51(8) ^A	1,210(9) ^A 1,299(9) ^B 1,209(9) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2}	1859,58 ^A	1781,699 ^A 1779,667 ^B 1781,678 ^C	–	0,01708 ^A	0,03821 ^A 0,04344 ^B 0,03821 ^C	–	3,30(7) ^A	8,030(7) ^A 9,149(7) ^B 8,029(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2}	–	5469,023 ^A 5449,951 ^B 5468,824 ^C	–	–	0,27380 ^A 0,22958 ^B 0,27354 ^C	–	–	6,110(7) ^A 5,155(7) ^B 6,100(7) ^C	–

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2}	2910,81 ^B	5586,654 ^A 5566,743 ^B 5586,447 ^C	–	0,19482 ^B	0,01915 ^A 0,01605 ^B 0,01913 ^C	–	1,53(8) ^B	4,090(6) ^A 3,454(6) ^B 4,088(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2}	9676,79 ^A	25370,402 ^A 24964,505 ^B 25366,135 ^C	–	0,55296 ^A	5,87890 ^A 5,36722 ^B 5,87971 ^C	–	5,91(7) ^A	6,090(7) ^A 5,744(7) ^B 6,095(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2}	9674,43 ^A	26436,843 ^A 25996,678 ^B 26432,210 ^C	–	0,03869 ^A	0,40298 ^A 0,37362 ^B 0,40304 ^C	–	2,76(6) ^A	3,850(6) ^A 3,687(6) ^B 3,848(6) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2}	1859,53 ^A	1781,288 ^A 1776,978 ^B 1781,269 ^C	–	0,34178 ^A	0,76443 ^A 0,91000 ^B 0,76446 ^C	–	6,59(8) ^A	1,610(9) ^A 1,922(9) ^B 1,607(9) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2}	–	5582,615 ^A 5540,524 ^B 5582,436 ^C	–	–	0,38319 ^A 0,29255 ^B 0,38288 ^C	–	–	8,200(7) ^A 6,356(7) ^B 8,195(7) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2}	9675,68 ^A	26346,636 ^A 25434,583 ^B 26342,652 ^C	–	0,778642 ^A	8,08723 ^A 7,84984 ^B 8,08827 ^C	–	7,39(7) ^A	7,77(7) ^A 8,093(7) ^B 7,774(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{1/2}	1241,08 ^A	1200,673 ^A 1199,777 ^B 1200,134 ^C	–	0,063943 ^A	0,00035 ^A 0,00203 ^B 0,00177 ^C	–	2,77(8) ^A	1,620(6) ^A 9,385(6) ^B 8,197(6) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{1/2}	1605,40 ^A	1657,662 ^A 1655,956 ^B 1656,635 ^C	–	0,00016 ^A	0,00046 ^A 0,00123 ^B 0,00067 ^C	–	4,08(5) ^A	1,110(6) ^A 2,985(6) ^B 1,634(6) ^C	–
4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{1/2}	–	9758,953 ^A 9700,064 ^B 9723,471 ^C	–	–	0,01961 ^A 0,02589 ^B 0,02201 ^C	–	–	1,370(6) ^A 1,836(6) ^B 1,553(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{1/2}	27955,53 ^A	14772,578 ^A 14637,760 ^B 14691,423 ^C	–	0,06688 ^A	0,03081 ^A 0,01583 ^B 0,02693 ^C	–	2,85(5) ^A	9,420(5) ^A 4,928(5) ^B 8,322(5) ^C	–
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	1241,08 ^A	1197,002 ^A 1196,088 ^B 1196,490 ^C	–	0,12743 ^A	0,00070 ^A 0,00392 ^B 0,00345 ^C	–	5,52(8) ^A	3,260(6) ^A 1,827(7) ^B 1,609(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	1605,40 ^A	1650,673 ^A 1648,936 ^B 1649,699 ^C	–	0,00003 ^A	0,00009 ^A 0,00021 ^B 0,00014 ^C	–	0,877(5) ^A	2,250(5) ^A 5,108(5) ^B 3,319(5) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	–	1688,922 ^A 1687,099 ^B 1687,903 ^C	–	–	0,00081 ^A 0,00286 ^B 0,00119 ^C	–	–	1,890(6) ^A 6,694(6) ^B 2,789(6) ^C	–

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 7s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	21963,56 ^A	3420,235 ^A	–	1,04694 ^A	0,00428 ^A	–	2,89(7) ^A	2,44(6) ^A	–
			3412,781 ^B			0,00668 ^B			3,828(6) ^B	
			3416,060 ^C			0,00536 ^C			3,064(6) ^C	
4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	–	9521,586 ^A	–	–	0,04019 ^A	–	–	2,960(6) ^A	–
			9464,066 ^B			0,05300 ^B			3,946(6) ^B	
			9489,297 ^C			0,04491 ^C			3,326(6) ^C	
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	27956,97 ^A	14235,382 ^A	–	0,01333 ^A	0,00639 ^A	–	1,14(5) ^A	2,11(5) ^A	–
			14106,922 ^B			0,00321 ^B			1,076(5) ^B	
			14163,330 ^C			0,00562 ^C			1,867(5) ^C	
4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	–	41582,618 ^A	–	–	3,47516 ^A	–	–	1,340(7) ^A	–
			40704,762 ^B			3,28877 ^B			1,324(7) ^B	
			40973,741 ^C			3,49133 ^C			1,387(7) ^C	
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9p ² P _{3/2}	27937,23 ^A	14565,053 ^A	–	0,12202 ^A	0,05625 ^A	–	6,95(5) ^A	1,770(6) ^A	–
			14430,688 ^B			0,03226 ^B			1,033(6) ^B	
			14489,634 ^C			0,04941 ^C			1,570(6) ^C	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	1701,36 ^A	1588,880 ^A	–	0,14424 ^A	0,27334 ^A	–	3,32(8) ^A	7,22(8) ^A	–
		1491,97 ^B	1587,238 ^B		0,01272 ^B	0,32567 ^B		5,72(7) ^B	8,620(8) ^B	
		1437,99 ^C	1588,870 ^C		0,02961 ^C	0,27338 ^C		9,55(7) ^C	7,223(8) ^C	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	1753,85 ^A	1624,289 ^A	–	0,00960 ^A	0,01910 ^A	–	2,08(7) ^A	4,830(7) ^A	–
		1490,31 ^B	1622,568 ^B		0,00900 ^B	0,02372 ^B		2,70(6) ^B	6,008(7) ^B	
		1605,39 ^C	1624,278 ^C		0,45392 ^C	0,01910 ^C		1,76(9) ^C	4,829(7) ^C	
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	8612,30 ^B	4215,140 ^A	–	7,02048 ^B	0,17986 ^A	–	6,31(8) ^B	6,750(7) ^A	–
			4203,590 ^B			0,15947 ^B			6,019(7) ^B	
			4215,067 ^C			0,17978 ^C			6,749(7) ^C	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	8622,45 ^B	4284,673 ^A	–	0,50134 ^B	0,01264 ^A	–	4,50(7) ^B	4,590(6) ^A	–
			4272,732 ^B			0,01120 ^B			4,090(6) ^B	
			4284,598 ^C			0,01263 ^C			4,590(6) ^C	
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	–	10660,071 ^A	–	–	0,07788 ^A	–	–	4,570(6) ^A	–
			10586,393 ^B			0,03533 ^B			2,102(6) ^B	
			10659,603 ^C			0,07774 ^C			4,563(6) ^C	
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	14096,93 ^A	10843,870 ^A	–	4,05630 ^A	0,00547 ^A	–	1,36(8) ^A	3,100(5) ^A	–
		35113,14 ^C	10767,687 ^B		0,15175 ^C	0,00275 ^B		8,21(5) ^C	1,583(5) ^B	
			10843,386 ^C			0,00546 ^C			3,096(5) ^C	
4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	10891,62 ^A	48586,120 ^A	–	1,42962 ^A	7,02565 ^A	–	1,21(8) ^A	1,990(7) ^A	–
		32033,83 ^B	46792,687 ^B		0,57395 ^B	4,62629 ^B		5,59(6) ^B	1,409(7) ^B	
			48576,423 ^C			7,02671 ^C			1,986(7) ^C	
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	10889,95 ^A	53129,317 ^A	–	0,10101 ^A	0,45892 ^A	–	5,68(6) ^A	1,080(6) ^A	–
		31939,82 ^B	51328,129 ^B		0,04099 ^B	0,40265 ^B		2,68(5) ^B	1,019(6) ^B	
			53117,723 ^C			0,45900 ^C			1,085(6) ^C	

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	1753,82 ^A	1624,076 ^A	–	0,192206 ^A	0,38202 ^A	–	4,17(8)	9,660(8) ^A	–
		1490,36 ^B	1622,469 ^B	–	0,017976 ^B	0,45601 ^B	–	7,20(7)	1,155(9) ^B	–
		1438,03 ^C	1624,066 ^C	–	0,591416 ^C	0,38207 ^C	–	2,54(9)	9,662(8) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	4283,196 ^A	–	–	0,25287 ^A	–	–	9,190(7) ^A	–
		–	4272,047 ^B	–	–	0,22542 ^B	–	–	8,238(7) ^B	–
		–	4283,128 ^C	–	–	0,25276 ^C	–	–	9,190(7) ^C	–
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	10891,02 ^A	52903,027 ^A	–	2,03150 ^A	9,21765 ^A	–	1,52(8) ^A	2,200(7) ^A	–
		31960,44 ^B	51229,428 ^B	–	0,81994 ^B	8,08527 ^B	–	7,14(6) ^B	2,055(7) ^B	–
		–	52892,731 ^C	–	–	9,21906 ^C	–	–	2,198(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	1642,55 ^A	1510,227 ^A	–	0,09000 ^A	0,15776 ^A	–	2,23(8) ^A	4,610(8) ^A	–
		1804,67 ^B	1509,441 ^B	–	0,01352 ^B	0,18871 ^B	–	4,15(6) ^B	5,524(8) ^B	–
		1973,31 ^C	1510,222 ^C	–	0,21252 ^C	0,15780 ^C	–	5,46(8) ^C	4,615(8) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	1691,43 ^A	1542,181 ^A	–	0,00604 ^A	0,01103 ^A	–	1,41(7) ^A	3,100(7) ^A	–
		1726,29 ^C	1541,358 ^B	–	0,01486 ^C	0,01363 ^B	–	3,33(7) ^C	3,826(7) ^B	–
		–	1542,177 ^C	–	–	0,01104 ^C	–	–	3,095(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	4305,05 ^B	3703,456 ^A	–	0,00537 ^B	0,10754 ^A	–	1,93(6) ^B	5,230(7) ^A	–
		–	3698,722 ^B	–	–	0,10018 ^B	–	–	4,884(7) ^B	–
		–	3703,430 ^C	–	–	0,10751 ^C	–	–	5,228(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	4307,58 ^B	3757,025 ^A	–	0,00041 ^B	0,00757 ^A	–	1,49(5) ^B	3,580(6) ^A	–
		–	3752,148 ^B	–	–	0,00705 ^B	–	–	3,340(6) ^B	–
		–	3756,998 ^C	–	–	0,00757 ^C	–	–	3,577(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	20054,19 ^A	7899,767 ^A	–	7,93722 ^A	0,08395 ^A	–	1,97(8) ^A	8,970(6) ^A	–
		11400,92 ^C	7878,195 ^B	–	2,71053 ^C	0,05806 ^B	–	1,39(8) ^C	6,239(6) ^B	–
		–	7899,648 ^C	–	–	0,08388 ^C	–	–	8,965(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	20044,03 ^A	8000,256 ^A	–	0,57044 ^A	0,00592 ^A	–	9,47(6) ^A	6,170(5) ^A	–
		11403,61 ^C	7978,159 ^B	–	0,19352 ^C	0,00434 ^B	–	9,92(6) ^C	4,546(5) ^B	–
		–	8000,134 ^C	–	–	0,00592 ^C	–	–	6,165(5) ^C	–
4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	11743,04 ^A	72939,408 ^A	–	2,75716 ^A	9,09953 ^A	–	2,00(8) ^A	1,140(7) ^A	–
		11447,46 ^B	71141,845 ^B	–	1,28107 ^B	9,22173 ^B	–	9,78(7) ^B	1,215(7) ^B	–
		18752,29 ^C	72929,295 ^C	–	5,39888 ^C	9,10022 ^C	–	1,54(8) ^C	1,141(7) ^C	–
4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	11741,88 ^A	83682,009 ^A	–	0,19540 ^A	0,56653 ^A	–	9,45(6) ^A	5,400(5) ^A	–
		11406,18 ^B	81319,556 ^B	–	0,09131 ^B	0,57749 ^B	–	4,68(6) ^B	5,825(5) ^B	–
		18750,93 ^C	83668,698 ^C	–	0,38568 ^C	0,56658 ^C	–	7,31(6) ^C	5,398(5) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	1691,41 ^A	1541,957 ^A	–	0,12110 ^A	0,22073 ^A	–	2,82(8) ^A	6,190(8) ^A	–
		1802,32 ^B	1541,145 ^B	–	0,00187 ^B	0,26546 ^B	–	5,13(6) ^B	7,455(8) ^B	–
		–	1541,953 ^C	–	–	0,22078 ^C	–	–	6,193(8) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	4307,21 ^B	3755,692 ^A	–	0,0081 ^B	0,15149 ^A	–	2,91(6) ^B	7,160(7) ^A	–
		–	3750,891 ^B	–	–	0,14085 ^B	–	–	6,677(7) ^B	–
		–	3755,668 ^C	–	–	0,15145 ^C	–	–	7,162(7) ^C	–

Tablo A.9. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	11401,00 ^C	7994,211 ^A 7972,478 ^B 7994,105 ^C	–	3,8687 ^C	0,11851 ^A 0,08637 ^B 0,11842 ^C	–	1,98(8) ^C	1,240(7) ^A 9,063(6) ^B 1,236(7) ^C	–
4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	83025,379 ^A 80733,198 ^B 83013,957 ^C	–	–	11,4201 ^A 11,6426 ^B 11,4211 ^C	–	–	1,110(7) ^A 1,191(7) ^B 1,105(7) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	1604,54 ^A 2837,34 ^B 3277,90 ^C	1463,042 ^A 1462,586 ^B 1463,040 ^C	–	0,06258 ^A 1,02548 ^B 3,43290 ^C	0,09900 ^A 0,12080 ^B 0,10002 ^C	–	1,62(8) ^A 1,27(9) ^B 3,19(9) ^C	3,120(8) ^A 3,766(8) ^B 3,117(8) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	1651,14 ^A 2831,36 ^B 2648,23 ^C	1493,012 ^A 1492,532 ^B 1493,009 ^C	–	0,00412 ^A 0,07271 ^B 0,16325 ^C	0,00700 ^A 0,00869 ^B 0,00700 ^C	–	1,01(7) ^A 6,05(7) ^B 1,55(8) ^C	2,090(7) ^A 2,603(7) ^B 2,095(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	2303,45 ^A	3432,026 ^A 3429,506 ^B 3432,012 ^C	–	0,12276 ^A	0,06837 ^A 0,06486 ^B 0,06836 ^C	–	1,54(8) ^A	3,870(7) ^A 3,678(7) ^B 3,871(7) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	2304,17 ^B	3477,982 ^A 3475,389 ^B 3477,967 ^C	–	0,0089 ^B	0,00482 ^A 0,00458 ^B 0,00482 ^C	–	1,12(7) ^B	2,660(6) ^A 2,526(6) ^B 2,657(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	3453,65 ^C	6759,450 ^A 6749,634 ^B 6759,393 ^C	–	0,51674 ^C	0,05842 ^A 0,04352 ^B 0,05838 ^C	–	2,89(8) ^C	8,530(6) ^A 6,372(6) ^B 8,523(6) ^C	–
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	3453,89 ^C	6832,888 ^A 6822,875 ^B 6832,829 ^C	–	0,03698 ^C	0,00413 ^A 0,00325 ^B 0,00413 ^C	–	2,07(7) ^C	5,900(5) ^A 4,652(5) ^B 5,894(5) ^C	–
4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	–	13384,192 ^A 13321,580 ^B 13383,967 ^C	–	–	0,04107 ^A 0,00922 ^B 0,04102 ^C	–	–	1,530(6) ^A 3,466(5) ^B 1,527(6) ^C	–
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2}	17745,74 ^A	13707,080 ^A 13665,346 ^B 13706,845 ^C	–	0,91816 ^A	0,00286 ^A 0,00071 ^B 0,00286 ^C	–	1,94(7) ^A	1,020(5) ^A 2,531(4) ^B 1,016(5) ^C	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	1651,13 ^A 2649,10 ^C	1492,933 ^A 1492,454 ^B 1492,931 ^C	–	0,08252 ^A 3,26529 ^C	0,13998 ^A 0,17020 ^B 0,14002 ^C	–	2,02(8) ^A 4,14(9) ^C	4,190(8) ^A 5,096(8) ^B 4,190(8) ^C	–
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	2303,52 ^B	3477,559 ^A 3474,967 ^B 3477,545 ^C	–	0,17734 ^B	0,09640 ^A 0,09133 ^B 0,09639 ^C	–	2,23(8) ^B	5,320(7) ^A 5,045(7) ^B 5,316(7) ^C	–

^aDream Database [64], ^bNIST Periodictable [62], ^cMigdalek [306, f 'den çevrildi], ^dU.I. Safronova ve M.S. Safronova [335, A_{ki} 'den çevrildi], ^eFacwett and Wilson [305, A_{ki} 'den çevrildi], ^fMigdalek [308, A_{ki} 'den çevrildi]

Tablo A.10. Yb III'ün E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları (Tablo 3.30'un geniş hali)

Seviyeler		E		g-çarpanı	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
Çift parite için:					
4f ¹³ (² F°)5f	³ S ₁	138359,537 ^A	–	1,731 ^A	–
		138367,588 ^B		1,728 ^B	
4f ¹³ (² F°)5f	¹ P ₁	138639,741 ^A	–	0,928 ^A	–
		138624,513 ^B		0,930 ^B	
4f ¹³ (² F°)5f	³ P ₂	138657,798 ^A	–	1,334 ^A	–
		138647,007 ^B		1,350 ^B	
	³ P ₀	141496,228 ^A	–		
		140989,300 ^B			
	³ P ₁	148791,224 ^A	–	1,605 ^A	–
		148774,909 ^B		1,609 ^B	
4f ¹³ (² F°)5f	¹ F ₃	138994,984 ^A	–	0,975 ^{A,B}	–
		139001,095 ^B			
4f ¹³ (² F°)5f	³ F ₄	139000,556 ^A	–	1,201 ^A	–
		139003,689 ^B		1,204 ^B	
	³ F ₃	149237,609 ^A	–	1,126 ^{A,B}	–
		149248,371 ^B			
	³ F ₂	149340,025 ^A	–	0,814 ^A	–
		149329,681 ^B		0,801 ^B	
4f ¹³ (² F°)5f	¹ H ₅	139036,617 ^A	–	1,001 ^{A,B}	–
		139051,933 ^B			
4f ¹³ (² F°)6f	³ S ₁	161690,502 ^B	–	1,738 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ P ₁	161817,801 ^B	–	0,914 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	³ P ₂	161821,044 ^B	–	1,340 ^B	–
	³ P ₀	164022,701 ^B	–		
	³ P ₁	172063,767 ^B	–	1,586 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	³ I ₇	161850,581 ^B	–	1,143 ^B	–
	³ I ₆	161841,508 ^B	–	1,012 ^B	–
	³ I ₅	172182,933 ^B	–	0,846 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	³ D ₃	161905,929 ^B	–	1,254 ^B	–
	³ D ₁	172175,563 ^B	–	0,765 ^B	–
	³ D ₂	172224,117 ^B	–	1,228 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ D ₂	161992,804 ^B	–	0,974 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ F ₃	161993,274 ^B	–	0,975 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	³ F ₄	161997,890 ^B	–	1,176 ^B	–
	³ F ₃	172302,095 ^B	–	1,110 ^B	–
	³ F ₂	172324,081 ^B	–	0,792 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ H ₅	172394,128 ^B	–	1,044 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	³ G ₅	162042,093 ^B	–	1,146 ^B	–
	³ G ₃	172354,928 ^B	–	0,829 ^B	–
	³ G ₄	172386,334 ^B	–	1,073 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	³ H ₅	162015,006 ^B	–	1,030 ^B	–
	³ H ₆	162040,177 ^B	–	1,155 ^B	–
	³ H ₄	172376,362 ^B	–	0,833 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ G ₄	162052,791 ^B	–	1,018 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ I ₆	172219,593 ^B	–	1,024 ^B	–
4f ¹³ (² F°)6f	¹ S ₀	173061,900 ^B	–		
4f ¹³ (² F°)7f	³ S ₁	174221,402 ^B	–	1,737 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	¹ P ₁	174291,687 ^B	–	0,912 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	³ P ₂	174293,708 ^B	–	1,337 ^B	–
	³ P ₀	177407,900 ^B	–		
	³ P ₁	184580,100 ^B	–	1,583 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	³ I ₇	174312,192 ^B	–	1,143 ^B	–
	³ I ₆	174306,382 ^B	–	1,012 ^B	–
	³ I ₅	184647,489 ^B	–	0,846 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	³ D ₃	174346,508 ^B	–	1,252 ^B	–
	³ D ₁	184644,417 ^B	–	0,771 ^B	–
	³ D ₂	184675,496 ^B	–	1,224 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	¹ D ₂	174402,485 ^B	–	0,975 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	¹ F ₃	174393,971 ^B	–	0,976 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	³ F ₄	174396,348 ^B	–	1,172 ^B	–
	³ F ₃	184718,390 ^B	–	1,104 ^B	–
	³ F ₂	184732,630 ^B	–	0,797 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	¹ H ₅	184772,763 ^B	–	1,044 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	³ G ₅	174423,578 ^B	–	1,139 ^B	–
	³ G ₃	184747,219 ^B	–	0,835 ^B	–
	³ G ₄	184767,510 ^B	–	1,074 ^B	–
4f ¹³ (² F°)7f	³ H ₅	174407,685 ^B	–	1,037 ^B	–
	³ H ₆	174424,354 ^B	–	1,155 ^B	–

Tablo A.10. Devam

Seviyeler		E		g-çarpımı	
Konfigürasyon	Terim	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar	Bu çalışma HFR	Diğer çalışmalar
	³ H ₄	184761,270 ^B	–	0,833 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7f	¹ G ₄	174430,901 ^B	–	1,022 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7f	¹ I ₆	184671,315 ^B	–	1,024 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7f	¹ S ₀	186699,700 ^B	–		
Tek parite için:					
4f ¹³ (² F ^o _{7/2})8s _{1/2}	(7/2,1/2) ^o ₄	153907,358 ^A	–	1,251 ^A	–
	(7/2,1/2) ^o ₃	153960,741 ^A	–	1,036 ^A	–
4f ¹³ (² F ^o _{5/2})8s _{1/2}	(5/2,1/2) ^o ₂	164248,820 ^A	–	0,666 ^A	–
	(5/2,1/2) ^o ₃	164287,980 ^A	–	1,047 ^A	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	¹ F ^o ₃	156569,820 ^B	–	1,098 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	³ F ^o ₄	156585,172 ^B	–	1,105 ^B	–
	³ F ^o ₂	166872,313 ^B	–	0,793 ^B	–
	³ F ^o ₃	167394,867 ^B	–	1,009 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	¹ H ^o ₅	156578,884 ^B	–	1,035 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	³ P ^o ₂	156618,286 ^B	–	1,356 ^B	–
	³ P ^o ₁	158305,689 ^B	–	1,093 ^B	–
	³ P ^o ₀	167399,326 ^B	–		
4f ¹³ (² F ^o)7d	¹ G ^o ₄	157075,905 ^B	–	1,132 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	³ H ^o ₆	157122,502 ^B	–	1,167 ^B	–
	³ H ^o ₄	166894,101 ^B	–	0,832 ^B	–
	³ H ^o ₅	167426,761 ^B	–	1,029 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	³ G ^o ₅	157171,526 ^B	–	1,170 ^B	–
	³ G ^o ₃	166913,917 ^B	–	0,861 ^B	–
	³ G ^o ₄	167469,507 ^B	–	1,031 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	³ D ^o ₃	157196,487 ^B	–	1,199 ^B	–
	³ D ^o ₁	167489,393 ^B	–	0,749 ^B	–
	³ D ^o ₂	167512,006 ^B	–	1,089 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	¹ D ^o ₂	157211,929 ^B	–	1,097 ^B	–
4f ¹³ (² F ^o)7d	¹ P ^o ₁	167955,210 ^B	–	1,158 ^B	–

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bQuinet ve Biémont [48], ^cU.I. Safronova ve M.S. Safronova [346], ^dÖberg ve Lundberg [345]

Tablo A.11. Yb III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salıncı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.31'in geniş hali)

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	2582,4518 ^A	2588,607 ^a	-1,101 ^A	-1,38 ^a	7,921(7) ^A	4,16(7) ^a
			2543,1594 ^B		-3,636 ^B		2,383(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_4$	2548,8851 ^A	2555,283 ^a	-0,556 ^A	-0,67 ^a	2,855(8) ^A	2,20(8) ^a
			2510,5921 ^B		-0,333 ^B		4,916(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	2354,5596 ^A	2358,532 ^a	-2,092 ^A	-2,08 ^a	9,726(6) ^A	1,01(7) ^a
			2321,7594 ^B		-2,240 ^B		7,119(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_4$	2064,2382 ^A	2068,111 ^a	-3,437 ^A	-3,42 ^a	5,729(5) ^A	5,90(5) ^a
			2039,0253 ^B		-2,453 ^B		5,651(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{3/2}(7/2,3/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_3$	2026,3624 ^A	2030,324 ^a	-2,439 ^A	-2,38 ^a	5,913(6) ^A	6,74(6) ^a
			2002,0597 ^B		-2,077 ^B		1,394(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_3$	3166,8971 ^A	3138,573 ^a	-1,066 ^A	-1,21 ^a	5,712(7) ^A	4,11(7) ^a
			3237,2419 ^B		-1,026 ^B		5,988(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_2$	2660,1017 ^A	2638,059 ^a	-0,249 ^A	-0,37 ^a	5,311(8) ^A	4,05(8) ^a
			2709,4667 ^B		-0,250 ^B		5,112(8) ^B	4,62(8) ^d
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	2619,3752 ^A	2597,219 ^a	-0,693 ^A	-0,80 ^a	1,972(8) ^A	1,54(8) ^a
			2667,2707 ^B		-0,701 ^B		1,868(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	2385,2151 ^A	2365,678 ^a	-3,228 ^A	-3,06 ^a	6,934(5) ^A	1,01(6) ^a
			2424,7641 ^B		-3,728 ^B		2,121(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_2$	2364,4113 ^A	2345,634 ^a	-2,656 ^A	-2,92 ^a	2,637(6) ^A	1,43(6) ^a
			2403,3421 ^B		-3,286 ^B		5,977(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_1$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_1$	2126,3871 ^A	2112,400 ^a	-4,456 ^A	-3,76 ^a	5,162(4) ^A	2,55(5) ^a
			2157,8741 ^B		-3,495 ^B		4,585(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_2$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_3$	2049,026 ^A	2035,618 ^a	-3,961 ^A	-3,51 ^a	1,736(5) ^A	4,96(5) ^a
			2078,1856 ^B		-2,699 ^B		3,091(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_3$	3377,2210 ^A	3364,295 ^a	-2,936 ^A	-2,98 ^a	6,769(5) ^A	6,15(5) ^a
			3306,4069 ^B		-1,561 ^B		1,677(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{1/2}(7/2,1/2)_4$	3342,8284 ^A	3325,514 ^a	-1,311 ^A	-1,35 ^a	2,916(7) ^A	2,68(7) ^a
			3273,3326 ^B		-0,800 ^B		9,871(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_5$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_5$	2824,3434 ^A	2808,527 ^a	-1,497 ^A	-1,59 ^a	2,664(7) ^A	2,18(7) ^a
			2774,4231 ^B		-1,926 ^B		1,027(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_3$	2761,6271 ^A	2749,900 ^a	-0,074 ^A	-0,20 ^a	7,367(8) ^A	5,58(8) ^a
			2714,0485 ^B		-0,064 ^B		7,819(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6p_{3/2}(7/2,3/2)_4$	2723,2755 ^A	2712,324 ^a	-0,195 ^A	-0,36 ^a	5,743(8) ^A	3,94(8) ^a
			2676,9893 ^B		-0,433 ^B		3,431(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{1/2}(5/2,1/2)_3$	2502,6006 ^A	2491,693 ^a	-1,751 ^A	-1,70 ^a	1,888(7) ^A	2,14(7) ^a
			2463,3611 ^B		-1,574 ^B		2,933(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})5d_{5/2}(7/2,5/2)^{\circ}_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_4$	$4f^{13}(^2F^{\circ}_{5/2})6p_{3/2}(5/2,3/2)_4$	2177,1471 ^A	2169,796 ^a	-2,137 ^A	-2,16 ^a	1,026(7) ^A	9,70(6) ^a
			2147,4344 ^B		-2,100 ^B		1,150(7) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2135,0568 ^A	2128,241 ^a	-2,533 ^A	-2,54 ^a	4,284(6) ^A	4,19(6) ^a
			2106,4731 ^B		-2,470 ^B		5,091(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	3424,9851 ^A	3432,930 ^a	-1,755 ^A	-2,09 ^a	9,999(6) ^A	4,65(6) ^a
			3404,4040 ^B		-1,697 ^B		1,157(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	3389,6179 ^A	3392,560 ^a	-3,989 ^A	-2,17 ^a	5,954(4) ^A	3,90(6) ^a
			3369,3505 ^B		-1,844 ^B		8,416(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	2839,8519 ^A	2842,959 ^a	-0,819 ^A	-0,72 ^a	1,254(8) ^A	1,56(8) ^a
			2825,5886 ^B		-0,464 ^B	-0,66 ^d	2,871(8) ^B	1,78(8) ^d
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	2793,4833 ^A	2795,586 ^a	-0,006 ^A	-0,20 ^a	8,438(8) ^A	5,33(8) ^a
			2779,7289 ^B		-0,310 ^B		4,227(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	2754,2482 ^A	2756,761 ^a	-1,323 ^A	-1,20 ^a	4,179(7) ^A	5,47(7) ^a
			2740,8672 ^B		-0,626 ^B		2,098(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	2528,7329 ^A	2529,145 ^a	-1,163 ^A	-2,17 ^a	7,169(7) ^A	7,00(6) ^a
			2517,3478 ^B		-1,251 ^B		5,899(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	2505,3626 ^A	2506,248 ^a	-0,797 ^A	-1,81 ^a	1,697(8) ^A	1,64(7) ^a
			2494,2665 ^B		-1,214 ^B	-1,87 ^d	6,548(7) ^B	1,44(7) ^d
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2196,8978 ^A	2198,143 ^a	-0,441 ^A	-1,48 ^a	5,002(8) ^A	4,61(7) ^a
			2188,3465 ^B		-0,743 ^B		2,517(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2173,7476 ^A	2175,221 ^a	-1,666 ^A	-3,13 ^a	3,044(7) ^A	1,05(6) ^a
			2165,4116 ^B		-1,790 ^B		2,306(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2154,0479 ^A	2155,505 ^a	-0,536 ^A	-1,16 ^a	4,188(8) ^A	9,91(7) ^a
			2145,8250 ^B		-1,357 ^B		6,361(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	3448,5000 ^A	3463,505 ^a	-1,859 ^A	-2,04 ^a	7,760(6) ^A	5,11(6) ^a
			3405,1228 ^B		-1,793 ^B		9,266(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$	2899,4090 ^A	2906,320 ^a	-0,195 ^A	-0,34 ^a	5,066(8) ^A	3,61(8) ^a
			2868,5235 ^B		-0,251 ^B		4,547(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	2792,9986 ^A	2803,425 ^a	0,116 ^A	-0,02 ^a	1,117(9) ^A	8,06(8) ^a
			2764,4921 ^B		0,052 ^B		9,845(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})5d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2221,4819 ^A	2227,712 ^a	-1,773 ^A	-1,76 ^a	2,277(7) ^A	2,33(7) ^a
			2203,3805 ^B		-1,436 ^B		5,030(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	3655,2795 ^A	3663,724 ^a	-3,345 ^A	-3,47 ^a	2,255(5) ^A	1,66(5) ^a
			3660,6510 ^B		-3,428 ^B		1,859(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	2996,3816 ^A	2999,439 ^a	-2,837 ^A	-2,93 ^a	1,082(6) ^A	8,74(5) ^a
			2999,8785 ^B		-2,836 ^B		1,081(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	2944,8070 ^A	2946,756 ^a	-1,966 ^A	-2,08 ^a	8,321(6) ^A	6,34(6) ^a
			2948,2384 ^B		-1,966 ^B		8,290(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	2652,0993 ^A	2652,241 ^a	0,279 ^A	0,15 ^a	1,801(9) ^A	1,34(9) ^a
			2654,7609 ^B		0,267 ^B		1,749(9) ^B	1,464(9) ^c
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	2626,4046 ^A	2627,073 ^a	-0,616 ^A	-0,71 ^a	2,340(8) ^A	1,89(8) ^a
			2629,1038 ^B		-0,547 ^B	-0,77 ^d	2,738(8) ^B	1,66(8) ^d

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$	2335,9483 ^A	2337,971 ^a	0,166 ^A	0,04 ^a	1,789(9) ^A	1,32(9) ^a
			2338,1444 ^B		0,144 ^B		1,700(9) ^B	1,492(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2264,2885 ^A	2265,665 ^a	0,317 ^A	0,20 ^a	2,697(9) ^A	2,07(9) ^a
			2266,3185 ^B		0,337 ^B		2,822(9) ^B	2,057(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2242,9216 ^A	2244,284 ^a	0,085 ^A	-0,03 ^a	1,611(9) ^A	1,22(9) ^a
			2244,8730 ^B		0,093 ^B		1,641(9) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	3713,6076 ^A	3711,887 ^a	-1,942 ^A	-2,43 ^a	5,524(6) ^A	1,78(6) ^a
			3707,9094 ^B		-2,733 ^B		8,977(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	3035,4642 ^A	3031,644 ^a	-1,374 ^A	-1,88 ^a	3,058(7) ^A	9,62(6) ^a
			3031,5420 ^B		-2,917 ^B		8,792(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	2982,5473 ^A	2977,835 ^a	-1,298 ^A	-2,68 ^a	3,777(7) ^A	1,56(6) ^a
			2978,8157 ^B		-1,422 ^B		2,845(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	2937,8640 ^A	2933,822 ^a	-4,684 ^A	-3,15 ^a	0,160(5) ^A	5,51(5) ^a
			2934,2326 ^B		-1,847 ^B		1,101(7) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	2682,6709 ^A	2677,392 ^a	-0,095 ^A	-0,14 ^a	7,441(8) ^A	6,75(8) ^a
			2679,5280 ^B		0,022 ^B		9,773(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2312,1645 ^A	2309,278 ^a	0,615 ^A	0,52 ^a	5,139(9) ^A	4,11(9) ^a
			2309,8818 ^B		0,599 ^B		4,962(9) ^B	4,460(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	2656,3833 ^A	2651,746 ^a	0,269 ^A	0,15 ^a	1,757(9) ^A	1,35(9) ^a
			2653,3923 ^B		0,209 ^B	0,09 ^d	1,534(9) ^B	1,489(9) ^c
								1,18(9) ^d
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2286,5355 ^A	2283,994 ^a	-0,498 ^A	-0,62 ^a	4,050(8) ^A	3,09(8) ^a
			2284,3435 ^B		-0,593 ^B		3,265(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2264,7487 ^A	2262,267 ^a	0,204 ^A	0,18 ^a	2,079(9) ^A	1,97(9) ^a
			2262,5571 ^B		0,375 ^B		3,087(9) ^B	1,931(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_0$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$	2360,2840 ^A	2361,347 ^a	-0,809 ^A	-0,87 ^a	1,861(8) ^A	1,61(8) ^a
			2359,5745 ^B		-0,627 ^B		2,828(8) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	3966,7956 ^A	3985,552 ^a	-2,221 ^A	-2,39 ^a	2,549(6) ^A	1,74(6) ^a
			4088,8758 ^B		-2,694 ^B		8,080(5) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	3919,4309 ^A	3931,242 ^a	-1,741 ^A	-1,90 ^a	7,887(6) ^A	5,48(6) ^a
			4038,4145 ^B		-2,186 ^B		2,662(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	3143,6993 ^A	3151,437 ^a	-1,713 ^A	-1,88 ^a	1,307(7) ^A	8,92(6) ^a
			3219,8224 ^B		-2,645 ^B		1,458(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}(^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	3094,0971 ^A	3102,186 ^a	-1,937 ^A	-2,08 ^a	8,054(6) ^A	5,85(6) ^a
			3167,7963 ^B		-2,367 ^B		2,855(6) ^B	
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	2812,3419 ^A	2816,912 ^a	0,066 ^A	-0,04 ^a	9,824(8) ^A	7,66(8) ^a
			2872,9663 ^B		0,114 ^B		1,050(9) ^B	2,047(9) ^c
$4f^{13}(^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}(^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2407,8521 ^A	2412,337 ^a	-1,013 ^A	-1,14 ^a	1,116(8) ^A	8,31(7) ^a
			2452,2134 ^B		-1,017 ^B		1,067(8) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2356,4741 ^A	2361,084 ^a	-0,886 ^A	-0,97 ^a	1,562(8) ^A	1,30(8) ^a
			2398,9442 ^B		-0,757 ^B		2,027(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	4244,5605 ^A	4213,638 ^a	-2,262 ^A	-2,50 ^a	2,026(6) ^A	1,16(6) ^a
			4390,0190 ^B		-3,777 ^B		5,788(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	3381,1813 ^A	3358,26 ^a	-3,252 ^A	-3,34 ^a	3,267(5) ^A	2,65(5) ^a
			3472,6945 ^B		-2,939 ^B		6,363(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	3315,6544 ^A	3292,358 ^a	-3,197 ^A	-3,54 ^a	3,854(5) ^A	1,76(5) ^a
			3403,6808 ^B		-3,022 ^B		5,479(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	2949,1692 ^A	2928,974 ^a	-0,973 ^A	-1,04 ^a	8,160(7) ^A	7,02(7) ^a
			3018,4510 ^B		-0,858 ^B		1,016(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	2917,4302 ^A	2898,31 ^a	-0,282 ^A	-0,41 ^a	4,094(8) ^A	3,05(8) ^a
			2985,3264 ^B		-0,329 ^B	-0,47 ^d	3,508(8) ^B	2,68(8) ^d
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$	2563,3768 ^A	2550,389 ^a	-1,747 ^A	-1,73 ^a	1,818(7) ^A	1,89(7) ^a
			2615,7223 ^B		-0,961 ^B		1,065(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2477,3410 ^A	2464,591 ^a	-2,427 ^A	-2,39 ^a	4,062(6) ^A	4,47(6) ^a
			2526,1568 ^B		-1,693 ^B		2,117(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{3/2} (5/2,3/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2451,7867 ^A	2439,312 ^a	-0,773 ^A	-0,93 ^a	1,871(8) ^A	1,30(8) ^a
			2499,5407 ^B		-1,136 ^B		7,807(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_1$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	3522,9991 ^A	3550,876 ^a	-1,464 ^A	-1,68 ^a	1,847(7) ^A	1,12(7) ^a
			3808,7683 ^B		-2,979 ^B	-1,62 ^d	4,828(5) ^B	1,28(7) ^d
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_1$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	3022,4095 ^A	3040,663 ^a	-1,661 ^A	-1,78 ^a	1,595(7) ^A	1,20(7) ^a
			3230,3603 ^B		-0,713 ^B	-1,84 ^d	1,236(8) ^B	1,05(7) ^d
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_1$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$	2644,0697 ^A	2659,973 ^a	-0,458 ^A	-0,56 ^a	3,326(8) ^A	2,60(8) ^a
			2801,9460 ^B		-0,623 ^B		2,023(8) ^B	6,138(8) ^c
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_1$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2552,6286 ^A	2566,778 ^a	-0,995 ^A	-1,10 ^a	1,034(8) ^A	8,17(7) ^a
			2699,4234 ^B		-1,787 ^B		1,496(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	4524,0111 ^A	4517,586 ^a	-2,102 ^A	-2,31 ^a	2,579(6) ^A	1,62(6) ^a
			4554,7973 ^B		-3,087 ^B		2,630(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$	3623,7201 ^A	3613,907 ^a	-1,800 ^A	-1,99 ^a	8,058(6) ^A	5,24(6) ^a
			3643,1866 ^B		-2,179 ^B		3,331(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	3459,0135 ^A	3456,174 ^a	-2,087 ^A	-2,28 ^a	4,561(6) ^A	2,95(6) ^a
			3477,0071 ^B		-2,303 ^B		2,748(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2623,2150 ^A	2621,107 ^a	0,264 ^A	0,16 ^a	1,781(9) ^A	1,39(9) ^a
			2633,5080 ^B		0,306 ^B		1,945(9) ^B	3,248(9) ^c
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	4822,0680 ^A	4835,041 ^a	-2,689 ^A	-2,89 ^a	5,871(5) ^A	3,72(5) ^a
			5007,0786 ^B		-2,419 ^B		1,015(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	3657,8607 ^A	3659,895 ^a	-2,472 ^A	-2,69 ^a	1,680(6) ^A	1,03(6) ^a
			3763,2552 ^B		-2,905 ^B		5,860(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})5d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	3216,8532 ^A	3216,321 ^a	-2,155 ^A	-2,22 ^a	4,512(6) ^A	3,89(6) ^a
			3297,8968 ^B		-3,299 ^B		3,080(5) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	3179,1280 ^A	3179,384 ^a	-2,281 ^A	-2,69 ^a	3,455(6) ^A	1,36(6) ^a
			3258,3951 ^B		-1,473 ^B		2,115(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$	2763,2349 ^A	2765,532 ^a	-0,577 ^A	-0,69 ^a	2,312(8) ^A	1,81(8) ^a
			2823,0136 ^B		-0,701 ^B		1,668(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2663,5212 ^A	2664,935 ^a	-0,279 ^A	-0,41 ^a	4,941(8) ^A	3,63(8) ^a
			2718,9721 ^B		-0,320 ^B		4,321(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2634,0045 ^A	2635,405 ^a	-1,249 ^A	-1,30 ^a	5,414(7) ^A	4,86(7) ^a
			2688,1626 ^B		-0,848 ^B		1,311(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	4843,0647 ^A	4862,769 ^a	-2,903 ^A	-3,52 ^a	3,557(5) ^A	8,61(4) ^a
			4909,8276 ^B		-3,937 ^B		3,197(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	4772,6487 ^A	4782,164 ^a	-2,685 ^A	-3,80 ^a	6,048(5) ^A	4,64(4) ^a
			4837,2491 ^B		-2,628 ^B		6,712(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	3669,9300 ^A	3675,760 ^a	-2,153 ^A	-2,88 ^a	3,484(6) ^A	6,59(5) ^a
			3708,0534 ^B		-2,424 ^B		1,827(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	3602,5099 ^A	3608,933 ^a	-3,981 ^A	-3,70 ^a	5,373(4) ^A	1,04(5) ^a
			3639,2220 ^B		-2,777 ^B		8,417(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	3226,1840 ^A	3228,567 ^a	-0,197 ^A	-0,41 ^a	4,075(8) ^A	2,49(8) ^a
			3255,4262 ^B		-0,571 ^B		1,690(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	3188,2409 ^A	3191,350 ^a	-0,646 ^A	-0,65 ^a	1,484(8) ^A	1,48(8) ^a
			3216,9294 ^B		-0,372 ^B	-0,71 ^d	2,736(8) ^B	1,30(8) ^d
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2704,9246 ^A	2708,041 ^a	-2,378 ^A	-1,56 ^a	3,822(6) ^A	2,54(7) ^a
			2725,5236 ^B		-0,721 ^B		1,705(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2669,9149 ^A	2673,337 ^a	-0,668 ^A	-1,00 ^a	2,008(8) ^A	9,33(7) ^a
			2690,0382 ^B		-2,041 ^B		8,381(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2640,2571 ^A	2643,622 ^a	-0,721 ^A	-0,91 ^a	1,817(8) ^A	1,17(8) ^a
			2659,8773 ^B		-0,867 ^B		1,282(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$	5285,1174 ^A	5256,807 ^a	-2,445 ^A	-2,82 ^a	8,574(5) ^A	3,64(5) ^a
			5218,3322 ^B		-2,741 ^B		4,445(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	4010,1130 ^A	3989,191 ^a	-4,835 ^A	-3,75 ^a	0,606(4) ^A	7,48(4) ^a
			3971,3508 ^B		-3,489 ^B		1,373(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$	3918,2728 ^A	3896,544 ^a	-1,578 ^A	-1,97 ^a	1,148(7) ^A	4,69(6) ^a
			3881,3510 ^B		-2,868 ^B		6,005(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	3806,0009 ^B	3821,529 ^a	-3,967 ^B	-3,67 ^a	4,968(4) ^B	9,70(4) ^a
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	3416,5438 ^A	3397,664 ^a	-3,154 ^A	-2,51 ^a	4,007(5) ^A	1,79(6) ^a
			3388,2407 ^B		-1,189 ^B		3,761(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	3346,5588 ^B	3356,472 ^a	-3,467 ^B	-3,26 ^a	2,034(5) ^B	3,25(5) ^a
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2837,4767 ^A	2826,015 ^a	-2,409 ^A	-1,81 ^a	3,232(6) ^A	1,30(7) ^a
			2818,0052 ^B		-1,416 ^B		3,223(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2798,9761 ^A	2788,243 ^a	-0,256 ^A	-0,33 ^a	4,726(8) ^A	3,99(8) ^a
			2780,0876 ^B		-0,153 ^B		6,064(8) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2766,3992 ^A	2755,934 ^a	-0,147 ^A	-0,38 ^a	6,211(8) ^A	3,68(8) ^a
			2747,8857 ^B		-0,514 ^B		2,704(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_1^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$	4028,8667 ^A	4028,155 ^a	-0,824 ^A	-1,11 ^a	6,168(7) ^A	3,20(7) ^a
			3520,4806 ^B		-1,508 ^B	-1,05 ^d	1,672(7) ^B	3,65(7) ^d
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_1^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$	3387,2867 ^A	3384,013 ^a	-0,395 ^A	-0,58 ^a	2,338(8) ^A	1,54(8) ^a
			3020,5727 ^B		-0,954 ^B	-0,64 ^d	8,134(7) ^B	1,35(8) ^d
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_1^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$	2919,1578 ^A	2919,073 ^a	-2,573 ^A	-2,79 ^a	2,091(6) ^A	1,27(6) ^a
			2642,7420 ^B		-0,865 ^B		1,304(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{3/2} (5/2,3/2)_1^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$	2808,0995 ^A	2807,223 ^a	-1,216 ^A	-1,40 ^a	5,144(7) ^A	3,36(7) ^a
			2551,3489 ^B		-0,845 ^B		1,465(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_4^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$	5347,8922 ^A	5331,534 ^a	-2,918 ^A	-3,08 ^a	2,814(5) ^A	1,91(5) ^a
			5414,0931 ^B		-3,097 ^B		1,821(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_4^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$	4133,8323 ^A	4116,676 ^a	-3,310 ^A	-3,62 ^a	1,911(5) ^A	9,26(4) ^a
			4172,9368 ^B		-3,643 ^B		8,708(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_4^o$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$	3920,8530 ^A	3913,239 ^a	-2,574 ^A	-2,72 ^a	1,156(6) ^A	8,28(5) ^a
			3956,3524 ^B		-2,612 ^B		1,041(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_4^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$	3479,1561 ^A	3469,967 ^a	-1,677 ^A	-1,84 ^a	1,158(7) ^A	7,99(6) ^a
			3506,8829 ^B		-1,826 ^B		8,103(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_4^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$	2880,5297 ^A	2875,857 ^a	-0,296 ^A	-0,44 ^a	4,068(8) ^A	2,89(8) ^a
			2899,5924 ^B		-0,375 ^B		3,346(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)5d_{5/2} (5/2,5/2)_4^o$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$	2807,3068 ^A	2803,314 ^a	0,039 ^A	-0,10 ^a	9,262(8) ^A	6,65(8) ^a
			2825,4074 ^B		-0,030 ^B		7,804(8) ^B	1,496(9) ^c
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	2080,2339 ^A	2078,056 ^a	0,163 ^A	0,16 ^a	2,246(9) ^A	2,21(9) ^a
			2081,0628 ^B		0,160 ^B		2,224(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	2093,5010 ^A	2093,135 ^a	-0,109 ^A	-0,10 ^a	1,184(9) ^A	1,20(9) ^a
			2094,3821 ^B		-0,126 ^B		1,138(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	2365,4529 ^A	2367,454 ^a	0,370 ^A	0,37 ^a	2,794(9) ^A	2,76(9) ^a
			2366,6872 ^B		0,363 ^B		2,747(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	2411,3164 ^A	2410,781 ^a	-0,739 ^A	-0,77 ^a	2,090(8) ^A	1,97(8) ^a
			2412,4662 ^B		-0,746 ^B		2,059(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	2441,3362 ^A	2440,421 ^a	0,113 ^A	0,13 ^a	1,452(9) ^A	1,50(9) ^a
			2442,5223 ^B		0,097 ^B		1,398(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	2650,8866 ^A	2651,682 ^a	-2,826 ^A	-2,78 ^a	1,418(6) ^A	1,57(6) ^a
			2652,3974 ^B		-2,791 ^B		1,535(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	3149,6070 ^A	3148,782 ^a	-3,052 ^A	-2,81 ^a	5,970(5) ^A	1,04(6) ^a
			3151,6425 ^B		-2,900 ^B		8,455(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_4^o$	3242,0690 ^A	3240,597 ^a	-3,010 ^A	-2,73 ^a	6,205(5) ^A	1,17(6) ^a
			3244,2288 ^B		-2,808 ^B		9,865(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)7s_{1/2} (7/2,1/2)_3^o$	2075,3374 ^A	2072,979 ^a	-0,680 ^A	-0,61 ^a	3,238(8) ^A	3,76(8) ^a
			2074,0030 ^B		-0,600 ^B		3,893(8) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	2088,5419 ^A	2087,985 ^a	0,160 ^A	0,16 ^a	2,211(9) ^A	2,18(9) ^a
			2087,2319 ^B		0,147 ^B		2,148(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	2371,4081 ^A	2369,991 ^a	0,048 ^A	0,03 ^a	1,324(9) ^A	1,28(9) ^a
			2369,7356 ^B		0,008 ^B		1,210(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	2404,7397 ^A	2403,952 ^a	0,062 ^A	0,11 ^a	1,331(9) ^A	1,50(9) ^a
			2402,9841 ^B		0,143 ^B		1,607(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	2434,5949 ^A	2433,423 ^a	-0,181 ^A	-0,18 ^a	7,416(8) ^A	7,43(8) ^a
			2432,8028 ^B		-0,196 ^B		7,170(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	2642,9403 ^A	2643,422 ^a	-2,392 ^A	-2,08 ^a	3,873(6) ^A	7,85(6) ^a
			2640,9398 ^B		-1,914 ^B		1,167(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	2668,9612 ^A	2668,907 ^a	-2,375 ^A	-2,31 ^a	3,947(6) ^A	4,55(6) ^a
			2666,8297 ^B		-2,463 ^B		3,229(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	3186,8811 ^A	3185,038 ^a	-2,571 ^A	-2,38 ^a	1,765(6) ^A	2,74(6) ^a
			3183,7948 ^B		-2,491 ^B		2,122(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})7s_{1/2} (7/2,1/2)^o_3$	3230,1912 ^A	3228,270 ^a	-2,967 ^A	-3,48 ^a	6,892(5) ^A	2,10(5) ^a
			3227,1042 ^B		-4,548 ^B		1,815(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	1883,4964 ^A	1898,249 ^a	0,846 ^A	0,79 ^a	1,318(10) ^A	1,15(10) ^a
			1886,2649 ^B		0,823 ^B		1,247(10) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	2100,7929 ^A	2120,371 ^a	-0,299 ^A	-0,41 ^a	7,597(8) ^A	5,85(8) ^a
			2104,3240 ^B		-0,376 ^B		6,337(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_5$	2160,4315 ^A	2178,717 ^a	-0,274 ^A	-0,27 ^a	7,598(8) ^A	7,52(8) ^a
			2164,0651 ^B		-0,237 ^B		8,248(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	1868,1390 ^A	1871,998 ^a	0,471 ^A	0,45 ^a	5,654(9) ^A	5,33(9) ^a
			1863,5082 ^B		0,481 ^B		5,810(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	1878,8317 ^A	1884,221 ^a	-0,050 ^A	-0,11 ^a	1,683(9) ^A	1,47(9) ^a
			1874,1812 ^B		-0,073 ^B		1,603(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2104,6734 ^A	2110,111 ^a	-0,377 ^A	-1,16 ^a	6,314(8) ^A	1,03(8) ^a
			2098,8522 ^B		-1,330 ^B		7,081(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2130,8870 ^A	2136,991 ^a	-0,658 ^A	-1,51 ^a	3,231(8) ^A	4,51(7) ^a
			2124,8921 ^B		-1,041 ^B		1,345(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2154,2964 ^A	2160,250 ^a	-0,396 ^A	-0,09 ^a	5,781(8) ^A	1,16(9) ^a
			2148,1751 ^B		-0,019 ^B		1,385(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2315,8377 ^A	2324,166 ^a	-4,421 ^A	-3,59 ^a	4,714(4) ^A	3,15(5) ^a
			2308,8505 ^B		-5,071 ^B		1,062(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2335,7919 ^A	2343,844 ^a	-2,285 ^A	-3,05 ^a	6,347(6) ^A	1,10(6) ^a
			2328,6142 ^B		-3,912 ^B		1,506(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2687,6169 ^A	2697,425 ^a	-2,361 ^A	-2,74 ^a	4,023(6) ^A	1,68(6) ^a
			2678,1404 ^B		-3,429 ^B		3,463(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2723,0955 ^A	2732,760 ^a	-3,791 ^A	-3,70 ^a	1,455(5) ^A	1,77(5) ^a
			2713,3105 ^B		-3,467 ^B		3,089(5) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2754,6546 ^A	2764,525 ^a	-1,965 ^A	-2,56 ^a	9,537(6) ^A	2,42(6) ^a
			2744,7024 ^B		-3,911 ^B		1,087(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_6$	2082,8781 ^A	2095,310 ^a	0,948 ^A	0,89 ^a	1,363(10) ^A	1,18(10) ^a
			2078,9390 ^B		0,913 ^B		1,263(10) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$	1867,7914 ^A	1863,253 ^a	0,256 ^A	0,26 ^a	3,449(9) ^A	3,49(9) ^a
			1825,8904 ^B		-1,900 ^B		2,520(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$	1878,4801 ^A	1875,361 ^a	0,332 ^A	0,40 ^a	4,058(9) ^A	4,80(9) ^a
			1836,1356 ^B		-1,032 ^B		1,839(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$	2094,5543 ^A	2091,841 ^a	-0,245 ^A	-0,38 ^a	8,640(8) ^A	6,34(8) ^a
			2042,1256 ^B		-0,624 ^B		3,800(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$	2130,4348 ^A	2125,597 ^a	-3,688 ^A	-0,58 ^a	3,016(5) ^A	3,93(8) ^a
			2076,1194 ^B		0,476 ^B		4,625(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$	2153,8343 ^A	2148,607 ^a	0,216 ^A	-0,12 ^a	2,365(9) ^A	1,11(9) ^a
			2098,3402 ^B		0,435 ^B		4,127(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{3/2} (7/2,3/2)^o_4$	2686,8976 ^A	2679,297 ^a	-2,448 ^A	-2,55 ^a	3,292(6) ^A	2,62(6) ^a
			2601,1241 ^B		-3,253 ^B		5,500(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	1848,1296 ^A	1857,130 ^a	-0,838 ^A	-0,63 ^a	2,834(8) ^A	4,50(8) ^a
			1850,4278 ^B		-0,769 ^B		3,313(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2079,3106 ^A	2091,230 ^a	0,342 ^A	0,29 ^a	3,388(9) ^A	2,96(9) ^a
			2082,2740 ^B		0,327 ^B		3,264(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2104,8924 ^A	2117,629 ^a	-0,013 ^A	-0,09 ^a	1,462(9) ^A	1,22(9) ^a
			2107,9016 ^B		-0,018 ^B		1,440(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2285,1674 ^A	2301,283 ^a	-2,144 ^A	-2,14 ^a	9,166(6) ^A	9,07(6) ^a
			2288,8047 ^B		-2,156 ^B		8,900(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2304,5944 ^A	2320,574 ^a	-2,382 ^A	-2,05 ^a	5,208(6) ^A	1,11(7) ^a
			2308,2253 ^B		-1,833 ^B		1,839(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2586,8347 ^A	2605,128 ^a	-4,959 ^A	-3,69 ^a	1,096(4) ^A	2,00(5) ^a
			2591,3351 ^B		-4,444 ^B		3,577(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2680,7880 ^A	2701,179 ^a	-2,121 ^A	-2,37 ^a	7,026(6) ^A	3,93(6) ^a
			2685,6684 ^B		-2,526 ^B		2,752(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_2$	2711,3686 ^A	2732,210 ^a	-3,476 ^A	-3,92 ^a	3,031(5) ^A	1,08(5) ^a
			2716,4204 ^B		-4,001 ^B		9,020(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	1850,6774 ^A	1841,091 ^a	-0,792 ^A	-2,96 ^a	3,147(8) ^A	2,16(6) ^a
			1848,8827 ^B		0,315 ^B		4,026(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	1861,1706 ^A	1852,912 ^a	-0,083 ^A	-0,70 ^a	1,589(9) ^A	3,85(8) ^a
			1859,3883 ^B		0,483 ^B		5,863(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	2073,0564 ^A	2063,937 ^a	-1,395 ^A	-0,82 ^a	6,245(7) ^A	2,40(8) ^a
			2070,9292 ^B		-0,389 ^B		6,355(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	2108,1979 ^A	2096,791 ^a	0,516 ^A	0,45 ^a	4,918(9) ^A	4,30(9) ^a
			2105,8969 ^B		-0,253 ^B		8,400(8) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	2131,1089 ^A	2119,179 ^a	0,171 ^A	0,33 ^a	2,177(9) ^A	3,21(9) ^a
			2128,7632 ^B		-0,247 ^B		8,336(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	2289,0639 ^A	2276,696 ^a	-1,908 ^A	-1,98 ^a	1,572(7) ^A	1,35(7) ^a
			2286,4413 ^B		-2,906 ^B		1,583(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	2651,6235 ^A	2633,694 ^a	-3,607 ^A	-3,05 ^a	2,345(5) ^A	8,59(5) ^a
			2648,0361 ^B		-2,630 ^B		2,232(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_4$	2716,8559 ^A	2697,624 ^a	-4,182 ^A	-3,33 ^a	5,940(4) ^A	4,34(5) ^a
			2713,0920 ^B		-3,594 ^B		2,308(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	1843,4474 ^A	1837,605 ^a	-0,617 ^A	-1,30 ^a	4,740(8) ^A	9,93(7) ^a
			1833,7039 ^B		-0,880 ^B		2,612(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	1853,8586 ^A	1849,381 ^a	-2,008 ^A	-1,05 ^a	1,904(7) ^A	1,73(8) ^a
			1844,0373 ^B		-0,721 ^B		3,727(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2073,3857 ^A	2066,495 ^a	-0,126 ^A	0,03 ^a	1,160(9) ^A	1,67(9) ^a
			2061,1208 ^B		0,135 ^B		2,142(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2098,8210 ^A	2092,269 ^a	0,426 ^A	0,41 ^a	4,040(9) ^A	3,92(9) ^a
			2086,2272 ^B		0,437 ^B		4,188(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2121,5275 ^A	2114,559 ^a	-0,078 ^A	-0,45 ^a	1,239(9) ^A	5,30(8) ^a
			2108,6661 ^B		-0,456 ^B		5,253(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2278,0133 ^A	2271,365 ^a	-1,939 ^A	-1,89 ^a	1,480(7) ^A	1,66(7) ^a
			2263,2729 ^B		-1,496 ^B		4,158(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2297,3183 ^A	2290,156 ^a	-2,120 ^A	-2,30 ^a	9,585(6) ^A	6,36(6) ^a
			2282,2608 ^B		-2,544 ^B		3,658(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2636,8064 ^A	2626,563 ^a	-2,950 ^A	-3,89 ^a	1,077(6) ^A	1,23(5) ^a
			2617,0100 ^B		-2,842 ^B		1,402(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2670,9476 ^A	2660,055 ^a	-2,724 ^A	-2,77 ^a	1,763(6) ^A	1,59(6) ^a
			2650,5828 ^B		-2,599 ^B		2,388(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_3$	2701,3029 ^A	2690,144 ^a	-3,162 ^A	-2,59 ^a	6,299(5) ^A	2,39(6) ^a
			2680,5320 ^B		-2,937 ^B		1,073(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$	1853,8739 ^A	1845,549 ^a	-1,421 ^A	-1,12 ^a	7,359(7) ^A	1,50(8) ^a
			1833,9878 ^B		-0,972 ^B		2,117(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_5$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$	2064,0078 ^A	2054,801 ^a	0,363 ^A	0,33 ^a	3,612(9) ^A	3,40(9) ^a
			2039,4692 ^B		0,400 ^B		4,032(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$	2121,5476 ^A	2109,549 ^a	0,663 ^A	0,63 ^a	6,825(9) ^A	6,42(9) ^a
			2095,5356 ^B		0,692 ^B		7,466(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6d_{5/2} (7/2,5/2)^o_5$	2636,8374 ^A	2618,838 ^a	-3,908 ^A	-3,31 ^a	1,186(5) ^A	4,75(5) ^a
			2596,8158 ^B		-4,960 ^B		1,085(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	1715,9429 ^A	1714,766 ^a	-3,133 ^A	-3,62 ^a	1,669(6) ^A	5,40(5) ^a
			1715,7063 ^B		-4,092 ^B		1,833(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	1913,4691 ^A	1912,997 ^a	-2,717 ^A	-3,22 ^a	3,492(6) ^A	1,11(6) ^a
			1913,2204 ^B		-3,685 ^B		3,767(5) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	1935,1117 ^A	1935,053 ^a	-2,065 ^A	-2,17 ^a	1,532(7) ^A	1,20(7) ^a
			1934,8340 ^B		-2,238 ^B		1,030(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	2086,4322 ^A	2086,534 ^a	0,032 ^A	0,03 ^a	1,651(9) ^A	1,64(9) ^a
			2086,1843 ^B		0,029 ^B		1,637(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	2102,6151 ^A	2102,381 ^a	-0,775 ^A	-0,75 ^a	2,535(8) ^A	2,69(8) ^a
			2102,3065 ^B		-0,806 ^B		2,356(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	2335,0563 ^A	2333,288 ^a	-0,196 ^A	-0,21 ^a	7,785(8) ^A	7,61(8) ^a
			2334,6147 ^B		-0,201 ^B		7,709(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	2411,3409 ^A	2410,046 ^a	-0,023 ^A	-0,01 ^a	1,087(9) ^A	1,12(9) ^a
			2410,9077 ^B		-0,034 ^B		1,062(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_2$	2436,0548 ^A	2434,719 ^a	-0,278 ^A	-0,28 ^a	5,921(8) ^A	5,98(8) ^a
			2435,6603 ^B		-0,290 ^B		5,770(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	1713,0377 ^A	1712,017 ^a	-2,388 ^A	-2,82 ^a	9,300(6) ^A	3,48(6) ^a
			1711,8538 ^B		-4,799 ^B		3,616(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	1722,0243 ^A	1722,234 ^a	-2,410 ^A	-3,12 ^a	8,760(6) ^A	1,73(6) ^a
			1720,8561 ^B		-3,407 ^B		8,825(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	1909,8572 ^A	1909,576 ^a	-1,650 ^A	-2,04 ^a	4,090(7) ^A	1,68(7) ^a
			1908,4310 ^B		-3,234 ^B		1,069(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	1931,4177 ^A	1931,554 ^a	-4,186 ^A	-2,80 ^a	0,117(6) ^A	2,82(6) ^a
			1929,9360 ^B		-1,989 ^B		1,836(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	1950,6299 ^A	1950,528 ^a	-4,887 ^A	-3,65 ^a	2,274(4) ^A	3,91(5) ^a
			1949,1233 ^B		-2,838 ^B		2,551(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	2082,1386 ^A	2082,464 ^a	-0,248 ^A	-0,21 ^a	8,690(8) ^A	9,46(8) ^a
			2080,4911 ^B		-0,195 ^B		9,834(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	2098,2547 ^A	2098,249 ^a	0,034 ^A	0,03 ^a	1,640(9) ^A	1,63(9) ^a
			2096,5251 ^B		0,010 ^B		1,553(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	2377,8777 ^A	2377,216 ^a	0,286 ^A	0,29 ^a	2,278(9) ^A	2,29(9) ^a
			2375,6739 ^B		0,275 ^B		2,225(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	2405,6077 ^A	2404,618 ^a	-0,889 ^A	-0,92 ^a	1,489(8) ^A	1,40(8) ^a
			2403,3074 ^B		-0,905 ^B		1,439(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})7s_{1/2} (5/2,1/2)^o_3$	2430,2036 ^A	2429,180 ^a	-0,054 ^A	0,00 ^a	9,965(8) ^A	1,12(9) ^a
			2427,9034 ^B		0,008 ^B		1,154(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$	1557,1045 ^A	1557,377 ^a	-3,173 ^A	-3,96 ^a	1,847(6) ^A	3,05(5) ^a
			1545,8596 ^B		-4,717 ^B		5,353(4) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$	1718,0399 ^A	1719,172 ^a	-2,699 ^A	-2,81 ^a	4,518(6) ^A	3,48(6) ^a
			1704,3966 ^B		-5,889 ^B		2,964(3) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{7/2})6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$	1735,4672 ^A	1736,965 ^a	-2,535 ^A	-2,94 ^a	6,458(6) ^A	2,56(6) ^a
			1721,5285 ^B		-2,448 ^B		8,018(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F^o_{5/2})6d_{5/2} (5/2,5/2)^o_2$	1856,2010 ^A	1858,575 ^a	-0,239 ^A	-1,25 ^a	1,115(9) ^A	1,09(8) ^a
			1840,3227 ^B		-0,877 ^B		2,612(8) ^B	

Tablo A.11. Devam

Alt seviye	Geçişler	Üst seviye	λ		$\log(gf)$		gA_{ki}	
			Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer	Bu çalışma	Diğer
			HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar	HFR	çalışmalar
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$	1868,9986 ^A	1871,133 ^a	0,314 ^A	-1,39 ^a	3,937(9) ^A	7,87(7) ^a
			1852,8573 ^B		-0,693 ^B		3,941(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_1$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$	2050,4287 ^A	2051,114 ^a	-0,293 ^A	-0,01 ^a	8,083(8) ^A	1,57(9) ^a
			2030,9717 ^B		0,060 ^B		1,858(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$	2109,0163 ^A	2110,199 ^a	-0,671 ^A	0,23 ^a	3,196(8) ^A	2,58(9) ^a
			2088,4654 ^B		0,244 ^B		2,681(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_2^o$	2127,8974 ^A	2129,091 ^a	-0,714 ^A	-0,71 ^a	2,848(8) ^A	2,86(8) ^a
			2107,0143 ^B		-0,946 ^B		1,702(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1549,2703 ^A	1548,965 ^a	-2,612 ^A	-3,61 ^a	6,786(6) ^A	6,78(5) ^a
			1551,9754 ^B		-4,336 ^B		1,277(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1556,6171 ^A	1557,324 ^a	-3,686 ^A	-3,94 ^a	5,672(5) ^A	3,11(5) ^a
			1559,3710 ^B		-4,018 ^B		2,634(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1708,5074 ^A	1708,927 ^a	-2,147 ^A	-2,68 ^a	1,631(7) ^A	4,73(6) ^a
			1711,8342 ^B		-2,573 ^B		6,083(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1725,7410 ^A	1726,507 ^a	-1,712 ^A	-1,98 ^a	4,346(7) ^A	2,32(7) ^a
			1729,1166 ^B		-1,820 ^B		3,375(7) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1741,0630 ^A	1741,651 ^a	-3,788 ^A	-3,70 ^a	3,588(5) ^A	4,31(5) ^a
			1744,5027 ^B		-2,934 ^B		2,551(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1845,0788 ^A	1846,607 ^a	0,287 ^A	0,28 ^a	3,793(9) ^A	3,73(9) ^a
			1848,9968 ^B		0,321 ^B		4,082(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_2$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	1857,7229 ^A	1859,003 ^a	0,196 ^A	0,18 ^a	3,033(9) ^A	2,90(9) ^a
			1861,6503 ^B		0,264 ^B		3,538(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	2073,6136 ^A	2073,950 ^a	-0,522 ^A	-0,61 ^a	4,662(8) ^A	3,77(8) ^a
			2078,5212 ^B		-0,444 ^B		5,557(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	2094,6697 ^A	2094,778 ^a	-1,104 ^A	-0,53 ^a	1,195(8) ^A	4,47(8) ^a
			2099,6435 ^B		-0,702 ^B		3,008(8) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{3/2} (5/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{5/2} (5/2,5/2)_3^o$	2113,2937 ^A	2113,394 ^a	-0,036 ^A	-0,30 ^a	1,373(9) ^A	7,40(8) ^a
			2118,3924 ^B		-0,146 ^B		1,062(9) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{1/2} (7/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$	1542,5263 ^A	1545,380 ^a	-2,372 ^A	-2,91 ^a	1,191(7) ^A	3,42(6) ^a
			1537,2726 ^B		-3,483 ^B		9,274(5) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_2$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$	1700,3096 ^A	1704,565 ^a	-2,201 ^A	-2,37 ^a	1,451(7) ^A	9,80(6) ^a
			1693,9640 ^B		-2,395 ^B		9,351(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$	1717,3773 ^A	1722,055 ^a	-2,948 ^A	-2,75 ^a	2,550(6) ^A	4,03(6) ^a
			1710,8857 ^B		-2,417 ^B		8,733(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{7/2}^o)6p_{3/2} (7/2,3/2)_4$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$	1732,5505 ^A	1737,120 ^a	-3,771 ^A	-3,98 ^a	3,768(5) ^A	2,32(5) ^a
			1725,9476 ^B		-3,269 ^B		1,204(6) ^B	
$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6p_{1/2} (5/2,1/2)_3$		$4f^{13}({}^2F_{5/2}^o)6d_{3/2} (5/2,3/2)_3^o$	1835,5216 ^A	1841,515 ^a	-0,569 ^A	-1,18 ^a	5,335(8) ^A	1,30(8) ^a
			1828,1656 ^B		-0,761 ^B		3,456(8) ^B	

^aDream Database [64], ^bZhang ve çalışma arkadaşları [341], ^cU.I. Safronova ve M.S. Safronova [346], ^dBiémont ve çalışma arkadaşları [342]

Tablo A.12. Lu I'in E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpanları (Tablo 3.33'ün geniş hali)

Seviyeler		E			g-çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
6s6p ² (³ P)	⁴ P _{1/2}	33715,68 ^A	–	32986,75 ^a	2,651 ^A	–	2,62 ^a
		33733,13 ^B			2,543 ^B		
	⁴ P _{3/2}	34998,26 ^A	–	33831,54 ^a	1,728 ^A	–	1,75 ^a
		34753,77 ^B			1,725 ^B		
		34061,64 ^C			1,726 ^C		
⁴ P _{5/2}	36808,81 ^A	–	35274,55 ^a	1,583 ^A	–	1,51 ^a	
	36744,32 ^B			1,573 ^B			
	36243,71 ^C			1,567 ^C			
6s6p ² (³ P)	² P _{1/2}	44306,96 ^B	–	–	0,837 ^B	–	–
		43071,62 ^C			1,034 ^C		
5d ³	⁴ F _{3/2}	43384,57 ^A	–	–	0,647 ^A	–	–
		43825,18 ^B			0,471 ^B		
		43599,64 ^C			0,708 ^C		
	⁴ F _{5/2}	45029,15 ^A	–	–	1,064 ^A	–	–
		45390,90 ^B			1,041 ^B		
		44215,39 ^C			1,057 ^C		
	⁴ F _{7/2}	46679,80 ^A	–	–	1,232 ^A	–	–
		47015,67 ^B			1,231 ^B		
		46031,68 ^C			1,229 ^C		
	⁴ F _{9/2}	48171,18 ^A	–	–	1,319 ^A	–	–
		48517,68 ^B			1,318 ^B		
		47577,40 ^C			1,316 ^C		
6s ² 6d	² D _{3/2}	–	31545,000 ^B	31542,24 ^a	–	0,801 ^{B,C}	0,80 ^a
			31670,864 ^C			0,800 ^D	
	² D _{5/2}	–	31538,300 ^D	31713,60 ^a	–	1,200 ^{B,C,D}	1,23 ^a
6s ² 8s	² S _{1/2}	–	31723,000 ^B	–	–	–	–
			31670,136 ^C		–	–	–
			31872,200 ^D	34610,38 ^a	–	2,002 ^{B,C,D}	–
6s ² 5g	² G _{7/2}	–	34604,300 ^C	–	–	–	–
			34739,500 ^D	39336,15 ^b	–	0,889 ^{B,C,E}	–
			36716,000 ^B	–	–	–	–
6s ² 7d	² D _{3/2}	–	36715,400 ^C	–	–	–	–
			36715,424 ^E	36768,81 ^a	–	0,80 ^{B,C,D}	–
			36769,500 ^B	–	–	–	–
6s ² 6g	² G _{9/2}	–	36768,600 ^{C,D}	–	–	–	–
			36954,200 ^B	36952,93 ^a	–	1,20 ^{B,C,D}	–
			36952,800 ^C	–	–	–	–
6s ² 6g	² G _{7/2}	–	36968,500 ^D	–	–	–	–
			38066,100 ^B	–	–	0,889 ^{B,C,E}	–
			38064,700 ^C	–	–	–	–
5d6s(³ D)7s	⁴ D _{1/2}	48445,85 ^A	–	36899,72 ^a	0,008 ^A	–	0,00 ^a
		47062,19 ^B			0,156 ^B		
		50487,09 ^C			0,471 ^C		
⁴ D _{3/2}	36162,11 ^D	–	37193,98 ^a	-0,002 ^D	–	1,27 ^a	
	48862,92 ^A			1,186 ^A			
	47803,02 ^B			1,189 ^B			
⁴ D _{5/2}	50882,40 ^C	–	37742,56 ^a	1,132 ^C	–	1,29 ^a	
	36574,37 ^D			1,194 ^D			
	49581,08 ^A			1,360 ^A			
⁴ D _{7/2}	48155,04 ^B	–	39279,48 ^a	1,327 ^B	–	1,39 ^a	
	51616,58 ^C			1,333 ^C			
	37364,27 ^D			1,366 ^D			
5d6s(³ D)7s	² D _{3/2}	51165,39 ^A	–	42576,69 ^{a?}	1,427 ^{A,B}	–	–
		50098,30 ^B			1,420 ^C		
		53145,07 ^C			1,429 ^D		
	38897,62 ^D						
5d6s(³ D)7s	² D _{5/2}	55444,97 ^A	–	42576,69 ^{a?}	0,847 ^A	–	–
		53656,21 ^B			0,860 ^B		
		60222,47 ^C			0,854 ^C		
		44386,18 ^D			0,804 ^D		

Tablo A.12. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	² D _{5/2}	60153,89 ^A 54269,02 ^B 62306,91 ^C 44410,95 ^D	–	44075,53 ^{??}	1,197 ^A 1,244 ^B 1,203 ^C 1,206 ^D	–	–
6s ² 7g	² G _{7/2}	–	38881,800 ^C	–	–	0,889 ^C	–
	² G _{9/2}	–	38881,800 ^C	–	–	1,111 ^C	–
6s ² 9s	² S _{1/2}	–	38457,900 ^C	38458,36 ^a	–	2,002 ^{C,D}	–
		–	38605,500 ^D				
6s ² 8d	² D _{3/2}	–	38828,700 ^C	38828,77 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	38828,500 ^D				
	² D _{5/2}	–	38964,200 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	38962,900 ^D				
6s ² 10s	² S _{1/2}	–	40281,800 ^C	40282,01 ^a	–	2,002 ^{C,D}	–
		–	40324,000 ^D				
6s ² 9d	² D _{3/2}	–	40900,900 ^C	40901,01 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	40901,100 ^D				
	² D _{5/2}	–	40921,400 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	40920,800 ^D				
6s ² 11s	² S _{1/2}	–	41120,100 ^C	41120,27 ^a	–	2,002 ^{C,D}	–
		–	41141,300 ^D				
6s ² 10d	² D _{3/2}	–	41605,500 ^{C,D}	41605,46 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	41983,500 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	41983,000 ^D				
6s ² 12s	² S _{1/2}	–	41798,100 ^C	41798,10 ^a	–	2,002 ^{C,D}	–
		–	41810,000 ^D				
6s ² 11d	² D _{3/2}	–	42092,300 ^{C,D}	42092,30 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	42483,300 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	42483,100 ^D				
6s ² 13s	² S _{1/2}	–	42359,500 ^C	42359,48 ^a	–	2,002 ^{C,D}	–
		–	42366,600 ^D				
6s ² 12d	² D _{3/2}	–	42430,100 ^C	42430,16 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	42430,200 ^D				
	² D _{5/2}	–	42825,900 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	42825,700 ^D				
6s ² 14s	² S _{1/2}	–	42649,100 ^C	42649,05 ^a	–	2,002 ^{C,D}	–
		–	42654,200 ^D				
6s ² 13d	² D _{3/2}	–	42722,500 ^C	42722,50 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	42722,400 ^D				
	² D _{5/2}	–	42871,000 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	42870,900 ^D				
6s ² 14d	² D _{3/2}	–	42873,200 ^D	42873,15 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	42873,200 ^C				
	² D _{5/2}	–	42955,400 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	42955,200 ^D				
6s ² 15d	² D _{3/2}	–	43008,500 ^C	43008,42 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	43008,400 ^D				
	² D _{5/2}	–	43396,700 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 16d	² D _{3/2}	–	43112,800 ^C	43112,80 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	43112,900 ^D				
	² D _{5/2}	–	43504,300 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	43504,400 ^D				
6s ² 17d	² D _{3/2}	–	43236,600 ^{C,D}	43236,65 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43589,600 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 18d	² D _{3/2}	–	43291,100 ^{C,D}	43291,10 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43661,600 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 19d	² D _{3/2}	–	43344,200 ^{C,D}	43344,18 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43720,700 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 20d	² D _{3/2}	–	43390,200 ^C	43390,24 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	43390,300 ^D				
	² D _{5/2}	–	43764,700 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	43764,800 ^D				
6s ² 21d	² D _{3/2}	–	43429,600 ^{C,D}	43429,54 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43807,300 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 22d	² D _{3/2}	–	43463,100 ^{C,D}	43463,10 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43845,100 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 23d	² D _{3/2}	–	43491,900 ^C	43491,88 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
		–	43492,000 ^D				
	² D _{5/2}	–	43877,600 ^C	–	–	1,20 ^{C,D}	–
		–	43877,700 ^D				

Tablo A.12. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6s ² 24d	² D _{3/2}	–	43516,800 ^{C,D}	43516,76 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43898,000 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
6s ² 25d	² D _{3/2}	–	43538,500 ^{C,D}	43538,42 ^a	–	0,80 ^{C,D}	–
	² D _{5/2}	–	43922,700 ^{C,D}	–	–	1,20 ^{C,D}	–
Tek parite için:							
6s ² 5f	² F _{5/2}	–	36632,600 ^B	36633,31 ^a	–	0,857 ^{B,C,D}	–
			36632,321 ^C				
		36636,400 ^D					
	² F _{7/2}	–	36644,700 ^B	36644,12 ^a	–	1,143 ^{B,C,D}	–
6s ² 8p	² P _{1/2}	–	36644,852 ^C	36808,76 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
			36663,101 ^D				
		36812,456 ^C					
	² P _{3/2}	–	36917,094 ^D	37131,38 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
6s ² 6f	² F _{5/2}	–	37099,998 ^C	39212,61 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
			36799,107 ^D				
		39212,400 ^B					
	² F _{7/2}	–	39212,276 ^C	39220,17 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 9p	² F _{7/2}	–	39220,300 ^B	39321,96 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
			39220,401 ^C				
		39220,400 ^D					
	² P _{1/2}	–	39322,521 ^C	39424,68 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{5/2}	–	39350,900 ^D	40558,92 ^b	–	0,585 ^{A,B}	–
			39422,072 ^C				
		39470,400 ^D					
	⁴ G _{7/2}	–	39470,400 ^D	41968,00 ^b	–	0,580 ^C	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{7/2}	–	37068,98 ^A	41968,00 ^b	–	0,987 ^{A,B}	–
			37711,97 ^B				
		31262,46 ^C					
	⁴ G _{9/2}	–	38409,85 ^A	43599,65 ^b	–	0,986 ^C	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{9/2}	–	39052,84 ^B	45492,60 ^b	–	1,171 ^{A,B}	–
			32397,31 ^C				
		40058,22 ^A					
	⁴ G _{11/2}	–	40701,21 ^B	45492,60 ^b	–	1,172 ^C	–
5d ² (³ F)6p	⁴ G _{11/2}	–	33806,51 ^C	45492,60 ^b	–	1,271 ^{A,B}	–
			42020,18 ^A				
		42663,18 ^B					
	⁴ F _{3/2}	–	35475,91 ^C	–	–	1,272 ^C	–
6s ² 7f	⁴ F _{3/2}	–	39700,75 ^A	–	–	0,420 ^{A,B}	–
			40343,74 ^B				
		34265,98 ^C					
	⁴ F _{5/2}	–	40540,95 ^A	–	–	0,443 ^C	–
6s ² 10p	⁴ F _{5/2}	–	41183,94 ^B	–	–	1,021 ^{A,B}	–
			41697,93 ^A				
		35052,22 ^C					
	⁴ F _{7/2}	–	41697,93 ^A	–	–	1,019 ^C	–
6s ² 8f	⁴ F _{7/2}	–	42340,92 ^B	–	–	1,183 ^{A,B}	–
			36059,85 ^C				
		43259,10 ^A					
	⁴ F _{9/2}	–	43902,09 ^B	–	–	1,294 ^A	–
6s ² 7f	⁴ F _{9/2}	–	37413,98 ^C	–	–	1,295 ^B	–
			40622,777 ^C				
		40623,526 ^D					
	² F _{5/2}	–	40623,002 ^C	40626,82 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
6s ² 10p	² F _{7/2}	–	40623,674 ^D	40619,01 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
			40623,674 ^D				
		40661,230 ^C					
	² P _{1/2}	–	40675,400 ^D	40661,02 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
6s ² 8f	² P _{3/2}	–	40734,463 ^C	40735,33 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
			40755,300 ^D				
		41456,168 ^C					
	² F _{5/2}	–	41458,713 ^D	41456,26 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
6s ² 11p	² F _{7/2}	–	41460,142 ^C	41460,08 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
			41458,787 ^D				
		41487,124 ^C					
	² P _{1/2}	–	41495,700 ^D	41487,02 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
6s ² 9f	² P _{3/2}	–	41532,892 ^C	41533,30 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
			41545,100 ^D				
		42000,662 ^C					
	² F _{5/2}	–	42003,778 ^D	42000,72 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
6s ² 9f	² F _{7/2}	–	42006,039 ^C	42006,00 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
			42003,822 ^D				

Tablo A.12. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6s ² 12p	² P _{1/2} ^o	–	42021,901 ^C 42027,700 ^D	42021,84 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
	² P _{3/2} ^o	–	42052,658 ^C 42060,800 ^D	42052,89 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
6s ² 10f	² F _{5/2} ^o	–	42372,901 ^C 42375,186 ^D	42372,94 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
	² F _{7/2} ^o	–	42376,686 ^C 42375,214 ^D	42376,66 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 13p	² P _{1/2} ^o	–	42386,799 ^C 42391,000 ^D	42386,76 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
	² P _{3/2} ^o	–	42414,644 ^C 42420,700 ^D	42414,79 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
6s ² 11f	² F _{5/2} ^o	–	42638,452 ^C 42640,590 ^D	42638,48 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
	² F _{7/2} ^o	–	42642,069 ^C 42640,610 ^D	42642,05 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 14p	² P _{1/2} ^o	–	42657,717 ^C 42661,000 ^D	42657,69 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
	² P _{3/2} ^o	–	42666,961 ^C 42671,700 ^D	42667,06 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
6s ² 12f	² F _{5/2} ^o	–	42834,410 ^C 42836,393 ^D	42834,43 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
	² F _{7/2} ^o	–	42837,674 ^C 42836,407 ^D	42837,99 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 15p	² P _{1/2} ^o	–	42848,329 ^C 42851,000 ^D	42848,31 ^a	–	0,666 ^{C,D}	–
	² P _{3/2} ^o	–	42855,840 ^C 42860,000 ^D	42855,91 ^a	–	1,334 ^{C,D}	–
6s ² 13f	² F _{5/2} ^o	–	42982,775 ^C 42984,895 ^D	42982,79 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
	² F _{7/2} ^o	–	42986,700 ^C 42984,905 ^D	42986,69 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 16p	² P _{1/2} ^o	–	42995,314 ^C	–	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43002,498 ^C	43002,55 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 14f	² F _{5/2} ^o	–	43098,138 ^C 43100,396 ^D	43098,15 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
	² F _{7/2} ^o	–	43102,318 ^C 43100,404 ^D	43120,31 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 17p	² P _{1/2} ^o	–	43109,211 ^C	–	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43111,650 ^C	43111,69 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 15f	² F _{5/2} ^o	–	43188,271 ^C 43191,297 ^D	43188,28 ^a	–	0,857 ^{C,D}	–
	² F _{7/2} ^o	–	43193,856 ^C 43191,303 ^D	43193,35 ^a	–	1,143 ^{C,D}	–
6s ² 18p	² P _{1/2} ^o	–	43198,113 ^C	–	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43198,435 ^C	43197,07 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 19p	² P _{1/2} ^o	–	43258,717 ^C	43258,71 ^a	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43276,875 ^C	–	–	1,334 ^C	–
6s ² 16f	² F _{5/2} ^o	–	43268,477 ^C	–	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43268,490 ^C	43267,57 ^a	–	1,143 ^C	–
6s ² 17f	² F _{5/2} ^o	–	43327,834 ^C	43327,84 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43332,574 ^C	43332,57 ^a	–	1,143 ^C	–
6s ² 20p	² P _{1/2} ^o	–	43328,466 ^C	43328,46 ^a	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43336,840 ^C	43336,86 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 18f	² F _{5/2} ^o	–	43378,520 ^C	43379,31 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43378,529 ^C	43377,74 ^a	–	1,143 ^C	–
6s ² 21p	² P _{1/2} ^o	–	43384,466 ^C	–	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43384,642 ^C	43384,56 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 19f	² F _{5/2} ^o	–	43419,846 ^C	43420,16 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43419,853 ^C	43419,54 ^a	–	1,143 ^C	–
6s ² 22p	² P _{1/2} ^o	–	43423,771 ^C	43423,85 ^a	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43423,919 ^C	43425,08 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 20f	² F _{5/2} ^o	–	43454,971 ^C	43455,08 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43454,977 ^C	43454,87 ^a	–	1,143 ^C	–
6s ² 23p	² P _{1/2} ^o	–	43457,653 ^C	43457,65 ^a	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43459,458 ^C	43459,47 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 21f	² F _{5/2} ^o	–	43485,007 ^C	43485,01 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43485,012 ^C	43485,01 ^a	–	1,143 ^C	–

Tablo A.12. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6s ² 24p	² P _{1/2} ^o	–	43487,153 ^C	43487,15 ^a	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43488,900 ^C	43488,91 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 22f	² F _{5/2} ^o	–	43510,867 ^C	43510,81 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43510,872 ^C	43510,93 ^a	–	1,143 ^C	–
6s ² 25p	² P _{1/2} ^o	–	43512,652 ^C	43512,65 ^a	–	0,666 ^C	–
	² P _{3/2} ^o	–	43514,281 ^C	43514,29 ^a	–	1,334 ^C	–
6s ² 23f	² F _{5/2} ^o	–	43533,178 ^C	43533,18 ^a	–	0,857 ^C	–
	² F _{7/2} ^o	–	43533,382 ^C	43533,38 ^a	–	1,143 ^C	–

^aNIST Atomic Spectra Database [63], ^bVergés ve Wyart [355]

Tablo A.13. Lu II'nin E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé g-çarpınları (Tablo 3.41'in geniş hali)

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
6p ²	³ P ₀	69726,37 ^A	60832,100 ^B	–	–	–	–
		66261,66 ^B	–	–	–	–	–
		69175,29 ^C	–	–	–	–	–
6p ²	³ P ₁	71771,56 ^A	69270,800 ^B	–	1,501 ^{A,B}	1,501 ^B	–
		68303,54 ^B	–	–	1,502 ^C	–	–
		70750,95 ^C	–	–	–	–	–
6p ²	³ P ₂	74461,77 ^A	81630,300 ^B	–	1,474 ^A	1,238 ^B	–
		70991,62 ^B	–	–	1,473 ^B	–	–
		73097,33 ^C	–	–	1,479 ^C	–	–
6p ²	¹ D ₂	84121,23 ^A	71342,800 ^B	–	1,026 ^A	1,179 ^B	–
		80594,69 ^B	–	–	1,027 ^B	–	–
		82018,55 ^C	–	–	1,021 ^C	–	–
6p ²	¹ S ₀	101594,86 ^A	86998,400 ^B	–	–	–	–
		98109,91 ^B	–	–	–	–	–
		99971,02 ^C	–	–	–	–	–
5d6d	³ S ₁	–	63408,500 ^B	–	–	1,986 ^B	–
5d6d	³ G ₃	–	70966,700 ^B	–	–	0,763 ^B	–
		–	72196,900 ^B	–	–	1,058 ^B	–
		–	75347,100 ^B	–	–	1,200 ^B	–
5d6d	³ D ₁	–	71575,600 ^B	–	–	0,583 ^B	–
		–	71944,300 ^B	–	–	1,120 ^B	–
		–	72817,200 ^B	–	–	1,190 ^B	–
5d6d	³ F ₂	–	73772,100 ^B	–	–	0,820 ^B	–
		–	76349,000 ^B	–	–	1,203 ^B	–
		–	77338,600 ^B	–	–	1,231 ^B	–
5d6d	³ P ₀	–	74655,300 ^B	–	–	–	–
		–	75695,800 ^B	–	–	1,426 ^B	–
		–	77066,700 ^B	–	–	1,383 ^B	–
5d6d	¹ P ₁	–	78104,400 ^B	–	–	1,003 ^B	–
5d6d	¹ F ₃	–	78736,200 ^B	–	–	1,012 ^B	–
5d6d	¹ G ₄	–	80626,200 ^B	–	–	1,011 ^B	–
5d6d	¹ D ₂	–	80700,700 ^B	–	–	1,024 ^B	–
5d6d	¹ S ₀	–	90587,500 ^B	–	–	–	–
Tek parite için:							
6s7p	³ P ₀ ^o	80313,48 ^A	69166,991 ^B	–	–	–	–
		97842,31 ^B	69346,361 ^C	–	–	–	–
		81459,55 ^A	69471,812 ^B	–	1,397 ^A	1,484 ^{B,C}	–
6s7p	³ P ₁ ^o	97848,99 ^B	69643,048 ^C	–	1,462 ^B	–	–
		81971,71 ^A	70361,898 ^B	–	1,494 ^A	1,501 ^{B,C}	–
		97875,02 ^B	70555,793 ^C	–	1,501 ^B	–	–
6s7p	¹ P ₁ ^o	92073,51 ^A	72119,600 ^B	–	1,005 ^A	1,010 ^B	–
		97905,02 ^B	72136,797 ^C	–	1,038 ^B	1,016 ^C	–
		75661,96 ^A	75092,880 ^B	–	0,594 ^A	0,537 ^B	–
5d7p	³ D ₁ ^o	93781,87 ^B	75251,012 ^C	–	0,564 ^B	0,534 ^C	–
		77039,49 ^A	75438,505 ^B	–	1,115 ^A	1,038 ^B	–
		–	75564,189 ^C	–	–	1,034 ^C	–
5d7p	³ D ₃ ^o	78850,87 ^A	78324,216 ^B	–	1,294 ^A	1,261 ^B	–
		96627,59 ^B	78487,309 ^C	–	1,270 ^B	1,242 ^C	–
		74850,64 ^A	74299,295 ^B	–	0,818 ^A	0,768 ^B	–
5d7p	³ F ₂ ^o	93780,41 ^B	74386,612 ^C	–	0,890 ^B	0,772 ^C	–
		77648,95 ^A	75517,113 ^B	–	1,084 ^A	1,068 ^B	–
		93807,05 ^B	75819,499 ^C	–	1,067 ^B	1,078 ^C	–

Tablo A.13. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d7p	³ F ₄	80098,72 ^A	79407,709 ^B	–	1,250 ^{A,B}	1,249 ^{B,C}	–
		96669,37 ^B	79381,005 ^C	–			
	³ P ₀	79297,71 ^A	76421,195 ^B	–			
		93846,99 ^B	76519,487 ^C	–			
	³ P ₁	78809,49 ^A	76745,218 ^B	–	1,146 ^A	1,420 ^B	–
³ P ₂		93843,34 ^B	76830,203 ^C	–	1,333 ^B	1,422 ^C	–
		81075,84 ^A	79300,082 ^B	–	1,442 ^A	1,371 ^B	–
		96674,64 ^B	79439,614 ^C	–	1,420 ^B	1,387 ^C	–
5d7p	¹ D ₂	96618,94 ^B	77956,902 ^B	–	1,081 ^B	1,093 ^B	–
			78106,469 ^C	–		1,084 ^C	–
5d7p	¹ F ₃	82504,86 ^A	79903,802 ^B	–	1,038 ^A	1,052 ^B	–
		96671,33 ^B	79929,305 ^C	–	1,019 ^B	1,068 ^C	–
5d7p	¹ P ₀	96696,12 ^B	80832,586 ^B	–	1,099 ^B	1,027 ^B	–
			81177,299 ^C	–		1,032 ^C	–
6s5f	³ F ₂	96848,80 ^A	77170,715 ^B	–	0,665 ^A	0,729 ^B	–
		89574,95 ^B	77480,506 ^C	–	0,668 ^B	0,724 ^C	–
	³ F ₃	96850,39 ^A	76717,712 ^B	–	1,083 ^{A,B}	1,052 ^B	–
		89580,61 ^B	77340,602 ^C	–		1,073 ^C	–
	³ F ₄	96852,80 ^A	76818,887 ^B	–	1,250 ^{A,B}	1,251 ^B	–
		89586,99 ^B	77150,197 ^C	–		1,250 ^C	–
6s5f	¹ F ₃	97239,09 ^A	77737,676 ^B	–	1,000 ^{A,B}	1,068 ^B	–
		89859,16 ^B	78031,196 ^C	–		1,040 ^C	–
5d5f	¹ G ₄	85504,75 ^B	81404,308 ^B	–	1,006 ^B	1,028 ^B	–
			81442,817 ^C	–		1,018 ^C	–
5d5f	³ F ₂	85581,71 ^B	81502,378 ^B	–	0,808 ^B	0,803 ^B	–
			81713,319 ^C	–		0,799 ^C	–
	³ F ₃	88411,41 ^B	85048,440 ^B	–	1,000 ^B	1,079 ^B	–
			85187,816 ^C	–		1,067 ^C	–
	³ F ₄	88287,36 ^B	84720,188 ^B	–	1,121 ^B	1,098 ^B	–
			84777,578 ^C	–		1,065 ^C	–
5d5f	³ G ₃	85613,02 ^B	81659,485 ^B	–	0,948 ^B	0,963 ^B	–
			81736,565 ^C	–		0,907 ^C	–
	³ G ₄	88407,91 ^B	85011,990 ^B	–	1,069 ^B	1,092 ^B	–
			85051,385 ^C	–		1,128 ^C	–
	³ G ₅	88479,09 ^B	85193,695 ^B	–	1,158 ^B	1,164 ^B	–
			85174,430 ^C	–		1,165 ^C	–
5d5f	³ H ₄	85588,85 ^B	81686,898 ^B	–	0,904 ^B	0,884 ^B	–
			81694,122 ^C	–		0,891 ^C	–
	³ H ₅	85740,34 ^B	82047,825 ^B	–	1,043 ^B	1,047 ^B	–
			82054,000 ^C	–		1,048 ^C	–
	³ H ₆	88418,80 ^B	85149,896 ^B	–	1,167 ^B	1,167 ^{B,C}	–
			85142,388 ^C	–			–
5d5f	³ D ₁	85988,76 ^B	82812,305 ^B	–	0,876 ^B	0,850 ^B	–
			83019,890 ^C	–		0,826 ^C	–
	³ D ₂	88690,38 ^B	82203,390 ^B	–	1,279 ^B	1,306 ^B	–
			82479,489 ^C	–		1,297 ^C	–
	³ D ₃	88563,20 ^B	82066,418 ^B	–	1,190 ^B	1,011 ^B	–
			82216,893 ^C	–		1,060 ^C	–
5d5f	³ P ₀	88790,59 ^B	85748,722 ^B	–			–
			86146,901 ^C	–			–
	³ P ₁	88739,94 ^B	85621,056 ^B	–	1,056 ^B	1,146 ^B	–
			85964,388 ^C	–		1,154 ^C	–
	³ P ₂	85873,43 ^B	85532,716 ^B	–	1,327 ^B	1,299 ^B	–
			85822,027 ^C	–		1,308 ^C	–
5d5f	¹ F ₃	85704,70 ^B	85432,889 ^B	–	1,027 ^B	1,114 ^B	–
			85605,613 ^C	–		1,132 ^C	–
5d5f	¹ D ₂	88463,80 ^B	85038,509 ^B	–	0,915 ^B	0,926 ^B	–
			85226,578 ^C	–		0,930 ^C	–
5d5f	¹ P ₀	88922,38 ^B	86573,101 ^B	–	1,066 ^B	1,027 ^B	–
			86911,100 ^C	–		1,036 ^C	–
5d5f	¹ H ₅	88682,73 ^B	85791,995 ^B	–	1,031 ^B	1,022 ^B	–
			85807,196 ^C	–		1,021 ^C	–
6s6f	³ F ₂	109956,69 ^A	88559,626 ^B	–	0,665 ^A	0,666 ^{B,C}	–
			88660,106 ^C	–			–
	³ F ₃	109967,89 ^A	88576,052 ^B	–	1,083 ^A	1,084 ^{B,C}	–
			88667,790 ^C	–			–
	³ F ₄	109983,59 ^A	88596,722 ^B	–	1,250 ^A	1,251 ^B	–
			88678,305 ^C	–		1,250 ^C	–

Tablo A.13. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
6s6f	¹ F ₃	112550,97 ^A	89140,300 ^B	—	1,000 ^A	1,000 ^{B,C}	—
			89395,799 ^C				
5d6f	¹ G ₄	—	92287,796 ^B	—	—	0,993 ^B	—
			92293,305 ^C			0,972 ^C	
5d6f	³ F ₂	—	92324,501 ^B	—	—	0,814 ^B	—
			92403,385 ^C			0,811 ^C	
	³ F ₃	—	95848,930 ^B	—	—	1,093 ^B	—
			95907,066 ^C			1,098 ^C	
	³ F ₄	—	95665,198 ^B	—	—	1,111 ^B	—
			95688,714 ^C			1,083 ^C	
5d6f	³ G ₃	—	92415,220 ^B	—	—	0,989 ^B	—
			92450,511 ^C			0,941 ^C	
	³ G ₄	—	95817,257 ^B	—	—	1,079 ^B	—
			95834,654 ^C			1,108 ^C	
	³ G ₅	—	95907,015 ^B	—	—	1,161 ^B	—
			95907,118 ^C			1,160 ^C	
5d6f	³ H ₄	—	92394,411 ^B	—	—	0,917 ^B	—
			92396,932 ^C			0,938 ^C	
	³ H ₅	—	92645,665 ^B	—	—	1,045 ^{B,C}	—
			92639,158 ^C				
	³ H ₆	—	95820,310 ^B	—	—	1,167 ^{B,C}	—
			95816,494 ^C				
5d6f	³ D ₁	—	92882,576 ^B	—	—	0,876 ^B	—
			93077,710 ^C			0,862 ^C	
	³ D ₂	—	96075,184 ^B	—	—	1,275 ^B	—
			92788,697 ^C			1,323 ^C	
	³ D ₃	—	92616,314 ^B	—	—	0,989 ^B	—
			92707,503 ^C			1,035 ^C	
5d6f	³ P ₀	—	96160,470 ^B	—	—	—	—
			96336,618 ^C				
	³ P ₁	—	96123,540 ^B	—	—	1,123 ^B	—
			96264,124 ^C			1,125 ^C	
	³ P ₂	—	92650,916 ^B	—	—	1,325 ^B	—
			96189,549 ^C			1,283 ^C	
5d6f	¹ F ₃	—	96103,670 ^B	—	—	1,097 ^B	—
			96201,028 ^C			1,093 ^C	
5d6f	¹ D ₂	—	95820,690 ^B	—	—	0,919 ^B	—
			95895,339 ^C			0,918 ^C	
5d6f	¹ P ₁	—	96503,919 ^B	—	—	1,028 ^B	—
			96769,895 ^C			1,013 ^C	
5d6f	¹ H ₅	—	96272,511 ^B	—	—	1,001 ^B	—
			96261,502 ^C			1,029 ^C	
6p6d	³ F ₂	—	101681,412 ^B	—	—	0,802 ^B	—
	³ F ₃	—	103593,205 ^B	—	—	1,129 ^B	—
	³ F ₄	—	106915,377 ^B	—	—	1,251 ^B	—
6p6d	¹ D ₂	—	103471,806 ^B	—	—	1,102 ^B	—
6p6d	³ D ₁	—	104036,674 ^B	—	—	0,642 ^B	—
	³ D ₂	—	106351,004 ^B	—	—	1,022 ^B	—
	³ D ₃	—	107341,313 ^B	—	—	1,271 ^B	—
6p6d	³ P ₀	—	109277,296 ^B	—	—	—	—
	³ P ₁	—	108932,608 ^B	—	—	1,343 ^B	—
	³ P ₂	—	108757,305 ^B	—	—	1,408 ^B	—
6p6d	¹ F ₃	—	111662,198 ^B	—	—	1,017 ^B	—
6p6d	¹ P ₁	—	112173,403 ^B	—	—	1,015 ^B	—

Tablo A.14. Lu II'nin elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), $\log(gf)$ logaritmik ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.42'nin geniş hali)

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s 3D_2	5d6p $^3D^o_1$	3854,89 ^A	3028,022 ^A	3020,541 ^a	-0,962 ^A	-0,239 ^A	-0,34 ^a	4,90(7) ^A	4,192(8) ^A	3,31(8) ^a
		3990,25 ^B	3029,4177 ^B	3020,54 ^b	-0,968 ^B	-0,219 ^B		4,50(7) ^B	4,388(8) ^B	
		3486,21 ^C	3028,5670 ^C		-0,695 ^C	-0,238 ^C		1,11(8) ^C	4,206(8) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^3D^o_1$	4570,66 ^A	3549,7042 ^A	3545,118 ^a	-2,945 ^A	-2,894 ^A	-3,23 ^a	3,62(5) ^A	6,760(5) ^A	3,09(5) ^a
		4665,30 ^B	3555,7367 ^B		-2,695 ^B	-2,363 ^B		6,17(5) ^B	2,285(6) ^B	
		4057,19 ^C	3551,0987 ^C		-3,082 ^C	-3,457 ^C		3,35(5) ^C	1,848(5) ^C	
5d 2 3F_2	5d6p $^3D^o_1$	8486,93 ^A	6166,5766 ^A	6199,593 ^a	-0,403 ^A	-0,196 ^A	-0,33 ^a	3,66(7) ^A	1,117(8) ^A	7,99(7) ^a
		8296,36 ^B	6390,6908 ^B		-0,388 ^B	-0,279 ^B		3,96(7) ^B	8,581(7) ^B	
		6898,66 ^C	6206,6823 ^C		-0,211 ^C	-0,210 ^C		8,61(7) ^C	1,068(8) ^C	
5d6s 3D_1	5d6p $^3D^o_2$	3106,06 ^A	2842,3934 ^A	2847,505 ^a	-1,377 ^A	-0,145 ^A	-0,23 ^a	2,90(7) ^A	5,915(8) ^A	4,88(8) ^a
		3787,16 ^B	2846,1000 ^B		-0,788 ^B	-0,119 ^B		7,57(7) ^B	6,264(8) ^B	
		3320,26 ^C	2844,1241 ^C		-0,630 ^C	-0,136 ^C		1,42(8) ^C	6,032(8) ^C	
5d6s 3D_2	5d6p $^3D^o_2$	3781,16 ^A	2900,4203 ^A	2900,303 ^a	-0,140 ^A	-0,030 ^A	-0,11 ^a	3,38(8) ^A	7,398(8) ^A	6,11(8) ^a
		3861,03 ^B	2900,5897 ^B	2900,30 ^b	-0,131 ^B	-0,041 ^B		3,30(8) ^B	7,215(8) ^B	
		3378,56 ^C	2901,9765 ^C		-0,084 ^C	-0,030 ^C		4,82(8) ^C	7,385(8) ^C	
5d6s 3D_3	5d6p $^3D^o_2$	3954,56 ^A	3052,8867 ^A	3056,72 ^a	-0,307 ^A	-0,148 ^A	-0,27 ^a	2,10(8) ^A	5,088(8) ^A	3,88(8) ^a
		4046,34 ^B	3055,7398 ^B		-0,320 ^B	-0,188 ^B		1,95(8) ^B	4,628(8) ^B	
		3516,29 ^C	3054,8367 ^C		-0,280 ^C	-0,162 ^C		2,83(8) ^C	4,918(8) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^3D^o_2$	4467,38 ^A	3375,6110 ^A	3380,629 ^a	-0,869 ^A	-2,054 ^A	-1,80 ^a	4,51(7) ^A	5,173(6) ^A	9,35(6) ^a
		4489,62 ^B	3379,5577 ^B		-0,437 ^A	-2,070 ^B		1,21(8) ^B	4,972(6) ^B	
		3912,12 ^C	3378,3036 ^C		-0,698 ^B	-1,798 ^C		8,74(7) ^C	9,297(6) ^C	
5d 2 3F_2	5d6p $^3D^o_2$	8137,61 ^A	5659,5150 ^A	5713,458 ^a	-0,984 ^C	-1,352 ^A	-1,52 ^a	1,04(7) ^A	9,268(6) ^A	6,16(6) ^a
		7756,61 ^B	5843,2156 ^B		-0,896 ^A	-1,279 ^B		1,41(7) ^B	1,028(7) ^B	
		6489,50 ^C	5697,3487 ^C		-0,850 ^B	-1,410 ^C		2,24(7) ^C	7,997(6) ^C	
5d 2 3F_3	5d6p $^3D^o_2$	8956,00 ^A	6161,0182 ^A	6242,306 ^a	-0,077 ^A	0,005 ^A	-0,12 ^a	6,96(7) ^A	1,778(8) ^A	1,30(8) ^a
		8499,81 ^B	6537,5114 ^B		-0,128 ^B	-0,035 ^B		6,86(7) ^B	1,440(8) ^B	
		6999,83 ^C	6239,5588 ^C		0,022 ^C	-0,009 ^C		1,43(8) ^C	1,677(8) ^C	
5d 2 1D_2	5d6p $^3D^o_2$	25221,21 ^A	9291,3505 ^A	9251,408 ^a	-2,433 ^A	-2,823 ^A	-3,28 ^a	3,86(4) ^A	1,162(5) ^A	4,09(4) ^a
		22275,72 ^B	7689,4977 ^B		-2,199 ^B	-2,025 ^B		8,49(4) ^B	1,064(6) ^B	
		14043,15 ^C	9281,1685 ^C		-2,174 ^C	-2,748 ^C		2,26(5) ^C	1,382(5) ^C	
5d 2 3P_1	5d6p $^3D^o_2$	8961,60 ^A	9584,4081 ^A	9661,679 ^a	-1,096 ^A	-0,886 ^A	-1,29 ^a	6,65(6) ^A	9,434(6) ^A	3,66(6) ^a
		15370,12 ^B	9952,1714 ^B		-1,547 ^B	-1,007 ^B		8,00(5) ^B	6,627(6) ^B	
		11012,13 ^C	9667,2487 ^C		-1,290 ^C	-0,963 ^C		2,81(6) ^C	7,777(6) ^C	
5d6s 3D_3	5d6p $^3F^o_4$	3936,09 ^A	2910,4753 ^A	2911,394 ^a	0,426 ^A	0,621 ^A	0,51 ^a	1,15(9) ^A	3,290(9) ^A	2,51(9) ^a
		3972,86 ^B	2911,8005 ^B	2911,39 ^b	0,469 ^B	0,602 ^B		1,24(9) ^B	3,148(9) ^B	2,178(9) ^b
		3509,22 ^C	2910,6505 ^C		0,489 ^C	0,607 ^C		1,67(9) ^C	3,182(9) ^C	
5d 2 3F_3	5d6p $^3F^o_4$	8861,83 ^A	5607,3144 ^A	5664,876 ^a	-1,394 ^A	-1,287 ^A	-1,40 ^a	3,43(6) ^A	1,096(7) ^A	8,27(6) ^a
		8181,92 ^B	5912,2432 ^B		-1,390 ^B	-1,306 ^B		4,05(6) ^B	9,442(6) ^B	
		6971,86 ^C	5666,2421 ^C		-1,291 ^C	-1,285 ^C		7,02(6) ^C	1,079(7) ^C	

Tablo A.14. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d ² ³ F ₄	5d6p ³ F ₄	10004,81 ^A	6133,2582 ^A	6235,329 ^a	-0,274 ^A	-0,166 ^A	-0,28 ^a	3,55(7) ^A	1,209(8) ^A	9,01(7) ^a
		9151,72 ^B	6495,1333 ^B		-0,266 ^B	-0,204 ^B		4,32(7) ^B	9,875(7) ^B	
		7659,15 ^C	6226,7481 ^C		-0,158 ^C	-0,169 ^C		7,89(7) ^C	1,165(8) ^C	
5d6s ³ D ₂	5d6p ³ D ₃	3559,22 ^A	2756,4237 ^A	2754,168 ^a	-0,375 ^A	0,090 ^A	-0,02 ^a	2,22(8) ^A	1,081(9) ^A	8,37(8) ^a
		3666,87 ^B	2755,4419 ^B	2754,17 ^b	-0,447 ^B	0,106 ^B		1,77(8) ^B	1,120(9) ^B	6,44(8) ^b
		3207,38 ^C	2756,5316 ^C		-0,374 ^C	0,083 ^C		2,74(8) ^C	1,062(9) ^C	
5d6s ³ D ₃	5d6p ³ D ₃	3712,45 ^A	2893,7685 ^A	2894,839 ^a	0,251 ^A	0,270 ^A	0,18 ^a	8,62(8) ^A	1,482(9) ^A	1,21(9) ^a
		3833,61 ^B	2895,0791 ^B	2894,84 ^b	0,311 ^B	0,268 ^B		9,29(8) ^B	1,477(9) ^B	1,162(9) ^b
		3331,25 ^C	2894,0901 ^C		0,316 ^C	0,271 ^C		1,24(9) ^C	1,487(9) ^C	
5d6s ¹ D ₂	5d6p ³ D ₃	4160,84 ^A	3182,1395 ^A	3183,731 ^a	-2,909 ^A	-1,102 ^A	-1,45 ^a	4,74(5) ^A	5,214(7) ^A	2,35(7) ^a
		4229,23 ^B	3184,1311 ^B		-2,470 ^B	-1,048 ^B		1,26(6) ^B	5,893(7) ^B	
		3684,43 ^C	3182,8021 ^C		-3,169 ^C	-1,252 ^C		3,33(5) ^C	3,681(7) ^C	
5d ² ³ F ₂	5d6p ³ D ₃	7010,87 ^B	5135,9776 ^A	5172,804 ^a	-2,859 ^B	-2,285 ^A	-2,72 ^a	1,87(5) ^B	1,311(6) ^A	4,72(5) ^a
		5886,11 ^C	5282,6380 ^B		-2,916 ^C	-2,422 ^B		2,33(5) ^C	9,045(5) ^B	
			5162,5630 ^C			-2,351 ^C			1,114(6) ^C	
5d ² ³ F ₃	5d6p ³ D ₃	7803,48 ^A	5545,6306 ^A	5602,538 ^a	-1,104 ^A	-1,658 ^A	-1,82 ^a	8,62(6) ^A	4,768(6) ^A	3,25(6) ^a
		7612,49 ^B	5843,7116 ^B		-0,994 ^B	-1,766 ^B		1,17(7) ^B	3,349(6) ^B	
		6302,91 ^C	5603,8187 ^C		-0,945 ^C	-1,717 ^C		1,90(7) ^C	4,077(6) ^C	
5d ² ³ F ₄	5d6p ³ D ₃	8676,31 ^A	6059,5364 ^A	6159,888 ^a	0,117 ^A	0,191 ^A	0,07 ^a	1,16(8) ^A	2,819(8) ^A	2,05(8) ^a
		8445,13 ^B	6412,5168 ^B		0,091 ^B	0,172 ^B		1,15(8) ^B	2,409(8) ^B	
		6859,37 ^C	6151,4460 ^C		0,223 ^C	0,179 ^C		2,37(8) ^C	2,665(8) ^C	
5d ² ¹ D ₂	5d6p ³ D ₃	17812,60 ^A	7959,3568 ^A	7912,34 ^a	-1,932 ^A	-0,694 ^A	-1,21 ^a	2,45(5) ^A	2,130(7) ^A	6,56(6) ^a
		17063,34 ^B	6747,2640 ^B		-2,005 ^B	-1,438 ^B		2,26(5) ^B	5,345(6) ^B	
		11493,57 ^C	7941,1054 ^C		-1,684 ^C	-0,818 ^C		1,04(6) ^C	1,607(7) ^C	
5d ² ³ P ₂	5d6p ³ D ₃	13115,93 ^A	9679,5371 ^A	9841,516 ^a	-1,345 ^A	-1,803 ^A	-1,96 ^a	1,75(6) ^A	1,122(6) ^A	7,58(5) ^a
		12665,47 ^B	9452,7260 ^B		-1,401 ^B	-1,049 ^B		1,65(6) ^B	6,668(6) ^B	
		9328,11 ^C	9777,6294 ^C		-1,200 ^C	-1,690 ^C		4,83(6) ^C	1,423(6) ^C	
5d6s ³ D ₁	5d6p ³ P ₀	3265,87 ^A	2617,5649 ^A	2619,259 ^a	-0,220 ^A	-0,212 ^A	-0,31 ^a	3,77(8) ^A	5,970(8) ^A	4,76(8) ^a
		3441,82 ^B	2618,1957 ^B		-0,222 ^B	-0,206 ^B		3,38(8) ^B	6,049(8) ^B	
		3003,11 ^C	2617,6435 ^C		-0,203 ^C	-0,208 ^C		4,63(8) ^C	6,027(8) ^C	
5d ² ³ P ₁	5d6p ³ P ₀	10434,72 ^A	7431,9386 ^A	7456,998 ^a	-1,149 ^A	-0,812 ^A	-1,02 ^a	4,34(6) ^A	1,860(7) ^A	1,14(7) ^a
		10922,55 ^B	7629,8020 ^B		-1,169 ^B	-0,856 ^B		3,79(6) ^B	1,597(7) ^B	
		8155,64 ^C	7470,3278 ^C		-0,990 ^C	-0,840 ^C		1,02(7) ^C	1,728(7) ^C	
6s ² ¹ S ₀	5d6p ³ P ₁	2260,10 ^A	1999,9876 ^A	1998,034 ^a	-1,368 ^A	-1,212 ^A	-1,51 ^a	5,59(7) ^A	1,023(8) ^A	5,10(7) ^a
		2476,12 ^B	1999,6751 ^B		-1,150 ^B	-1,265 ^B		7,69(7) ^B	9,053(7) ^B	
		2122,97 ^C	1999,7722 ^C		-1,368 ^C	-1,280 ^C		6,33(7) ^C	8,749(7) ^C	
5d6s ³ D ₁	5d6p ³ P ₁	3215,00 ^A	2615,5643 ^A	2613,396 ^a	-0,307 ^A	-0,095 ^A	-0,19 ^a	3,18(8) ^A	7,833(8) ^A	6,32(8) ^a
		3376,33 ^B	2616,3511 ^B		-0,345 ^B	-0,086 ^B		2,64(8) ^B	8,000(8) ^B	
		2962,40 ^C	2615,2195 ^C		-0,283 ^C	-0,091 ^C		3,96(8) ^C	7,903(8) ^C	

Tablo A.14. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d6s 3D_2	5d6p $^3P^o_1$	3270,04 ^A	2664,6195 ^A	2657,802 ^a	0,099 ^A	-0,009 ^A	-0,12 ^a	7,83(8) ^A	9,192(8) ^A	7,20(8) ^a
		3434,92 ^B	2662,3276 ^B		0,095 ^B	0,003 ^B		7,04(8) ^B	9,477(8) ^B	
		3008,72 ^C	2664,0544 ^C		0,114 ^C	-0,004 ^C		9,57(8) ^C	9,301(8) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^3P^o_1$	3771,00 ^A	3060,4143 ^A	3055,662 ^a	-1,650 ^A	-3,326 ^A	-2,55 ^a	1,05(7) ^A	3,364(5) ^A	2,03(6) ^a
		3923,65 ^B	3060,4400 ^B		-1,561 ^B	-3,817 ^B		1,19(7) ^B	1,085(5) ^B	
		3424,68 ^C	3060,1485 ^C		-1,721 ^C	-2,766 ^C		1,08(7) ^C	1,220(6) ^C	
5d 2 3F_2	5d6p $^3P^o_1$	6089,31 ^A	4826,1602 ^A	4843,021 ^a	-2,839 ^A	-1,480 ^A	-1,56 ^a	2,60(5) ^A	9,473(6) ^A	7,77(6) ^a
		6209,24 ^B	4950,6829 ^B		-3,712 ^B	-1,623 ^B		3,36(4) ^B	6,478(6) ^B	
		5249,98 ^C	4847,4221 ^C		-2,732 ^C	-1,495 ^C		4,48(5) ^C	9,084(6) ^C	
5d 2 3P_0	5d6p $^3P^o_1$	9249,91 ^A	6947,8876 ^A	6943,928 ^a	-1,176 ^A	-0,922 ^A	-1,14 ^a	5,19(6) ^A	1,655(7) ^A	9,98(6) ^a
		9567,26 ^B	6828,9320 ^B		-1,181 ^B	-1,021 ^B		4,80(6) ^B	1,364(7) ^B	
		7420,61 ^C	6943,9819 ^C		-1,019 ^C	-0,945 ^C		1,16(7) ^C	1,570(7) ^C	
5d 2 1D_2	5d6p $^3P^o_1$	12347,98 ^A	7239,1660 ^A	7165,959 ^a	-1,299 ^A	-0,786 ^A	-1,05 ^a	2,20(6) ^A	2,082(7) ^A	1,14(7) ^a
		12983,71 ^B	6214,9941 ^B		-1,321 ^B	-1,186 ^B		1,89(6) ^B	1,124(7) ^B	
		9294,50 ^C	7219,1725 ^C		-1,182 ^C	-0,842 ^C		5,07(6) ^C	1,839(7) ^C	
5d 2 3P_1	5d6p $^3P^o_1$	9932,63 ^A	7415,8339 ^A	7409,676 ^a	-1,245 ^A	-0,859 ^A	-1,09 ^a	3,84(6) ^A	1,677(7) ^A	9,78(6) ^a
		10289,23 ^B	7614,1585 ^B		-1,272 ^B	-0,907 ^B		3,36(6) ^B	1,425(7) ^B	
		7862,23 ^C	7450,6195 ^C		-1,090 ^C	-0,891 ^C		8,76(6) ^C	1,544(7) ^C	
5d 2 3P_2	5d6p $^3P^o_1$	9892,36 ^A	8634,8411 ^A	8712,766 ^a	-1,420 ^A	-1,361 ^A	-1,46 ^a	2,59(6) ^A	3,899(6) ^A	3,03(6) ^a
		10270,18 ^B	8440,0604 ^B		-1,442 ^B	-0,915 ^B		2,28(6) ^B	1,137(7) ^B	
		7825,45 ^C	8705,7009 ^C		-1,210 ^C	-1,320 ^C		6,71(6) ^C	4,209(6) ^C	
5d6s 3D_1	5d6p $^3P^o_2$	3106,06 ^A	2533,1581 ^A	2536,96 ^a	-1,377 ^A	-1,166 ^A	-1,26 ^a	2,90(7) ^A	7,093(7) ^A	5,73(7) ^a
		3249,35 ^B	2534,8064 ^B		-1,461 ^B	-1,157 ^B		2,18(7) ^B	7,231(7) ^B	
		2869,52 ^C	2533,4643 ^C		-1,372 ^C	-1,158 ^C		3,44(7) ^C	7,214(7) ^C	
5d6s 3D_2	5d6p $^3P^o_2$	3157,40 ^A	2579,1437 ^A	2578,785 ^a	-0,253 ^A	-0,133 ^A	-0,24 ^a	3,73(8) ^A	7,381(8) ^A	5,79(8) ^a
		3303,58 ^B	2577,9380 ^B		-0,311 ^B	-0,127 ^B		2,98(8) ^B	7,495(8) ^B	
		2912,96 ^C	2579,2669 ^C		-0,248 ^C	-0,131 ^C		4,43(8) ^C	7,420(8) ^C	
5d6s 3D_3	5d6p $^3P^o_2$	3954,56 ^A	2699,0058 ^A	2701,713 ^a	-0,307 ^A	0,228 ^A	0,13 ^a	2,10(8) ^A	1,546(9) ^A	1,23(9) ^a
		3438,31 ^B	2699,7663 ^B	2701,71 ^b	0,359 ^B	0,232 ^B		1,29(9) ^B	1,561(9) ^B	
		3014,78 ^C	2699,3170 ^C		0,377 ^C	0,233 ^C		1,75(9) ^C	1,567(9) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^3P^o_2$	3621,99 ^A	2948,1947 ^A	2951,683 ^a	-0,766 ^A	-0,257 ^A	-0,32 ^a	8,71(7) ^A	4,241(8) ^A	3,70(8) ^a
		3753,20 ^B	2949,4510 ^B		-0,692 ^B	-0,298 ^B		9,62(7) ^B	3,857(8) ^B	
		3301,15 ^C	2948,8009 ^C		-0,716 ^C	-0,253 ^C		1,18(8) ^C	4,287(8) ^C	
5d 2 3F_2	5d6p $^3P^o_2$	5710,00 ^A	4552,8728 ^A	4586,931 ^a	-2,296 ^A	-1,565 ^A	-1,72 ^a	1,03(6) ^A	8,752(6) ^A	6,15(6) ^a
		5792,91 ^B	4666,6149 ^B		-2,397 ^B	-2,150 ^B		7,97(5) ^B	2,170(6) ^B	
		4965,18 ^C	4573,8420 ^C		-2,218 ^C	-1,575 ^C		1,64(6) ^C	8,480(6) ^C	
5d 2 3F_3	5d6p $^3P^o_2$	8956,00 ^A	4871,8985 ^A	4921,686 ^a	-0,077 ^A	-1,077 ^A	-1,20 ^a	6,96(7) ^A	2,352(7) ^A	1,75(7) ^a
		6197,63 ^B	5099,1050 ^B		-2,205 ^B	-1,096 ^B		1,08(6) ^B	2,057(7) ^B	
		5258,51 ^C	4916,8540 ^C		-1,842 ^C	-1,088 ^C		3,47(6) ^C	2,254(7) ^C	

Tablo A.14. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
5d ² ¹ D ₂	5d6p ³ P ₂	10882,13 ^A	6641,2114 ^A	6619,162 ^a	-0,870 ^A	-0,674 ^A	-0,99 ^a	7,60(6) ^A	3,202(7) ^A	1,57(7) ^a
		11287,44 ^B	5773,7737 ^B		-0,886 ^B	-2,792 ^B		6,80(6) ^B	3,228(5) ^B	
		8437,68 ^C	6628,6891 ^C		-0,693 ^C	-0,763 ^C		1,90(7) ^C	2,619(7) ^C	
5d ² ³ P ₁	5d6p ³ P ₂	8961,60 ^A	6789,6000 ^A	6826,567 ^a	-1,096 ^A	-0,977 ^A	-1,15 ^a	6,65(6) ^A	1,525(7) ^A	1,02(7) ^a
		9194,26 ^B	6962,3324 ^B		-1,067 ^B	-1,017 ^B		6,75(6) ^B	1,323(7) ^B	
		7240,29 ^C	6823,3124 ^C		-0,929 ^C	-0,997 ^C		1,50(7) ^C	1,441(7) ^C	
5d ² ³ P ₂	5d6p ³ P ₂	8928,81 ^A	7797,4308 ^A	7917,535 ^a	-0,822 ^A	-0,432 ^A	-0,62 ^a	1,26(7) ^A	4,053(7) ^A	2,58(7) ^a
		9179,05 ^B	7646,5275 ^B		-0,813 ^B	-0,258 ^B		1,22(7) ^B	6,295(7) ^B	
		7209,09 ^C	7861,2263 ^C		-0,674 ^C	-0,439 ^C		2,71(7) ^C	3,925(7) ^C	
5d6s ³ D ₂	5d6p ¹ F ₃	2886,99 ^A	2463,3177 ^A	2459,643 ^a	-2,442 ^A	-1,770 ^A	-2,15 ^a	2,89(6) ^A	1,867(7) ^A	7,86(6) ^a
		3045,86 ^B	2468,6673 ^B		-2,428 ^B	-1,446 ^B		2,68(6) ^B	3,948(7) ^B	
		2569,80 ^C	2461,8586 ^C		-1,946 ^C	-1,872 ^C		1,14(7) ^C	1,476(7) ^C	
5d6s ³ D ₃	5d6p ¹ F ₃	2987,00 ^A	2572,4281 ^A	2571,23 ^a	-1,136 ^A	-0,303 ^A	-0,41 ^a	5,46(7) ^A	5,020(8) ^A	3,94(8) ^a
		3160,03 ^B	2569,2416 ^B		-1,045 ^B	-0,330 ^B		6,01(7) ^B	4,727(8) ^B	
		2648,71 ^C	2570,9969 ^C		-1,217 ^C	-0,324 ^C		5,76(7) ^C	4,786(8) ^C	
5d6s ¹ D ₂	5d6p ¹ F ₃	3270,58 ^A	2797,8162 ^A	2796,633 ^a	-0,033 ^A	0,295 ^A	0,09 ^a	5,77(8) ^A	1,680(9) ^A	1,05(9) ^a
		3424,05 ^B	2794,3605 ^B		0,056 ^B	0,361 ^B		6,48(8) ^B	1,962(9) ^B	
		2867,26 ^C	2796,3346 ^C		0,102 ^C	0,234 ^C		1,03(9) ^C	1,461(9) ^C	
5d ² ³ F ₂	5d6p ¹ F ₃	4882,92 ^A	4203,9322 ^A	4223,098 ^a	-2,039 ^A	-1,361 ^A	-1,79 ^a	2,55(6) ^A	1,645(7) ^A	6,11(6) ^a
		5044,48 ^B	4289,9019 ^B		-2,138 ^B	-1,912 ^B		1,91(6) ^B	4,434(6) ^B	
		4044,61 ^C	4217,1908 ^C		-1,917 ^C	-1,451 ^C		4,93(6) ^C	1,329(7) ^C	
5d ² ³ F ₃	5d6p ¹ F ₃	5166,19 ^A	4474,4775 ^A	4505,222 ^a	-2,521 ^A	-1,538 ^A	-1,66 ^a	7,52(5) ^A	9,643(6) ^A	7,18(6) ^a
		5348,63 ^B	4652,6706 ^B		-2,798 ^B	-1,564 ^B		3,71(5) ^B	8,409(6) ^B	
		4237,15 ^C	4507,0995 ^C		-2,587 ^C	-1,554 ^C		9,61(5) ^C	9,172(6) ^C	
5d ² ³ F ₄	5d6p ¹ F ₃	5534,82 ^A	4803,1486 ^A	4858,742 ^a	-1,869 ^A	-1,296 ^A	-1,41 ^a	2,94(6) ^A	1,462(7) ^A	1,09(7) ^a
		5746,73 ^B	5006,2274 ^B		-1,745 ^B	-2,263 ^B		3,63(6) ^B	1,451(6) ^B	
		4481,56 ^C	4854,7026 ^C		-2,177 ^C	-1,445 ^C		2,21(6) ^C	1,016(7) ^C	
5d ² ¹ D ₂	5d6p ¹ F ₃	8226,55 ^A	5923,9626 ^A	5887,251 ^a	-1,089 ^A	-0,821 ^A	-1,48 ^a	8,03(6) ^A	2,872(7) ^A	6,37(6) ^a
		8756,16 ^B	5207,9420 ^B		-1,263 ^B	-1,614 ^B		4,75(6) ^B	5,974(6) ^B	
		6084,39 ^C	5904,9483 ^C		-0,952 ^C	-0,966 ^C		2,01(7) ^C	2,067(7) ^C	
5d ² ¹ G ₄	5d6p ¹ F ₃	9513,04 ^A	6123,2263 ^A	—	0,205 ^A	0,325 ^A	—	1,18(8) ^A	3,763(8) ^A	—
		10178,49 ^B	6023,9601 ^B		0,163 ^B	0,316 ^B		9,38(7) ^B	3,803(8) ^B	
		6765,74 ^C	6169,2825 ^C		0,383 ^C	0,299 ^C		3,52(8) ^C	3,486(8) ^C	
5d ² ³ P ₂	5d6p ¹ F ₃	7059,11 ^A	6826,9470 ^A	6892,563 ^a	-1,492 ^A	-0,487 ^A	-1,07 ^a	4,31(6) ^A	4,666(7) ^A	1,20(7) ^a
		7431,90 ^B	6684,6800 ^B		-1,741 ^B	-1,307 ^B		2,19(6) ^B	7,366(6) ^B	
		5418,50 ^C	6863,5725 ^C		-1,287 ^C	-0,657 ^C		1,17(7) ^C	3,116(7) ^C	
6s ² ¹ S ₀	5d6p ¹ P ₁	2755,84 ^A	1691,2339 ^A	1691,406 ^a	-0,099 ^A	-0,003 ^A	-0,32 ^a	6,98(8) ^A	2,314(9) ^A	1,11(9) ^a
			1693,0636 ^B			-0,044 ^B			2,104(9) ^B	
			1692,0655 ^C			-0,070 ^C			1,983(9) ^C	

Tablo A.14. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6s 3D_2	5d6p $^1P^o_1$	4420,48 ^A	2143,3045 ^A	2141,245 ^a	-0,652 ^A	-2,446 ^A	-2,27 ^a	7,61(7) ^A	5,199(6) ^A	7,83(6) ^a
		4515,70 ^B	2145,1163 ^B		-0,680 ^B	-3,461 ^B		6,83(7) ^B	5,015(5) ^B	
		4044,57 ^C	2144,5218 ^C		-0,847 ^C	-2,264 ^C		5,80(7) ^C	7,896(6) ^C	
5d6s 1D_2	5d6p $^1P^o_1$	5388,04 ^A	2392,1481 ^A	2392,198 ^a	-1,783 ^A	0,178 ^A	-0,02 ^a	3,78(6) ^A	1,757(9) ^A	1,11(9) ^a
		5399,92 ^B	2396,2747 ^B		-1,749 ^B	0,326 ^B		4,08(6) ^B	2,458(9) ^B	
		4833,79 ^C	2393,9582 ^C		-1,454 ^C	0,090 ^C		1,00(7) ^C	1,433(9) ^C	
5d 2 3F_2	5d6p $^1P^o_1$	–	3350,2496 ^A	3364,258 ^a	–	-2,160 ^A	-2,84 ^a	–	4,113(6) ^A	8,60(5) ^a
			3418,1448 ^B			-2,177 ^B			3,795(6) ^B	
			3364,3761 ^C			-2,241 ^C			3,381(6) ^C	
5d 2 3P_0	5d6p $^1P^o_1$	–	4251,5235 ^A	4259,505 ^a	–	-3,180 ^A	-2,99 ^a	–	2,438(5) ^A	3,77(5) ^a
			4219,4128 ^B			-2,616 ^B			9,061(5) ^B	
			4256,2917 ^C			-3,281 ^C			1,928(5) ^C	
5d 2 1D_2	5d6p $^1P^o_1$	–	4358,8441 ^A	4342,032 ^a	–	-0,261 ^A	-0,60 ^a	–	1,923(8) ^A	8,94(7) ^a
			3976,6931 ^B			-0,515 ^B			1,288(8) ^B	
			4358,1199 ^C			-0,354 ^C			1,553(8) ^C	
5d 2 3P_1	5d6p $^1P^o_1$	–	4422,2787 ^A	4430,329 ^a	–	-2,589 ^A	-2,78 ^a	–	8,789(5) ^A	5,58(5) ^a
			4506,5691 ^B			-2,651 ^B			7,336(5) ^B	
			4441,4097 ^C			-2,639 ^C			7,766(5) ^C	
5d 2 3P_2	5d6p $^1P^o_1$	–	4828,7938 ^A	4865,422 ^a	–	-0,234 ^A	-0,59 ^a	–	1,667(8) ^A	7,22(7) ^a
			4783,6228 ^B			-1,187 ^B			1,893(7) ^B	
			4858,9928 ^C			-0,372 ^C			1,200(8) ^C	
6s6p $^3P^o_0$	6s7s 3S_1	1901,51 ^A	2740,5743 ^A	2738,173 ^a	-0,913 ^A	-0,574 ^A	-0,66 ^a	2,25(8) ^A	2,367(8) ^A	1,93(8) ^a
		2063,28 ^C	2739,2721 ^B		-0,539 ^C	-0,697 ^B		4,53(8) ^C	1,784(8) ^B	
			2740,9581 ^C			-0,658 ^C			1,951(8) ^C	
6s6p $^3P^o_1$	6s7s 3S_1	1931,82 ^A	2833,1059 ^A	2834,345 ^a	-0,444 ^A	-0,136 ^A	-0,23 ^a	6,43(8) ^A	6,079(8) ^A	4,93(8) ^a
		2091,76 ^C	2830,4450 ^B		-0,046 ^C	-0,252 ^B		1,37(9) ^C	4,665(8) ^B	
			2832,8087 ^C			-0,223 ^C			4,969(8) ^C	
6s6p $^3P^o_2$	6s7s 3S_1	2032,29 ^A	3193,0419 ^A	3191,819 ^a	-0,173 ^A	0,055 ^A	-0,04 ^a	1,08(9) ^A	7,417(8) ^A	5,99(8) ^a
		2178,02 ^C	3189,9909 ^B		0,255 ^C	-0,056 ^B		2,42(9) ^C	5,758(8) ^B	
			3192,7735 ^C			-0,043 ^C			5,921(8) ^C	
6s6p $^1P^o_1$	6s7s 3S_1	5890,64 ^A	3914,8490 ^A	3912,662 ^a	-2,631 ^A	-1,527 ^A	-1,50 ^a	4,50(5) ^A	1,292(7) ^A	1,39(7) ^a
		9012,78 ^C	3913,8823 ^B		-3,588 ^C	-1,799 ^B			6,912(6) ^B	
			3916,1996 ^C			-1,579 ^C			2,12(4) ^C	
5d6p $^3F^o_2$	6s7s 3S_1	2149,10 ^A	4444,4285 ^A	4433,475 ^a	-1,935 ^A	-3,248 ^A	-2,66 ^a	1,67(7) ^A	1,909(5) ^A	7,33(5) ^a
		2423,10 ^C	4442,2778 ^B		-2,250 ^C	-4,584 ^B		6,38(6) ^C	0,879(4) ^B	
			4445,3282 ^C			-2,931 ^C			3,957(5) ^C	
5d6p $^1D^o_2$	6s7s 3S_1	2324,17 ^A	5441,5625 ^A	5458,268 ^a	-1,913 ^A	-2,547 ^A	-1,74 ^a	1,50(7) ^A	6,394(5) ^A	4,09(6) ^a
		2613,47 ^C	5451,0820 ^C		-2,078 ^C	-2,041 ^C		8,15(6) ^C	2,045(6) ^C	

Tablo A.14. Devam

Geçişler		λ			$\log(gf)$			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
5d6p $^3D^o_1$	6s7s 3S_1	2439,33 ^A 2734,19 ^C	5471,0792 ^A 5451,4806 ^B 5468,7770 ^C	5480,341 ^a	-2,521 ^A -4,377 ^C	-4,116 ^A -3,269 ^B -3,617 ^C	-2,97 ^a	3,38(6) ^A 3,74(4) ^C	1,706(4) ^A 1,208(5) ^B 5,392(4) ^C	2,41(5) ^a
5d6p $^3D^o_2$	6s7s 3S_1	2469,80 ^A 2804,27 ^C	5943,5279 ^A 5925,0353 ^B 5936,3855 ^C	5926,068 ^a	-2,171 ^A -1,742 ^C	-3,126 ^A -4,306 ^B -2,608 ^C	-2,38 ^a	7,36(6) ^A 1,53(7) ^C	1,413(5) ^A 0,938(4) ^B 4,670(5) ^C	7,97(5) ^a
5d6p $^3P^o_0$	6s7s 3S_1	2714,47 ^A 3078,90 ^C	7244,6985 ^A 7236,3638 ^B 7244,7080 ^C	7238,757 ^a	-1,760 ^A -2,029 ^C	-2,920 ^A -3,245 ^B -2,063 ^C	-1,78 ^a	1,57(7) ^A 6,58(6) ^C	1,527(5) ^A 7,238(4) ^B 1,099(6) ^C	2,12(6) ^a
5d6p $^3P^o_1$	6s7s 3S_1	2750,65 ^A 3122,90 ^C	7260,0677 ^A 7250,4920 ^B 7263,3407 ^C	7283,914 ^a	-1,279 ^A -1,433 ^C	-2,553 ^A -3,371 ^B -1,638 ^C	-1,34 ^a	4,63(7) ^A 2,52(7) ^C	3,540(5) ^A 5,405(4) ^B 2,913(6) ^C	5,73(6) ^a
5d6p $^3P^o_2$	6s7s 3S_1	2835,74 ^A 3233,22 ^C	7980,7006 ^A 7960,1405 ^B 7978,4049 ^C	7951,592 ^a	-0,901 ^A -0,926 ^C	-2,174 ^A -3,712 ^B -1,420 ^C	-1,17 ^a	1,04(8) ^A 7,55(7) ^C	7,013(5) ^A 2,045(4) ^B 3,982(6) ^C	7,04(6) ^a
6s6p $^3P^o_1$	6s7s 1S_0	1638,78 ^A 1841,65 ^C	2468,3841 ^A 2467,9999 ^B 2468,1927 ^C	2469,265 ^a	-1,473 ^A -1,578 ^C	-1,490 ^A -1,293 ^B -1,390 ^C	-1,48 ^a	8,36(7) ^A 5,19(7) ^C	3,543(7) ^A 5,579(7) ^B 4,461(7) ^C	3,60(7) ^a
6s6p $^1P^o_1$	6s7s 1S_0	3811,70 ^A 2125,65 ^C	3251,0648 ^A 3253,2402 ^B 3252,0557 ^C	3249,477 ^a	-0,351 ^A -0,265 ^C	-0,440 ^A -0,331 ^B -0,372 ^C	-0,25 ^a	2,04(8) ^A 8,01(8) ^C	2,290(8) ^A 2,939(8) ^B 2,675(8) ^C	3,58(8) ^a
5d6p $^3D^o_1$	6s7s 1S_0	1990,50 ^A 2321,05 ^C	4256,5303 ^A 4249,5061 ^B 4255,2385 ^C	4262,016 ^a	-0,664 ^A -1,043 ^C	-1,490 ^A -1,131 ^B -1,222 ^C	-1,36 ^a	3,64(8) ^A 1,12(8) ^C	1,192(7) ^A 2,731(7) ^B 2,211(7) ^C	1,62(7) ^a
5d6p $^3P^o_1$	6s7s 1S_0	2192,27 ^A 2595,28 ^C	5266,1070 ^A 5268,5170 ^B 5267,9849 ^C	5278,474 ^a	-1,560 ^A -1,825 ^C	-2,218 ^A -1,671 ^B -1,747 ^C	-2,00 ^a	3,82(7) ^A 1,48(7) ^C	1,454(6) ^A 5,123(6) ^B 4,305(6) ^C	2,43(6) ^a

^aDream Database [64], ^bNIST Periodictable [62]

Tablo A.15. Lu III'ün E seviye enerjileri (cm⁻¹) ve Landé *g*-çarpanları (Tablo 3.44'ün geniş hali)

Seviyeler		E			<i>g</i> -çarpanı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
Çift parite için:							
4f ¹⁴ 11s	² S _{1/2}	–	150261,20 ^C	–	–	2,002 ^{C,D}	–
			148261,20 ^D				
4f ¹⁴ 12s	² S _{1/2}	–	154127,30 ^C	–	–	2,002 ^{C,D}	–
			152127,30 ^D				
4f ¹⁴ 13s	² S _{1/2}	–	156844,10 ^C	–	–	2,002 ^{C,D}	–
			154844,10 ^D				
4f ¹⁴ 14s	² S _{1/2}	–	158817,70 ^C	–	–	2,002 ^{C,D}	–
			156817,70 ^D				
4f ¹⁴ 15s	² S _{1/2}	–	160295,80 ^C	–	–	2,002 ^{C,D}	–
			158295,80 ^D				
4f ¹⁴ 16s	² S _{1/2}	–	159438,10 ^D	–	–	2,002 ^D	–
4f ¹⁴ 17s	² S _{1/2}	–	160333,60 ^D	–	–	2,002 ^D	–
4f ¹⁴ 18s	² S _{1/2}	–	161062,90 ^D	–	–	2,002 ^D	–
4f ¹⁴ 19s	² S _{1/2}	–	161646,70 ^D	–	–	2,002 ^D	–
4f ¹⁴ 20s	² S _{1/2}	–	162117,10 ^D	–	–	2,002 ^D	–
4f ¹⁴ 8d	² D _{3/2}	–	136774,90 ^{B,C}	–	–	0,800 ^{B,C,D}	–
			134774,10 ^D				
	² D _{5/2}	–	136952,70 ^{B,C}	–	–	1,200 ^{B,C,D}	–
			134951,90 ^D				
4f ¹⁴ 9d	² D _{3/2}	–	145432,70 ^{B,C}	–	–	0,800 ^{B,C,D}	–
			143432,70 ^D				
	² D _{5/2}	–	145540,50 ^{B,C}	–	–	1,200 ^{B,C,D}	–
			143540,50 ^D				
4f ¹⁴ 10d	² D _{3/2}	–	150895,50 ^{B,C}	–	–	0,800 ^{B,C,D}	–
			148895,50 ^D				
	² D _{5/2}	–	150965,90 ^{B,C}	–	–	1,200 ^{B,C,D}	–
			148965,90 ^D				
4f ¹⁴ 11d	² D _{3/2}	–	154568,10 ^C	–	–	0,800 ^{C,D}	–
			152568,10 ^D				
	² D _{5/2}	–	154616,60 ^C	–	–	1,200 ^{C,D}	–
			152616,60 ^D				
4f ¹⁴ 12d	² D _{3/2}	–	157161,50 ^C	–	–	0,800 ^{C,D}	–
			155161,50 ^D				
	² D _{5/2}	–	157196,40 ^C	–	–	1,200 ^{C,D}	–
			155196,40 ^D				
4f ¹⁴ 13d	² D _{3/2}	–	159055,40 ^C	–	–	0,800 ^{C,D}	–
			157055,40 ^D				
	² D _{5/2}	–	159081,40 ^C	–	–	1,200 ^{C,D}	–
			157081,40 ^D				
4f ¹⁴ 14d	² D _{3/2}	–	160477,90 ^C	–	–	0,800 ^{C,D}	–
			158477,90 ^D				
	² D _{5/2}	–	160497,70 ^C	–	–	1,200 ^{C,D}	–
			158497,70 ^D				
4f ¹⁴ 15d	² D _{3/2}	–	161581,20 ^C	–	–	0,800 ^{C,D}	–
			159581,20 ^D				
	² D _{5/2}	–	161596,70 ^C	–	–	1,200 ^{C,D}	–
			159596,70 ^D				
4f ¹⁴ 16d	² D _{3/2}	–	160443,10 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	² D _{5/2}	–	160455,40 ^D	–	–	1,200 ^D	–
4f ¹⁴ 17d	² D _{3/2}	–	161151,60 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	² D _{5/2}	–	161161,60 ^D	–	–	1,200 ^D	–
4f ¹⁴ 18d	² D _{3/2}	–	161723,10 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	² D _{5/2}	–	161731,30 ^D	–	–	1,200 ^D	–
4f ¹⁴ 19d	² D _{3/2}	–	162182,50 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	² D _{5/2}	–	162189,30 ^D	–	–	1,200 ^D	–
4f ¹⁴ 20d	² D _{3/2}	–	162574,50 ^D	–	–	0,800 ^D	–
	² D _{5/2}	–	162580,20 ^D	–	–	1,200 ^D	–
4f ¹⁴ 6g	² G _{7/2}	–	140121,80 ^{B,C}	–	–	0,889 ^{B,C,D}	–
			138121,80 ^D				
	² G _{9/2}	–	140122,80 ^{B,C}	–	–	1,111 ^{B,C,D}	–
			138122,80 ^D				
4f ¹⁴ 7g	² G _{7/2}	–	147454,40 ^{B,C}	–	–	0,889 ^{B,C,D}	–
			145454,40 ^D				
	² G _{9/2}	–	147455,00 ^{B,C}	–	–	1,111 ^{B,C,D}	–
			145455,00 ^D				
4f ¹⁴ 8g	² G _{7/2}	147175,03 ^D	152214,40 ^{B,C}	–	0,889 ^D	0,889 ^{B,C,D}	–
			150214,40 ^D				
	² G _{9/2}	147175,44 ^D	152214,80 ^{B,C}	–	1,111 ^D	1,111 ^{B,C,D}	–
			150214,80 ^D				

Tablo A.15. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 9g	² G _{7/2}	-	155476,60 ^{B,C}	-	-	0,889 ^{B,C,D}	-
			153476,60 ^D				
	² G _{9/2}	-	155476,80 ^{B,C}	-	-	1,111 ^{B,C,D}	-
			153476,80 ^D				
4f ¹⁴ 10g	² G _{7/2}	-	157813,20 ^{B,C}	-	-	0,889 ^{B,C,D}	-
			155813,20 ^D				
	² G _{9/2}	-	157813,40 ^{B,C}	-	-	1,111 ^{B,C,D}	-
			155813,40 ^D				
4f ¹⁴ 11g	² G _{7/2}	-	157540,50 ^D	-	-	0,889 ^D	-
			157540,70 ^D			1,111 ^D	-
4f ¹⁴ 12g	² G _{7/2}	-	158848,90 ^D	-	-	0,889 ^D	-
			158849,00 ^D			1,111 ^D	-
4f ¹⁴ 13g	² G _{7/2}	-	159871,00 ^D	-	-	0,889 ^D	-
			159871,00 ^D			1,111 ^D	-
4f ¹⁴ 14g	² G _{7/2}	-	160673,60 ^D	-	-	0,889 ^D	-
			160673,60 ^D			1,111 ^D	-
4f ¹⁴ 15g	² G _{7/2}	-	161333,40 ^D	-	-	0,889 ^D	-
			161333,40 ^D			1,111 ^D	-
Tek parite için:							
4f ¹⁴ 9p	² P _{1/2}	-	138903,50 ^{B,C}	-	-	0,666 ^{B,C,D}	-
			136903,50 ^D				
	² P _{3/2}	-	139473,50 ^{B,C}	-	-	1,334 ^{B,C,D}	-
			137473,50 ^D				
4f ¹⁴ 10p	² P _{1/2}	-	146734,30 ^{B,C}	-	-	0,666 ^{B,C,D}	-
			144734,30 ^D				
	² P _{3/2}	-	147090,60 ^{B,C}	-	-	1,334 ^{B,C,D}	-
			145090,60 ^D				
4f ¹⁴ 11p	² P _{1/2}	-	151750,00 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			149750,00 ^D				
	² P _{3/2}	-	151987,60 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			149987,60 ^D				
4f ¹⁴ 12p	² P _{1/2}	-	155157,20 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			153157,20 ^D				
	² P _{3/2}	-	155323,40 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			153323,40 ^D				
4f ¹⁴ 13p	² P _{1/2}	-	157582,40 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			155582,40 ^D				
	² P _{3/2}	-	157703,30 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			155703,30 ^D				
4f ¹⁴ 14p	² P _{1/2}	-	159373,10 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			157373,10 ^D				
	² P _{3/2}	-	159463,70 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			157463,70 ^D				
4f ¹⁴ 15p	² P _{1/2}	-	160721,70 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			158721,70 ^D				
	² P _{3/2}	-	160791,40 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			158791,40 ^D				
4f ¹⁴ 16p	² P _{1/2}	-	161775,40 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			159775,40 ^D				
	² P _{3/2}	-	161830,20 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			159830,20 ^D				
4f ¹⁴ 17p	² P _{1/2}	-	162595,90 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			160595,90 ^D				
	² P _{3/2}	-	162639,70 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			160639,70 ^D				
4f ¹⁴ 18p	² P _{1/2}	-	163264,10 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			161264,10 ^D				
	² P _{3/2}	-	163299,70 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			161299,70 ^D				
4f ¹⁴ 19p	² P _{1/2}	-	163818,90 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			161818,90 ^D				
	² P _{3/2}	-	163848,20 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			161848,20 ^D				
4f ¹⁴ 20p	² P _{1/2}	-	164270,90 ^C	-	-	0,666 ^{C,D}	-
			162270,90 ^D				
	² P _{3/2}	-	164295,30 ^C	-	-	1,334 ^{C,D}	-
			162295,30 ^D				
4f ¹⁴ 10f	² F _{5/2}	-	156390,80 ^{B,C}	-	-	0,857 ^{B,C,D}	-
			153390,80 ^D				

Tablo A.15. Devam

Seviyeler		E			g-çarpımı		
Konf.	Terim	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
	${}^2F_{7/2}^o$	-	156396,20 ^{B,C}	-	-	1,143 ^{B,C,D}	-
4f ¹⁴ 11f	${}^2F_{5/2}^o$	-	153396,20 ^D	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			158751,50 ^C	-	-		
			155751,50 ^D	-	-		
4f ¹⁴ 12f	${}^2F_{7/2}^o$	-	158755,50 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			155755,50 ^D	-	-		
	${}^2F_{5/2}^o$	-	160496,80 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
4f ¹⁴ 13f	${}^2F_{7/2}^o$	-	157496,80 ^D	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			160499,80 ^C	-	-		
			157499,80 ^D	-	-		
4f ¹⁴ 14f	${}^2F_{5/2}^o$	-	161816,10 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			158816,10 ^D	-	-		
	${}^2F_{7/2}^o$	-	161818,50 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
4f ¹⁴ 15f	${}^2F_{5/2}^o$	-	158818,50 ^D	-	-	0,857 ^{C,D}	-
			162846,20 ^C	-	-		
			159846,20 ^D	-	-		
4f ¹⁴ 16f	${}^2F_{7/2}^o$	-	162848,10 ^C	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			159848,10 ^D	-	-		
	${}^2F_{5/2}^o$	-	163652,60 ^C	-	-	0,857 ^{C,D}	-
4f ¹⁴ 17f	${}^2F_{7/2}^o$	-	160652,60 ^D	-	-	1,143 ^{C,D}	-
			163654,10 ^C	-	-		
			160654,10 ^D	-	-		
4f ¹⁴ 18f	${}^2F_{5/2}^o$	-	161313,70 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			161314,90 ^D	-	-	1,143 ^D	-
	${}^2F_{7/2}^o$	-	161860,40 ^D	-	-	0,857 ^D	-
4f ¹⁴ 19f	${}^2F_{5/2}^o$	-	161861,40 ^D	-	-	1,143 ^D	-
			162302,20 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			162303,10 ^D	-	-	1,143 ^D	-
4f ¹⁴ 20f	${}^2F_{7/2}^o$	-	162678,20 ^D	-	-	0,857 ^D	-
			162678,90 ^D	-	-	1,143 ^D	-
	${}^2F_{5/2}^o$	-	162974,00 ^D	-	-	0,857 ^D	-
		162974,60 ^D	-	-	1,143 ^D	-	

Tablo A.16. Lu III'ün elektrik dipol (E1) geçişleri için λ dalga boyları (Å), gf ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve gA_{ki} ağırlıklı geçiş olasılıkları (sn^{-1}) (Tablo 3.45'in geniş hali)

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	–	10305,879 ^{A,B,C}	–	–	1,78937 ^{A,B,C}	–	–	1,12(8) ^{A,B,C}	–
			10215,910 ^D			1,80513 ^D			1,15(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	5491,77 ^B	5891,363 ^{A,B,C}	5889,76 ^a	0,45963 ^B	1,34016 ^{A,B,C}	1,340 ^a	1,02(8) ^B	2,58(8) ^{A,B,C}	2,53(8) ^a
			5964,987 ^D			1,32362 ^D			2,48(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	8030,59 ^B	5047,522 ^{A,B,C}	5046,12 ^a	5,5446 ^B	0,48199 ^{A,B,C}	0,476 ^a	5,73(8) ^B	1,26(8) ^{A,B,C}	1,25(8) ^a
		1438,00 ^C	5138,164 ^D		0,3590 ^C	0,47348 ^D		1,16(9) ^C	1,20(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	1440,85 ^C	4957,808 ^{A,B,C}	4956,43 ^a	3,2270 ^C	4,41638 ^{A,B,C}	4,364 ^a	1,56(10) ^C	1,20(9) ^{A,B,C}	1,18(9) ^a
			5052,965 ^D			4,33321 ^D			1,13(9) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	4663,27 ^B	2994,092 ^{A,B,C}	2993,23 ^a	0,6503 ^B	0,15720 ^{A,B,C}	0,162 ^a	1,99(8) ^B	1,17(8) ^{A,B,C}	1,20(8) ^a
			3038,147 ^D			0,15492 ^D			1,12(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 10s ² S _{1/2}	–	2337,732 ^{A,B,C}	2337,02 ^a	–	0,05472 ^{A,B,C}	0,057 ^a	–	6,68(7) ^{A,B,C}	6,98(7) ^a
			2371,973 ^D			0,05393 ^D			6,39(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	–	2944,281 ^{B,C}	–	–	0,06043 ^{B,C}	–	–	4,65(7) ^{B,C}	–
			2901,925 ^D			0,06131 ^D			4,86(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	–	2928,952 ^{B,C}	–	–	0,54672 ^{B,C}	–	–	4,25(8) ^{B,C}	–
			2887,024 ^D			0,55466 ^D			4,44(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	–	2346,208 ^{B,C}	–	–	0,02057 ^{B,C}	–	–	2,49(7) ^{B,C}	–
			2319,190 ^D			0,02081 ^D			2,58(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	–	2340,292 ^{B,C}	–	–	0,18556 ^{B,C}	–	–	2,26(8) ^{B,C}	–
			2313,404 ^D			0,18772 ^D			2,34(8) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 10d ² D _{3/2}	–	2079,667 ^{B,C}	–	–	0,00983 ^{B,C}	–	–	1,52(7) ^{B,C}	–
			2058,406 ^D			0,00993 ^D			1,56(7) ^D	
4f ¹⁴ 7p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	–	2076,623 ^{B,C}	–	–	0,08857 ^{B,C}	–	–	1,37(8) ^{B,C}	–
			2055,428 ^D			0,08948 ^D			1,41(8) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	865,00 ^B	1001,169 ^{A,B,C}	1001,17 ^a	0,60253 ^B	1,87338 ^{A,B,C}	1,283 ^a	5,37(9) ^B	1,25(10) ^{A,B,C}	8,53(9) ^a
			1010,889 ^D			1,85537 ^D			1,21(10) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	891,88 ^B	1031,535 ^{A,B,C}	1031,54 ^a	0,04170 ^B	0,12987 ^{A,B,C}	0,089 ^a	3,50(8) ^B	8,14(8) ^{A,B,C}	5,57(8) ^a
			1047,652 ^D			0,12788 ^D			7,77(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4160,53 ^B	7536,305 ^{A,B,C}	7534,29 ^a	0,13356 ^B	2,91531 ^{A,B,C}	2,736 ^a	7,72(7) ^B	3,42(8) ^{A,B,C}	3,21(8) ^a
			7946,985 ^D			2,76466 ^D			2,92(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4160,42 ^B	8010,830 ^{A,B,C}	8008,69 ^a	0,00954 ^B	0,19590 ^{A,B,C}	0,184 ^a	3,68(6) ^B	2,04(7) ^{A,B,C}	1,91(7) ^a
			8445,759 ^D			0,18581 ^D			1,74(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	3157,80 ^B	5871,370 ^{A,B,C}	5869,71 ^a	0,02228 ^B	0,47554 ^{A,B,C}	0,485 ^a	1,49(7) ^B	9,20(7) ^{A,B,C}	9,38(7) ^a
			5743,629 ^D			0,48612 ^D			9,83(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	3157,73 ^B	5750,332 ^{A,B,C}	5748,71 ^a	0,00159 ^B	0,03468 ^{A,B,C}	0,035 ^a	1,07(6) ^B	7,00(6) ^{A,B,C}	7,13(6) ^a
			5637,375 ^D			0,03538 ^D			7,42(6) ^D	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 5g ² G _{7/2}	7812,59 ^B	4252,658 ^{A,B,C}	4251,44 ^a	7,47685 ^B	7,75270 ^{A,B,C}	7,253 ^a	8,17(8) ^B	2,86(9) ^{A,B,C}	2,68(9) ^a
			4233,998 ^D			7,78687 ^D			2,90(9) ^D	
4f ¹⁴ 5f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	–	3206,747 ^{B,C}	–	–	0,05170 ^{B,C}	–	–	3,35(7) ^{B,C}	–
			3085,632 ^D			0,05373 ^D			3,76(7) ^D	

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 8d 2D _{5/2}	–	3188,572 ^{B,C}	–	–	0,00371 ^{B,C}	–	–	2,44(6) ^{B,C}	–
			3068,789 ^D			0,00386 ^D			2,73(6) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 9d 2D _{3/2}	–	2509,911 ^{B,C}	–	–	0,01662 ^{B,C}	–	–	1,76(7) ^{B,C}	–
			2435,051 ^D			0,01713 ^D			1,93(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 9d 2D _{5/2}	–	2503,141 ^{B,C}	–	–	0,00119 ^{B,C}	–	–	1,27(6) ^{B,C}	–
			2428,674 ^D			0,00123 ^D			1,39(6) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 10d 2D _{3/2}	–	2207,276 ^{B,C}	–	–	0,00767 ^{B,C}	–	–	1,05(7) ^{B,C}	–
			2149,166 ^D			0,00788 ^D			1,14(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 10d 2D _{5/2}	–	2203,847 ^{B,C}	–	–	0,00055 ^{B,C}	–	–	7,54(5) ^{B,C}	–
			2145,920 ^D			0,00056 ^D			8,16(5) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 6g 2G _{7/2}	–	2895,931 ^{B,C}	–	–	1,14316 ^{B,C}	–	–	9,09(8) ^{B,C}	–
			2796,730 ^D			1,18371 ^D			1,01(9) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{5/2}	4f ¹⁴ 7g 2G _{7/2}	–	2388,701 ^{B,C}	–	–	0,38407 ^{B,C}	–	–	4,49(8) ^{B,C}	–
			2320,801 ^D			0,39530 ^D			4,89(8) ^D	
4f ¹⁴ 5d 2D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	891,79 ^B	1030,329 ^{A,B,C}	1030,33 ^a	0,83338 ^B	2,60052 ^{A,B,C}	1,780 ^a	6,99(9) ^B	1,63(10) ^{A,B,C}	1,12(10) ^a
			1047,239 ^D			2,55853 ^D			1,56(10) ^D	
4f ¹⁴ 6d 2D _{5/2}	4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4162,35 ^B	7938,712 ^{A,B,C}	7936,53 ^a	0,19573 ^B	3,95363 ^{A,B,C}	3,711 ^a	1,00(8) ^B	4,18(8) ^{A,B,C}	3,93(8) ^a
			8419,020 ^D			3,72807 ^D			3,51(8) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 7d 2D _{5/2}	3158,84 ^B	5788,075 ^{A,B,C}	5786,47 ^a	0,03141 ^B	6,68912 ^{A,B,C}	0,703 ^a	2,10(7) ^B	1,37(8) ^{A,B,C}	1,40(8) ^a
			5649,351 ^D			0,70604 ^D			1,48(8) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 5g 2G _{7/2}	7819,38 ^B	4273,266 ^{A,B,C}	4272,07 ^a	0,27672 ^B	0,28575 ^{A,B,C}	0,267 ^a	3,02(7) ^B	10,40(7) ^{A,B,C}	9,77(7) ^a
			4240,750 ^D			0,28794 ^D			10,70(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 5g 2G _{9/2}	7819,26 ^B	4273,102 ^{A,B,C}	4271,90 ^a	9,68541 ^B	10,0017 ^{A,B,C}	9,358 ^a	1,06(9) ^B	3,65(9) ^{A,B,C}	3,42(9) ^a
			4240,442 ^D			10,0787 ^D			3,74(9) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 8d 2D _{5/2}	–	3200,143 ^{B,C}	–	–	0,07401 ^{B,C}	–	–	4,82(7) ^{B,C}	–
			3072,335 ^D			0,07709 ^D			5,45(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 6g 2G _{7/2}	–	2905,473 ^{B,C}	–	–	0,04220 ^{B,C}	–	–	3,33(7) ^{B,C}	–
			2799,675 ^D			0,04379 ^D			3,73(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 6g 2G _{9/2}	–	2905,397 ^{B,C}	–	–	1,47705 ^{B,C}	–	–	1,17(9) ^{B,C}	–
			2799,597 ^D			1,53287 ^D			1,30(9) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 9d 2D _{5/2}	–	2510,267 ^{B,C}	–	–	0,02374 ^{B,C}	–	–	2,51(7) ^{B,C}	–
			2430,894 ^D			0,02452 ^D			2,77(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 7g 2G _{7/2}	–	2395,189 ^{B,C}	–	–	0,01419 ^{B,C}	–	–	1,65(7) ^{B,C}	–
			2322,828 ^D			0,01463 ^D			1,81(7) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 7g 2G _{9/2}	–	2395,163 ^{B,C}	–	–	0,49652 ^{B,C}	–	–	5,77(8) ^{B,C}	–
			2322,796 ^D			0,51199 ^D			6,33(8) ^D	
4f ¹⁴ 5f 2F ^o _{7/2}	4f ¹⁴ 10d 2D _{5/2}	–	2209,368 ^{B,C}	–	–	0,01095 ^{B,C}	–	–	1,50(7) ^{B,C}	–
			2091,569 ^D			0,00680 ^D			1,04(7) ^D	
4f ¹⁴ 6s 2S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p 2P ^o _{1/2}	705,28 ^A	795,833 ^{B,C}	–	0,0010 ^A	0,00016 ^{B,C}	–	1,35(7) ^A	1,69(6) ^{B,C}	–
		678,34 ^B	808,704 ^D	–	1,1676 ^B	0,00016 ^D	–	1,69(10) ^B	1,61(6) ^D	–

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar	Bu çalışma		Diğer çalışmalar
		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR		MCHF+BP	HFR	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	716,39 ^B	833,701 ^{B,C}	–	0,0009 ^B	0,01207 ^{B,C}	–	1,24(7) ^B	1,16(8) ^{B,C,D}	–
			831,867 ^D			0,01209 ^D				
4f ¹⁴ 7s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	–	2565,859 ^{B,C}	–	–	0,00534 ^{B,C}	–	–	5,41(6) ^{B,C}	–
			2563,725 ^D			0,00535 ^D			5,43(6) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	–	3000,039 ^{B,C}	–	–	0,01100 ^{B,C}	–	–	8,15(6) ^{B,C}	–
			2952,280 ^D			0,01118 ^D			8,55(6) ^D	
4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	–	17036,645 ^{B,C}	–	–	1,14946 ^{B,C}	–	–	2,64(7) ^{B,C}	–
			15207,175 ^D			1,28774 ^D			3,71(7) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	13021,46 ^B	32981,541 ^{B,C}	–	1,22798 ^B	0,98188 ^{B,C}	–	2,41(7) ^B	6,02(6) ^{B,C}	–
			25785,580 ^D			1,25589 ^D			1,26(7) ^D	
4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	5998,31 ^B	9473,823 ^{B,C}	–	0,04824 ^B	1,10664 ^{B,C}	–	8,94(6) ^B	8,22(7) ^{B,C}	–
			10444,456 ^D			1,00380 ^D			6,14(7) ^D	
4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	–	8992,441 ^{B,C}	–	–	2,92449 ^{B,C}	–	–	2,41(8) ^{B,C,D}	–
			8993,179 ^D			2,92425 ^D				
4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	–	5056,058 ^{B,C}	–	–	0,38525 ^{B,C}	–	–	1,01(8) ^{B,C}	–
			5056,082 ^D			0,38525 ^D			1,00(8) ^D	
4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 10s ² S _{1/2}	–	5016,856 ^{B,C}	–	–	0,11165 ^{B,C}	–	–	2,96(7) ^{B,C}	–
			5313,875 ^D			0,10541 ^D			2,49(7) ^D	
4f ¹⁴ 8p ² P _{1/2}	4f ¹⁴ 10d ² D _{3/2}	–	3961,823 ^{B,C}	–	–	0,13236 ^{B,C,D}	–	–	5,63(7) ^{B,C}	–
			3961,819 ^D						5,62(7) ^D	
4f ¹⁴ 6s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	677,76 ^B	789,557 ^{B,C}	–	2,26307 ^B	0,00032 ^{B,C,D}	–	3,29(10) ^B	3,47(6) ^{B,C}	–
			802,225 ^D						3,31(6) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	715,75 ^B	826,817 ^{B,C}	–	0,00036 ^B	0,00243 ^{B,C}	–	4,70(6) ^B	2,37(7) ^{B,C}	–
			825,013 ^D			0,00244 ^D			2,39(7) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	734,05 ^B	847,418 ^{B,C}	–	0,00342 ^B	0,02137 ^{B,C}	–	4,23(7) ^B	1,98(8) ^{B,C}	–
			849,337 ^D			0,02132 ^D			1,97(8) ^D	
4f ¹⁴ 7s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	–	2501,751 ^{B,C}	–	–	0,01096 ^{B,C}	–	–	1,17(7) ^{B,C,D}	–
			2499,726 ^D			0,01097 ^D				
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	–	2912,768 ^{B,C}	–	–	0,00227 ^{B,C}	–	–	1,78(6) ^{B,C}	–
			2867,732 ^D			0,00230 ^D			1,87(6) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	–	2981,017 ^{B,C}	–	–	0,01993 ^{B,C}	–	–	1,50(7) ^{B,C}	–
			2930,177 ^D			0,02027 ^D			1,57(7) ^D	
4f ¹⁴ 8s ² S _{1/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	–	14559,429 ^{B,C}	–	–	2,69007 ^{B,C}	–	–	8,46(7) ^{B,C}	–
			13202,227 ^D			2,96660 ^D			1,13(8) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	13239,46 ^B	24809,586 ^{B,C}	–	0,1808 ^B	0,26106 ^{B,C}	–	6,88(6) ^B	2,83(6) ^{B,C}	–
			20505,362 ^D			0,31586 ^D			5,01(6) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	13238,24 ^B	27231,639 ^{B,C}	–	1,6274 ^B	2,14057 ^{B,C}	–	4,13(7) ^B	1,93(7) ^{B,C}	–
			21984,716 ^D			2,65144 ^D			3,66(7) ^D	
4f ¹⁴ 8p ² P _{3/2}	4f ¹⁴ 9s ² S _{1/2}	–	10463,864 ^{B,C}	–	–	2,00388 ^{B,C}	–	–	1,22(8) ^{B,C}	–
			11660,691 ^D			1,79820 ^D			8,82(7) ^D	

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 8d 2D _{3/2}	–	9879,714 ^{B,C}	–	–	0,53237 ^{B,C}	–	–	3,64(7) ^{B,C,D}	–
			9880,543 ^D			0,53232 ^D				
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 8d 2D _{5/2}	–	9709,208 ^{B,C}	–	–	4,87546 ^{B,C}	–	–	3,45(8) ^{B,C,D}	–
			9709,897 ^D			4,87512 ^D				
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 9d 2D _{3/2}	–	5324,941 ^{B,C}	–	–	0,07316 ^{B,C}	–	–	1,72(7) ^{B,C,D}	–
			5324,949 ^D			0,07316 ^D				
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 9d 2D _{5/2}	–	5294,562 ^{B,C}	–	–	0,66222 ^{B,C,D}	–	–	1,58(8) ^{B,C,D}	–
			5294,547 ^D							
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 10s 2S _{1/2}	–	5281,476 ^{B,C}	–	–	0,21210 ^{B,C}	–	–	5,07(7) ^{B,C}	–
			5611,665 ^D			0,19962 ^D			4,23(7) ^D	
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 10d 2D _{3/2}	–	4125,038 ^{B,C}	–	–	0,02543 ^{B,C,D}	–	–	9,97(6) ^{B,C,D}	–
			4125,022 ^D							
4f ¹⁴ 8p 2P _{3/2} ^o	4f ¹⁴ 10d 2D _{5/2}	–	4113,076 ^{B,C}	–	–	0,22949 ^{B,C,D}	–	–	9,05(7) ^{B,C,D}	–
			4113,080 ^D							
4f ¹⁴ 5d 2D _{3/2}	4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2} ^o	782,64 ^B	815,224 ^{A,B,C}	810,73 ^a	0,27584 ^B	0,67575 ^{A,B,C}	0,411 ^a	3,00(9) ^B	6,78(9) ^{A,B,C}	4,16(9) ^a
			820,035 ^D			0,67179 ^D			6,66(9) ^D	
4f ¹⁴ 5d 2D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2} ^o	804,58 ^B	835,244 ^{A,B,C}	830,53 ^a	0,01943 ^B	0,04711 ^{A,B,C}	0,029 ^a	2,00(8) ^B	4,50(8) ^{A,B,C}	2,76(8) ^a
			844,061 ^D			0,04662 ^D			4,36(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d 2D _{3/2}	4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2} ^o	–	2773,801 ^{A,B,C}	2771,65 ^a	–	0,73013 ^{A,B,C}	0,706 ^a	–	6,33(8) ^{A,B,C}	6,30(8) ^a
			2808,465 ^D			0,72112 ^D			6,10(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d 2D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2} ^o	8426,51 ^B	2835,624 ^{A,B,C}	2781,16 ^a	1,49486 ^B	0,05102 ^{A,B,C}	0,049 ^a	1,40(8) ^B	4,23(7) ^{A,B,C}	4,22(7) ^a
			2868,329 ^D			0,05043 ^D			4,09(7) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 7d 2D _{3/2}	–	17389,184 ^{A,B,C}	–	–	4,14235 ^{A,B,C}	–	–	9,14(7) ^{A,B,C}	–
			17816,903 ^D			4,04291 ^D			8,49(7) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 7d 2D _{5/2}	–	18545,306 ^{A,B,C}	–	–	0,27744 ^{A,B,C}	–	–	5,38(6) ^{A,B,C}	–
			18923,305 ^D			0,27190 ^D			5,06(6) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 8d 2D _{3/2}	–	12538,950 ^{B,C}	–	–	0,88721 ^{B,C}	–	–	3,76(7) ^{B,C}	–
			10655,270 ^D			1,04406 ^D			6,13(7) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 8d 2D _{5/2}	–	12265,574 ^{B,C}	–	–	0,06478 ^{B,C}	–	–	2,87(6) ^{B,C}	–
			10457,084 ^D			0,07599 ^D			4,63(6) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 9d 2D _{3/2}	–	6012,163 ^{B,C}	–	–	0,11628 ^{B,C}	–	–	2,15(7) ^{B,C}	–
			5542,117 ^D			0,12615 ^D			2,74(7) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 9d 2D _{5/2}	–	5973,465 ^{B,C}	–	–	0,00836 ^{B,C}	–	–	1,56(6) ^{B,C}	–
			5509,192 ^D			0,00906 ^D			1,99(6) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 10d 2D _{3/2}	–	4525,788 ^{B,C}	–	–	0,03921 ^{B,C}	–	–	1,28(7) ^{B,C}	–
			4254,157 ^D			0,04171 ^D			1,54(7) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 10d 2D _{5/2}	–	4511,393 ^{B,C}	–	–	0,00281 ^{B,C}	–	–	9,21(5) ^{B,C}	–
			4241,457 ^D			0,00299 ^D			1,11(6) ^D	
4f ¹⁴ 6f 2F _{5/2}	4f ¹⁴ 6g 2G _{7/2}	–	8832,283 ^{B,C}	–	–	5,83674 ^{B,C}	–	–	4,99(8) ^{B,C}	–
			7853,734 ^D			6,56398 ^D			7,10(8) ^D	

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 6f ² F _{5/2} ^o	4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	–	5360,593 ^{B,C} 4983,722 ^D	–	–	1,29282 ^{B,C} 1,39058 ^D	–	–	3,00(8) ^{B,C} 3,73(8) ^D	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	804,54 ^B	835,244 ^{A,B,C} 843,881 ^D	832,28 ^a	0,38954 ^B	0,94222 ^{A,B,C} 0,93258 ^D	0,573 ^a	4,01(9) ^B	9,01(9) ^{A,B,C} 8,73(9) ^D	5,53(9) ^a
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	–	2835,624 ^{A,B,C} 2866,250 ^D	2800,91 ^a	–	1,02030 ^{A,B,C} 1,00940 ^D	0,987 ^a	–	8,46(8) ^{A,B,C} 8,19(8) ^D	8,43(8) ^a
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	–	18545,302 ^{A,B,C} 18833,193 ^D	–	–	5,54874 ^{A,B,C} 5,46392 ^D	–	–	1,08(8) ^{A,B,C} 1,03(8) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	–	12659,030 ^{B,C} 10484,807 ^D	–	–	1,25543 ^{B,C} 1,51576 ^D	–	–	5,23(7) ^{B,C} 9,20(7) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 6g ² G _{7/2}	–	9034,484 ^{B,C} 7869,361 ^D	–	–	0,21134 ^{B,C} 0,24263 ^D	–	–	1,73(7) ^{B,C} 2,61(7) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 6g ² G _{9/2}	–	9033,749 ^{B,C} 7868,744 ^D	–	–	7,39741 ^{B,C} 8,49264 ^D	–	–	6,05(8) ^{B,C} 9,15(8) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	–	6065,274 ^{B,C} 5516,877 ^D	–	–	0,16467 ^{B,C} 0,18103 ^D	–	–	2,99(7) ^{B,C} 3,97(7) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	–	5434,413 ^{B,C} 4990,010 ^D	–	–	0,04723 ^{B,C} 0,05144 ^D	–	–	1,07(7) ^{B,C} 1,38(7) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 7g ² G _{9/2}	–	5434,280 ^{B,C} 4989,863 ^D	–	–	1,65315 ^{B,C} 1,80038 ^D	–	–	3,73(8) ^{B,C} 4,82(8) ^D	–
4f ¹⁴ 6f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	–	4563,563 ^{B,C} 4246,011 ^D	–	–	0,05555 ^{B,C} 0,05971 ^D	–	–	1,78(7) ^{B,C} 2,21(7) ^D	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	738,760 ^{A,B,C} 744,243 ^D	738,76 ^a	–	0,32849 ^{A,B,C} 0,32607 ^D	0,184 ^a	–	4,01(9) ^{A,B,C} 3,93(9) ^D	2,24(9) ^a
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	755,163 ^{A,B,C} 763,980 ^D	755,16 ^a	–	0,02295 ^{A,B,C} 0,02269 ^D	0,013 ^a	–	2,69(8) ^{A,B,C} 2,59(8) ^D	1,50(8) ^a
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	2051,370 ^{A,B,C} 2082,234 ^D	2050,71 ^a	–	0,34334 ^{A,B,C} 0,33825 ^D	0,323 ^a	–	5,44(8) ^{A,B,C} 5,20(8) ^D	5,11(8) ^a
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	2084,988 ^{A,B,C} 2114,960 ^D	2084,32 ^a	–	0,02413 ^{A,B,C} 0,02379 ^D	0,023 ^a	–	3,70(7) ^{A,B,C} 3,55(7) ^D	3,48(7) ^a
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	5420,935 ^{A,B,C} 5545,894 ^D	5419,40 ^a	–	0,4729 ^{A,B,C} 0,46225 ^D	0,459 ^a	–	1,07(8) ^{A,B,C} 1,00(8) ^D	1,04(8) ^a
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	5528,374 ^{A,B,C} 5648,696 ^D	5526,81 ^a	–	0,03312 ^{A,B,C} 0,03242 ^D	0,032 ^a	–	7,23(6) ^{A,B,C} 6,78(6) ^D	7,01(6) ^a
4f ¹⁴ 5g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	8358,339 ^{A,B,C} 8457,653 ^D	8355,97 ^a	–	0,08978 ^{A,B,C} 0,08873 ^D	0,101 ^a	–	8,57(6) ^{A,B,C} 8,27(6) ^D	9,60(6) ^a
4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	23285,321 ^{B,C} 32963,227 ^D	–	–	7,22874 ^{B,C} 5,10640 ^D	–	–	8,89(7) ^{B,C} 3,13(7) ^D	–
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2} ^o	–	24290,711 ^{B,C} 35016,273 ^D	–	–	0,49497 ^{B,C} 0,34336 ^D	–	–	5,60(6) ^{B,C} 1,87(6) ^D	–

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 6g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	–	105529,870 ^{B,C}	–	–	1,79733 ^{B,C}	–	–	1,08(6) ^{B,C}	–
4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	–	22918,701 ^{B,C}	–	–	1,26270 ^{B,C}	–	–	1,60(7) ^{B,C}	–
			17777,980 ^D			1,62782 ^D			3,43(7) ^D	
4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	–	22366,360 ^{B,C}	–	–	0,09242 ^{B,C}	–	–	1,23(6) ^{B,C}	–
			17443,568 ^D			0,11850 ^D			2,60(6) ^D	
4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	–	15661,827 ^{B,C}	–	–	5,01320 ^{B,C}	–	–	1,36(8) ^{B,C}	–
			13077,688 ^D			6,00381 ^D			2,34(8) ^D	
4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 10d ² D _{3/2}	–	10177,185 ^{B,C}	–	–	0,18263 ^{B,C}	–	–	1,18(7) ^{B,C}	–
			9018,996 ^D			0,20608 ^D			1,69(7) ^D	
4f ¹⁴ 7f ² F _{5/2}	4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	–	10104,684 ^{B,C}	–	–	0,01314 ^{B,C}	–	–	8,58(5) ^{B,C}	–
			8962,106 ^D			0,01481 ^D			1,23(6) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	755,033 ^{A,B,C}	755,03 ^a	–	0,45915 ^{A,B,C}	0,257 ^a	–	5,37(9) ^{A,B,C}	3,00(9) ^a
			763,884 ^D			0,45383 ^D			5,19(9) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	2083,999 ^{A,B,C}	2083,34 ^a	–	0,48281 ^{A,B,C}	0,454 ^a	–	7,42(8) ^{A,B,C}	6,97(8) ^a
			2114,229 ^D			0,47591 ^D			7,10(8) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	5521,429 ^{A,B,C}	5519,91 ^a	–	0,66328 ^{A,B,C}	0,643 ^a	–	1,45(8) ^{A,B,C}	1,41(8) ^a
			5643,486 ^D			0,64894 ^D			1,36(8) ^D	
4f ¹⁴ 5g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	8342,475 ^{A,B,C}	8340,22 ^a	–	0,00333 ^{A,B,C}	0,004 ^a	–	3,19(5) ^{A,B,C}	3,57(5) ^a
			8445,979 ^D			0,00329 ^D			3,08(5) ^D	
4f ¹⁴ 5g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	8343,102 ^{A,B,C}	8340,84 ^a	–	0,11660 ^{A,B,C}	0,131 ^a	–	1,12(7) ^{A,B,C}	1,25(7) ^a
			8447,199 ^D			0,11516 ^D			1,08(7) ^D	
4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	–	24157,209 ^{B,C}	–	–	9,95405 ^{B,C}	–	–	1,14(8) ^{B,C}	–
			34817,032 ^D			6,90645 ^D			3,80(7) ^D	
4f ¹⁴ 6g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	103151,377 ^{B,C}	–	–	2,38359 ^{B,C}	–	–	1,49(6) ^{B,C}	–
4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	–	22480,755 ^{B,C}	–	–	1,83899 ^{B,C}	–	–	2,43(7) ^{B,C}	–
			17493,437 ^D			2,36328 ^D			5,15(7) ^D	
4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	15717,833 ^{B,C}	–	–	0,18501 ^{B,C}	–	–	5,00(6) ^{B,C}	–
			13105,697 ^D			0,22189 ^D			8,62(6) ^D	
4f ¹⁴ 7g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	–	15716,719 ^{B,C}	–	–	6,47590 ^{B,C}	–	–	1,75(8) ^{B,C}	–
			13104,683 ^D			7,76668 ^D			3,02(8) ^D	
4f ¹⁴ 7f ² F _{7/2}	4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	–	10127,967 ^{B,C}	–	–	0,26217 ^{B,C}	–	–	1,71(7) ^{B,C}	–
			8975,251 ^D			0,29584 ^D			2,45(7) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	–	700,249 ^{A,B,C}	700,25 ^a	–	0,18670 ^{A,B,C}	0,099 ^a	–	2,54(9) ^{A,B,C}	1,35(9) ^a
			705,098 ^D			0,18542 ^D			2,49(9) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	–	714,969 ^{A,B,C}	714,97 ^a	–	0,01306 ^{A,B,C}	0,007 ^a	–	1,70(8) ^{A,B,C}	9,03(7) ^a
			722,789 ^D			0,01292 ^D			1,65(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	–	1779,603 ^{A,B,C}	1779,61 ^a	–	0,18272 ^{A,B,C}	0,169 ^a	–	3,85(8) ^{A,B,C}	3,56(8) ^a
			1802,297 ^D			0,18042 ^D			3,70(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2}	–	1804,848 ^{A,B,C}	1804,85 ^a	–	0,01287 ^{A,B,C}	0,012 ^a	–	2,64(7) ^{A,B,C}	2,44(7) ^a
			1826,763 ^D			0,01271 ^D			2,54(7) ^D	

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	3862,286 ^{A,B,C} 3922,990 ^D	3861,21 ^a	–	0,24921 ^{A,B,C} 0,24535 ^D	0,244 ^a	–	1,11(8) ^{A,B,C} 1,06(8) ^D	1,09(8) ^a
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	3916,515 ^{A,B,C} 3974,152 ^D	3915,42 ^a	–	0,01755 ^{A,B,C} 0,01730 ^D	0,017 ^a	–	7,63(6) ^{A,B,C} 7,31(6) ^D	7,46(6) ^a
4f ¹⁴ 5g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	5152,381 ^{A,B,C} 5185,912 ^D	5150,97 ^a	–	0,01369 ^{A,B,C} 0,01360 ^D	0,015 ^a	–	3,44(6) ^{A,B,C} 3,37(6) ^D	3,78(6) ^a
4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	8518,648 ^{B,C} 9530,087 ^D	–	–	0,38077 ^{B,C} 0,34036 ^D	–	–	3,50(7) ^{B,C} 2,50(7) ^D	–
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	8649,621 ^{B,C} 9694,417 ^D	–	–	0,02679 ^{B,C} 0,02390 ^D	–	–	2,39(6) ^{B,C} 1,70(6) ^D	–
4f ¹⁴ 6g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	11916,112 ^{B,C} 13995,187 ^D	–	–	0,26326 ^{B,C} 0,22415 ^D	–	–	1,24(7) ^{B,C} 7,63(6) ^D	–
4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	32455,403 ^{B,C} 54511,835 ^D	–	–	10,2290 ^{B,C} 6,09019 ^D	–	–	6,48(7) ^{B,C} 1,37(7) ^D	–
4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	33631,533 ^{B,C} 57916,355 ^D	–	–	0,70509 ^{B,C} 0,40944 ^D	–	–	4,16(6) ^{B,C} 8,14(5) ^D	–
4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	–	94388,686 ^{B,C} 20213,325 ^D	–	–	4,49584 ^{B,C} 5,72083 ^D	–	–	3,37(6) ^{B,C} 9,34(7) ^D	–
4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	4f ¹⁴ 10d ² D _{3/2}	–	41990,359 ^{B,C} 27561,059 ^D	–	–	1,45981 ^{B,C} 2,22408 ^D	–	–	5,52(6) ^{B,C} 1,95(7) ^D	–
4f ¹⁴ 8f ² F _{5/2} ^o	4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	–	40783,033 ^{B,C} 27036,592 ^D	–	–	0,10736 ^{B,C} 0,16194 ^D	–	–	4,31(5) ^{B,C} 1,48(6) ^D	–
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	714,887 ^{A,B,C} 722,732 ^D	714,89 ^a	–	0,26125 ^{A,B,C} 0,25842 ^D	0,138 ^a	–	3,41(9) ^{A,B,C} 3,30(9) ^D	1,81(9) ^a
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	1804,324 ^{A,B,C} 1826,399 ^D	1804,33 ^a	–	0,25745 ^{A,B,C} 0,25434 ^D	0,238 ^a	–	5,28(8) ^{A,B,C} 5,09(8) ^D	4,88(8) ^a
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	3914,047 ^{A,B,C} 3972,428 ^D	3912,94 ^a	–	0,35130 ^{A,B,C} 0,34614 ^D	0,343 ^a	–	1,53(8) ^{A,B,C} 1,46(8) ^D	1,50(8) ^a
4f ¹⁴ 5g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	5148,111 ^{A,B,C} 5182,977 ^D	–	–	0,00051 ^{A,B,C} 0,00050 ^D	–	–	1,28(5) ^{A,B,C} 1,25(5) ^D	–
4f ¹⁴ 5g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	5148,350 ^{A,B,C} 5183,437 ^D	5146,92 ^a	–	0,01775 ^{A,B,C} 0,01763 ^D	0,020 ^a	–	4,47(6) ^{A,B,C} 4,38(6) ^D	4,91(6) ^a
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	8637,591 ^{B,C} 9684,167 ^D	–	–	0,53646 ^{B,C} 0,47849 ^D	–	–	4,80(7) ^{B,C} 3,40(7) ^D	–
4f ¹⁴ 6g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	11893,293 ^{B,C} 13973,836 ^D	–	–	0,00977 ^{B,C} 0,00831 ^D	–	–	4,61(5) ^{B,C} 2,84(5) ^D	–
4f ¹⁴ 6g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	11894,567 ^{B,C} 13975,780 ^D	–	–	0,34188 ^{B,C} 0,29097 ^D	–	–	1,61(7) ^{B,C} 9,94(6) ^D	–
4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2}	–	33450,398 ^{B,C} 57552,450 ^D	–	–	14,1782 ^{B,C} 8,24062 ^D	–	–	8,45(7) ^{B,C} 1,66(7) ^D	–

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2} ^o	–	92975,686 ^{B,C}	–	–	0,16904 ^{B,C}	–	–	1,30(5) ^{B,C}	–
4f ¹⁴ 7g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2} ^o	–	93014,688 ^{B,C}	–	–	5,91403 ^{B,C}	–	–	4,56(6) ^{B,C}	–
4f ¹⁴ 8f ² F _{7/2} ^o	4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	–	41052,604 ^{B,C}	–	–	2,13308 ^{B,C}	–	–	8,44(6) ^{B,C}	–
			27116,632 ^D			3,22933 ^D			2,93(7) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	677,341 ^{A,B,C}	677,34 ^a	–	0,11720 ^{A,B,C}	0,060 ^a	–	1,70(9) ^{A,B,C}	8,71(8) ^a
			681,901 ^D			0,11642 ^D			1,67(9) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	691,105 ^{A,B,C}	691,11 ^a	–	0,0082 ^{A,B,C}	0,004 ^a	–	1,15(8) ^{A,B,C}	5,85(7) ^a
			698,433 ^D			0,00812 ^D			1,11(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	1638,753 ^{A,B,C}	1638,75 ^a	–	0,10952 ^{A,B,C}	0,100 ^a	–	2,72(8) ^{A,B,C}	2,49(8) ^a
			1658,114 ^D			0,10825 ^D			2,63(8) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	1660,136 ^{A,B,C}	1660,14 ^a	–	0,00772 ^{A,B,C}	0,007 ^a	–	1,87(7) ^{A,B,C}	1,71(7) ^a
			1678,800 ^D			0,00764 ^D			1,81(7) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	3255,091 ^{A,B,C}	3254,15 ^a	–	0,14082 ^{A,B,C}	0,138 ^a	–	8,86(7) ^{A,B,C}	8,66(7) ^a
			3298,645 ^D			0,13896 ^D			8,52(7) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	3293,525 ^{A,B,C}	3292,58 ^a	–	0,00994 ^{A,B,C}	0,010 ^a	–	6,11(6) ^{A,B,C}	5,97(6) ^a
			3334,743 ^D			0,00982 ^D			5,89(6) ^D	
4f ¹⁴ 5g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	4125,719 ^{A,B,C}	4124,56 ^a	–	0,0045 ^{A,B,C}	0,005 ^a	–	1,76(6) ^{A,B,C}	1,92(6) ^a
			4148,047 ^D			0,00448 ^D			1,74(6) ^D	
4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	6035,494 ^{B,C}	–	–	0,21124 ^{B,C}	–	–	3,87(7) ^{B,C}	–
			6528,352 ^D			0,19529 ^D			3,06(7) ^D	
4f ¹⁴ 8d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	6100,946 ^{B,C}	–	–	0,01493 ^{B,C}	–	–	2,68(6) ^{B,C}	–
			6605,049 ^D			0,01379 ^D			2,11(6) ^D	
4f ¹⁴ 6g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	7563,324 ^{B,C}	–	–	0,04157 ^{B,C}	–	–	4,85(6) ^{B,C}	–
			8354,196 ^D			0,03764 ^D			3,60(6) ^D	
4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	12640,865 ^{B,C}	–	–	0,31921 ^{B,C}	–	–	1,33(7) ^{B,C}	–
			15016,859 ^D			0,26871 ^D			7,95(6) ^D	
4f ¹⁴ 9d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	12815,419 ^{B,C}	–	–	0,02249 ^{B,C}	–	–	9,13(5) ^{B,C}	–
			15264,038 ^D			0,01888 ^D			5,40(5) ^D	
4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	16980,382 ^{B,C}	–	–	0,49764 ^{B,C}	–	–	1,15(7) ^{B,C}	–
			21563,312 ^D			0,39188 ^D			5,62(6) ^D	
4f ¹⁴ 10d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	40846,319 ^{B,C}	–	–	14,3879 ^{B,C}	–	–	5,75(7) ^{B,C}	–
			83583,352 ^D			7,03122 ^D			6,71(6) ^D	
4f ¹⁴ 10d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{5/2} ^o	–	42057,450 ^{B,C}	–	–	0,99811 ^{B,C}	–	–	3,76(6) ^{B,C}	–
			88807,818 ^D			0,47268 ^D			4,00(5) ^D	
4f ¹⁴ 5d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2} ^o	–	691,053 ^{A,B,C}	691,05 ^a	–	0,16411 ^{A,B,C}	0,084 ^a	–	2,29(9) ^{A,B,C}	1,17(9) ^a
			698,396 ^D			0,16238 ^D			2,22(9) ^D	
4f ¹⁴ 6d ² D _{5/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2} ^o	–	1659,837 ^{A,B,C}	1659,84 ^a	–	0,15448 ^{A,B,C}	0,141 ^a	–	3,74(8) ^{A,B,C}	3,42(8) ^a
			1678,587 ^D			0,15275 ^D			3,62(8) ^D	
4f ¹⁴ 7d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2} ^o	–	3292,349 ^{A,B,C}	3291,40 ^a	–	0,19889 ^{A,B,C}	0,194 ^a	–	1,22(8) ^{A,B,C}	1,20(8) ^a
			3333,902 ^D			0,19641 ^D			1,18(8) ^D	

Tablo A.16. Devam

Geçişler		λ			gf			gA_{ki}		
Alt seviye	Üst seviye	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer	Bu çalışma		Diğer
		MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar	MCHF+BP	HFR	çalışmalar
4f ¹⁴ 5g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	4124,026 ^{A,B,C}	4122,85 ^a	–	0,00584 ^{A,B,C}	0,006 ^a	–	2,29(6) ^{A,B,C}	2,50(6) ^a
			4147,041 ^D			0,00581 ^D			2,25(6) ^D	
4f ¹⁴ 8d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	6096,910 ^{B,C}	–	–	0,29873 ^{B,C}	–	–	5,36(7) ^{B,C}	–
			6601,752 ^D			0,27588 ^D			4,22(7) ^D	
4f ¹⁴ 6g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	7557,122 ^{B,C}	–	–	0,00154 ^{B,C}	–	–	1,80(5) ^{B,C}	–
			8348,923 ^D			0,00139 ^D			1,33(5) ^D	
4f ¹⁴ 6g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	7557,637 ^{B,C}	–	–	0,05393 ^{B,C}	–	–	6,30(6) ^{B,C}	–
			8349,617 ^D			0,04882 ^D			4,67(6) ^D	
4f ¹⁴ 9d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	12797,623 ^{B,C}	–	–	0,45043 ^{B,C}	–	–	1,83(7) ^{B,C}	–
			15246,442 ^D			0,37809 ^D			1,08(7) ^D	
4f ¹⁴ 7g ² G _{7/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	16949,152 ^{B,C}	–	–	0,01847 ^{B,C}	–	–	4,29(5) ^{B,C}	–
			21528,212 ^D			0,01454 ^D			2,09(5) ^D	
4f ¹⁴ 7g ² G _{9/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	16950,448 ^{B,C}	–	–	0,64623 ^{B,C}	–	–	1,50(7) ^{B,C}	–
			21530,949 ^D			0,50875 ^D			7,32(6) ^D	
4f ¹⁴ 10d ² D _{3/2}	4f ¹⁴ 9f ² F _{7/2}	–	41866,387 ^{B,C}	–	–	20,0534 ^{B,C}	–	–	7,63(7) ^{B,C}	–
			88215,472 ^D			9,51717 ^D			8,16(6) ^D	

^aBiémont ve çalışma arkadaşları [135]

ÖZGEÇMİŞ

Betül KARAÇOBAN, 25.03.1982 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Şanlıurfa'da, lise öğrenimini Sakarya'da tamamladı. 2000'de Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nü kazandı. 2001'de çift anadal olarak Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü'nde öğrenim görmeye başladı. 2003–2004 öğretim yılında Sakarya Üniversitesi Lisans Birincisi olarak mezun oldu. 2004–2006'da Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim dalında Yüksek Lisansı bitirdi. 2005 yılında Sakarya Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2006'da Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim dalında Doktora çalışmasına başladı. Halen aynı üniversitede Doktora öğrenimine ve görevine devam etmektedir.