



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI OKSİJEN BENZERİ İYONLARDA ATOMİK YAPI HESAPLAMALARI

Mustafa TEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fizik Anabilim Dalı

Ağustos-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI OKSİJEN BENZERİ İYONLARDA ATOMİK YAPI HESAPLAMALARI

Mustafa TEKİN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Gültekin ÇELİK

2019, 112 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Gültekin ÇELİK
Doç. Dr. Şule ATEŞ
Doç. Dr. Murat YILDIZ

Bu tez çalışmasında, Oksijen benzeri Flor (F II), Neon (Ne III) ve Sodyum (Na IV) için elektrik dipol geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teori kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki deneysel ve teorik sonuçlarla karşılaştırılmış, iyi bir uyum gözlenmiştir. Ayrıca bazı geçişler için literatürde bulunmayan geçiş olasılığı, osilatör şiddeti ve uyarılmış seviyelerin yaşam süresi değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: En zayıf bağlı elektron potansiyel model teori, geçiş olasılığı, oksijen benzeri iyonlar, osilatör şiddeti, yaşam süresi

ABSTRACT

MS THESIS

ATOMIC STRUCTURE CALCULATIONS IN SOME OXYGEN LIKE IONS

Mustafa TEKİN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN DEPARTMENT OF PHYSICS

Advisor: Prof. Dr. Gültekin ÇELİK

2019, 112 Pages

Jury
Prof. Dr. Gültekin ÇELİK
Assoc. Prof. Dr. Şule ATEŞ
Assoc. Prof. Dr. Murat YILDIZ

In this study, the electric dipole transition probabilities, oscillator strengths and lifetimes of excited levels for oxygen like Fluorine (F II), Neon (Ne III) and Sodium (Na IV) have been calculated. In the calculations, the weakest bound electron potential model (WBEPM) theory have been used. The obtained results are compared to the theoretical and experimental data in the literature and a good agreement has been observed. Moreover, the transition probability, the oscillator strength and the lifetime values of excited levels not exciting in literature for some transitions have been obtained.

Keywords: Weakest bound electron potential model theory, transition probability, oxygen like ions, oscillator strength, lifetime

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Bu çalışmada, oksijen benzeri bir kez iyonlaşmış Flor (F II), iki kez iyonlaşmış Neon (Ne III) ve üç kez iyonlaşmış Sodyum (Na IV) için izinli enerji seviyeleri arasındaki geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teori kullanılarak hesaplanması ve elde edilen bu sonuçların literatürdeki verilerle karşılaştırılması üzerinde durulmuştur.

Tez konusunun belirlenmesinden tezin son aşamasına gelene kadar bana yol gösteren, değerli bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Gültekin ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmamın tamamlanması için yoğun çaba gösteren ve hayatımın her alanında olduğu gibi bu süreçte de her konuda yanımda olan sevgili eşim R. Gizem TEKİN'e çok teşekkür ederim.

Bu çalışmayı sevgili eşime ve kızıma ithaf ediyorum.

Mustafa TEKİN
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **iv**

İÇİNDEKİLER ..... **v**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2.1. Bir Kez İyonlaşmış Flor (F II) İle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar 3
2.2. İki Kez İyonlaşmış Neon (Ne III) İle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar 5
2.3. Üç Kez İyonlaşmış Sodyum (Na IV) İle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar 6

3. MATERYAL VE YÖNTEM **9**

3.1. Işımalı Geçişler 9
3.1.1. Kendiliğinden geçişler 10
3.1.2. Soğurma geçişleri 12
3.1.3. Uyarılmış geçişler 13
3.2. Elektrik Dipol Geçiş 15
3.2.1. Elektrik dipol geçiş olasılığı 17
3.2.2. Elektrik dipol osilatör şiddeti 19
3.2.3. Elektrik dipol çizgi şiddetleri 21
3.2.3.1. LS çiftleniminde gösterim 22
3.2.3.2. LK çiftleniminde gösterim 24
3.2.3.3. JK çiftleniminde gösterim 25
3.2.3.4. JJ çiftleniminde gösterim 26
3.2.4. Elektrik dipol seçim kuralları 26
3.3. Uyarılmış Seviyelerin Yaşam Süreleri 36
3.4. En Zayıf Bağlı Elektron Potansiyel Model (WBEPM) Teori 37

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **43**

4.1. Bir Kez İyonlaşmış Flor (F II) İle İlgili Yapılan Hesaplamalar 44
4.2. İki Kez İyonlaşmış Neon (Ne III) İle İlgili Yapılan Hesaplamalar 45
4.3. Üç Kez İyonlaşmış Sodyum (Na IV) İle İlgili Yapılan Hesaplamalar 45

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **46**

5.1 Sonuçlar 46
5.2 Öneriler 46

KAYNAKLAR **48**

EKLER 53

EK-1 F II için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri 53
EK-2 Ne III için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri 70
EK-3 Na IV için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri 97

ÖZGEÇMİŞ 112

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A_{ji}	:	Kendiliğinden geçişin Einstein katsayısı (Hz)
B_{ij}	:	Soğurma için Einstein katsayısı (Hz)
B_{ji}	:	Uyarılmış geçişin Einstein katsayısı (Hz)
a_{ji}	:	Birim zaman başına geçiş olasılığı (Hz)
$\vec{D}$	:	Elektrik dipol moment
$(E_j - E_i)$	:	Geçiş enerjisi (cm^{-1})
f_{ji}	:	Osilatör şiddeti
$l*$	:	Etkin yörünge açısal momentum kuantum sayısı
$n*$	:	Etkin baş kuantum sayısı
S_{ji}	:	Elektrik dipol geçişler için çizgi şiddeti
$Z*$	:	Etkin çekirdek yükü
Z_{ji}^{ken}	:	Kendiliğinden geçişlerin sayısı
$Z_{ij}^{soğ}$	:	Soğurulan fotonların sayısı
Z_{ji}^{uy}	:	Uyarılmış geçişlerin sayısı
τ_j	:	Yaşam süresi (s)

Kısaltmalar

E1	:	Elektrik dipol
E2	:	Elektrik kuadropol
F II	:	Bir kez iyonlaşmış Flor
HF	:	Hartree-Fock
M1	:	Manyetik dipol
M2	:	Manyetik kuadropol
MCDF	:	Multikonfigürasyonel Dirac-Fock
MCHF	:	Multikonfigürasyonel Hartree-Fock
Na IV	:	Üç kez iyonlaşmış Sodyum
Ne III	:	İki kez iyonlaşmış Neon
NCA	:	Nümerical Coulomb Yaklaşımı
NIST	:	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
NRHF	:	Non-Relativistik Hartree-Fock
WBEPMT	:	En Zayıf Bağlı Elektron Potansiyel Model Teori

1. GİRİŞ

Atomik ve iyonik sistemlerin izinli ve yasak enerji seviyeleri arasındaki geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri gibi spektroskopik parametreler astrofizik, plazma fiziği ve füzyon araştırmaları gibi konularda oldukça önemlidir. Bu parametrelere ait veriler güneş koronası ve kromosfer spektrumlarında bulunan elementlerle ilgili önemli bilgiler içermektedir. Bununla birlikte yıldız atmosferlerinin modellenmesinde bu veriler oldukça kullanışlıdır.

Çeşitli yıldızlar ve güneşten gelen birçok izinli ve yasak çizgi içeren spektrumların incelenmesi için enerji değerleri, osilatör şiddetleri ve geçiş olasılıkları gibi doğru teorik atomik verilere ihtiyaç vardır. Gökbilimciler için deneysel veriler kadar teorik veriler de oldukça önemlidir.

Son zamanlarda oksijen benzeri iyonlara ait geçişlere önem verilmektedir. Çeşitli yüksek sıcaklık plazmalarında düşük ve orta atom ağırlıklı oksijen benzeri iyonların varlığı bilinmektedir. Bu nedenle yüksek sıcaklık araştırmalarında O-benzeri izoelektronik dizilerin spektrumları çok önemlidir. Bununla birlikte O-benzeri iyonların bazı yasak geçiş çizgileri yıldızlar, gezegen nebulaları, H II bölgeleri ve novalar gibi çeşitli astrofiziksel nesnelerde gözlemlenmektedir. Neon helyumdan sonra evrende en bol bulunan nadir gaz olduğundan dolayı birçok astrofiziksel olayda önemli bir rol oynamaktadır. Neon iyonlarının elektron etkili uyarılmaları astrofizik ve laboratuvar plazma modellemelerinde sıcaklık ve yoğunluk tanılamalarında önemli bir süreçtir. Örneğin, kontrollü manyetik fisyonda plazmayı soğutmak için tokamak kenarlarına Neon gazı gönderilmektedir. Ne III' ün bazı geçişlerine ait şiddet oranları Güneş atmosferinin kromosfer ve korona arasında bulunan solar geçiş bölgesinde (20.000K – 10.000.000K) elektron yoğunluğunun belirlenmesinde kullanılabilir. Koronayı ısıtan ve güneş rüzgârlarına güç veren tüm enerji güneş atmosferinin bu bölgesinden geçer.

Oksijene benzeyen hafif atomların hem elektrik kuadropol (E2) geçişlere hem de manyetik dipol (M1) geçişlere ait spektrumların doğru verileri birçok alanda kullanılmaktadır. Bu nedenle literatürde enerji seviyelerini ve geçiş olasılıklarını mümkün olan en yüksek hassasiyette hesaplayabilecek çeşitli ab initio yöntemler kullanılmaktadır. O-benzeri iyonların spektrumlarını çalışmak için diğer bir sebep bu tip iyonların enerji seviyeleri çok elektronlu sistemlerde relativistik ve kuantum elektrodinamik ve relativistik etkilerin anlaşılması için önemli olan M1 ve E2 geçişlerin enerji kaymaları hakkında önemli bilgiler içermesidir. Aynı zamanda O-benzeri

iyonlarla ilgili çalışılmaların artması çok elektronlu sistemlerle ilgili hesaplamalar ve kuantum mekanik teorinin geliştirilmesinde oldukça yararlı bilgiler verebilir. Elektron konfigürasyonu oksijene benzeyen iyonlara izoelektronik seriler denilmektedir. Osilatör şiddetleri hakkındaki verilerin düzenlenmesi ve değerlendirilmesi için izoelektronik diziler boyunca sistematik verilerin analizi uygun ve etkili bir yoldur. Normal bir durumda, geçişlerin osilatör şiddetleri atom sayısı Z ile düzgün bir şekilde değişirken izafiyetin konfigürasyon etkileşiminin ve seviye çakışmalarının etkisiyle bir izoelektronik seri boyunca osilatör şiddetleri önemli ölçüde değişebilir.

Yapılan bu tez çalışmasında elektron konfigürasyonu oksijene benzeyen bir kez iyonlaşmış Flor (F II), iki kez iyonlaşmış Neon (Ne III) ve üç kez iyonlaşmış Sodyum (Na IV) için izinli enerji seviyeleri arasındaki geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teori kullanılarak belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Oksijen benzeri bir kez iyonlaşmış Flor (F II), iki kez iyonlaşmış Neon (Ne III) ve üç kez iyonlaşmış Sodyum (Na IV) ile ilgili literatür taramasında daha önce yapılan çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibidir.

2.1. Bir Kez İyonlaşmış Flor (F II) İle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Rynkun ve ark. (2013), F II ile Kr XXIX arasındaki oksijen benzeri iyonlar için bazı seviyelere ait enerji değerlerini, ağırlıklı osilatör şiddetlerini ve uyarılmış seviyelerin yaşam sürelerini Multikonfigürasyonel Dirac-Fock (MCDF) ve Konfigürasyon etkileşmesi yöntemiyle hesaplamışlardır. Çalışmada E1, M1, E2 ve M2 geçişleri göz önüne alınmış ve valans ve kor-valans etkileşmeleri hesaplamalara dâhil edilmiştir. Hesaplanan enerji değerleri NIST'deki değerlerle karşılaştırılmış ve 600 cm^{-1} den daha küçük farklılıklar gözlenmiştir. Bazı spektrumlarda, önemli ölçüde büyük farklılıklar bulunmasına rağmen Edlén interpolasyon değerleri ile daha iyi bir uyum içinde olduğu görülmüştür.

Calamai ve ark. (2000), F^+ 'daki $2s^2 2p^4\ ^1S_0$ seviyesinin yaşam süresini ölçmüşlerdir. Bir ağır iyon depolama halkasında dolaşan F^+ iyonları popülasyonundan her iki geçişle ilişkili floresans durumları gözlemlenmiştir. F^+ $2s^2 2p^4\ ^1S_0$ seviyesi 420 ± 12 ms'lik kullanım ömürlerinin sonucu teori için bir ölçüt oluşturduğunu söylemişlerdir. Ayrıca hesaplanan ömürler %20'den fazla değişmesine rağmen hesaplanan dallanma fraksiyonları, %4 ve %7'den daha az farklılık göstermiştir. Ölçülen ömrünü ve hesaplanan dallanma fraksiyonlarını kullanarak, geçiş olasılıklarını rapor etmişlerdir.

Raja Sekhar ve ark. (1998), florun beam-foil spektrumu, 216 ile 296 KeV arasında değişen F^+ iyon ışınları kullanılarak 2000 – 4500 Å dalgaboyu bölgesinde kaydedildiğini ve araştırma sırasında gözlemlenen bazı flor spektral çizgilerinin bilinmediğini söylemişlerdir. Bu çalışma ile F II ve F III'ün bazı seviyelerinin birkaçının ortalama yaşam süreleri ilk kez bildirilmiştir.

Schulz Gulde ve Wenzel (1980), spektroskopik yoğunluk ölçümleri, argon ve sülfür heksaflorid karışımında çalıştırılan atmosferik basıncı wall-stabilize ark yöntemi kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Sıcaklık (14.500K – 17.000K), Stark genişlemiş çizgilerin yarı genişliklerinden elde edilen elektron yoğunluğu ($0{,}7 – 1{,}1 * 10^{17}$ cm^{-3}) ile bağlantılı olarak Ar I ve Ar II çizgi yoğunluk ölçümlerinden türetilmiştir. Deneysel F II

/ F I ve S II / S I çizgi geçiş olasılık oranları belirlenmiştir. Yayınlanmış F II yaşam süresi ölçümlerine dayanan F I geçiş olasılıkları için yeni bir mutlak ölçek sunulmuştur.

Knystautas ve ark. (1979), florin beam-foil spektrumu, 1 ile 12 MeV arasında değişen enerjilerde uzak ultraviyolede incelemişlerdir. Dalgalı uyarılmış durumdaki F VII geçişi dâhil olmak üzere 400 ile 1200 Å arasındaki dalga boyunda F VI, VII ve VIII'in 22 çizgisi için özdeşleşme önerilmiştir. F II ile F VIII' de 29 seviyenin ortalama yaşam seviyeleri ölçülmüş ve bunlar diğer ölçümlerle ve mümkün olan yerlerde teorik değerler ile karşılaştırılmıştır.

Pinnington ve ark. (1979), dalga boyu bölgesinde beam-foil tekniğini, 3500 - 4500 Å arasında olan F II' de konfigürasyon $2p^3nl$ olan 10 terimin ömrünü ölçmek ve aynı zamanda kademeli repopülasyonunun etkilerinin üstesinden gelmek için ANDC (Arbitrarily Normalized Decay Curve) yönteminin yararlılığını göstermek için kullanmışlardır. Bu çalışma ile sonuçların teori ve diğer deneysel değerlerle iyi bir uyum içinde olduğu görülmüştür.

Luken ve Sinanoğlu (1976), teorik f değerleri, 1657 ve 1329 Å karbon geçişleri ve 485, 549, 457 ve 513 Å F II geçişleri için rapor etmişlerdir. NCMET (Nonclosed Shell Many Electron Theory) yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmanın sonuçları Hartree-Fock'tan ve önceki literatürdeki diğer değerlerden 2 – 5 faktörlerine kadar farklılık gösterdiği, mevcut olan deneysel değerler, bu çalışmanın sonuçlarıyla iyi bir uyum içinde olduğu görülmüştür.

Pinnington ve ark. (1976), 400 Å – 1000 Å dalga boyunda, F I – F IV'te 16 geçiş için ortalama yaşamları ölçmek için beam-foil tekniğini kullanmışlardır. Son zamanlardaki hesaplamaların, özellikle de korelasyonlu dalga fonksiyonlarını kullananlar için iyi bir uyum elde edilmiştir. 5 izoelektronik diziliş için f değeri eğilimleri ayrıntılı olarak sunulmuştur (F I'de $2p^5\ ^2P^0–2p^43s^2\ D$ ve $2p^5\ ^2P^0–2p^43s\ ^2P$; F II'de $2p^4\ ^3P–2p^33s\ ^3D^0$; F III'de $2p^3\ ^2D^0–2s2p^4\ ^2D$ ve $2p^3\ ^4S^0–2s2p^4\ ^4P$). F I'deki 955 Å çokluğundaki f değeri, aynı zamanda flor miktarının güneş enerjisinden en az 3 kat daha fazla bir oranda yıldızlararası bulutlarda tükendiğini göstermek için bazı yeni uydu verileriyle birlikte kullanılmıştır.

Chin Bing ve Head (1974), F II'de $3p^5$ P (3849 Å), $3p^3$ P (4025 Å), $3d^5\ D^0$ (3504 Å), $3p'^3$ D (4114 Å), $3p'^1$ F (4299 Å) ve $3p'^3$ F (3901 Å) seviyelerinde bilinen iki farklı ışınım süresi ölçümleri elde etmek için iki farklı diferansiyel pompalanmış gaz (gaz hedef ve gözlem odası arasında 104 ile 1 veya daha fazla bir basınç oranına sahip) hedefiyle ion-beam-gas uyarma yöntemi kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu

seviyelerin yaşam süreleri sırasıyla 8.17 ± 0.29, 8.18 ± 0.24, 5.74 ± 0.20, 10.62 ± 0.08, 10.41 ± 0.68 ve 9.45 ± 0.34 ns olarak ölçülmüş. Ek olarak, 3602 – Å F II geçişi ile ilişkili yaşam süresi 4.40 ± 0.27 ns olarak ölçülmüş, orijin seviyesi belirlenememiş (ya $3p''^{3}P$ ya da $3d'^{3}G^{0}$). Verilen belirsizlikler, araçların standart sapmalarının iki katı (~% 95 güven seviyesi) ve mutlak belirsizliklerin % 10'dan az olduğu tahmin edilmiştir.

2.2. İki Kez İyonlaşmış Neon (Ne III) İle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Eser ve Özdemir (2016), iki kez iyonlaşmış oksijen benzeri Neon (Ne III) için bazı enerji seviyelerine ait enerji değerleri, osilatör şiddetleri ve geçiş olasılıklarını Multikonfigürasyonel Dirac-Fock (MCDF) yöntemini temel alan relativistik atomik yapı paketi (GRASP) kodunu kullanarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada hem izinli geçişler hem de yasak geçişler göz önüne alınmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki mevcut teorik ve deneysel değerler ile karşılaştırılmıştır.

Träbert (2012), Ne III, Ar III ve Kr III için izinli ve yasak geçiş oranlarının ve bazı uyarılmış seviyelerin yaşam sürelerinin literatürde bulunan teorik ve deneysel sonuçlarını bir karşılaştırmasının tartışmasını yapmıştır.

Kramida ve Nave (2006), Ne III'ün 277 cm^{-1} ile 490000 cm^{-1} aralığındaki gözlenen tüm spektral çizgilerini derlemiş ve tartışmışlardır. Ne III'e ait 57 görünür bölge ve ultraviyole çizgisi, Fourier dönüşüm spektroskopisi kullanılarak ölçülmüştür. Tüm seviyeler için optimize edilmiş bir seviye şeması, gözlemlenen çizgilerin toplam listesinden elde edilmiştir. Önceki çalışmalara göre, daha önce bilinen 226 Enerji düzeyinin toplamından yaklaşık 180'inin nispi pozisyonları, geliştirilmiş ve hassas olarak belirlenmiştir. Hata akımı ve kovaryans matrisi kavramları, en küçük kareler için optimize edilmiş enerji seviyelerinden elde edilen Ritz dalga boyu standartlarının belirsizliklerini ortaya çıkarmayı sağlayan bir hesaplama algoritmasında uygulanmıştır. Dokuz yeni enerji seviyesi bulunmuş ve aşırı ultraviyole bölgesinde on altı yeni geçiş tespit edilmiştir.

Landi ve Bhatia (2005), Ne III için elektron çarpışma şiddetlerini, enerji seviyelerini, osilatör şiddetlerini ve kendiliğinden yayılan bozunum oranları için hesaplamalar yapmışlardır. Kullanılan konfigürasyonlar 86 ince yapı seviyesine yol açan $2s^{2}2p^{4}$, $2s2p^{5}$, $2p^{6}$, $2s^{2}2p^{3}3s$, $2s^{2}2p^{3}3p$ ve $2s^{2}2p^{3}3d$ konfigürasyonlarıdır. Eksitasyon hızı katsayıları, bir Maxwellian elektron hızı dağılımı varsayılarak elektron sıcaklığının bir fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Uyarım hızı katsayıları ve radyasyon

geçiş hızları kullanılarak, seviye popülâsyonları için istatistiksel denge denklemleri elde edilmiştir.

Träbert ve ark. (2001), Ne III'de $2s^2\ 2p^4\ ^1S_0$ seviyesinin enerjilerini, yaşam süresini ve $2s^2\ 2p^4\ ^3P_1$ seviyesinin manyetik dipol geçişlerini time-resolved yöntemiyle deneysel olarak ölçmüşlerdir. Ölçülen enerjiler literatürdeki değerlerle karşılaştırılmıştır.

Sheng ve ark. (2001), atom numarası 10 ile 32 arasında değişen oksijen benzeri iyonlarda bazı yasak geçiş enerjilerini ve $2s^22p^4$ ($^3P_1$-$^3P_2$) ve $2s^22p^4$ ($^3P_0$-$^3P_1$) seviyeleri arasındaki manyetik dipol geçiş olasılıkları polarizasyon potansiyeli düzeltme yöntemini kullanarak hesaplamışlardır. Bu çalışma ile geçiş enerjileri deneyle iyi bir uyum sergilendiği ve literatürdeki hesaplamalardan çok daha iyi olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar aynı zamanda merkezi alan yaklaşımında dinamik ve dinamik olmayan etkilerle başa çıkmak için kutuplaşma potansiyelinin dipol genişlemesinin kullanılması ile mümkün olduğunu göstermiştir. Polarize edilebilirlik ve kesme yarıçapının atomik sayı ile ilişkisi tartışılmıştır.

2.3. Üç Kez İyonlaşmış Sodyum (Na IV) İle İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Deng ve ark. (2012), Na II'den Na X'a kadar Kαx-ışınları için geçiş dalga boylarını, elektrik-dipol geçiş olasılıklarını, çizgi kuvvetlerini ve absorpsiyon osilatör şiddetlerini hesaplamak için Multikonfigürasyonel Dirac-Fock (MCDF) ve relativistik konfigürasyon etkileşimi yöntemlerini kullanmışlardır. Ayrıca Breit etkileşimi, sonlu nükleer kütle düzeltmeleri ve kuantum elektrodinamik düzeltmelerinin ilk ve son seviyeye olan katkıları da dikkate alınmıştır. Na IX ve Na X için mevcut değerler önceki teorik ve deneysel sonuçlarla iyi bir uyum içinde olduğu görülmüştür ve Na II ile Na VIII için yeni veriler hız oranının uzunluk oranına göre karşılaştırılmasıyla güvenilir olarak belirlenmiştir.

Palmeri ve ark. (2012), izonükleer dizilerin (F, Na, P, Cl, K, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Cu ve Zn) K-boşluk seviyeleri için seviye enerjilerini, geçiş dalga boylarını, A değerlerini, ışımalı ve Auger genişliklerini ve floresans verimleri ile ilgili eksiksiz veri kümelerini, Cowan'ın atomik yapı bilgisayar paketinde uygulanan göreceli düzeltmeleri içeren bir Hartree-Fock (HF) yöntemi ile hesaplamışlardır. Üç milyondan fazla ince yapı K çizgisi için atomik parametreler belirlenmiştir. Güvenilir doğruluk oranlarını

hesaplamak için $N \leq 9$ iyonları için mevcut ölçümler ve teorik verilerle detaylı karşılaştırmalar yapılmıştır.

Sansonetti (2008), sınıflandırmalar ve belirsizlikler olan enerji seviyelerini, nötr atomun spektrumları ve tüm pozitif sodyum iyonları (Z = 11) için derlemiştir. Sınıflandırmalara, yoğunluklara ve geçiş olasılıklarına sahip dalga boyları da tablo halinde gösterilmiştir. Ayrıca, taban durumları ve iyonizasyon enerjileri listelenmiştir. Mevcut olduğunda, aşırı ince yapı sabitleri ve enerji seviyelerinin önde gelen bileşenlerinin yüzdeleri dâhil edilmiştir. Sodyumun tüm iyonlaşma aşamaları için, en azından bazı deneysel veriler mevcuttur. Ancak sadece birkaç geçiş ölçüldüğü için, izoelektronik uydurma ile elde edilen teorik hesaplamalar veya değerler rapor edilmiştir.

Landi (2005), atom numarası Z = 11 – 30 olan O-benzeri elementler için geçiş oranlarını hesaplamıştır. Enerji seviyeleri, osilatör şiddetleri ve A değerleri, n = 2 kompleksindeki tüm geçişler için hesaplanarak mevcut olduğu durumlarda önceki hesaplarla karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar üstyapı kodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ilk kez mevcut tüm literatürdeki çeşitli boşlukları dolduran, dikkate alınan tüm iyonlar için çizgi yaymalarının ve sentetik spektrumların hesaplanması için gerekli olan kendinden tutarlı ve eksiksiz bir A değerleri seti sağlamıştır.

Fischer ve ark. (1998), Multikonfigürasyonel Dirac-Fock (MCDF) sonuçları, Z = 9,…,18 için oksijen benzeri dizilerde geçişleri hem geçiş enerjilerini hem de geçiş oranlarını dahil ederek raporlamışlardır.

Nandi ve ark. (1995), Na II'de $2p^5 4f$, Na III'de $2p^4 5g$ ve Na IV'de $2p^3 6h$ gibi birçok yüksek seviyeli yapıların beam-foil spektroskopik çalışmaların sonuçları ile Multikonfigürasyonel Dirac-Fock (MCDF) yöntemine dayanan hesaplamaları karşılaştırarak önermişlerdir. Bu seviyelerin göreceli uyarılma fonksiyonları, karşılık gelen şarj durumunda düşük seviyeli iyon seviyelerine benzer davranış göstermiş. Bu yüksek seviyelerin yaşam süreleri belirlenmiş ve teorik tahminlerle ve mümkün olan yerlerde daha önce ölçülen değerler ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile ilk defa bu tür seviyelerin yaşam sürelerinin ölçülmesi rapor edilmiştir.

Vilkas ve ark. (1994), oksijen benzeri izoelektronik dizilerde $1s^2 2s^2 2p^4$, $1s^2 2s 2p^5$ ve $1s^2 2p^6$ konfigürasyonları arasındaki seviyelerde elektrik dipol (E1) geçişleri dikkate almışlardır. Etkili Hamiltoniyenin ikinci dereceden durağan pertürbasyon teorisi kabul edilmiştir. Göreceli düzeltmeler Breit-Pauli yaklaşımına dâhil edilmiştir. E1 geçiş enerjileri, çizgi kuvvetleri, osilatör şiddetleri, olasılıklar ve çeşitli yaklaşımlarda elde

edilen yaşam süreleri deneysel değerlerle ve Z = 10 – 26 için diğer teorik hesapların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Gaigalas ve ark. (1994), $1s^2 2s^2 2p^4$, $1s^2 2s 2p^5$ ve $1s^2 2p^6$ konfigürasyonları arasındaki enerji spektrumlarının yanı sıra oksijen izoelektronik dizisindeki elektrik kuadropol (E2) ve manyetik dipol (M1) geçişleri göz önüne almışlardır. Durağan ikinci mertebeden many-body pertürbasyon teorisi (MBPT) elektron korelâsyonlarını açıklamak için kullanılmıştır. Göreceli düzeltmeler Breit-Pauli yaklaşımına dâhil edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Işımalı Geçişler

Işımalı geçişler; bir atomun bağlı seviyeleri arasında foton soğurarak ya da foton salarak meydana gelir. Daha geniş anlamda foton soğurarak bir üst seviyeye yani uyarılmış seviyeye ya da foton salınımı ile bir alt seviyeye geçtiğinde gerçekleşir. Bir X atomu için bu süreç aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$X + h\nu = X^* \tag{3.1}$$

X^*'deki üst simge uyarılmış seviyeyi belirtmektedir. Uyarılmış seviyeler temel seviyelere göre sonlu yaşam süresine sahiptirler. Işımalı süreçler bir spektrumdaki salma ve soğurma çizgilerini ifade eder. Gözlemlenen salma ve soğurma çizgilerinin şiddeti atomun iç özellikleri ile atomik sistemin yer aldığı dış ortam şartlarına bağlıdır. Bir spektrumu analiz edebilmek için gözlemlenen özelliklerin niteliksel doğası ile ölçülen nicel şiddetleri anlaşılması gerekir (Pradhan ve Nahar, 2011; Gökçe, 2013).

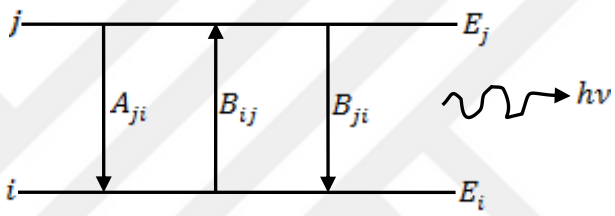
Spektral oluşumu laboratuvar şartlarındaki astrofiziksel şartlarda karşılaşılan durumdan genellikle farklıdır. Astrofiziksel veya spektroskopik deyimde geçişler genellikle "izinli", "yasak" ya da "iç sistem" olarak sınıflandırılır. Örneğin birçok astrofiziksel kaynakta gözlemlenen en önemli çizgilerden bazıları "yasak" olarak sınıflandırılır. Ancak bunun tam olarak anlamının bilinmesi için fiziksel temellerinin yanında geçişin her bir tipinin şiddetini belirleyen kuantum mekaniksel kuralları iyi anlamak gerekir. "Yasak geçiş" demek tam olarak geçişin olmadığı anlamına gelmez. Yasak geçişlerin büyüklük derecesi izinli çizgilere göre çok küçüktür. Bu yüzden laboratuvar ortamında yasak çizgiler izinli çizgilerden çok daha zayıf olduğu görülmüştür. Fakat birçok astrofiziksel kaynaklarda özellikle H II bölgesinde (gazlar, nebula, süpernova kalıntıları, yıldızlar arası ortam) düşük olasılığa sahip olmalarına rağmen yasak geçişler çok daha baskındır (Pradhan ve Nahar, 2011; Özarslan, 2012).

Atomun kuantum enerji seviyeleri arasındaki geçişler kendiliğinden oluşabileceği gibi dış elektromanyetik alanın uyarması ile de oluşabilir. Böyle durumlarda dış elektromanyetik alan atomik sistemi pertürbe etmektedir denir. Dış alanla etkileşimde bulunan atomik sistemin enerjileri E_i ve E_j olan iki seviyeyi göz

önüne alalım. Seviyelerin enerjilerinin $E_j > E_i$ şeklinde ise bu seviyeler arasındaki geçiş enerjisi;

$$E_{ji} = E_j - E_i = h\nu_{ji} \tag{3.2}$$

şeklinde verilir. $j \rightarrow i$ geçişinde $h\nu_{ji}$ fotonu yayınlanır. $i \rightarrow j$ geçişinde ise foton enerjisi soğrulur. Bu iki seviye arasında üç türlü geçiş gözlemlenir. Bunlar kendiliğinden geçişler, uyarılmış geçişler ve soğurma geçişleridir. Şekil 3.1.'deki A ve B'ler bu geçişlerin olasılık katsayıları (Einstein Katsayıları) olarak adlandırılmaktadır (Aygün ve Zengin, 1998).



Şekil 3.1. Bir atomda olası geçişler ve Einstein Katsayıları

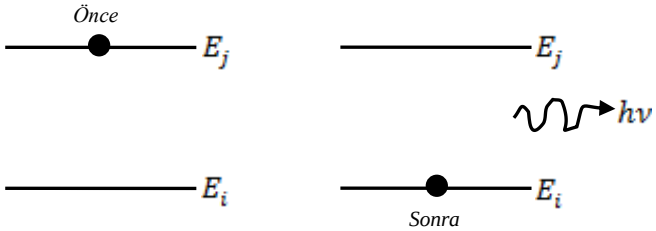
A_{ji}: Kendiliğinden ışıma olasılığı katsayısı

B_{ij}: Uyarma ile soğurma olasılığı katsayısı

B_{ji}: Uyarma ile ışıma olasılığı katsayısı

3.1.1. Kendiliğinden geçişler

Kendiliğinden geçiş, atomun uyarılmış durumdan denge durumuna geçmesiyle meydana gelir. Atomun uyarılmış durumdan düşük enerjili seviyeye kendiliğinden geçişi dış etkilere bağlı olmadan ortaya çıkan ve üst seviyede kalma süresine bağlı bir durumdur.



Şekil 3.2. Kendiliğinden geçişler

Şekil 3.2.'de gösterilen kendiliğinden geçişe karşılık gelen dalga sayısı,

$$\sigma_{ji} = \frac{1}{\lambda_{ji}} = \frac{(E_j - E_i)}{hc} \tag{3.3}$$

şeklinde yazılır ve birimi kayser (cm^{-1})'dir. Birim zaman başına geçiş olasılığı a_{ji} ile gösterilir. Toplam açısal momentumu J_i olan bir atomda M_i manyetik kuantum sayısının $2J_i + 1$ tane olası değerine karşılık gelen E_i enerjisinin $g_i = 2J_i + 1$ tane dejenere kuantum durumu vardır. Einstein kendiliğinden yayma geçiş olasılığı oranı bir j durumundan i enerjili her g_i durumuna geçiş yapan bir atomun birim zaman başına toplam olasılığı olarak tanımlanır ve

$$A_{ji} = \sum_{M_i} a_{ji} \tag{3.4}$$

şeklinde yazılır. (Einstein, 1917; Çelik, 2005; Doğan, 2013).

Birim hacimde N sayıda aynı tür atom olduğunu varsayalım. Bu atomlar çeşitli kuantum hallerine göre (uyarılmış enerji seviyelerine göre) dağılmıştır. Birim zamanda, birim hacimde $j \rightarrow i$ kendiliğinden geçişlerin sayısı, j seviyesinde birim hacimdeki atomların sayısı N_j ile orantılı olacaktır. Yani Denk. (3.5)'deki gibi yazılabilir.

$$Z_{ji}^{ken} = A_{ji} N_j \tag{3.5}$$

Denk. (3.5)'den kendiliğinden geçiş olasılığı,

$$A_{ji} = \frac{Z_{ji}^{ken}}{N_j} \tag{3.6}$$

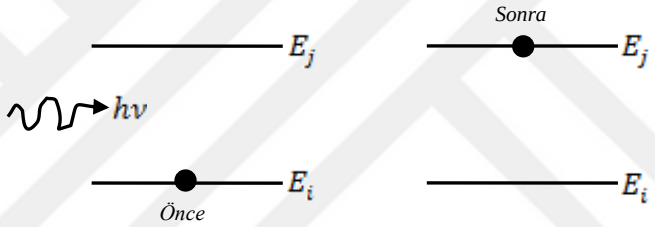
olacak şekilde yazılabilir.

Sonuç olarak A_{ji} ifadesi orantı katsayısıdır. Yani $j \rightarrow i$ kendiliğinden geçişin Einstein katsayısı olarak adlandırılır. Bu geçişler tesadüfî olaylar olduğundan verilen bir hacim elemanındaki çeşitli atomlar çeşitli anlarda ve birbirlerine bağlı olmadan enerji yayınlarlar. Kendiliğinden yayınlama istenilen yönde aynı olasılıkla meydana gelir. Dolayısıyla kendiliğinden yayınlama monokromatik olmayan, yönlendirilmemiş ve

polarize olmamış yayınlama olarak ifade edilebilir. Görüldüğü gibi $j \rightarrow i$ kendiliğinden geçiş olasılığı A_{ji}, birim zamanda, birim hacimde j uyarılmış halde olan E_j enerjili bir atoma karşılık gelen, kendiliğinden yayınlanan ν_{ji} frekanslı fotonların sayısıdır. Kendiliğinden geçişlerin Einstein katsayısının birimi ise zaman biriminin tersidir. Yani; s^{-1} şeklindedir (Tektunalı ve Kuli - Zade, 1995; Tekeli, 2009).

3.1.2. Soğurma geçişleri

Atomlar üzerlerine düşen ışık fotonlarını soğurarak alt seviyelerden üst seviyelere geçebilirler. Bu iki seviye arasındaki soğurma geçişi Şekil 3.3.'deki gibi gösterilir.



Şekil 3.3. Soğurma geçişleri

Birim hacimde, birim zamanda $i \rightarrow j$ geçişinde soğurulan fotonların sayısı, i seviyesindeki atomların sayısı N_i ve dış radyasyon alanının spektral yoğunluğu ρ_{ij} ile orantılı olacaktır. Yani Denk. (3.7)'deki gibi yazılabilir.

$$Z_{ij}^{soğ} = B_{ij} N_i \rho_{ij} \tag{3.7}$$

Denk. (3.7)'den soğurma geçişi için Einstein katsayısı,

$$B_{ij} = \frac{1}{\rho_{ij}} \cdot \frac{Z_{ij}^{soğ}}{N_i} \tag{3.8}$$

ve soğrulan geçişin olasılığı,

$$B_{ij}\rho_{ij} = \frac{Z_{ij}^{soğ}}{N_i} \tag{3.9}$$

olacak şekilde yazılabilir.

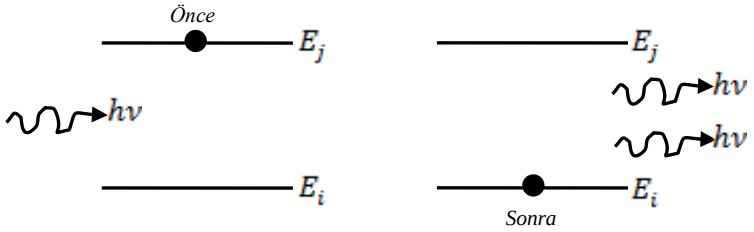
Sonuç olarak; B_{ij} ifadesi orantı katsayısıdır. Yani $i \rightarrow j$ soğurma için Einstein katsayısı olarak adlandırılır. Soğurma geçişlerinin sayısı dış radyasyon alanının spektral yoğunluğuna bağlıdır. Bu nedenle soğurma uyarılmış bir haldedir. Dış radyasyon alanı olmazsa soğurma geçişleri meydana gelmez. Görüldüğü gibi $i \rightarrow j$ soğurma geçişi için Einstein katsayısı; birim hacimde, birim zamanda i uyarılmış halinde olan bir atoma ve ν_{ji} frekansında birim radyasyon yoğunluğuna karşılık gelen $i \rightarrow j$ soğurma geçişlerinin sayısıdır. Aynı $i \rightarrow j$ geçişin olasılığı ise birim zamanda, birim hacimde i uyarılmış halinde olan bir atoma karşılık gelen $i \rightarrow j$ geçişlerinin sayısıdır (Tektunalı ve Kuli - Zade, 1995; Tekeli, 2009).

3.1.3. Uyarılmış geçişler

1917'de Einstein ilk kez bir üçüncü olasılık olarak, enerjisi $h\nu$ olan bir fotonun E_j durumundan E_i durumuna geçişe neden olduğu, uyarılmış yayınlanmaya işaret etti. Uyarılmış yayınlanmada, yayılan ışık dalgaları gelenlerle tam olarak aynı fazdadır. Dolayısıyla sonuç şiddetlenmiş bir uyumlu ışık hüzmesidir. Einstein uyarılmış yayınlanmanın etkisiyle soğrulma ile aynı olasılığa sahip olduğunu gösterdi. Yani $h\nu$ enerjili bir fotonun, daha yüksekteki E_j durumundaki bir atom üzerine düştüğünde, enerjisi $h\nu$ olan bir diğer fotonun yayınlanmasına sebep olma olasılığı ile daha düşük E_i durumundaki bir atom üzerine düştüğündeki soğrulma olasılığı aynıdır.

Uyarılmış yayınlanma yeni, alışılmışın dışında kavramlar içermemektedir. Benzer bir durum bir harmonik salınıcıya, örneğin bir sarkaca periyodu doğal titreşim periyodu ile aynı olan bir sinüsoidal kuvvet uygulandığında gerçekleşir. Uygulanan kuvvet, sarkacın salınımları ile tam olarak aynı fazda ise, salınımların genliği büyür. Bu uyarılmış soğurmaya karşılık gelir. Fakat eğer uygulanan kuvvet, sarkaç salınımları ile 180°'lik bir faz farkına sahipse, salınımların genliği küçüktür. Bu ise uyarılmış yayınlanmaya karşılık gelir (Beiser, 2008).

İki seviye arasında uyarılmış geçiş ise şekil 3.4.'deki gibi gösterilir.



Şekil 3.4. Uyarılmış geçişler

Birim hacimde, birim zamanda $j \rightarrow i$ uyarılmış geçişlerinin sayısı, j seviyesindeki atomların sayısı N_j ve dış radyasyon alanının hacim yoğunluğu ρ_{ji} ile orantılıdır. Yani Denk. (3.10)'daki gibi yazılabilir.

$$Z_{ji}^{uy} = B_{ji} N_j \rho_{ji} \tag{3.10}$$

Denk. (3.10)'dan uyarılmış geçişi için Einstein katsayısı,

$$B_{ji} = \frac{1}{\rho_{ji}} \cdot \frac{Z_{ji}^{uy}}{N_j} \tag{3.11}$$

ve uyarılmış geçişin olasılığı,

$$B_{ji}\rho_{ji} = \frac{Z_{ji}^{uy}}{N_j} \tag{3.12}$$

olacak şekilde yazılabilir.

Sonuç olarak; B_{ji} ifadesi orantı katsayısıdır. Yani $j \rightarrow i$ uyarılmış geçişinin Einstein katsayısı olarak adlandırılır. Bu uyarılmış geçişlerde yayınlanan fotonların ve bu yayınlamaya neden olan fotonların frekansı, fazı, yayılma yönü ve polarizasyonu tamamıyla aynıdır. Buna göre uyarılmış yayınlama; monokromatik, koherent, yönlenmiş ve polarize olmuştur. Bu nedenle uyarılmış yayınlamada uyarılmış geçişlere neden olan bir dış elektromanyetik radyasyonun şiddeti, geçiş ile birlikte artar. Yani radyasyon yayınlayan atomların enerjisi, dış elektromanyetik radyasyona verilir. Uyarılmış yayınlamanın bu özelliği, elektromanyetik dalgaların şiddetlendirilmesinde kullanılır. Görüldüğü gibi $j \rightarrow i$ uyarılmış geçişinin Einstein katsayısı birim hacimde, birim zamanda j uyarılmış haldeki bir atoma ve dış radyasyon alanının bu geçişe

karşılık gelen ν_{ji} frekansında bir radyasyon yoğunluğuna karşılık gelen uyarılmış geçişlerin sayısıdır. Yani $j \rightarrow i$ uyarılmış geçişinin olasılığının birim hacimde, birim zamanda j uyarılmış haldeki bir atoma karşılık gelen uyarılmış geçişlerin sayısıdır (Tektunalı ve Kuli - Zade, 1995; Tekeli, 2009).

Genel olarak; A_{ji}'nin kendiliğinden geçiş olasılığı, birim yayınlama yoğunluğu başına B_{ji}'nin uyarma olasılığı, birim yayınlama yoğunluğu başına B_{ij}'nin soğurma olasılığı olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Soğurulmanın tersi kendiliğinden yayınlama değil, uyarılmış yayınlamadır. Soğurma ve uyarılmış yayınlama dış radyasyon alanının yoğunluğuna bağlıdır; fakat kendiliğinden yayınlama dış radyasyon alanının yoğunluğuna bağlı değildir. Soğurmada yani her bir $i \rightarrow j$ geçişinde dış radyasyon alanında ν_{ij} frekanslı fotonların sayısı bir eksilirken uyarılmış yayınlamada yani $j \rightarrow i$ geçişinde ν_{ji} frekanslı fotonların sayısı bir artar (Tektunalı ve Kuli - Zade, 1995; Tekeli, 2009).

3.2. Elektrik Dipol Geçiş

Bir ψ durumu için r'nin ortalama değerinin kuantum mekaniksel ifadesi,

$$\langle r \rangle = \langle \psi | r | \psi' \rangle \tag{3.13}$$

şeklinde yazılır. ψ ve ψ' gibi farklı iki seviye arasındaki ışımalı geçişleri ele almak için ψ'nin zamana bağlı dalga fonksiyonu olarak,

$$\psi = \psi_0 e^{-iEt/\hbar} \tag{3.14}$$

ifadesi kullanılmalıdır. ψ ve ψ' durumları arasında ışıma zamanı boyunca beklenen değer yani $\langle r \rangle$;

$$\langle \psi | r | \psi' \rangle = \langle \psi_0 | r | \psi'_0 \rangle e^{-iEt/\hbar} \tag{3.15}$$

şeklinde verilir. Işımanın tüm zamanı boyunca Denk.(3.16)'daki beklenen değerin ortalaması ile Denk.(3.17)'deki bozunma oranı elde edilir.

$$\left|\langle\psi\left|r\right|\psi'\rangle\right|^2 = |\langle\psi_0|r|\psi_0'\rangle|^2 \tag{3.16}$$

$$a = \frac{4e^2\omega^4}{3c^3h\nu}|\langle\psi_0|r|\psi'_0\rangle|^2 = \frac{64\pi e^2\nu^3}{3c^3h}|\langle\psi_0|r|\psi'_0\rangle|^2 \tag{3.17}$$

r_i konum vektörü ve a_o Bohr yarıçapı cinsinden tensör operatörü;

$$r_i{}^2 = a_o{}^2\sum_q\left|r_q{}^{(1)}(i)\right|^2 \tag{3.18}$$

şeklinde yazılır.

Birim zamanda $\gamma'J'M'$ uyarılmış bir seviyeden daha düşük enerjili bir γJM seviyeye kendiliğinden yayma elektrik dipol geçiş olasılığı için

$$a = \frac{64\pi^4e^2a_0{}^2\sigma^3}{3h}\sum_q\left|\langle\gamma\mathrm{JM}\left|\mathrm{P_q}^{(1)}\right|\gamma'\mathrm{J'M'}\rangle\right|^2 \tag{3.19}$$

ifadesi yazılabilir. Burada $P_q{}^{(1)}$, atomun elektrik dipol moment operatörüdür ve

$$P_q{}^{(1)} \equiv \sum_{i=1}^{N} r_q{}^{(1)}(i) = \sum_{i=1}^{N} r_i\, C_q{}^{(1)}(i) \tag{3.20}$$

şeklinde yazılır. Elektrik dipol matris elemanının üç alternatif şekli;

$$\langle\gamma\mathrm{JM}|\sum_\mathrm{i}\mathrm{r(i)}\,|\gamma'\mathrm{J'M'}\rangle \tag{3.21}$$

$$2(E'-E)^{-1}\langle\gamma\mathrm{JM}|\sum_\mathrm{i}\nabla_\mathrm{i}\,|\gamma'\mathrm{J'M'}\rangle \tag{3.22}$$

$$2(E'-E)^{-2}\langle\gamma\mathrm{JM}|\sum_\mathrm{i}\nabla_\mathrm{i}\,\mathrm{V}|\gamma'\mathrm{J'M'}\rangle \tag{3.23}$$

olarak verilir (Bethe ve Salpeter, 1957; Cowan 1981; Tekeli, 2009; Özarslan, 2012).

Burada E ve E', γJM ve $\gamma'J'M'$ hallerinin enerjileri (Rydberg olarak), V merkezi alan potansiyel enerjisidir ve tüm uzaklıklar (bunların gradyantı) Bohr birimindedir. Burada Denk. (3.21) ve Denk. (3.22)'deki operatörler sırasıyla klasik momentum ve kuvvettir. Bu üç elektrik dipol matris elemanı sırasıyla uzunluk, hız ve ivme 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 burada $E' - E$ 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 karmaşık değildir ve genellikle bu gösterim hesaplamada kullanılır (Alparslan, 2017).

Wigner-Eckart teoremine göre elektrik dipol matris elemanı;

$$\langle \gamma J M | P_q^{(1)} | \gamma' J' M' \rangle = (-1) \begin{pmatrix} J & 1 & J' \\ -M & q & M' \end{pmatrix} \langle \gamma J || P_q^{(1)} || \gamma' J' \rangle \qquad (3.24)$$

şeklinde yazılır. Burada $\langle \gamma J || P_q^{(1)} || \gamma' J' \rangle$ indirgenmiş matris elemanıdır. Ayrıca $3 - j$ sembolünün özelliklerinden geçişlerin, sadece $(J1J')$'nün üç açı bağıntısını sağlarsa meydana gelebileceği görülür. Yani,

$$\Delta J = J - J' = 0, \pm 1 \quad (J = J' = O \quad \text{izinli değil}) \qquad (3.25)$$

olmalıdır. Ayrıca $-M + q + M' = O$ olmalıdır (Cowan, 1981; Ateş, 2010).

3.2.1. Elektrik dipol geçiş olasılığı

1916 yılında Einstein tarafından madde ve ışık arasındaki etkileşmenin kuantum mekaniksel tanımlanması ile atomik geçiş olasılığı kavramı ortaya atılmıştır. Einstein, enerjileri E_i ve E_j olan uyarılmış iki atomik durum arasında soğurma, salma ve etkilemeli salma gibi üç temel kuantum sürecini göz önüne alarak Planck'ın temel ışıma kanunlarını türetti (Wiese, 2001; Erol, 2016).

Geçiş olasılığı, bir atomun ya da iyonun enerji seviyeleri arasında üst seviyesinde bulunan elektronun alt seviyesine geçişini karakterize eden geçiş şiddeti, geçiş hızı gibi niceliklere bağlı olan bir parametredir ve birimi $Hz\ (s^{-1})$'dir. Geçiş olasılığı, geçişin gözlemlendiği spektral bir çizginin şiddetinin gerçek bir ölçüsüdür.

Geçiş olasılığı birçok durumda A (Einstein) katsayısı olarak adlandırılır (Cowan, 1981; Erol, 2016).

E_j enerjili uyarılmış durumdaki bir atom foton salınımı ile E_i düşük enerjili bir duruma kendiliğinden ışımalı geçiş yapıyorsa dalga sayısı ve enerjisi;

$$\sigma_{ji} = 1/\lambda_{ji} = (E_j - E_i)/hc \tag{3.26}$$

$$h\nu = E_j - E_i \tag{3.27}$$

olacak şekilde yazılabilir.

Bir atomun j durumundan i durumuna böyle bir geçiş yapmasının birim zaman başına olasılığı;

$$a_{ji} = \frac{4w^3 e^2 {a_0}^2}{3\hbar c^3} \tag{3.28}$$

şeklinde yazılır. Frekans ifadesi ve $\hbar$ sabiti;

$$\omega = 2\pi\nu \tag{3.29}$$

$$\hbar = h/2\pi \tag{3.30}$$

olduğundan

$$a_{ji} = \frac{64\pi^4 e^2 {a_0}^2 \sigma^3}{3h} \tag{3.31}$$

olur. i enerji seviyeli $g_i = 2J_i + 1$ durumlarının herhangi birine bir geçiş yapan j durumundaki bir atomun birim zaman başına toplam elektrik dipol geçiş olasılığı;

$$A_{ji} = \frac{64\pi^4 e^2 {a_0}^2 (E_j - E_i)^3}{3h(2J_i+1)} S_{ji} \tag{3.32}$$

şeklinde yazılır.

Fiziksel sabitlerin değerleri Denk.(3.32)'de yerlerine yazıldığında;

$$A_{ji} = \frac{2{,}0261.10^{-6}(E_j - E_i)^3}{(2J_i+1)} S_{ji} \tag{3.33}$$

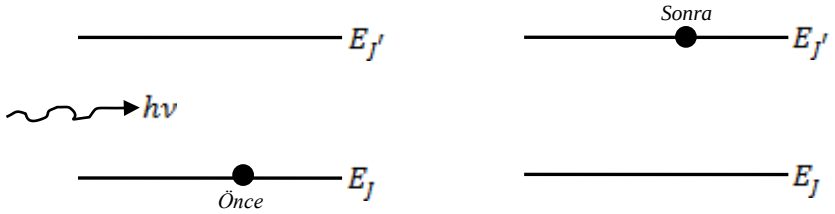
olarak hesaplanır ve birimi s^{-1} dir. Burada $(E_j - E_i)$ geçiş enerjisi ve birimi Kayser (cm^{-1})'dir. S_{ji} ise geçişin söz konusu olduğu seviyeler arasındaki çizgi şiddetidir (Cowan, 1981; Ateş, 2010; Erol, 2016).

3.2.2. Elektrik dipol osilatör şiddeti

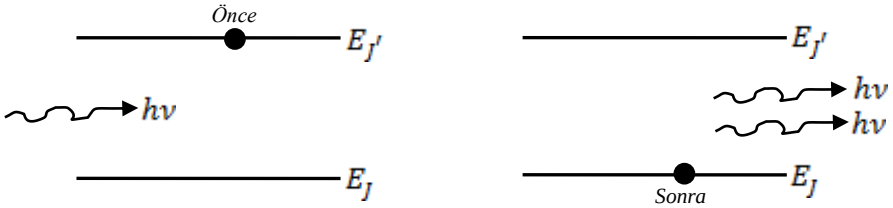
Bir atom ya da molekül bir seviyeden foton soğurabilir ve başka bir seviyeye geçiş yapabilir. Osilatör şiddeti, verilen alt enerji seviyesinden üst enerji seviyesine spektroskopik bir geçiş için soğurmaya karşılık gelen atom başına elektronların sayısı olarak tanımlanabilir. Kuantum mekaniğinde *J* kuantum halinde olan atom çok sayıda başka kuantum hallerine geçebilir. Bu geçişlerin her biri bir osilatör şiddeti olarak karakterize edilir. Osilatör şiddeti, klasik soğurma ve dispersiyon teorisi kökenli olup geçiş olasılığıyla hemen hemen bir uygulama alanı bulmaktadır. Osilatör şiddetini kısaca tanımlamak gerekirse; geçişin şiddetini ifade etmek için kullanılan boyutsuz bir niceliktir (Hilborn, 1982; Ateş, 2010; Özarslan, 2012; Erol, 2016).

Atomlardaki soğurma ve salma olayları elektron geçişleriyle karakterize edilir. Elektron geçişleri, göz önüne alınan iki seviye arasında geçiş hızları, geçiş olasılıkları ve osilatör şiddeti gibi fiziksel niceliklerle tanımlanır.

Atomda bir elektronun geçiş yapabilmesi için iki enerji seviyesi arasında ν frekanslı bir foton yayınlar ya da soğurur. Atomik sistemde iki seviye arasındaki bu elektron geçişi incelendiğinde; E_J alt enerji seviyesinde bulunan bir elektron, $E_{J'}$ üst enerji seviyesine $h\nu$ yani $E_{J'} - E_J$ enerjisine sahip fotonu soğurarak çıkar. Diğer durumda ise $E_{J'}$ üst enerji seviyesinde bulunan bir elektron, foton salarak E_J alt enerji seviyesine inebilir ve $E_J - E_{J'}$ enerjisine sahip foton yayınlamış olur (Doğan, 2013). Bu iki seviye arasındaki elektron geçişleri Şekil 3.5. ve Şekil 3.6.'daki gibi gösterilir.



Şekil 3.5. Alt enerji seviyesinden üst enerji seviyesine elektron geçişi



Şekil 3.6. Üst enerji seviyesinden alt enerji seviyesine elektron geçişi

$\gamma J \rightarrow \gamma' J'$ soğurma geçişi için osilatör şiddeti $S(\gamma J;\gamma' J')$ çizgi şiddetine bağlı olarak,

$$f(\gamma J;\gamma' J') = \frac{8\pi^2 mca_0{}^2}{3h(2J+1)}\sigma S(\gamma J;\gamma' J') = \frac{(E_{J'}-E_J)}{3(2J+1)}S(\gamma J;\gamma' J') \tag{3.34}$$

şeklinde yazılır. $E_{J'} - E_J$ ifadesi, Rydberg birimlerinde geçiş enerjisidir. $(2J+1) = g_J$ ifadesi ise alt seviyenin istatistiksel ağırlığıdır.

$\gamma' J' \rightarrow \gamma J$ yayınlama geçişi için osilatör şiddeti ise $S(\gamma' J';\gamma J)$ çizgi şiddetine bağlı olarak,

$$f(\gamma' J';\gamma J) = -\frac{8\pi^2 mca_0{}^2}{3h(2J'+1)}\sigma S(\gamma' J';\gamma J) = \frac{(E_J-E_{J'})}{3(2J'+1)}S(\gamma' J';\gamma J) \tag{3.35}$$

şeklinde yazılır. $E_J - E_{J'}$ ifadesi, Rydberg birimlerinde geçiş enerjisidir. $(2J'+1) = g_{J'}$ ifadesi ise üst seviyenin istatistiksel ağırlığıdır (Cowan, 1981; Ateş, 2010).

Sonuç olarak; Denk. (3.34)'de verilen soğurma geçişi için osilatör şiddetinin değeri pozitif iken Denk. (3.35)'de verilen yayınlama geçişi için osilatör şiddetinin değeri negatiftir. Denk. (3.34) ve Denk. (3.35)'den yayınlama ve soğurma geçişleri için osilatör şiddetleri arasındaki bağıntı,

$$f(\gamma J;\gamma' J')(2J+1) = -f(\gamma' J';\gamma J)(2J'+1) \tag{3.36}$$

olacak şekilde elde edilir ve buradan

$$f_{JJ'} = -f_{J'J}\frac{g_{J'}}{g_J} \tag{3.37}$$

ifadesi yazılabilir.

3.2.3. Elektrik dipol çizgi şiddetleri

Enerji spektrumunu göz önüne aldığımızda, serbest atomların enerji seviyeleri toplam açısal momentum J manyetik kuantum sayısı M'ye göre dejenere olur. Kendiliğinden elektronik geçiş ifadeleri bu değerlere bağlı değildir (Sobelman, 1979; Özarslan, 2012).

Çizgi şiddeti, hesaplamalarda göz önüne alınan atomik ya da iyonik sistemde geçerli olan çiftlenim durumuna, geçişe iştirak eden elektron sayısına ve elektronun geçiş tipine göre tanımlanır.

Atomik ya da iyonik bir sistemdeki elektronun $\gamma' J' M'$ kuantum sayılarıyla tanımlı bir seviyeden γJ seviyesinin tüm M durumlarına elektrik dipol geçişler için S çizgi şiddeti,

$$S(\gamma J;\gamma' J') = S(\gamma' J';\gamma J) = \sum_{MM'}\left|\langle \gamma \mathrm{J M}\left|P^{(1)}\right|\gamma' \mathrm{J' M'}\rangle\right|^2 = \left|\langle \gamma J\left|\left|P^{(1)}\right|\right|\gamma' J'\rangle\right|^2 \tag{3.38}$$

şeklinde yazılır (Cowan, 1981). S çizgi şiddeti niceliği, M, M' farklı J_z öz durumları arasındaki tüm olası geçişleri içeren spektral çizginin toplam şiddetinin bir ölçüsüdür. İndirgenmiş matris elemanında $P^{(1)}$ tensör operatörü yani elektrik dipol geçiş operatörü, ea_0 birimlerindeki atom için klasik dipol momentidir (Costa ve ark., 2001; Sobelman, 1996; Ateş, 2010).

Atom numarası küçük $(Z < 40)$ olan elementlerin birçoğunda baskın olan çiftlenim şekli LS çiftlenimidir. N elektronlu bir atomun toplam elektronik orbital açısal momentum işlemcisi $\hat{L}'$, bireysel elektronların yörüngesel açısal momentumları kendi aralarında toplanarak bulunur. Toplam elektronik spin açısal momentumu $\hat{S}'$, bireysel

elektronların spinlerinin vektör toplamı olarak tanımlanır (Levine, 2000; Erol 2016) ve elektronların spin açısal momentumları da kendi aralarında toplanarak bulunur. LS çiftleniminin meydana geldiği hafif atomlarda, elektronlar arasındaki elektrostatik itme kuvvetleri, bu atomlardaki spin-yörünge manyetik etkileşmesindeki manyetik kuvvetlerden daha üstündür. Spin-yörünge etkileşmesi ise ağır atomlarda, elektrostatik kuvvetlerinden daha baskın çıkar. Bu da LS çiftleniminin varlığını elektrostatik kuvvetlere, JJ çiftleniminin de spin-yörünge kuvvetlerine borçlu olduğu anlamına gelmektedir. LS çiftleniminde $\hat{L}'$ ve $\hat{S}'$ bileşke açısal momentum vektörleri arasında, elektrostatik kuvvetlere göre daha küçük olan spin-yörünge manyetik etkileşmesi vardır. Bu etkileşme $\hat{L}'$ ve $\hat{S}'$ vektörlerinin vektörel olarak birleşmesiyle $\hat{J}'$ toplam açısal momentum vektörünü verir. LS çiftleniminde yörüngesel açısal momentum kuantum sayısının $\lambda' = 0,1,2,3,...$ gibi değerlerinin her birini sırasıyla $S, P, D, F, ...$ gibi harflerle göstererek yazılan $^{2s'+1}L$ gösterimine atomun spektroskopik terimi denir. Bu gösterimdeki $(2s'+1)$ niceliğine, spektroskopik terimin çokluğu denir. Örneğin, $2s'+1 = 1,2,3,...$ gibi değerler alıyorsa bunlara karşı gelen spektroskopik terimlere, sırasıyla tekli (singlet), ikili (dublet), üçlü (triplet) gibi isimler verilir. Atomların spektroskopik terimlerini belirlemek için λ' ve s' kuantum sayılarının tüm olası değerlerini bulmak gerekir. Bu değerler, elektronların bireysel yörüngesel açısal momentum kuantum sayıları λ_i ve spin açısal momentum kuantum sayıları s_i 'ler ile ilişkilidir. Bu nedenle bu sayıların olası değerleri bulunurken, elektronların birbirinden ayırt edilemezliği ve Pauli dışarlama ilkesinin getirdiği kısıtlamalar göz önünde bulundurulmalıdır (Apaydın, 2004; Ateş, 2010; Erol, 2016).

Elektrik dipol çizgi şiddeti ifadesi, atom ya da iyonun açısal momentum ifadelerinin yapmış olduğu çiftlenim biçimlerine göre farklılıklar gösterir. Elektrik dipol çizgi şiddeti için LS, LK, JK ve JJ gösterimleri mevcuttur.

3.2.3.1. LS çiftleniminde gösterim

Çizgi şiddeti atomik sistemdeki geçerli çiftlenim şekline ve geçiş tipine bağlı olarak ifade edilir. LS kuplajı, elektron sayısı az olan yani hafif atomlarda baskın çiftlenim şeklidir. Bu kuplajda iki uyarılmış seviye arasındaki tek elektron geçişi için elektrik dipol çizgi şiddeti;

$$S_{LS} \equiv \left[\langle[(\ldots\alpha_1 L_1, l_2)L(\ldots S_1 s_2)S]J||r_N{}^{(1)}||[(\ldots\alpha'_1 L'_1, l'_2)L'(\ldots S'_1 s'_2)S']J'\rangle\right]^2$$
$$= \left[\begin{matrix}\delta_{S_1 S'_1}\delta_{SS'}(-1)^{L+S+J'+1}[J,J']^{\frac{1}{2}}\begin{Bmatrix}L & S & J\\ J' & 1 & L'\end{Bmatrix}\\ \langle(\ldots\alpha_1 L_1, l_2)L|r_N{}^{(1)}|(\ldots\alpha'_1 L'_1, l'_2)L'\rangle\end{matrix}\right]^2$$
$$= \left[\begin{matrix}\delta_{\alpha_1 L_1 S_1 \alpha'_1 L'_1 S'_1}\delta_{SS'}(-1)^{S+J'+L_1+l'_2}[J,J',L,L']^{\frac{1}{2}}\\ \times\begin{Bmatrix}L & S & J\\ J' & 1 & L'\end{Bmatrix}\begin{Bmatrix}L_1 & l_2 & L\\ 1 & L' & l'_2\end{Bmatrix}P_{l_2 l'_2}{}^{(1)}\end{matrix}\right]^2 \quad (3.39)$$

şeklinde yazılır. Denk. (3.39)'daki $\begin{Bmatrix}L & S & J\\ J' & 1 & L'\end{Bmatrix}$ ifadesi Racah katsayısı ya da Wigner'in $6-j$ sembolü olarak bilinir ve iki ya da daha fazla açısal momentumun çiftleniminde kullanılır (Çelik ve ark. 2006).

Temel seviyeden uyarılmış seviyelere olan geçişler için ise elektrik dipol çizgi şiddeti;

$$S_{LS} \equiv \langle\alpha_1 L_1 S_1, J||r^{(1)}||a'_1 L'_1 S'_1, l_2)L'S', J'\rangle^2$$
$$= \left[\begin{matrix}\delta_{S_1 S'}(-1)^{L'_1+l_2+S_1+J'}(n.[L_1, L', J, J'])^{1/2}\begin{Bmatrix}L_1 & S & J\\ J' & 1 & L'\end{Bmatrix}\\ \begin{Bmatrix}l_1 & L'_1 & L_1\\ L' & l & l_2\end{Bmatrix}(l_1^n a_1 L_1 S_1\{|l_1^{n-1}a'_1 L'_1 S'_1)P^{(1)}_{l_2 l'_2}\end{matrix}\right]^2 \quad (3.40)$$

şeklinde yazılır. Denk. (3.39) ve Denk. (3.40) açısal katsayılara ve radyal geçiş integrallerine bağlı olarak ifade edilmektedir. Denklemdeki $P^{(1)}_{l_2 l'_2}$ operatörü;

$$P^{(1)}_{nl,n'l'} \equiv \langle nl\|r^{(1)}\|n'l'\rangle$$
$$= \langle l\|C^{(1)}\|l'\rangle\int_0^\infty P_{nl}(r)rP_{n'l'}(r)dr \quad (3.41)$$
$$= (-1)^l[l,l']^{1/2}\begin{pmatrix}l & 1 & l'\\ 0 & 0 & 0\end{pmatrix}\int_0^\infty P_{nl}(r)rP_{n'l'}(r)dr$$

şeklinde yazılır ve radyal geçiş integrali ya da geçiş matris elemanı olarak adlandırılır. Burada $l+1+l'$ toplamı çift sayı olmadıkça ve üç açı bağıntısını sağlamadıkça $3-j$ sembolü sıfır olur. Yani $l' = l \pm 1$ olmadıkça $P^{(1)}_{ll'} = 0$ olur. $3-j$ sembolü sadeleştirilerek,

$$P^{(1)}_{nl,n'l'} \equiv \delta_{l',l\pm1}(-1)^{l+l_>}(l_>)^{1/2}\int_0^\infty P_{nl}(r)rP_{n'l'}(r)dr$$
$$= (-1)^{l-l'}P^{(1)}_{l'l} = -P^{(1)}_{l'l} \quad (3.42)$$

şeklinde yazılır (Cowan, 1981; Çelik, 2005; Güllüler, 2010).

Radyal geçiş integrali;

$$P^{(k)}_{l_2l_2'} = P^{(k)}_{l_il_f} = l_>\langle n_i,l_i|r^k|n_f,l_f\rangle = l_>\int_0^\infty r^{k+2}R_{n_il_i}(r)R_{n_fl_f}(r)dr \quad (3.43)$$

olarak yazılır. Burada $l_>$, l ve l' kuantum sayılarının en büyük değerli olanını temsil etmektedir. Tüm çizgi şiddeti ifadelerinde radyal geçiş integralinde elektrik dipol geçişler için $k = 1$ alınarak Denk. (3.44) elde edilir (Cowan, 1981; Tokgöz, 2013).

$$P^{(1)}_{l_il_f} = \int_0^\infty R_{n_il_i}(r)R_{n_fl_f}(r)r^3dr \quad (3.44)$$

Alt kabuktan geçiş durumu için ise elektrik dipol çizgi şiddeti;

$$S_{LS} \equiv \left\langle[(a_1L_1S_1,a_2L_2S_2)LS,J]J\middle\|r^{(1)}\middle\|(a_1'L_1'S_1',a_2'L_2'S_2'l_2)L'S',J'\right\rangle^2$$
$$= \left[\begin{array}{c}\delta_{S_1S'}(-1)^{k+l_2+L_2+L_2'+L+S_1'+S_2'+J'}(nk[L_1,S_1,S_2',L,L',J,J'])^{1/2} \\ \times\begin{Bmatrix}L & S & J\\ J' & 1 & L'\end{Bmatrix}\begin{Bmatrix}S'_1 & S'_2 & S\\ S_2 & S_1 & s\end{Bmatrix}\begin{Bmatrix}L_1 & L'_1 & l_1\\ L_2 & L'_2 & l_2\\ L & L' & 1\end{Bmatrix} \\ \times(l_1^n a_1L_1S_1\{|l_1^{n-1}a_1'L_1'S_1')(l_2^{k-1}a_2L_2S_2\{|l_2^k a_2'L_2'S_2')P^{(1)}_{l_2l_2'}\end{array}\right]^2 \quad (3.45)$$

şeklinde yazılır. Burada $(l_1^n a_1L_1S_1\{|l_1^{n-1}a_1'L_1'S_1')$ ve $(l_1^{k-1}a_2L_2S_2\{|l_1^k a_2'L_2'S_2')$ ifadeleri antisimetrikleşme katsayılarıdır ve literatürde bu katsayı değerleri tablolar halinde verilmektedir (Sobelman, 1975; Cowan, 1981; Erol, 2016).

3.2.3.2. LK çiftleniminde gösterim

LK kuplajında tek elektron geçişi için elektrik dipol çizgi şiddeti;

$$S_{LK} \equiv \left[\left\langle[(\ldots\alpha_1L_1,l_2)L,S_1]K,s_2J\middle\|r_N{}^{(1)}\middle\|[(\ldots\alpha'_1L'_1,l'_2)L',S'_1]K',s'_2J'\right\rangle\right]^2$$

$$= \begin{bmatrix} (-1)^{K+s+J'+1}[J,J']^{\frac{1}{2}} \begin{Bmatrix} K & s & J \\ J' & 1 & K \end{Bmatrix} \\ \langle [(\alpha_1 L_1, l_2)L, S_1]K || r_N{}^{(1)} || [(\alpha'_1 L'_1, l'_2)L', S'_1]K' \rangle \end{bmatrix}^2$$

$$= \begin{bmatrix} \delta_{S_1 S'_1} (-1)^{K+s+J'+L+S_1+K'} [J,J',K,K']^{1/2} \times \begin{Bmatrix} K & s & J \\ J' & 1 & K \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} L & S_1 & K \\ K' & 1 & L' \end{Bmatrix} \\ \times \langle [(\alpha_1 L_1, l_2)L] || r_N{}^{(1)} || [(\alpha'_1 L'_1, l'_2)L'] \rangle \end{bmatrix}^2$$

$$= \begin{bmatrix} \delta_{\alpha_1 L_1 S_1 \alpha'_1 L'_1 S'_1} (-1)^{K+s+J'+L+S_1+K'+L_1+l'_2+1} [J,J',K,K',l,l']^{1/2} \\ \times \begin{Bmatrix} K & s & J \\ J' & 1 & K \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} L & S_1 & K \\ K' & 1 & L' \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} L_1 & l_2 & L \\ 1 & L' & l'_2 \end{Bmatrix} P_{l_2 l'_2}{}^{(1)} \end{bmatrix}^2 \quad (3.46)$$

şeklinde yazılır. $J, l'_2 = l_2 + 1$ ve $a_1 L_1, l_2$ üzerindeki seçim kurallarına ek olarak, $6-j$ sembolleri için seçim kuralları;

$$\Delta K = 0, \pm 1 \qquad (K = K' = 0 \ izinli \ değil) \quad (3.47)$$

$$\Delta L = 0, \pm 1 \qquad (L = L' = 0 \ izinli \ değil) \quad (3.48)$$

şeklinde gösterilir (Cowan, 1981; Özarslan, 2012).

3.2.3.3. JK çiftleniminde gösterim

JK kuplajında tek elektron geçişi için elektrik dipol çizgi şiddeti;

$$S_{JK} \equiv [\langle [(\dots \alpha_1 L_1 S_1) J_1, l_2], K, s_2 J || r_N{}^{(1)} || [(\dots \alpha'_1 L'_1 S'_1) J'_1, l'_2], K', s'_2 J' \rangle]^2$$

$$= \begin{bmatrix} (-1)^{K+s+J'+1}[J,J']^{\frac{1}{2}} \begin{Bmatrix} K & s & J \\ J' & 1 & K \end{Bmatrix} \\ \langle [(\alpha_1 L_1 S_1) J_1, l_2], K || r_N{}^{(1)} || [(\alpha'_1 L'_1 S'_1) J'_1, l'_2], K' \rangle \end{bmatrix}^2$$

$$= \begin{bmatrix} \delta_{\alpha_1 L_1 S_1 \alpha'_1 L'_1 S'_1} \delta_{S_1 S'_1} (-1)^{s+J'-J_1-l'_2} [J,J',K,K']^{\frac{1}{2}} \\ \times \begin{Bmatrix} K & s & J \\ J' & 1 & K \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} J_1 & l_2 & K \\ 1 & K' & l'_2 \end{Bmatrix} P_{l_2 l'_2}{}^{(1)} \end{bmatrix}^2 \quad (3.49)$$

şeklinde yazılır. JJ', $l_2 l'_2$ ve $a_1 L_1 S_1$ seçim kurallarına ek olarak, seçim kuralları;

$$\Delta K = 0, \pm 1 \qquad (K = K' = 0 \ izinli \ değil) \quad (3.50)$$

$$\Delta J_1 = 0 \quad (3.51)$$

şeklinde gösterilir (Cowan, 1981; Erol, 2016).

3.2.3.4. JJ çiftleniminde gösterim

JJ kuplajında tek elektron geçişi için elektrik dipol çizgi şiddeti;

$$S_{JJ} = \left[\langle[(\dots\alpha_1 L_1 S_1)J_1,(l_2 s_2)j_2]J||{r_N}^{(1)}||[(\dots\alpha'_1 L'_1 S'_1)J'_1,(l'_2 s'_2)j'_2]J'\rangle\right]^2$$

$$= \left[\delta_{\alpha_1 L_1 S_1 \alpha'_1 L'_1 S'_1}\delta_{J_1 J'_1}(-1)^{J_1+j'_2+J+1}[J,J']^{\frac{1}{2}} \begin{Bmatrix} J_1 & j_2 & J \\ 1 & J' & j'_2 \end{Bmatrix}\langle(l_2 s_2)j_2||{r_N}^{(1)}||(l'_2 s'_2)j'_2\rangle\right]^2$$

$$= \left[\delta_{\alpha_1 L_1 S_1 \alpha'_1 L'_1 S'_1}\delta_{J_1 J'_1}(-1)^{J_1+J-l_2-s}[J,J',j_2,j'_2]^{\frac{1}{2}} \times \begin{Bmatrix} J_1 & j_2 & J \\ 1 & J' & j'_2 \end{Bmatrix}\begin{Bmatrix} l_2 & s & j_2 \\ j'_2 & 1 & l'_2 \end{Bmatrix} {P_{l_2 l'_2}}^{(1)}\right]^2 \quad (3.52)$$

şeklinde yazılır. JJ çiftleniminde elektrik dipol seçim kuralları;

$$\Delta J_2 = 0, \pm 1 \qquad (J_2 = J'_2 = 0 \ izinli\ değil) \quad (3.53)$$

$$\Delta J_1 = 0 \quad (3.54)$$

şeklinde gösterilir (Cowan, 1981; Özarslan, 2012).

3.2.4. Elektrik dipol seçim kuralları

Elektronik geçişler "izinli" ve "yasak" olmak üzere iki gruba ayrılır. Ancak bu gruplama görelidir. Genellikle elektrik dipol geçişler $E1$ izinli, diğer tüm geçişler ise yasak olarak kabul edilir. Öte yandan en az bir seçim kuralının ihlali durumunda geçiş "yasak" olarak tanımlanır (Rudzikas, 1997; Doğan, 2013).

Bir atom herhangi bir anda tamamen bir tek enerjili kuantum seviyesinde değil de; çeşitli seviyeler arasında geçiş halinde ise, dalga fonksiyonu zamana bağlı olup;

$$\psi(r,\theta,\varphi,t) = \sum_n^N a_{kn}(t)\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi)T_0 e^{-iw_n t} \quad (3.55)$$

ile verilen ifade

$$\psi(r,\theta,\varphi,t) = \sum_n a_n(t)\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi) \tag{3.56}$$

şeklinde de yazılabilir. Burada $a_n(t)$ $n.$ seviyenin zamana bağımlılığı ile ilgili katsayı olup, sistemin o seviyede bulunma olasılığı

$$|nlm\rangle \rightarrow |n'l'm'\rangle \tag{3.57}$$

ile belirlidir. Söz konusu geçişler, pertürbe olmamış seviyeler arasında düşünülmektedir. Şimdi elektrik dipol geçişlerin seçim kurallarını belirlemek için

$$a_n^*(t)a_n(t) = |a_n(t)|^2 \tag{3.58}$$

şeklinde bir elektrik dipol geçişinin olduğunu varsayalım. Kuantum mekanik teoriye göre böyle bir geçişin olasılığı;

$$P_{n\rightarrow n'} = \int_{\substack{tüm \\ uzay}} |a_n(t)|^2 \rho(E_{n'})\, dE_{n'} \tag{3.59}$$

şeklinde yazılır. Burada $\rho(E_{n'})$, n' seviyesinin birim enerji aralığındaki yoğunluğudur. Atomun elektrik dipol momenti

$$\vec{D} = -e\vec{r} \tag{3.60}$$

olmak üzere, dipolün rf, elektrik alanı ile etkileşme enerjisi $\mathcal{E}_1$, rf alanının maksimum değeri olmak üzere;

$$\Delta E = -\vec{D}.\vec{\mathcal{E}}_{rf}(t) = +er\mathcal{E}_1 \cos\omega t \tag{3.61}$$

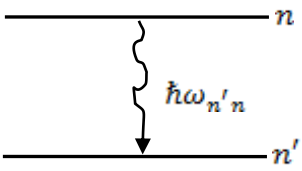
şeklindeki bir harmonik pertürbasyon için hesaplandığında,

$$P_{n\rightarrow n'} = \frac{\mathcal{E}_1^{\,2}}{\hbar^2} |\langle D\rangle_{n'n}|^2 f(\omega_{n'n}, t) \tag{3.62}$$

olduğu görülür. Burada söz konusu seviyeler arasındaki geçiş frekansı;

$$\omega_{n'n} = (E_n - E_{n'})/\hbar \tag{3.63}$$

şeklinde yazılır ve Şekil 3.7.'deki gibi gösterilir.



Şekil 3.7. Harmonik uyarmalı bir elektrik dipol geçiş

Denk. (3.62) ile verilen geçiş olasılığında uyarılan elektrik dipol momentinin ilgili seviyeler arasındaki beklenen değerine bağlıdır. Bu nedenle elektrik dipol seçim kuralları, dipolün ilgili seviyeler arasındaki beklenen değerinden doğru gidilerek belirlenebilir. Herhangi iki n, n' seviyeleri için,

- $\langle D\rangle_{n'n} = \langle n'|D|n\rangle = 0$ ise o seviyeler arasında elektrik dipol geçişi söz konusu olamaz demektir. Çünkü olasılık sıfırdır. Bu tür geçişler elektrik dipole yasaktır. Bunlara *yasaklanmış geçişler* ya da *izinsiz geçişler* denir.
- $\langle D\rangle_{n'n} = \langle n'|D|n\rangle \neq 0$ ise o seviyeler arasında elektrik dipol geçiş olabilir demektir. Çünkü olasılık daima ≥ 0 olan bir kavramdır. Bu tür geçişlere de elektrik dipole *yasak olmayan geçişler* ya da *izinli geçişler* denir.

Şimdi bu yasaklama ya da izinli olmanın nereden kaynaklandığını görelim. Kuantum mekanik teoriye göre dipolün beklenen değeri;

$$\langle D\rangle_{n'n} = -e\int_{\substack{tüm\\uzay}} \psi^*_{n'l'm'}\, r\psi_{nlm}\, dV \tag{3.64}$$

şeklinde yazılır. Burada pertürbe olmamış seviyeler arasında geçiş düşünülmektedir. Denk. (3.64)'deki integralin değeri fonksiyonların paritesine bağlıdır. İntegral önünde n'nin tek pariteli bir fonksiyon olduğu görülmektedir. $\psi^*_{n'l'm'}$ ve ψ_{nlm} fonksiyonlarının paritelerini de l ve l' belirler. Sonuçta integral önündeki çarpım fonksiyon tek ya da çift pariteli olabilir. Matematikten bilinen genel kural

$$\int(tek\ pariteli) = 0 \tag{3.65}$$

$$\int(çift\ pariteli) \neq 0 \tag{3.66}$$

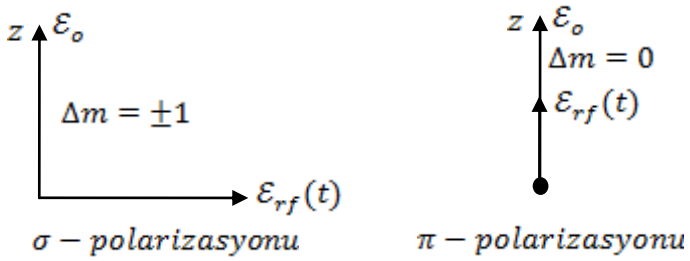
olacağını kullanarak; elektrik dipol geçişlerin, ancak farklı pariteli seviyeler arasında olabileceği sonucuna varılır. Yani Denk. (3.64)'de $\psi^*_{n'l'm'}$ ve ψ_{nlm} farklı pariteli fonksiyonlar olmalıdırlar ki elektrik dipol momentin beklenen değeri sıfırdan farklı olsun. O halde atomlarda, elektrik dipol geçiş olabilmesi için ilgili seviyenin yörünge açısal momentum kuantum sayıları (pariteyi belirleyen kuantum sayıları) farkı

$$\Delta l = l - l' = \pm 1, \pm 3, \pm \cdots \quad \text{(tek sayı)} \tag{3.67}$$

olmalıdır. Şimdilik sadece

$$\Delta l = \pm 1 \tag{3.68}$$

olarak elektrik dipol seçim kuralı elde edilmiş olur. m kuantum sayısının, uyarıcı rf elektrik alanın polarizasyon doğrultusuna bağlı olarak izin verilen değişimleri Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Stark seviyeleri arasında elektrik dipol geçişlerinde uyarıcı alanın polarizasyonları

Dikkat edilirse elektrik dipolun, $\sigma^{\pm}$ geçişlerinde $\mathcal{E}_{rf}$, dış manyetik alana dik yönde, π geçişlerinde ise aynı yönde polarize olmaktadır (Aygün ve Zengin, 1998).

Geçişlerde atom üzerinde uygulanan uyarıcı elektromanyetik ışıma (rf) sebep olmaktadır. O halde konu ışık-madde etkileşimi şeklinde üst düzeyde ele alınmalıdır. Yani pertürbe olmamış seviyeler arasında, bir dış harmonik uyarıcının (pertürbasyon) etkisi ile oluşan geçişlerin kuralları aşağıdaki gibi belirlenir. Bu dış uyarıcıya ise radyasyon alanı $(rf - alanı)$ denir.

$|m\rangle \rightarrow |k\rangle$ geçişi için olasılık;

$$P_{m\to k} = \int_{\substack{tüm\\ enerjiler}} |a_k|^2 \rho(E_k)\, dE_k \tag{3.69}$$

şeklinde yazılır. Radyasyon alanı $(rf - alanı)$ ise

$$\begin{aligned}\mathcal{H}^{(1)}(x,t) &= \mathcal{H}^{(1)}(x)\cos\omega t = \mathcal{H}^{(1)}(0)\cos\omega t \\ &= \tfrac{1}{2}\mathcal{H}^{(1)}(0)\left(e^{i\omega t} + e^{-i\omega t}\right)\end{aligned} \tag{3.70}$$

olarak alınır ve

$$|a_k(t)| = \frac{1}{i\hbar}\int H_{km}^{(1)} e^{i\omega_{km}t}\, dt \tag{3.71}$$

olduğundan; bu denklemler uygun şekilde birleştirilerek

$$P_{m\to k} \approx |a_k(t)|^2 = \frac{\left|H_{km}^{(1)}(0)\right|^2}{\hbar^2}\frac{\sin^2\left(\frac{\omega_{km}\pm\omega}{2}\right)t}{(\omega_{km}\pm\omega)^2} \tag{3.72}$$

ifadesi bulunur.

Elektrik dipol geçişler için pertürbasyon operatörü yani $rf\ alanı$, elektrik moment;

$$\vec{D} = -e\vec{r} \tag{3.73}$$

olmak üzere

$$\mathcal{H}^{(1)}(t) = -\vec{D}.\vec{\mathcal{E}}(t) = er\mathcal{E}_1\cos\omega t \tag{3.74}$$

olarak alınır. Burada $t = 0$ için,

$$\mathcal{H}^{(1)}(0) = er\mathcal{E}_1 \tag{3.75}$$

ifadesi bulunur. Bunun matris elemanı ise

$$\langle \mathcal{H}^{(1)}(0)\rangle_{km} = e\mathcal{E}_1\langle r\rangle_{km} \tag{3.76}$$

şeklinde olup. Denk. (3.76), Denk. (3.72)'de yerine yazıldığında

$$P_{m\to k} \approx \frac{e^2\mathcal{E}_1{}^2}{\hbar^2}|\langle r\rangle_{km}|^2 \frac{\sin^2\left(\frac{\omega_{km}\pm\omega}{2}\right)t}{(\omega_{km}\pm\omega)^2} \tag{3.77}$$

ifadesi bulunur. Elektrik dipol moment sembolünü yani $-er = D$ ifadesini Denk. (3.77)'de yerine yazıldığında ise

$$P_{m\to k} \approx \frac{\mathcal{E}_1{}^2}{\hbar^2}|\langle D\rangle_{km}|^2 \frac{\sin^2\left(\frac{\omega_{km}\pm\omega}{2}\right)t}{(\omega_{km}\pm\omega)^2} \tag{3.78}$$

olur. Denk. (3.78)'de elekrik dipol momentin matris elemanının etkisi

$$\langle k|D|m\rangle = 0 \ (\boldsymbol{yasaklı\ geçiş}) \tag{3.79}$$

$$\langle k|D|m\rangle \neq 0 \ (\boldsymbol{izinli\ geçiş}) \tag{3.80}$$

şeklindedir. O halde atomun pertürbe olmamış dalga fonsiyonlarının paritelerini göz önüne alarak hangi seviyeler arasında elektrik dipol geçişlerin olabileceği belirlenebilir. Matris elemanlarının daha açık ifadesi

$$\langle D\rangle_{nlm\to n'l'm'} = e\int_0^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\psi^*_{n'l'm'}(r,\theta,\varphi)\, r\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi)\, dV \tag{3.81}$$

şeklinde yazılır ve dalga fonksiyonlarının paritesi $(-1)^l$ ile belirli olduğundan;

$$\int(tek\ pariteli) = 0 \tag{3.82}$$

$$\int(çift\ pariteli) \neq 0 \tag{3.83}$$

olduğu göz önüne alınarak Denk. (3.81)'in, ancak $tek \leftrightarrow çift$ geçişlerinde sıfırdan farklı olacağı $(izinli)$, $tek \leftrightarrow tek$ ve $çift \leftrightarrow çift$ geçişler için ise sıfır olacağı $(yasaklı)$ sonucuna varılır. Yani elektrik dipol geçişler ancak farklı pariteli seviyeler arasında olabilmektedir. Demek ki $\psi^*_{n'l'm'}$ ve ψ_{nlm} farklı pariteli fonksiyonlar

olmalıdırlar. O halde, atomun kuantum seviyeleri arasında bir elektrik dipol geçiş olabilmesi için parite belirleyicisi durumunda olan yörünge açısal momentum kuantum sayısındaki değişim $\Delta l = \pm 1$ olmalıdır. Buna elektrik dipol seçim kuralı denir. Ancak kural bundan ibaret değildir. Yörünge kuantum sayısının dış alan (manyetik veya elektrik) üzerindeki izdüşümü olan m'deki değişimde belirlenebilir.

l ve m'deki değişimler, hidrojen dalga fonksiyonlarını BRA ve KET'lerle temsil edilerek dik koordinat sisteminde incelenip belirlenebilir. Bunun için küresel koordinatlardan

$$\begin{Bmatrix} x = r\sin\theta\cos\varphi \\ y = r\sin\theta\sin\varphi \\ z = r\cos\theta \end{Bmatrix} \tag{3.84}$$

dönüşüm denklemleri ile dik koordinat sistemine geçilmiş olsun. Dik koordinat sisteminde,

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 \tag{3.85}$$

olduğundan bir $n \to n'$ geçişi için

$$|\langle n'|r|n\rangle|^2 = |\langle n'|x|n\rangle|^2 + |\langle n'|y|n\rangle|^2 + |\langle n'|z|n\rangle|^2 \tag{3.86}$$

veya

$$|\langle n'|er|n\rangle|^2 = |\langle n'|ex|n\rangle|^2 + |\langle n'|ey|n\rangle|^2 + |\langle n'|ez|n\rangle|^2 \tag{3.87}$$

olur. Bu da

$$|\langle n'|D|n\rangle|^2 = |\langle n'|D_x|n\rangle|^2 + \left|\langle n'\left|D_y\right|n\rangle\right|^2 + |\langle n'|D_z|n\rangle|^2 \tag{3.88}$$

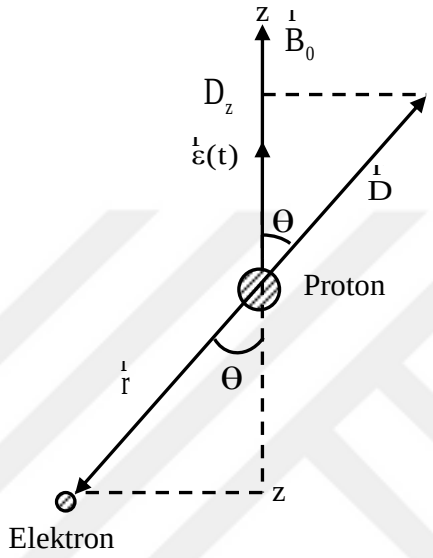
demektir. Sistemi uyarıcı elektrik alan (pertürbasyon alanı) $\mathcal{E}(t)$ ise, pertürbasyon Hamiltoniyeni, polarize olmamış $\mathcal{E}(t)$ için,

$$\mathcal{H}^{(1)} = -\vec{\mathcal{E}}(t)\vec{D} = -\left(\mathcal{E}_x(t)D_x + \mathcal{E}_y(t)D_y + \mathcal{E}_z(t)D_z\right) \tag{3.89}$$

şeklinde yazılır. Ancak uygulanan pertürbasyon alanı Şekil 3.9.'da gösterildiği gibi polarize olmuş bir alan yani $\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_z(t),\ \mathcal{E}_x = 0,\ \mathcal{E}_y = 0$ ise Denk. (3.89)'da ilk iki terim sıfır olup, $D_z = -ez$ olduğundan

$$\mathcal{H}^{(1)} = -\mathcal{E}_z(t) D_z = +ez\mathcal{E}(t) \tag{3.90}$$

şeklinde bulunur.



Şekil 3.9. Hidrojen atomu dipol momenti $\vec{D}$, dış manyetik alan $\vec{B}_0$ ve z – yönünde polarize olmuş uyarıcı olan $\vec{\mathcal{E}}(t)$'nin yönelmeleri

Bu açıklamalardan görüldüğü gibi z – yönünde polarize olmuş alan için Denk. (3.88)'de sadece son terim kalmaktadır. Diğer iki terimin değerleri sıfırdır. Dolayısıyla konu sadece D_z'nin matris elemanının bulunmasına indirgenmiş olmaktadır. O da

$$\langle n'l'm'|ez|nlm\rangle = \int_{\substack{\text{tüm}\\ \text{uzay}}} \psi^*_{n'l'm'}\, ez\psi_{nlm}\, dV \tag{3.91}$$

olup, $z = r\cos\theta$ ve $dV = r^2\, dr \sin\theta\, d\theta\, d\varphi$ kullanıldığında

$$\langle ez\rangle_{nlm} = \int_0^\infty R^* r^3 R\, dr \int_0^\pi \Theta^* \cos\theta\, \Theta \sin\theta\, d\theta \int_0^{2\pi} \Phi^*\Phi\, d\varphi \tag{3.92}$$

ifadesi bulunur. Burada

$$\Phi = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\varphi}, \qquad \Phi^* = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-im'\varphi} \tag{3.93}$$

olduklarından Denk. (3.92)'nin φ'ye bağlı kısmı için

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} e^{i(m-m')\varphi}\, d\varphi = \delta_{m'm} = \begin{cases} 1, & m' = m \\ 0, & m' \neq m \end{cases} \tag{3.94}$$

olur. Buradan da Denk. (3.92)'de r ve θ'ya bağlı kısımlar ne olursa olsun o denklemin yani matris elemanının sıfırdan farklı olabilmesi için $m' = m$ olmalıdır. Yani $\Delta m = 0$ olmalıdır. Böylece elektrik dipol seçim kuralı;

$$\Delta l = \pm 1 \tag{3.95}$$

$$\Delta m = 0\ (\pi - polarizasyonu) \tag{3.96}$$

olmaktadır (Aygün ve Zengin, 1998).

Burada söz edilmesi gereken diğer bir konuda matris elemanının değerinin, pertürbasyon alanının yönelmesine olan bağımlılığıdır. Yukarda söz edilen yönelme yani polarizasyon elektrik alanın $\pi - polarizasyonu$ olarak adlandırılır. Elektrik alan rf polarize değilse pertürbasyonun Denk. (3.89)'da gösterilen her üç bileşeni için matris elemanları hesaplanmalıdır. Bu durumda her üç doğrultuda rf alanı ile kuantum sisteminin etkileşimi söz konusudur. $z - yönündeki$ bileşenin etkileşimi zaten incelendiği için şimdi D_x ve D_y'nin dalga fonksiyonunun φ'ye bağlı kısmı ile nasıl değiştiği D_z'de olduğu gibi irdelenmelidir.

$D_x = -ex = -e(r\sin\theta\cos\varphi)$ ve $dV = r^2\, dr \sin\theta\, d\theta\, d\varphi$ ifadelerinde r ve θ'ya bağımlılık ile normalizasyon ihmal edilerek

$$\langle n'l'm'|D_x|nlm\rangle = \int_0^{2\pi} e^{-im'\varphi}\cos\varphi\, e^{im\varphi}\, d\varphi \tag{3.97}$$

olup, Denk. (3.97)'de $\cos\varphi = \frac{1}{2}\left(e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}\right)$ kullanıldığında

$$\langle D_x\rangle = \frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\left[e^{i(m-m'+1)\varphi} + e^{i(m-m'-1)\varphi}\right] d\varphi \tag{3.98}$$

bulunur. Bu integralde $m - m' \pm 1 = 0$ ise integralin sonucu sıfırdan farklıdır ve hesaplandığında 2π bulunur. Yani $\langle D_x\rangle$ matris elemanının sıfırdan farklı olabilmesi için $m - m' = \pm 1$ olur. Bu da

$$\Delta m = \pm 1 \ (\sigma - polarizasyonu) \tag{3.99}$$

şeklinde yazılır ve $\sigma - polarizasyonu$ denir. Dikkat edilirse bu durumda elektrik rf alanı B_0'a dik olmaktadır. D_x için yapılan bu işlem $D_y = -ey = -e(r \sin\theta \sin\varphi)$ için de benzer şekilde yapılabilir ve yine Denk. (3.99) bulunur. Elektrik dipol geçişlere ait seçim kuralları aşağıdaki gibi özetlenir (Aygün ve Zengin, 1998).

$$\begin{bmatrix} \Delta l = \pm 1 \\ \Delta m = 0 \ (\pi - polarizasyonu) \\ \Delta m = \pm 1 \ (\sigma - polarizasyonu) \end{bmatrix} \tag{3.100}$$

Sonuç olarak; seçim kuralları ilk ve son kuantum sayıları üzerine sınırlama getirmektedir. Elektrik dipol geçişin yasak olduğu yerlerde, daha yüksek mertebeden geçişler söz konusu (izinli) olabilir. Örneğin manyetik dipol geçiş, elektrik kuadropol geçiş, manyetik oktupol geçiş,.. vb. geçişlere yasaklama olmayabilir. Elektrik dipol geçişler $10^{-8}\ s$ gibi bir zamanda oluşurken daha yüksek mertebeden geçişler daha uzun zamanda oluşur. Bu geçişlerde (çok kutuplu geçişlerde) kuantum sistemi dışarıya bir ışınım salar veya dışarıdan ışınım soğurur. O nedenle bunlara **ışımalı geçişler** (radiative transitions) denir. Bir de, kuantum sisteminin ilgili seviyeleri hiç bir ışımalı geçişe uygun olmayabilir. Örneğin metastabil seviyelerden özellikle ömrü uzun olanlar böyledir. Yani geçişlerde atomun uzun süre gerektiren seviyeleri **metastabil** seviyeler olarak adlandırılır. Metastabil seviye hiç bir ışımalı geçişe uygun değilse **ışımasız** (çarpışmalı) (non-radiative) **geçiş** yaptırılarak sistemin enerjisi alınabilir. Yani metastabil seviyeler enerjilerini çarpışma yolu ile **ışımasız** olarak aktarırlar. Örneğin metastabil bir seviyeye uyarılmış atom, tungsten tel veya yüzeye çarptırılarak oradan elektron sökülebilir. Burada metastabil seviyenin enerjisi, tungstenden elektron sökmek için iş-fonksiyonuna ve sökülen elektrona kinetik enerji aktarımına harcanır. Yani metastabil atom aşağıya kararlı seviyeye geçerken tungstenin sökülen elektronu kinetik enerji kazanır (Aygün ve Zengin, 1998).

Elektrik dipol seçim kuralları Laporte tarafından incelenmiş ve kurallar dalga fonksiyonunun paritesi açısından

$$tek \nleftrightarrow tek \ (yasak)$$
$$çift \nleftrightarrow çift \ (yasak)$$
$$tek \leftrightarrow çift \ (izinli)$$

şeklinde Laporte kuralları olarak da adlandırılır (Aygün ve Zengin, 1998).

3.3. Uyarılmış Seviyelerin Yaşam Süreleri

Uyarılmış haldeki atomların hangisinin ne zaman uyarıldığına bakılmaksızın hepsinin kendiliğinden yayınlanma olasılığı aynıdır. Buna göre, uyarılmış haldeki atomların bu halde bulunma süresi birbirinden farklıdır. Bu nedenle verilen herhangi bir uyarılmış halin süresi denildiğinde, atomların bu kuantum halinde ortalama bulunma süresi söz konusu olur.

Birim hacimde herhangi bir uyarılmış j halindeki atomların sayısının N_j olduğu ve bundan sonra bu seviye için başka bir uyarılmanın söz konusu olmadığını varsayalım. O halde birim hacimde, birim zamanda j uyarılmış haldeki atomların sayısının bütün kendiliğinden geçişler nedeniyle değişmesi değerce, bu zaman süresi içinde j seviyesinden kendiliğinden geçişlerin sayısına eşit olur. Yani j seviyesinde t anında $N_j(t)$ atom varsa j seviyesinden tüm i durumlarına kendiliğinden geçişler için N_j'nin değişim hızı,

$$\frac{dN_j(t)}{dt} = -\sum_{(i<j)} Z_{ji}^{ken} \tag{3.101}$$

şeklinde yazılır. Denk. (3.101)'de Denk. (3.5) yerine yazıldığında;

$$\frac{dN_j(t)}{dt} = -N_j \sum_{(i<j)} A_{ji} \tag{3.102}$$

ifadesi elde edilir ve tüm olası kendiliğinden geçişler için N_j'nin toplam değişim oranıdır (Tektunalı ve Kuli-Zade, 1995; Tekeli, 2009). Burada N_j, j uyarılmış durumdaki nüfus yoğunluğu yani j seviyesinde birim hacimdeki atomların sayısını ifade eder. A_{ji}'ler ise j seviyesinden kaynaklanan tüm ışımalı geçişler için Einstein kendiliğinden yayınlama katsayılarını ifade eder. Buradaki negatif işaret ise oranın zamanla azalmasını temsil etmektedir. Bu bağıntının integrali alınırsa yani diğer uyarılmalar ya da geri uyarılma söz konusu değil ise

$$N_j(t) = N_j(0)e^{-t/\tau_j} \tag{3.103}$$

ifadesi elde edilir ve herhangi bir j seviyesindeki atomların sayısının kendiliğinden geçişler nedeniyle zamana göre değişimi kanunudur. Burada $N_j(t)$, herhangi bir t anındaki uyarılmış durum nüfus yoğunluğudur. $N_j(0)$ ise $t = 0$'daki başlangıç uyarılmış durum nüfus yoğunluğudur. Denk. (3.103)'de atomun uyarılmış j halindeki yaşam süresi;

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_{(i<j)} A_{ji}} = \left(\sum_{(i<j)} A_{ji}\right)^{-1} \tag{3.104}$$

şeklinde yazılır ve birimi saniyedir. Güçlü atomik geçişlerde A_{ji}, 10^8 ile $10^9 s^{-1}$dir ve dolayısıyla hayat süreleri 1 ile 10 $nanosaniye$ arasındadır. Yaşam süreleri çarpışmalar veya etkilemeli yayınlama ile kısaltılabilir. Ayrıca bir atomun uyarılmış durumunun bozunma nedeniyle ayırt edici bir yaşam süresine sahip olduğu açıkça görülmektedir (Cowan, 1981; Tokgöz, 2013).

3.4. En Zayıf Bağlı Elektron Potansiyel Model (WBEPM) Teori

Çinli kimyacı Zheng tarafından ortaya atılan en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teori, atomik yapı hesaplamalarında bazı parametrelerin deneysel sonuçlardan alındığı bazı parametrelerin ise teorik hesaplamalar sonucu elde edildiği yarı deneysel bir yöntemdir (Zheng, 1986; Zheng ve ark., 2001-a-c; Güllüler, 2010). Atomik ya da moleküler yapılardaki elektron yerleşimleri uyarılma ve iyonlaşma enerjileriyle ilgili birçok fiziksel özellik hakkında doğru bilgiler vermektedir (Thewlis, 1961; Ateş, 2010). Bu yöntem ile çok elektronlu sistemlerde çeşitli atomik hesaplamalar yapılabilir. Bu teori dinamik ardışık iyonlaşma, kuantum mekaniğinde sıfır enerji seçimi ve çok elektronlu bir sistemdeki elektronları en zayıf bağlı elektron ve en zayıf bağlı olmayan elektronlar olarak ayırma düşüncesi üzerine kurulmuştur. En zayıf bağlı elektronun kabulü ise serbest bir parçacığın iyonlaşma potansiyelinin tanımlanmasıyla başlamaktadır (Thewlis, 1961; Özarslan, 2012).

Atomik ya da moleküler bir sistemdeki serbest bir parçacık için iyonlaşma potansiyeli temel seviyede bulunan en zayıf bağlı elektronu tamamen koparmak için gerekli olan enerji olarak tanımlanır. Sisteme ait en zayıf bağlı elektronu uyarmak ve iyonlaştırmak en kolaydır. Bir atomun toplam dalga fonksiyonu, toplam enerjisi ve

atomik enerji seviyeleri arasındaki geçişler gibi birçok özellik, sisteme en zayıf bağlı elektronun davranışıyla ilgilidir (Zheng ve ark., 2004-b-c; Çelik, 2005; Ateş, 2010; Özarslan, 2012). Sistemdeki en zayıf bağlı elektron, çekirdek ve sisteme en zayıf bağlı olmayan diğer elektronların oluşturduğu ortalama küresel simetrik bir potansiyelde hareket eder. Verilen bir sistemde, eğer sisteme en zayıf bağlı olan tek bir elektronun uyarılması ile ilgileniliyorsa en zayıf bağlı elektron potansiyel model teori böyle bir fiziksel problemin çözülmesinde oldukça etkili olabilmektedir. Bu yaklaşımda çok elektrona sahip sistemler tek elektronlu sistemler gibi göz önüne alınabilmektedir. Bu yol ile karmaşık olan çok elektron problemi, sisteme en zayıf bağlı olan tek bir elektronun basit analitik tek elektron problemine indirgenebilir (Zheng ve ark., 2004-b-c; Çelik, 2005; Ateş, 2010; Erol, 2016).

En zayıf bağlı elektron potansiyel model teorisine göre verilen çok elektronlu sistemdeki en zayıf bağlı elektron, çekirdek ve sisteme en zayıf bağlı olmayan diğer elektronların oluşturduğu bir potansiyel alanda hareket eder. Bu potansiyel alanın ilk kısmı Coulomb potansiyelidir. Sisteme en zayıf bağlı elektronun dışındaki diğer elektronların perdelemesi en zayıf bağlı elektronun nüfuz etkisinden dolayı tam değildir. Bu sebeple, bu yöntemde potansiyel fonksiyonunun Coulomb teriminde bir etkin çekirdek yükü kullanılır. Potansiyel alanın ikinci kısmı dipol potansiyelidir. En zayıf bağlı elektron atomik çekirdeği kutupladığından bir elektrik dipol moment oluşur. Oluşan bu elektrik dipol moment en zayıf bağlı elektronun davranışını etkiler. Bu potansiyel alan;

$$V(r_i) = -\frac{Z^*}{r_i} + \frac{\beta}{r_i^2} \tag{3.105}$$

şeklinde yazılır ve en zayıf bağlı elektronun Schrödinger denkleminde kullanılarak,

$$\left[-\frac{1}{2}\nabla^2 + V(r_i) \right] \psi_i = \varepsilon_i \psi_i \tag{3.106}$$

ifadesi elde edilir. Toplam potansiyel içerisinde bazı dönüşümler yapıldıktan sonra radyal denklem çözülüp β parametresi

$$\beta = \frac{\left[d(d+1)+2dl\right]}{2} \tag{3.107}$$

şeklinde türetilir. Türetilen β parametresi Denk. (3.105)'de yerine yazıldığında;

$$V(r_i) = -\frac{Z^*}{r_i} + \frac{\left[d(d+1)+2dl\right]}{2r_i^2} \tag{3.108}$$

elde edilir. Bu potansiyel Denk.(3.106)'da yerine yazıldığında;

$$\left[-\frac{1}{2}\nabla_i^2 + \frac{-Z*}{r_i} + \frac{d(d+1)+2dl}{2r_i^2}\right]\psi_i = \varepsilon_i\psi_i \tag{3.109}$$

ifadesi elde edilir. Bu denklemde ilk terim en zayıf bağlı elektronun kinetik enerjisini, ikinci terim Coulomb potansiyelini, üçüncü terim ise kutuplanma etkisinden kaynaklanan elektrik dipol potansiyelini göstermektedir. Denk. (3.109)'daki parametreler;

- r_i; en zayıf bağlı elektron ile çekirdek arasındaki uzaklık,
- l; yörünge açısal momentum kuantum sayısı,
- Z^*; sisteme en zayıf bağlı olmayan elektronların perdeleme etkisi ile en zayıf bağlı elektronun nüfuz etkisini göz önüne alan etkin çekirdek yükü

Denk. (3.109)'daki d ise kuantum kusurunun belirlenmesinde kullanılan bir parametredir ve n, l, n^* ve l^* kuantum sayıları kullanılarak belirlenmektedir.

En zayıf bağlı elektronun dalga fonksiyonu genel olarak,

$$\psi_i(r_i,\theta_i,\varphi_i) = R_{n^*l^*}(r_i)\ Y_{l,m}(\theta_i,\varphi_i) \tag{3.110}$$

şeklinde yazılır. Radyal denklemin çözümü sürecinde Denk. (3.106)'da ilk operatörden gelen $\frac{l(l+1)}{2r^2}$ terimi yerine $\frac{l^*\left(l^*+1\right)}{2r^2}$ ifadesi yazılmaktadır ve d' ye bağlı terim

Denk. (3.111)'deki ikinci terimle gösterilmektedir. Hidrojen atomu problemine benzer olarak en zayıf bağlı elektron için tek elektron Schrödinger denkleminin çözümü,

$$\psi = N \exp\left(-\frac{Z^* r}{n^*}\right) r^{l^*} L_{n-l-1}^{2l^*+1}\left(\frac{2Z^* r}{n^*}\right) Y_{l,m}(\theta,\phi) \tag{3.111}$$

şeklinde yazılır. Burada N normalizasyon katsayısı olup,

$$N = \left(\frac{2Z^*}{n^*}\right)^{l^*+3/2} \left[\frac{2n^*}{(n-l-1)!}\Gamma(n^*-l^*+1)\right]^{-1/2} \tag{3.112}$$

şeklinde yazılır ve ifadedeki n^*, l^* ve ε

$$l^* = l + d \tag{3.113}$$

$$n^* = n + d \tag{3.114}$$

$$\varepsilon = -\frac{Z^{*2}}{2n^{*2}} \tag{3.115}$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Zheng, 1977; 1986; 1987; Zheng ve Xin, 1991; Zheng ve Li, 1994; Zheng ve ark., 2000-a-d; 2001-a-b-c; Ateş, 2010). Denk. (3.115) ile tanımlanan ε, en zayıf bağlı elektronun enerjisi olup, buradaki n^* ise en zayıf bağlı elektronun kutuplanma etkisinden kaynaklanan etkin baş kuantum sayısını göstermektedir (Çelik, 2005; Ateş, 2010).

Sonuç olarak; WBEPM teoriye göre yarıçapın beklenen değerleri ve deneysel enerji verileri kullanılarak belirlenen bazı parametrelere göre Laguerre polinomunun bir fonksiyonu olarak ifade edilen elektronik radyal dalga fonksiyonu,

$$R = \left(\frac{2Z^*}{n^*}\right)^{l^*+3/2} \left[\frac{2n^*}{(n-l-1)!}\Gamma(n^*-l^*+1)\right]^{-1/2} \exp\left(-\frac{Z^* r}{n^*}\right) r^{l^*} L_{n-l-1}^{2l^*+1}\left(\frac{2Z^* r}{n^*}\right) \tag{3.116}$$

ifadesi ile verilir. Radyal fonksiyonu için,

$$\int_0^{\infty} |R(r)|^2 \, r^2 \, dr = 1 \tag{3.117}$$

normalizasyon şartı kullanılarak ve iki Laguerre polinomunun integral formülünden,

$$\int_0^{\infty} t^{\lambda} e^{-t} L_m^{\mu}(t) L_{m'}^{\mu'}(t) dt = (-1)^{m+m'} \Gamma(\lambda+1) \times \sum_k \binom{\lambda-\mu}{m-k} \binom{\lambda-\mu'}{m'-k} \binom{\lambda+k}{k} \tag{3.118}$$

ifadesi elde edilir. (n_i, l_i) seviyesinden (n_f, l_f) seviyesine geçiş için r^k'nın beklenen değeri ya da radyal geçiş integrali $S = \min\left\{n_f^* - l_f^* - 1 - m_1,\ n_i^* - l_i^* - 1 - m_2\right\}$ ve $k > -l_f^* - l_i^* - 3$ olmak üzere,

$$\left\langle n_i, l_i \left| r^k \right| n_f, l_f \right\rangle = \int_0^{\infty} r^{k+2} R_{n_i l_i}(r) \, R_{n_f l_f}(r) \, dr$$

$$= (-1)^{n_f + n_i + l_f + l_i} \left(\frac{2Z_f^*}{n_f^*}\right)^{l_f^*} \left(\frac{2Z_i^*}{n_i^*}\right)^{l_i^*} \times \left(\frac{Z_f^*}{n_f^*} - \frac{Z_i^*}{n_i^*}\right)^{-l_f^* - l_i^* - k - 3} x \left[\frac{n_f^{*4} \Gamma(n_f^* + l_f^* + 1)}{4 Z_f^{*3} (n_f - l_f - 1)!}\right]^{-1/2} x$$

$$\left[\frac{n_i^{*4} \Gamma(n_i^* + l_i^* + 1)}{4 Z_i^{*3} (n_i - l_i - 1)!}\right]^{-1/2} \times \sum_{m_1=0}^{n_f - l_f - 1} \sum_{m_2=0}^{n_i - l_i - 1} \frac{(-1)^{m_2}}{m_1! m_2!} \left(\frac{Z_f^*}{n_f^*} - \frac{Z_i^*}{n_i^*}\right)^{m_1 + m_2} \times \left(\frac{Z_f^*}{n_f^*} + \frac{Z_i^*}{n_i^*}\right)^{-m_1 - m_2} x$$

$$\Gamma(l_f^* + l_i^* + m_1 + m_2 + k + 3) \times \sum_{m_3=0}^{S} \binom{l_i^* - l_f^* + k + m_2 + 1}{n_f^* - l_f^* - 1 - m_1 - m_3} \times \binom{l_f^* - l_i^* + k + m_1 + 1}{n_i^* - l_i^* - 1 - m_2 - m_3} \times$$

$$\binom{l_i^* + l_f^* + k + m_1 + m_2 + m_3 + 2}{m_3} \tag{3.119}$$

şeklinde verilir (Zheng ve ark., 2000-a-b-c-d; Çelik 2005; Ateş, 2010).

Elde edilen bu ifadede $i = f$ ve $k = 1$ yazılarak en zayıf bağlı elektronun konumunun beklenen değer ifadesi,

$$\langle r \rangle = \frac{3n^{*2} - l^*(l^*+1)}{2Z^*} \tag{3.120}$$

olarak bulunur. Denk. (3.115)'de verilen en zayıf bağlı elektronun $\mathcal{E}$ enerjisinin negatifi, en zayıf bağlı elektronun iyonlaşma enerjisine eşit olup

$$I = -\varepsilon = \frac{Z^{*2}}{2n^{*2}} \tag{3.121}$$

olarak tanımlanır. Denk. (3.119)'da verilen radyal geçiş integrali kullanılarak atomik sistemlere ait osilatör şiddetleri, geçiş olasılıkları ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri gibi fiziksel özellikler hesaplanabilir. Radyal geçiş integralinin hesaplanmasında Z^*, n^* ve l^* parametrelerini belirlemek yeterlidir. Bu parametrelerin doğrudan teoriden hesaplanmasında bazı zorluklarla karşılaşıldığı bilinmektedir (Zheng ve ark., 1999; Ateş, 2010).

Z^*, n^* ve l^* parametrelerini en zayıf bağlı elektron potansiyel model teoride elde edebilmek için Denk. (3.120) ve Denk. (3.121) birlikte çözülür. En zayıf bağlı elektron model teori, hem düşük hem de yüksek uyarılmış seviyeler arasındaki geçişler için etkili bir metottur. Bu metot ile geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri gibi spektroskopik veriler diğer yöntemlere nazaran daha kısa zamanda ve karmaşık hesaplamalara girmeden kolaylıkla elde edilebilmektedir (Fan ve Zheng, 2004; Zheng ve Wang 2004-a; Zheng ve ark., 2004-b-c; Çelik, 2005; Ateş, 2010).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çok elektronlu atomlarda geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam sürelerinin belirlenmesi için öncelikle ilgili seviyeler arasındaki çizgi şiddetlerinin belirlenmesi gerekir. Çizgi şiddetleri, atomik ya da iyonik sistemlerde baskın olan çiftlenim durumuna, geçişe iştirak eden elektron sayısına ve elektronun geçiş tipine göre belirlenir. Bu çalışmada elektron konfigürasyonu $1s^2 2s^2 2p^4$ şeklinde olan sekiz elektrona sahip Oksijen atomuna benzeyen bir kez iyonlaşmış Flor (F II), iki kez iyonlaşmış Neon (Ne III) ve üç kez iyonlaşmış Sodyum (Na IV) için izinli seviyeler arasında geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri hesaplanmıştır.

Atomik yapı hesaplamalarında geçiş olasılıkları, osilatör şiddeti ve uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri sırasıyla Denk (4.1), Denk (4.2) ve Denk (4.3)'deki ifadelerden elde edilmiştir.

i enerji seviyeli $g_i = 2J_i + 1$ durumlarının herhangi birine bir geçiş yapan j durumundaki bir atomun birim zaman başına toplam elektrik dipol geçiş olasılığı S_{ji} çizgi şiddetine bağlı olarak;

$$A_{ji} = \frac{2{,}0261.10^{-6}(E_j - E_i)^3}{(2J_i+1)} S_{ji} \qquad (4.1)$$

şeklinde yazılır ve birimi s^{-1}'dir (Cowan, 1981).

$J \rightarrow J'$ geçişi için osilatör şiddeti $S_{JJ'}$ çizgi şiddetine bağlı olarak;

$$f_{JJ'} = \frac{(E_{J'} - E_J)}{3(2J+1)} S_{JJ'} \qquad (4.2)$$

şeklinde yazılır ve geçişin şiddetini ifade etmek için kullanılan boyutsuz bir niceliktir (Cowan, 1981).

Bir atomun uyarılmış j halindeki yaşam süresi;

$$\tau_j = \frac{1}{\sum_{(i<j)} A_{ji}} \qquad (4.3)$$

şeklinde yazılır ve birimi saniyedir (Cowan, 1981).

Yapılan hesaplamalarda göz önüne alınan seviyeler arasındaki çizgi şiddetlerine ait radyal geçiş integralleri en zayıf bağlı elektron potansiyel model teori (WBEPMT) kullanılarak belirlenmiştir. Oksijen atomu ve oksijene benzeyen iyonlar elektron sayısı az olan yani hafif sistemler olarak bilinir. Daha önce de belirttiğimiz gibi hafif sistemlerde genel olarak LS kuplajı baskındır. Dolayısıyla yapılan bu çalışmada atomik yapı hesaplamaları LS kuplajına göre elde edilmiştir.

Bu hesaplamalarda ilk olarak, temel-uyarılmış seviye ve uyarılmış seviyeler arası geçişleri hesaplayabilmek için F II, Ne III ve Na IV'e ait seviyelerin data dosyaları ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu data dosyasında F II, Ne III ve Na IV için temel seviye ve uyarılmış seviye konfigürasyonları, bu seviyelerin enerji değerleri, seviyelere ait yarıçapların beklenen değerleri ve ilgili açısal momentum kuantum sayıları mevcuttur. Tüm hesaplamalarda Fortran 77 programlama dilinde Real*8 aritmetiğinde (çift hassasiyet) bilgisayar programları kullanılmıştır. WBEPM teoride, radyal geçiş integrallerinin hesaplanması için gerekli olan Z^*, n^* ve l^* parametrelerinin belirlenmesinde enerji değerleri için literatürdeki deneysel enerji verileri (NIST Database) kullanılmıştır. Elde edilecek sonuçların hassasiyetini arttırmak için seviyelere ait yarıçapların beklenen değerleri hem NCA (Nümerical Coulomb Yaklaşımı) yöntemi (Lindgard ve Nielsen, 1975; 1977) hem de NRHF (Non-Relativistik Hartree-Fock) yöntemiyle belirlenmiştir (Gaigalas ve Fischer, 1996).

F II, Ne III ve Na IV için hesaplanan sonuçlar bu çalışmanın Ek kısmında tablolar halinde verilmiştir. Bu tablolarda her geçiş dizisinin ilk satırı multiplet (yarılmamış) çizgileri göstermektedir. Ayrıca tablolarda yıldız üst indis ile verilen değerler seviyelere ait yarıçapların NCA yöntemi ile diğer değerler ise seviyelere ait yarıçapların NRHF yöntemi ile belirlenerek elde edilen sonuçlardır.

4.1. Bir Kez İyonlaşmış Flor (F II) İle İlgili Yapılan Hesaplamalar

Ek-1'de bir kez iyonlaşmış Flor (F II) için Tablo 1.1'de WBEPM teori yöntemi ile elde edilen osilatör şiddeti ve geçiş olasılığı sonuçları verilmiştir. Tablo 1.1'de WBEPM teori yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı değerleri literatürdeki bazı deneysel ve teorik yöntemlerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Tablo 1.2'de ise WBEPMT yönteminden elde edilen uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri verilmiştir.

Tablo 1.2'deki karşılaştırmalarda WBEPM teori yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları, Wiese ve ark. (1966) tarafından dataların kritik değerlendirilmesi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları ile ortalama % ±22.9 ve Fischer ve Tachiev (2004) tarafından Multikonfigürasyonel Hartree-Fock (MCHF) yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları ile ortalama % ±13.8 uyumlu olduğu görülmüştür.

4.2. İki Kez İyonlaşmış Neon (Ne III) İle İlgili Yapılan Hesaplamalar

Ek-2'de iki kez iyonlaşmış Neon (Ne III) için Tablo 2.1'de WBEPM teori yöntemi ile elde edilen osilatör şiddeti ve geçiş olasılığı sonuçları verilmiştir. Tablo 2.1'de WBEPM teori yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı değerleri literatürdeki bazı deneysel ve teorik yöntemlerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Tablo 2.2'de ise WBEPMT yönteminden elde edilen uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri verilmiştir.

Tablo 2.2'deki karşılaştırmalarda WBEPM teori yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları, Fischer ve Tachiev (2004) tarafından Multikonfigürasyonel Hartree-Fock (MCHF) yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları ile ortalama % ±15.4 ve Kramida ve Nave (2006) tarafından dönüşüm spektroskopisi kullanılarak 57 seviyeye ait enerji değerlerini ölçerek bir optimizasyon prosedürü ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları ile ortalama % ±13.9 uyumlu olduğu görülmüştür.

4.3. Üç Kez İyonlaşmış Sodyum (Na IV) İle İlgili Yapılan Hesaplamalar

Ek-3'de üç kez iyonlaşmış Sodyum (Na IV) için Tablo 3.1'de WBEPM teori yöntemi ile elde edilen osilatör şiddeti ve geçiş olasılığı sonuçları verilmiştir. Tablo 3.1'de WBEPM teori yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı değerleri literatürdeki bazı deneysel ve teorik yöntemlerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Tablo 3.2'de ise WBEPMT yönteminden elde edilen uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri verilmiştir.

Tablo 3.2'deki karşılaştırmalarda WBEPM teori yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları, Butler ve Zeippen (1995) tarafından the close-coupling yaklaşımını kullanarak R-matrix yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları ile ortalama % ±52,5 ve Fischer ve Tachiev (2004) tarafından Multikonfigürasyonel Hartree-Fock (MCHF) yöntemi ile elde edilen geçiş olasılığı sonuçları ile ortalama % ±16,7 uyumlu olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri gibi spektroskopik parametreler astrofizik ve fiziğin birçok dalında önemlidir. Bu parametrelerin belirlenmesindeki hassasiyet hesaplamalarda seçilen dalga fonksiyonlarının hassasiyetine bağlıdır. Bu konuyla ilgili literatürde teorik ve deneysel birçok çalışma yapılmaktadır. Literatür dikkatlice incelenecek olursa söz konusu spektroskopik parametreleri hesaplayan birçok saf teorik yöntem olduğu görülebilir. Bu yöntemlerin çoğunda geçişe iştirak eden elektronların bulunduğu seviyeyi tanımlayan dalga fonksiyonları, önceki konfigürasyonların ve orbital baz setlerinin toplamı şeklinde oluşturulur. Bu yöntemlerle yapılan hesaplamalar düşük uyarılmış seviyeler için makul sonuçlar verebilirken yüksek uyarılmış seviyelere doğru gidildikçe çok sayıda konfigürasyonun ve orbital baz setinin toplanmasını gerektirir ve çok sayıda konfigürasyon ve baz seti ile çalışmak hesaplamaları oldukça karmaşık hâle getirebilmektedir. Hesaplamalardaki bu karmaşıklıkların bilgisayar teknolojisindeki son gelişmelerle üstesinden gelinse de bazı atom ve iyonlara ait yüksek uyarılmış seviyelerle ilgili parametrelerin belirlenmesi hâlâ literatürde bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır.

Bu tez çalışmasıyla, oksijen benzeri F II, Ne III ve Na IV iyonları için birçok geçiş olasılığı, osilatör şiddeti ve uyarılmış seviyelerin yaşam süresi değerleri belirlenmiştir. Bazı sonuçlar literatürde elde edilebilen değerlerle karşılaştırılmış ve makul bir uyum elde edilmiştir. Bunun yanında söz konusu iyonlara ait bazı sonuçlar ise ilk kez bu çalışmada verilmiştir. Bu çalışmada en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teorinin kullanılması ile yüksek uyarılmış seviyelere ait temel spektroskopik verilerin belirlenmesinde diğer yöntemler kadar karmaşık bir hesaplama prosedürüne girilmesinin önüne geçmiştir.

5.2 Öneriler

Yüksek uyarılmış ya da Rydberg seviyeleri özellikle astrofizikte önemli uygulama alanları bulmaktadır. Bu tip yüksek uyarılmış seviyelerle çalışmalarda en zayıf bağlı elektron potansiyel model (WBEPM) teori gibi yarı deneysel yöntemlerin kullanılmasının birçok avantaj sağlayacağını söyleyebiliriz. En zayıf bağlı elektron

potansiyel model (WBEPM) teori kullanılarak elde edilen geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süresi sonuçlarının hassasiyeti hesaplamalarda kullanılan enerji değerleri ve seviyelere ait yarıçapların beklenen değerlerinin hassasiyetine bağlıdır. Birçok atomik ve iyonik sistem için seviyelere ait enerji değerleri, literatürde hem teorik olarak hem de deneysel olarak yeterli hassasiyette belirlenebilmektedir. Seviyelere ait bekelenen değerlerin relativistik etkileri içeren teorik yöntemlerle belirlenmesinin spektroskopik parametre sonuçlarının hassasiyetini arttırabileceği beklenebilir.

Bundan sonraki çalışmalarda, özellikle seviyelere ait yarıçapların daha hassas olarak belirlenmesinin üzerinde durulması ve bu tez çalışmasında oluşturulan paket program kullanılarak yarı relativistik yaklaşımların yeterli olabileceği çok elektronlu sistemlerde atomik yapı parametrelerinin araştırılması amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Alparslan, B., 2017, Üç kez iyonlaşmış seryumun (Ce IV) atomik yapı hesaplamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.

Apaydın, F., 2004, Kuantum Fiziği, *Hacettepe Üniversite Yayınları*, Ankara.

Ateş, Ş., 2010, Çok elektronlu sistemlerde atomik yapı hesaplamaları, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Aygün, E. ve Zengin, D. M., 1998, Atom ve Molekül Fiziği, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 5. Baskı, *Bilim Yayınları*, Ankara.

Beiser, A., 2008, Modern Fiziğin Kavramları, Çev.: Gülsen Önengüt, *Akademi Yay.*, Ankara.

Bethe, H. A. and Salpeter, E. E., 1957, Quantum Mechanics of one and two-electron atoms, *Springer-Verlag*, Berlin.

Butler, K. and Zeippen, C. J., 1995, *The Opacity Project Vol. 1, Institute of Physics Publications, TOPBASE*, Bristol, UK.

Calamai, A. G., Gwinner, G., Tordoir, X., Träbert, E. and Wolf, A., 2000, Electric quadrupole and magnetic dipole transition probabilities within the ground configuration of F^+, *Phys. Rev. A*, 61, 062508.

Chin-Bing, S. A. and Head, C. E., 1974, Radiative-lifetime measurements for F II using a doubly differentially pumped gas target, *Phys. Rev. A*, 10, 209.

Costa, I. V. L., Cavalcanti, G. H. and Trigueiros, A. G., 2001, Weighted oscillator strengths and lifetimes for the neutral oxygen spectrum, *OI. Brazilian Journal of Physics*, 31: 1, 48.

Cowan, R. D., 1981, The theory of atomic structure and spectra, *University of California Pres*, Berkeley.

Çelik, G., 2005, Çok elektronlu atomlarda elektronik geçişler, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Çelik, G., Ateş, Ş. ve Kılıç, H. Ş., 2006, Lityum atomunda bazı yüksek uyarılmış seviyelerin bireysel çizgileri arasındaki geçiş olasılıklarının hesaplanması, *S. Ü. Fen Ed. Fak. Fen Derg. 27*, 67-72.

Deng, B.-L., Jiang, G., Zhang, L., Wang, X. and Hua, X.-Z., 2012, Relativistic configuration interaction calculations on Kα x-ray satellites of sodium ions, *Phys. Scr.*, 85, 045303.

Doğan, D., 2013, Yasak geçişler, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Einstein, A., 1917, *Physics. Z.*, 121.

Erol, E., 2016, Bakır ve bazı bakır benzeri iyonlarda atomik yapı hesaplamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Eser, S. and Özdemir, L., 2016, E1, E2 and M1 transition parameters for some levels over ionization limit of Ne III, *Eur. Phys. J. Plus*, 131, 227.

Fan, J. and Zheng, N. W., 2004, Oscillator strengths and transition probabilities for Mg-like ions, *Chem. Phys. Lett.*, 400, 273.

Fischer, C. F., He, X. and Jönsson, P., 1998, The $2p^4\ ^3P_{1,2}$-$2p^3 3s\ ^5S^0_2$ and $2p^4\ ^3P_{1,2}$-$2s2p^5\ ^3P^0_2$ transitions in the oxygen isoelectronic sequence, *Eur. Phys. J. D 4*, 285–289.

Fischer, C. F. and Tachiev, G., 2004, Breit-Pauli energy levels, lifetimes and transition probabilities fort he beryllium-like to neon-like sequences, *Atomic Data Nuclear Data Tables*, 87, 1-184.

Gaigalas, G. and Fischer, C. F., 1996, Extension of the HF program to partially filled F-subshells, *Comput. Phys. Commun.*, 98, 1-2, 255-264.

Gaigalas, G., Kaniauskas, J., Kisielius, R., Merkelis, G. and Vilkas, M. J., 1994, Second-order MBPT results for the oxygen isoelectronic sequence, *Phys. Scr.*, 49, 135–147.

Gökçe, Y., 2013, Si IX iyonu için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve uyarılmış seviyelerin yaşam sürelerinin hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Güllüler, A., 2010, Alkali atomlarda geçiş olasılıklarının hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Hilborn, R. C., 1982, Einstein coefficients, cross sections, f values, dipol moments, and all that, *Am. J. Of Phys.*, 50, 982.

Knystautas, E. J., Buchet-Poulizac, M.-C., Buchet, J. P. and Druetta, M., 1979, Beam-Foil study of fluorine in the far UV, *J. Opt. Soc. Am.*, 69, 474–478.

Kramida, A. E. and Nave, G., 2006, New FTS measurements, optimized energy levels and refined VUV standards in the Ne III spectrum, *Eur. Phys. J. D 37*, 1-21.

Landi, E., 2005, Radiative transition probabilities in the O-like sequence, *Astron. Astrophys.*, 434, 365–376.

Landi, E. and Bhatia, A. K., 2005, Atomic data and spectral line intensities for Ne III, *At. Data Nucl. Data Tables*, 89, 195-265.

Levine, I. N., 2000, Quantum chemistry, 5th editör, *Prentice-Hall, Inc.*, New Jersey.

Lindgrad, A. and Neilsen, S. E., 1975, Numerical approach to transition probabilities in the Coulomb Approximation: Be II and Mg II. Rydberg Series, *Journal Physics B*, 8,1183.

Lindgrad, A. and Neilsen, S. E., 1977, Transition probabilities for the alkali isoelectronic sequences Li I, Na I, K I, Rb I, Cs I, Fr I sequences, *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 19 (6), 533-633.

Luken, W. L. and Sinanoğlu, O., 1976, Oscillator strengths for transitions involving excited states not lowest of their symmetry: Carbon I and fluorine II transitions, *J. Chem. Phys.*, 64, 4680–4683.

Nandi, T., Kurup, M. B., Prasad, K. G. and Marketos, P., 1995, Spectroscopy of highly excited levels in Na II-IV ions, *J. Phys. B*, 28, 685.

Özarslan, S., 2012, Ağır atomlarda atomik yapı hesaplamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Palmeri, P., Quinet, P., Mendoza, C., Bautista, M. A., García, J., Witthoeft, M. C. and Kallman, T. R., 2012, Atamic decay data for modeling K lines of iron peak and light odd-Z elements, *Astron. Astrophys.*, 543, p. A44.

Pinnington, E. H., Irwin, D. J. G., Livingston, A. E. and Kernahan, J. A., 1976, Fluorine mean life measurements below 1000 Å using the beam-foil technique, *Can. J. Phys.*, 54, 1014–1021.

Pinnington, E. H., Gosselin, R. N., Irwin, D. J. G., and O'Neill J. A., 1979, Beam-foil lifetime measurements for some $2p^3n\ell$ terms of singly ionized fluorine, *Can. J. Phys.*, 57, 1046–1050.

Pradhan, A. K. and Nahar, S. N., 2011, Atomic astrophysics and spectroscopy, 978-0-521-82536-8, *Cambridge University Press*, New York, 97-140.

Raja Sekhar, B. N., Padmanabhan, S., Shastri, A., Raja Rao, P. M., Kurup, M. B. and Prasad, K. G., 1998, Mean lifetime measurements of F II and F III levels using beam-foil technique, *Pramana J. Phys.*, 50, 231-237.

Rynkun, P., Jönsson, P., Gaigalas, G. and Fischer, C. F., 2013, Energies and E1, M1, E2, and M2 transition rates for states of the $2s^22p^4$, $2s2p^5$, and $2p^6$ configurations in oxygen-like ions between F II and Kr XXIX, *Astron. Astrophys.*, 557, p. A136.

Sansonetti, J. E., 2008, Wavelengths, transition probabilities, and energy levels for the spectra of sodium (Na I–Na XI), *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 37, 1659–1763.

Sheng, Y., Wang, R., Jiang, G. and Zhu, Z.-H., 2001, Calculation of the fine structure of oxygen-like ions using the polarization potential function, *Chin. Phys.*, 10, 505.

Schulz-Gulde, E. and Wenzel, A., 1980, Experimental F II/F I and S II/S I line transition probability radios, *J. Phys. B*, 13, 3733–3737.

Sobelman, I. I., 1975, Introduction to the theory of atomic spectra, *International Series of Monographs in Natural Philosophy*, 40, New York.

Sobelman, I. I., 1979, Atomic spectra and radiative transitions, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, New York.

Sobelman, I. I., 1996, Atomic spectra and radiative transitions, *Springer Series in Chemical Physics 1*, Berlin.

Rudzikas, Z., 1997, Theoretical atomic spectroscopy, *Cambridge University*, 1. Baskı.

Tekeli, G., 2009, Elektrik dipol geçişler, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Tektunalı, H. G. ve Kuli-Zade, C. M., 1995, Atom ve spektroskopinin temelleri, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi*, İstanbul.

Thewlis, J., 1961, Encylopedic Dictionary of Physics, *Pergamon Pres*, Oxford, 2, 60.

Tokgöz, M., 2013, Bazı açık kabuklu atomik ve iyonik sistemlerde atomik yapı hesaplamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Träbert, E., 2012, Level lifetimes dominated by electric-dipole forbidden decay rates in the ground configuration of doubly charged rare gas ions (Ne^{2+}, Ar^{2+}, Kr^{2+} and Xe^{2+}), *Phys. Scr.*, 85, 048101.

Träbert, E., Wolf, A., Tordoir, X., Pinnington, E. H., Knystautas, E. J., Gwinner, G. A., Calamai, G. and Brooks, R. L., 2001, Lifetime of metastable Ne^{2+} ions measured at a heavy-ion storage ring, *Can. J. Phys.*, 79, 145-151.

Vilkas, M. J., Merkelis, G., Kisielius, R., Gaigalas, G., Bernotas, A. and Rudzikas, Z., 1994, Ab initio calculation of E1 transitions in the oxygen isoelectronic sequence, *Phys. Scr.*, 49, 592-600.

Wiese, W. L., 2001, Transition probabilities and atomic lifetimes, *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*.

Wiese, W. L., Smith, M. W. and Glennon, B. M., 1966, Atomic transition probabilities, Vol. I: Hydrogen through neon – A critical data compilation, in Nat. Stand. Ref. Data Ser., NSRDS-NBS, *U.S. Gov. Print. Off.*, Washington, D.C., 4, 153 pp.

Zheng, N. W., 1977, A New Empirical Formule About Calculation of Ionization Potential, *Chinese Science Bulletin*, 22, 531-535.

Zheng, N. W., 1986, A New Theoretical Model for Many-Electron Atom and Ion Systems I, *Chinese Science Bulletin*, 31, 1238-1242.

Zheng, N. W., 1987, A New Theoretical Model For Many-Electron Atom and Ion Systems II, *Chinese Science Bulletin*, 32, 1263-1267.

Zheng, N. W., and Xin, H. W., 1991, Succesive Ionization Potentials of $4f^n$ Electrons Within WBEPM Theory, *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 24 (6), 1187-1191.

Zheng, N. W., and Li, G. S., 1994, Electronegativity-Average Nuclear-Potential of The Valence Electron, *J. Phys Chem-Us*, 98 (15), 3964-3966.

Zheng, N. W., Wang. T., Zhou, T., Sun, Y. J., Su, Y. and Zhang, Y., 1999, Study of Transition Probability of Low States of Alkali Metal Atoms with WBEPM Theory, *Journal of The Physical Society of Japan*, 68, 3859-3862.

Zheng, N. W., Ma, D. X., Yang, R., Zhou, T., Wang, T. and Han, S., 2000-a, An Efficient Calculation of The Energy Levels of The Carbon Group, *Journal of Chemical Physics*, 113 (5), 1681-1687.

Zheng, N. W., Sun, Y. J., Wang, T., Ma, D. X., Zhang, Y. and Su, W., 2000-b, Transition Probability of Lithium Atom and Lithiumlike Ions With Weakest Bound Electron Wave Functions and Coupled Equations, *International Journal of Quantum Chemistry*, 76, 51-61.

Zheng, N. W., Wang. T. and Yang, R., 2000-c, Transition Probability of Cu I, Ag I and Au I from Weakest Bound Electron Potential Model Theory, *Journal of Chemical Physics*, 113 (15), 6169.

Zheng, N. W., Zhou, T., Yang, R., Wang, T. and Ma, D. X., 2000-d, Analysis of Bound Odd-Parity Spectrum of Krypton by Weakest Bound Electron Potential Model Theory, *Chemical Physics*, 258, 37-46.

Zheng, N. W., Sun, Y. J., Ma, D. X., Yang, R., Zhou, T. and Wang. T., 2001-a, Theoretical Study on Regularity of Changes in Quantum Defects in Rydberg State Series of Many-Valence Electron Atoms within WBEPM Theory, *International Journal of Quantum Chemistry*, 81, 232-237.

Zheng, N. W., Wang, T., Yang, R., Zhou, T., Ma, D. X., Wu, Y. G. and Xu, H. T., 2001-b, Transition Probabilities For Be I, Be II, Mg I, and Mg II, *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 79 (1), 109-141.

Zheng, N. W., Wang, T., Ma, D. X. and Zhou, T., 2001-c, Calculation of Transition Probability for C (I-IV), *J. Opt. Soc. Am. B*, 18, 1395-1409.

Zheng, N. W., and Wang, T., 2004-a, Calculation of Excited-State Ionization Potential for Boron-Like Sequence, *Int. J. Quant. Chem*, 98, 495.

Zheng, N. W., Li, Z., Ma, D. X., Zhou, T. and Fan, J., 2004-b, Theoretical Study of Energy Levels of Atomic Ga, *Canadian Journal of Physics*, 82, 523-529.

Zheng, N. W., Wang. T., Ma, D. X., Zhou, T. and Fan, J., 2004-c, Weakest Bound Electron Potential Model Theory, *Int. J.Quant. Chem*, 98, 281-290.

EKLER

EK-1 F II için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri

Tablo 1.1. F II için geçiş olasılıkları ve osilatör şiddetleri

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	3	1			547,36	5,21E-02*	3,48E+01*	3,67E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	548,32	5,15E-02*	3,81E+00*	4,06E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	547,87	5,15E-02*	1,15E+01*	1,22E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	546,85	5,16E-02*	1,92E+01*	2,04E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	3	6			472,34	1,35E-01	2,42E+01	1,29E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	473,01	1,35E-01	1,35E+01	7,01E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	472,68	3,39E-02	1,01E+01	5,44E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	472,71	1,02E-01	1,82E+01	9,48E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	471,92	1,36E-03	6,77E-01	3,84E-01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	471,95	2,03E-02	6,09E+00	3,37E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	472,00	1,14E-01	2,43E+01	1,29E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D ^1D	2	2			514,94	2,12E-01	5,33E+01	3,14E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	514,94	2,13E-01	5,36E+01	3,14E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	3	6			371,21	5,12E-02	1,49E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	371,63	5,76E-02	9,28E+00	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	371,43	1,44E-02	6,97E+00	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	371,44	4,30E-02	1,25E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	370,96	5,76E-04	4,66E-01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	370,97	8,59E-03	4,17E+00	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	370,99	4,77E-02	1,65E+01	

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2			400,59	1,22E-01	5,09E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	400,59	1,36E-01	5,65E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^1D ^1D	2	2			371,38	1,65E-01	7,07E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	371,38	1,71E-01	7,31E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	3	1			375,67	5,48E-02	7,77E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	376,12	5,51E-02	8,65E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	375,91	5,51E-02	2,60E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	375,43	5,51E-02	4,35E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	3	6			376,90	1,01E-01	2,84E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	377,32	1,01E-01	1,58E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	377,11	2,54E-02	1,19E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	377,13	7,60E-02	2,14E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	376,62	1,02E-03	7,95E-01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	376,65	1,52E-02	7,15E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	376,69	8,51E-02	2,86E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2			407,50	1,67E-01	6,70E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	407,50	1,68E-01	6,74E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3			407,04	2,55E-01	7,33E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	407,04	2,56E-01	7,37E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1			405,64	4,38E-02	2,96E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	405,64	4,41E-02	2,98E+01

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Wiese ve ark., 1966 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	3	3			375,51	1,27E-01	6,02E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	375,93	1,28E-01	2,01E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	375,69	4,27E-02	6,05E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	375,72	3,20E-02	1,51E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	375,78	5,33E-02	1,51E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	375,24	3,20E-02	2,53E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	375,30	9,59E-02	4,54E+01		
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1P	2	1			4860,77	1,63E-01	7,65E-01	6,09E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	4860,77	1,63E-01	7,65E-01	6,09E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	6	6			4114,78	3,03E-01	1,20E+00	1,04E+00	1,80E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	4120,37	2,27E-01	8,93E-01	7,58E-01	1,30E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	4119,91	7,58E-02	1,79E-01	1,33E-01	2,70E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	4118,15	4,55E-02	2,98E-01	2,57E-01	4,50E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	4117,70	2,11E-01	8,28E-01	7,42E-01	1,20E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	4113,88	4,72E-02	1,33E-01	9,17E-02	2,00E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	4114,13	3,37E-02	1,86E-01	1,65E-01	2,80E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	4110,32	2,70E-01	1,07E+00	9,52E-01	1,60E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1D	2	2			3203,69	2,33E-01*	1,51E+00*		2,20E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	3203,69	2,29E-01*	1,49E+00*		2,20E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1S	1	0			2556,91	8,78E-02*	2,69E+00*		
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1S	1	0	3	1	2556,91	8,75E-02*	2,68E+00*		
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1P	1	1			3523,88	3,69E-01	1,98E+00		
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	3523,88	3,69E-01	1,98E+00		

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Wiese ve ark., 1966 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^3S\ ^3P$	1	3			4026,15	9,10E-01*	1,25E+00*	1,15E+00	1,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^3S\ ^3P$	1	0	3	1	4026,15	1,01E-01*	1,25E+00*	1,15E+00	1,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^3S\ ^3P$	1	2	3	5	4025,86	5,07E-01*	1,25E+00*	1,15E+00	1,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^3S\ ^3P$	1	1	3	3	4026,63	3,04E-01*	1,25E+00*	1,15E+00	1,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^5S\ ^5P$	2	6			3850,06	8,43E-01*	1,26E+00*	1,26E+00	1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^5S\ ^5P$	2	1	5	3	3852,76	1,69E-01*	1,27E+00*	1,25E+00	1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^5S\ ^5P$	2	2	5	5	3851,08	2,82E-01*	1,27E+00*	1,25E+00	1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	$^5S\ ^5P$	2	3	5	7	3848,18	3,95E-01*	1,27E+00*	1,26E+00	1,30E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	6	3			3540,79	2,17E-01	1,92E+00	1,80E+00	2,00E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	1	0	3	1	3536,20	1,21E-01	1,93E+00	1,81E+00	2,10E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	1	1	3	3	3539,52	9,04E-02	4,81E-01	4,53E-01	5,10E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	1	2	3	5	3547,07	6,01E-03	1,91E-02	1,81E-02	2,10E-02
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	2	1	5	3	3537,88	1,63E-01	1,45E+00	1,35E+00	1,50E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	2	2	5	5	3545,43	5,41E-02	2,87E-01	2,72E-01	3,10E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3P$	3	2	7	5	3542,78	2,17E-01	1,61E+00	1,51E+00	1,70E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^1D\ ^1F$	2	3			4300,37	4,32E-01	1,11E+00	9,73E-01	1,70E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^1D\ ^1F$	2	3	5	7	4300,37	4,33E-01	1,11E+00	9,73E-01	1,70E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	6	9			3901,96	4,50E-01	1,41E+00	1,27E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	1	2	3	5	3904,93	4,50E-01	1,18E+00	1,09E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	2	2	5	5	3902,94	5,00E-02	2,19E-01	1,73E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	2	3	5	7	3903,04	4,00E-01	1,25E+00	1,16E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	3	2	7	5	3899,73	1,02E-03	6,27E-03	3,82E-03	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	3	3	7	7	3899,84	3,58E-02	1,57E-01	1,13E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	$^3D\ ^3F$	3	4	7	9	3899,92	4,14E-01	1,41E+00	1,28E+00	

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^1P\ ^1D$	1	2			3154,41	7,05E-01	2,83E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^1P\ ^1D$	1	2	3	5	3154,41	7,04E-01	2,83E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	3	3			3606,51	3,54E-01	1,81E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	0	1	1	3	3608,43	3,54E-01	6,04E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	1	0	3	1	3609,97	1,18E-01	1,81E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	1	1	3	3	3608,09	8,84E-02	4,53E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	1	2	3	5	3605,03	1,47E-01	4,54E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	2	1	5	3	3607,87	8,84E-02	7,55E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	$^3P\ ^3P$	2	2	5	5	3604,81	2,65E-01	1,36E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	6	6			1523,47	5,59E-01	1,61E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	1	1	3	3	1523,92	4,22E-01	1,21E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	1	2	3	5	1523,89	1,41E-01	2,42E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	2	1	5	3	1523,62	8,43E-02	4,04E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	2	2	5	5	1523,59	3,90E-01	1,12E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	2	3	5	7	1523,68	8,74E-02	1,79E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	3	2	7	5	1523,10	6,25E-02	2,52E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3D$	3	3	7	7	1523,19	5,00E-01	1,44E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	6	9			1514,91	7,89E-01	1,64E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	1	2	3	5	1515,09	7,93E-01	1,38E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	2	2	5	5	1514,79	8,82E-02	2,56E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	2	3	5	7	1515,03	7,05E-01	1,46E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	3	2	7	5	1514,31	1,80E-03	7,33E-02
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	3	3	7	7	1514,54	6,30E-02	1,83E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	$^3D\ ^3F$	3	4	7	9	1514,80	7,28E-01	1,65E+01

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	6			1493,18	8,13E-03*	8,11E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	1493,32	1,33E-03*	6,65E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	1493,23	2,21E-03*	6,61E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	1493,09	3,06E-03*	6,54E-02*
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^1D ^1P	2	1			1609,81	3,43E-01	1,47E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	1609,81	3,45E-01	1,48E+01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	3	6			3974,59	5,23E-01	1,32E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	3973,17	5,23E-01	7,36E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	3972,75	1,31E-01	5,52E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	3973,79	3,92E-01	9,94E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	3972,48	5,23E-03	3,68E-02
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	3973,53	7,84E-02	3,31E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	3975,90	4,39E-01	1,32E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	6	3			1503,69	3,33E-01	1,64E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	1503,40	1,86E-01	1,65E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	1503,83	1,40E-01	4,11E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	1504,49	9,29E-03	1,64E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	1503,53	2,51E-01	1,24E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	1504,19	8,36E-02	2,47E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	1503,72	3,34E-01	1,38E+01
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	6			1209,36	2,93E-03*	4,46E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	1209,40	3,79E-04*	2,88E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	1209,37	6,28E-04*	2,86E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	1209,33	8,70E-04*	2,84E-02*

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^1D ^1D	2	2			1534,20	5,66E-01	1,60E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	1534,20	5,59E-01	1,59E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^1D ^1F	2	3			1585,05	8,20E-01	1,56E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	1585,05	8,23E-01	1,56E+01
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^5S ^5P	2	6			1105,95	1,51E-03*	2,74E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	1105,97	1,32E-04*	1,20E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	1105,96	2,19E-04*	1,19E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	1105,94	3,03E-04*	1,18E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^5S ^5P	2	6			1054,87	1,06E-03*	2,13E-02*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	1054,88	5,56E-05*	5,56E-03*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	1054,88	9,21E-05*	5,52E-03*
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	1054,87	1,27E-04*	5,46E-03*
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	6	2			3059,69	1,34E-01	2,86E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	1	2	3	5	3057,99	1,35E-01	5,77E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	2	2	5	5	3059,05	1,35E-01	9,61E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	3	2	7	5	3060,88	1,35E-01	1,34E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	3	1			3417,77	1,54E-01	2,64E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	3417,78	1,55E-01	2,95E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	3417,43	1,55E-01	8,85E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	3417,98	1,55E-01	1,48E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1P ^1D	1	2			2868,14	5,31E-01	2,58E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	2868,14	5,34E-01	2,60E+00

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	3	6			3397,12	5,32E-01	1,84E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	3402,01	5,33E-01	1,02E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	3398,94	1,33E-01	7,70E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	3400,06	4,00E-01	1,39E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	3392,00	5,35E-03	5,17E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	3393,12	8,01E-02	4,64E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	3394,85	4,48E-01	1,85E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	9	6			3120,05	4,99E-01	4,78E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	2	1	5	3	3118,69	4,21E-01	4,82E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	2	2	5	5	3119,64	7,80E-02	5,35E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	2	3	5	7	3121,09	2,23E-03	1,09E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	3	2	7	5	3119,57	4,46E-01	4,28E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	3	3	7	7	3121,03	5,57E-02	3,81E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	4	3	9	7	3120,97	5,01E-01	4,41E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	6	3			3125,71	4,19E-01	2,47E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	3126,40	2,34E-01	2,41E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	3126,67	1,75E-01	6,02E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	3127,15	1,17E-02	2,41E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	3126,03	3,16E-01	1,81E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	3126,50	1,05E-01	3,62E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	3125,03	4,21E-01	2,03E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3S ^3P	1	3			2994,79	4,31E-01	5,72E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3S ^3P	1	0	3	1	2994,33	4,82E-02	5,60E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3S ^3P	1	1	3	3	2994,58	1,45E-01	5,60E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3S ^3P	1	2	3	5	2995,02	2,41E-01	5,60E-01

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Wiese ve ark., 1966 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	6	6			2996,14	5,02E-01	3,73E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	2993,68	3,79E-01	2,82E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	2994,55	1,26E-01	5,64E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	2993,92	7,58E-02	9,40E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	2994,79	3,51E-01	2,61E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	2996,13	7,85E-02	4,17E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	2996,81	5,61E-02	5,83E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	2998,16	4,48E-01	3,33E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^1P ^1P	1	1			2974,64	4,00E-01	1,03E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	2974,64	3,93E-01	9,76E-01	
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^1D ^1P	2	1			3301,03	3,72E-01	1,10E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	3301,03	3,65E-01	1,03E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	6	2			1885,69	1,85E-02*	1,04E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	1	2	3	5	1885,04	1,81E-02*	2,04E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	2	2	5	5	1885,44	1,81E-02*	3,40E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	3	2	7	5	1886,14	1,81E-02*	4,76E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	6	9			4448,15	9,77E-01*	2,35E+00*	2,35E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	4447,78	9,78E-01*	1,98E+00*	1,97E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	4447,94	1,09E-01*	3,67E-01*	3,67E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	4447,97	8,70E-01*	2,09E+00*	2,09E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	4448,36	2,22E-03*	1,05E-02*	1,03E-02
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	4448,40	7,76E-02*	2,62E-01*	2,62E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	4448,44	8,98E-01*	2,36E+00*	2,35E+00

Tablo 1.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Wiese ve ark., 1966 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	6	10			3504,92	8,61E-01*	2,80E+00*	2,86E+00	2,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	0	3	1	3502,39	1,73E-01*	2,82E+00*	2,87E+00	2,86E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	1	3	3	3502,45	3,89E-01*	2,12E+00*	2,15E+00	2,15E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	2	3	5	3502,57	3,03E-01*	9,87E-01*	1,00E+00	1,00E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	1	5	3	3503,84	7,78E-02*	7,05E-01*	7,16E-01	7,20E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	2	5	5	3503,97	3,03E-01*	1,64E+00*	1,67E+00	1,67E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	3	5	7	3504,11	4,84E-01*	1,88E+00*	1,91E+00	1,91E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	2	7	5	3506,37	2,47E-02*	1,88E-01*	1,91E-01	1,90E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	3	7	7	3506,52	1,73E-01*	9,38E-01*	9,53E-01	9,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	4	7	9	3506,63	6,67E-01*	2,81E+00*	2,86E+00	2,86E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	9	9			3642,73	1,12E-01*	5,62E-01*		1,50E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	2	2	5	5	3643,81	9,65E-02*	4,85E-01*		1,30E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	2	3	5	7	3643,07	1,21E-02*	4,33E-02*		1,16E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	2	7	5	3643,72	8,62E-03*	6,06E-02*		1,63E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	3	7	7	3642,98	9,11E-02*	4,58E-01*		1,23E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	4	7	9	3642,00	8,69E-03*	3,40E-02*		9,20E-03
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	4	3	9	7	3642,90	6,78E-03*	4,38E-02*		1,18E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	4	4	9	9	3641,92	1,01E-01*	5,10E-01*		1,37E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	3	6			4104,59	8,52E-01*	2,02E+00*	1,91E+00	2,00E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	4104,87	8,57E-01*	1,13E+00*	1,06E+00	1,14E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	4104,37	2,14E-01*	8,48E-01*	7,98E-01	8,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	4104,23	6,42E-01*	1,53E+00*	1,44E+00	1,54E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	4105,17	8,56E-03*	5,65E-02*	5,32E-02	5,70E-02
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	4105,03	1,29E-01*	5,09E-01*	4,79E-01	5,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	4104,66	7,20E-01*	2,04E+00*	1,91E+00	2,05E+00

Tablo 1.2. F II için uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^{3}S	1	182696,30	4,876E-10
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^{3}S	1	182864,40	4,848E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	6	211711,88	4,132E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	1	211900,26	4,124E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	2	211887,19	4,119E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	3	211866,13	4,110E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{1}D	2	214901,49	1,875E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{1}D	2	215069,59	1,867E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	6	269390,79	3,966E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	1	269573,64	3,685E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	2	269563,93	3,698E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	3	269548,97	3,718E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{1}D	2	270340,19	1,652E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{1}D	2	270508,29	1,510E-10
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{5}S	2	234982,48	3,495E-09
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{5}S	2	235150,58	3,471E-09
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{3}S	1	236792,73	3,791E-09
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{3}S	1	236960,83	3,766E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	3	286535,65	2,404E-09
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	0	286708,93	2,465E-09
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	1	286706,14	2,465E-09
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	2	286701,28	2,463E-09
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{1}P	1	289055,63	4,613E-09
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{1}P	1	289223,73	4,884E-09
2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^{1}D	2	289974,36	1,385E-10
2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^{1}D	2	290142,46	1,343E-10
2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^{5}S	2	255330,50	5,332E-09
2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^{5}S	2	255498,60	5,233E-09
2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^{3}S	1	256094,36	6,730E-09
2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^{3}S	1	256262,46	6,610E-09
2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^{5}S	2	264801,17	8,722E-09
2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^{5}S	2	264969,27	8,406E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	6	202299,45	7,257E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	1	202449,35	7,267E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	2	202460,69	7,262E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	3	202480,26	7,241E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^{3}S	1	265189,46	1,109E-08
2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^{3}S	1	265357,56	1,072E-08
2s(2)2p(3)(S4)7s(1)	^{5}S	2	269975,36	1,390E-08
2s(2)2p(3)(S4)7s(1)	^{5}S	2	270143,46	1,305E-08
2s(2)2p(3)(S4)7s(1)	^{3}S	1	270205,66	1,734E-08
2s(2)2p(3)(S4)7s(1)	^{3}S	1	270373,76	1,662E-08
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	3	207533,92	7,283E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	0	207702,04	7,278E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	1	207699,07	7,283E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	2	207703,79	7,278E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	6	236014,49	8,368E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	1	236169,93	8,396E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	2	236172,61	8,382E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	3	236195,14	8,341E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}P	1	235474,38	1,308E-08
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}P	1	235642,48	1,308E-08
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}F	3	238155,28	8,977E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}F	3	238323,38	8,977E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	9	237340,05	7,097E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	2	237508,92	7,111E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	3	237508,23	7,098E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	4	237507,65	7,087E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	3	239954,13	5,200E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	0	240179,22	5,179E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	1	240152,71	5,189E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	2	240092,55	5,210E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}D	2	246115,53	3,584E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}D	2	246283,63	3,583E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}P	1	255438,14	5,048E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}P	1	255606,24	5,048E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}D	2	258762,01	3,529E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}D	2	258930,11	3,530E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}S	0	266170,06	1,906E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}S	0	266338,07	1,908E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}S	1	253144,38	9,017E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}S	1	253312,48	9,019E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	6	254542,87	7,553E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	1	254723,28	7,544E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	2	254716,68	7,549E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	3	254701,62	7,559E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	3	257110,67	5,513E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	0	257252,84	5,528E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	1	257267,30	5,520E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	2	257290,84	5,507E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	6	243296,93	2,029E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	1	243458,90	2,012E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	2	243462,78	2,009E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	3	243469,27	2,005E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	3	246504,26	1,166E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	0	246654,74	1,160E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	1	246662,01	1,158E-08
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	2	246682,10	1,151E-08
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	6	277351,54	5,883E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	1	277520,38	5,854E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	2	277521,78	5,850E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	3	277517,80	5,847E-10

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	9	277722,24	5,742E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	2	277902,79	5,715E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	3	277892,61	5,713E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	4	277881,65	5,713E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	3	278214,96	5,752E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	0	278416,17	5,710E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	1	278397,12	5,716E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	2	278368,01	5,724E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}P	1	277020,76	6,511E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}P	1	277188,86	6,478E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}F	3	277991,11	6,040E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}F	3	278159,21	6,023E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}D	2	280082,11	5,755E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}D	2	280250,21	5,825E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}P	1	295420,51	3,224E-09
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}P	1	295588,61	2,665E-09
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}D	2	296609,15	3,416E-09
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}D	2	296777,25	3,280E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	6	295105,94	3,874E-09
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	1	295278,08	4,013E-09
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	2	295276,08	3,027E-09
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	3	295270,85	3,896E-09
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	6	259014,37	3,827E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	1	259179,63	3,726E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	2	259181,46	3,721E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	3	259184,41	3,713E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{3}P	3	260336,45	2,504E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{3}P	0	260520,60	2,403E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{3}P	1	260512,16	2,415E-08
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{3}P	2	260496,77	2,438E-08
2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^{5}P	6	266745,79	6,546E-08
2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^{5}P	1	266912,37	6,248E-08
2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^{5}P	2	266913,35	6,243E-08
2s(2)2p(3)(S4)6p(1)	^{5}P	3	266914,93	6,232E-08
2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^{5}P	6	271124,07	1,038E-07
2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^{5}P	1	271291,25	1,158E-07
2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^{5}P	2	271291,84	1,002E-07
2s(2)2p(3)(S4)7p(1)	^{5}P	3	271292,79	9,802E-08

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	6	265321,76	3,182E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	1	265516,57	3,171E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	2	265498,41	3,168E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	3	265472,31	3,166E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}S	1	266192,50	1,244E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}S	1	266360,60	1,237E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	3	266307,68	1,582E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	0	266516,43	1,574E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	1	266498,74	1,574E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	2	266453,88	1,575E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D	2	266102,01	1,442E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D	2	266270,11	1,434E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}F	3	266380,38	1,328E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}F	3	266548,48	1,320E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}P	1	267231,84	3,008E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}P	1	267399,94	2,993E-10
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}S	0	264826,16	2,953E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}S	0	264994,26	2,955E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	10	230830,77	3,191E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	0	231001,27	3,184E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	1	231000,79	3,186E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	2	230999,78	3,187E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	3	230998,60	3,191E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	4	230997,66	3,196E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	6	231896,90	4,480E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	1	232063,34	4,480E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	2	232064,16	4,478E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	3	232066,32	4,480E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	12	265100,07	3,446E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	3	265288,87	3,440E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	4	265267,37	3,448E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	5	265255,64	3,452E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	6	283196,66	6,423E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	1	283353,78	6,489E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	2	283357,70	6,494E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	3	283374,51	6,499E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}F	3	283241,55	8,065E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}F	3	283409,65	8,210E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P	1	284057,09	1,025E-08
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P	1	284225,19	1,060E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	10	253307,20	1,772E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	0	253475,96	1,778E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	1	253475,96	1,779E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	2	253475,96	1,780E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	3	253475,28	1,782E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	4	253474,66	1,785E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	6	253847,69	4,227E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	1	254014,83	4,227E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	2	254015,40	4,241E-08
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	3	254016,48	4,265E-08
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	12	287487,17	2,298E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	3	287660,12	2,401E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	4	287658,79	2,400E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	5	287649,30	2,396E-09
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{3}D	6	263906,44	9,684E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{3}D	1	264077,66	9,394E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{3}D	2	264075,35	9,375E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{3}D	3	264072,62	9,344E-08

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{5}D	10	263706,48	4,928E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{5}D	0	263874,90	4,915E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{5}D	1	263874,90	4,917E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{5}D	2	263874,67	4,919E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{5}D	3	263874,67	4,923E-08
2s(2)2p(3)(S4)5d(1)	^{5}D	4	263874,33	4,930E-08
2s(2)2p(3)(S4)6d(1)	^{3}D	6	269566,95	1,344E-07
2s(2)2p(3)(S4)6d(1)	^{3}D	1	269736,79	1,531E-07
2s(2)2p(3)(S4)6d(1)	^{3}D	2	269735,89	1,190E-07
2s(2)2p(3)(S4)6d(1)	^{3}D	3	269733,70	1,192E-07
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	15	254373,32	3,994E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	1	254541,54	3,989E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	2	254541,45	3,989E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	3	254541,46	3,988E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	4	254541,41	3,988E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	5	254541,35	3,988E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	9	254378,18	4,022E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	2	254546,49	4,017E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	3	254546,33	4,017E-09
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	4	254546,13	4,019E-09

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{5}F	15	264282,94	7,300E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{5}F	1	264451,10	7,343E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{5}F	2	264451,10	7,342E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{5}F	3	264451,10	7,341E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{5}F	4	264451,00	7,341E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{5}F	5	264451,00	7,340E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{3}F	9	264287,99	7,661E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{3}F	2	264456,19	7,710E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{3}F	3	264456,19	7,711E-09
2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^{3}F	4	264455,96	7,714E-09
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{5}F	15	269666,58	1,194E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{5}F	1	269834,68	1,220E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{5}F	2	269834,68	1,220E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{5}F	3	269834,68	1,220E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{5}F	4	269834,68	1,219E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{5}F	5	269834,68	1,220E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{3}F	9	269669,49	1,271E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{3}F	2	269837,59	1,303E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{3}F	3	269837,59	1,303E-08
2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^{3}F	4	269837,59	1,302E-08

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{5}F	15	272912,11	1,797E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{5}F	1	273080,21	2,016E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{5}F	2	273080,21	1,962E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{5}F	3	273080,21	1,886E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{5}F	4	273080,21	1,886E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{5}F	5	273080,21	1,886E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{3}F	9	272913,20	1,948E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{3}F	2	273081,30	2,062E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{3}F	3	273081,30	2,061E-08
2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^{3}F	4	273081,30	2,061E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	20	264322,84	1,442E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	2	264490,94	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	3	264490,94	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	4	264490,94	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	5	264490,94	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	6	264490,94	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	12	264322,91	1,442E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	3	264491,01	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	4	264491,01	1,440E-08
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	5	264491,01	1,440E-08

Tablo 1.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{5}G	20	269691,16	2,443E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{5}G	2	269859,26	2,470E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{5}G	3	269859,26	2,470E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{5}G	4	269859,26	2,470E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{5}G	5	269859,26	2,470E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{5}G	6	269859,26	2,470E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{3}G	12	269691,17	2,445E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{3}G	3	269859,27	2,473E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{3}G	4	269859,27	2,473E-08
2s(2)2p(3)(S4)6g(1)	^{3}G	5	269859,27	2,473E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{3}G	12	272927,77	3,755E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{3}G	3	273095,87	3,904E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{3}G	4	273095,87	3,904E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{3}G	5	273095,87	3,904E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{5}G	20	272928,15	3,749E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{5}G	2	273096,25	3,898E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{5}G	3	273096,25	3,898E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{5}G	4	273096,25	3,898E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{5}G	5	273096,25	3,898E-08
2s(2)2p(3)(S4)7g(1)	^{5}G	6	273096,25	3,898E-08

EK-2 Ne III için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri

Tablo 2.1. Ne III için geçiş olasılıkları ve osilatör şiddetleri

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	3	1			313,37	4,94E-02*	1,01E+02*	1,09E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	313,96	4,88E-02*	1,10E+01*	1,20E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	313,69	4,88E-02*	3,31E+01*	3,62E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	313,06	4,88E-02*	5,54E+01*	6,12E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	3	6			283,42	9,88E-02	4,92E+01	3,70E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	283,88	9,92E-02	2,74E+01	1,99E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	283,66	2,48E-02	2,06E+01	1,59E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	283,67	7,44E-02	3,70E+01	2,69E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	283,14	9,93E-04	1,38E+00	1,16E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	283,16	1,49E-02	1,24E+01	1,00E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	283,18	8,33E-02	4,95E+01	3,71E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D ^1D	2	2			301,12	1,51E-01	1,11E+02	9,17E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	301,12	1,52E-01	1,12E+02	9,17E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	3	3			227,63	1,59E-01	2,04E+02	1,91E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	227,91	1,59E-01	6,81E+01	4,78E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	227,74	5,31E-02	2,05E+02	1,87E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	227,76	3,98E-02	5,12E+01	2,88E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	227,83	6,63E-02	5,11E+01	4,72E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	227,43	3,98E-02	8,56E+01	1,10E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	227,49	1,19E-01	1,54E+02	1,47E+02

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	3	1			227,41	6,78E-02	2,62E+02	1,99E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	227,72	6,79E-02	2,91E+01	3,42E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	227,58	6,79E-02	8,75E+01	8,27E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	227,25	6,80E-02	1,46E+02	8,15E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1			242,01	5,07E-02	9,63E+01	1,27E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	242,01	5,09E-02	9,66E+01	1,27E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2			241,60	2,04E-01	2,33E+02	1,55E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	241,60	2,05E-01	2,34E+02	1,55E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	3	6			229,06	1,30E-01	9,95E+01	7,62E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	229,34	1,31E-01	5,52E+01	4,12E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	229,20	3,27E-02	4,15E+01	3,00E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	229,22	9,80E-02	7,47E+01	5,71E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	228,86	1,31E-03	2,78E+00	1,89E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	228,88	1,96E-02	2,50E+01	1,82E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	228,92	1,10E-01	9,98E+01	7,81E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3			240,94	3,01E-01	2,47E+02	1,98E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	240,94	3,02E-01	2,48E+02	1,98E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	3	1			204,63	1,20E-02	5,74E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	204,88	1,15E-02	6,11E+00	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	204,77	1,15E-02	1,84E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	204,50	1,16E-02	3,07E+01	

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	3	6			218,50	3,67E-02	3,08E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	218,78	3,64E-02	1,69E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	218,65	9,11E-03	1,27E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	218,66	2,74E-02	2,29E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	218,34	3,65E-04	8,52E-01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	218,36	5,48E-03	7,67E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	218,34	3,07E-02	3,07E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2			229,97	6,21E-02	7,83E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	229,97	6,17E-02	7,78E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	3	6			205,01	1,94E-02	1,85E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	205,26	1,86E-02	9,82E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	205,15	4,66E-03	7,38E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	205,15	1,40E-02	1,33E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	204,88	1,87E-04	4,94E-01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	204,88	2,80E-03	4,45E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	204,88	1,57E-02	1,78E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	3	3			204,63	2,53E-02	4,02E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	204,88	2,42E-02	1,28E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	204,77	8,07E-03	3,85E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	204,77	6,05E-03	9,63E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	204,77	1,01E-02	9,63E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	204,50	6,06E-03	1,61E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	204,50	1,82E-02	2,90E+01

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1P	2	1			215,82	9,77E-03	2,33E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	215,82	9,41E-03	2,25E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1F	2	3			215,49	6,13E-02	6,29E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	215,49	5,90E-02	6,06E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1D	2	2			215,82	3,65E-02	5,23E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	215,82	3,51E-02	5,03E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	3	6			200,93	4,64E-02	4,60E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	201,16	3,34E-02	1,84E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	201,05	8,36E-03	1,38E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	201,05	2,56E-02	2,54E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	200,79	3,35E-04	9,24E-01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	200,79	5,13E-03	8,49E+00	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	200,81	2,96E-02	3,49E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^1D ^1D	2	2			211,50	5,75E-02	8,57E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)5s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	211,50	3,70E-02	5,51E+01	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	6			2593,09	7,51E-01*	2,48E+00*	2,43E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	2596,43	1,50E-01*	2,48E+00*	2,42E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	2594,33	2,51E-01*	2,49E+00*	2,42E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	2590,77	3,52E-01*	2,50E+00*	2,43E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	6	6			2783,00	2,60E-01	2,24E+00	1,93E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	2788,51	1,94E-01	1,67E+00	1,40E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	2787,66	6,48E-02	3,34E-01	2,28E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	2786,95	3,89E-02	5,57E-01	4,79E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	2786,10	1,80E-01	1,55E+00	1,40E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	2780,72	4,04E-02	2,49E-01	1,52E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	2783,81	2,89E-02	3,48E-01	3,12E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	2778,45	2,31E-01	2,00E+00	1,80E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	6	9			2613,18	3,89E-01	2,72E+00	2,46E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	2616,63	3,89E-01	2,27E+00	2,13E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	2615,25	4,32E-02	4,22E-01	3,12E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	2614,20	3,46E-01	2,41E+00	2,25E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	2613,24	8,83E-04	1,21E-02	6,00E-03
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	2612,19	3,09E-02	3,02E-01	1,96E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	2610,79	3,58E-01	2,73E+00	2,46E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	6	3			2180,23	2,04E-01	4,77E+00	4,05E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	2177,31	1,14E-01	4,80E+00	4,06E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	2179,34	8,51E-02	1,20E+00	1,03E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	2183,91	5,66E-03	4,75E-02	4,12E-02
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	2178,38	1,53E-01	3,59E+00	3,03E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	2182,95	5,10E-02	7,14E-01	6,18E-01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	2181,55	2,04E-01	4,00E+00	3,38E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	3			2678,97	8,02E-01*	2,49E+00*	2,29E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	0	3	1	2678,77	8,95E-02*	2,50E+00*	2,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	1	3	3	2679,49	2,68E-01*	2,49E+00*	2,29E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	2	3	5	2678,70	4,47E-01*	2,50E+00*	2,29E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1P	2	1			3329,65	1,36E-01	1,36E+00	1,08E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	3329,65	1,36E-01	1,36E+00	1,08E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1F	2	3			2867,56	3,72E-01	2,16E+00	1,92E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	2867,56	3,72E-01	2,16E+00	1,92E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3S	3	1			2826,44	8,50E-02	2,13E+00	1,83E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	2826,19	8,50E-02	2,37E-01	1,93E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	2826,14	8,50E-02	7,10E-01	5,93E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	2826,66	8,50E-02	1,18E+00	1,04E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	3	6			2640,64	4,58E-01	2,63E+00	2,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	2639,48	4,58E-01	1,46E+00	1,29E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	2639,43	1,15E-01	1,10E+00	9,46E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	2639,50	3,44E-01	1,97E+00	1,75E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	2639,89	4,58E-03	7,31E-02	5,87E-02
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	2639,95	6,87E-02	6,58E-01	5,46E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	2641,87	3,85E-01	2,63E+00	2,30E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1D	2	2			2065,97	3,79E-01	5,93E+00	4,73E+00
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	2065,97	3,79E-01	5,93E+00	4,73E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	3	3			2365,10	3,14E-01	3,74E+00	3,31E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	2366,14	3,14E-01	1,25E+00	1,09E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	2367,76	1,05E-01	3,73E+00	3,32E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	2366,11	7,84E-02	9,35E-01	8,74E-01	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	2363,59	1,31E-01	9,38E-01	7,87E-01	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	2366,47	7,84E-02	1,56E+00	1,35E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	2363,95	2,36E-01	2,81E+00	2,52E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1P	1	1			2906,74	2,60E-01	2,06E+00	1,65E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	2906,74	2,60E-01	2,06E+00	1,65E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1D	1	2			2474,13	5,25E-01	3,44E+00	2,74E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	2474,13	5,25E-01	3,44E+00	2,74E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1S	1	0			1880,21	1,25E-01*	7,05E+00*	6,81E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1S	1	0	3	1	1880,21	1,24E-01*	7,00E+00*	6,81E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	6			831,92	3,30E-02*	1,06E+00*		1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	832,04	6,03E-03*	9,68E-01*		1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	831,96	1,00E-02*	9,64E-01*		1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	831,85	1,39E-02*	9,57E-01*		1,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^1P ^1D	1	2			865,91	2,30E-02*	1,23E+00*		5,50E-01
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	865,91	1,90E-02*	1,01E+00*		5,50E-01

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	6	10			2162,64	7,44E-01*	6,36E+00*	6,41E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	0	3	1	2159,97	1,50E-01*	6,42E+00*	6,43E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	1	3	3	2160,05	3,37E-01*	4,81E+00*	4,82E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	2	3	5	2160,19	2,62E-01*	2,25E+00*	2,25E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	1	5	3	2161,50	6,73E-02*	1,60E+00*	1,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	2	5	5	2161,65	2,62E-01*	3,74E+00*	3,74E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	3	5	7	2161,81	4,19E-01*	4,27E+00*	4,27E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	2	7	5	2164,12	2,13E-02*	4,26E-01*	4,26E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	3	7	7	2164,29	1,49E-01*	2,13E+00*	2,13E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	4	7	9	2164,41	5,76E-01*	6,38E+00*	6,39E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	3	6			2413,78	7,40E-01*	5,09E+00*	4,76E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	2414,51	7,44E-01*	2,84E+00*	2,64E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	2413,93	1,86E-01*	2,13E+00*	1,98E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	2413,66	5,58E-01*	3,83E+00*	3,57E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	2414,56	7,44E-03*	1,42E-01*	1,32E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	2414,29	1,12E-01*	1,28E+00*	1,19E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	2413,55	6,25E-01*	5,11E+00*	4,76E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1P ^1S	1	0			2099,92	1,65E-01	7,48E+00	6,23E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1P ^1S	1	0	3	1	2099,92	1,65E-01	7,48E+00	6,23E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1P ^1P	1	1			1957,63	4,16E-01	7,24E+00	5,54E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	1957,63	4,16E-01	7,24E+00	5,54E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1P ^1D	1	2			1931,02	3,26E-01	3,50E+00	3,03E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	1931,02	3,26E-01	3,50E+00	3,03E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	6	9			2151,33	4,49E-01	4,62E+00	4,32E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	2151,88	4,49E-01	3,88E+00	3,56E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	2152,39	4,98E-02	7,18E-01	7,35E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	2150,55	3,99E-01	4,11E+00	3,84E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	2155,61	1,02E-03	2,04E-02	2,33E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	2153,76	3,56E-02	5,12E-01	5,36E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	2151,30	4,12E-01	4,62E+00	4,26E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	6	6			2092,38	2,92E-01	4,45E+00	3,95E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	2087,57	2,20E-01	3,36E+00	2,92E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	2089,55	7,31E-02	6,70E-01	5,13E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	2088,05	4,39E-02	1,12E+00	1,07E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	2090,04	2,03E-01	3,10E+00	2,78E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	2093,08	4,54E-02	4,94E-01	3,82E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	2093,07	3,24E-02	6,92E-01	6,82E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	2096,12	2,59E-01	3,94E+00	3,53E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	6	3			1978,34	8,03E-02	2,28E+00	1,91E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	1972,26	4,47E-02	2,30E+00	1,92E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	1974,32	3,35E-02	5,74E-01	5,24E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	1979,08	2,23E-03	2,28E-02	9,66E-03
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	1974,75	6,03E-02	1,72E+00	1,41E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	1979,51	2,01E-02	3,42E-01	2,73E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	1982,23	8,01E-02	1,90E+00	1,61E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	9	9			2265,12	1,54E-01	2,01E+00	1,84E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	2	2	5	5	2266,78	1,37E-01	1,78E+00	1,55E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	2	3	5	7	2264,74	1,72E-02	1,59E-01	1,00E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	2	7	5	2267,58	1,22E-02	2,22E-01	1,91E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	3	7	7	2265,54	1,30E-01	1,69E+00	1,56E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	4	7	9	2262,81	1,24E-02	1,26E-01	7,27E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	4	3	9	7	2266,59	9,64E-03	1,61E-01	1,45E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	4	4	9	9	2263,87	1,45E-01	1,88E+00	1,84E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	9	12			2214,90	6,12E-01	6,47E+00	6,11E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	2	3	5	7	2212,51	6,12E-01	5,96E+00	5,76E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	3	3	7	7	2213,27	3,83E-02	5,21E-01	3,77E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	3	4	7	9	2214,41	5,73E-01	6,07E+00	5,82E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	4	3	9	7	2214,28	4,72E-04	8,26E-03	4,79E-03
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	4	4	9	9	2215,42	2,97E-02	4,04E-01	2,66E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3G	4	5	9	11	2216,73	5,81E-01	6,45E+00	6,11E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	9	6			2199,86	2,30E-02	4,44E-01	4,13E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	2	1	5	3	2195,54	1,94E-02	4,47E-01	3,62E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	2	2	5	5	2197,74	6,16E-03*	8,51E-02*	6,98E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	2	3	5	7	2201,10	1,02E-04	1,01E-03	6,00E-04
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	3	2	7	5	2198,48	2,05E-02	3,96E-01	3,25E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	3	3	7	7	2201,85	4,40E-03*	6,05E-02*	6,64E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	4	3	9	7	2202,85	2,30E-02	4,06E-01	3,80E-01

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1G	3	4			2274,29	6,08E-01	6,10E+00	5,68E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1G	3	4	7	9	2274,29	6,08E-01	6,10E+00	5,68E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1D	3	2			2130,09	2,48E-02	5,10E-01	4,23E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1D	3	2	7	5	2130,09	2,48E-02	5,10E-01	4,23E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1F	3	3			2079,63	1,80E-01	2,77E+00	2,52E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1F	3	3	7	7	2079,63	1,80E-01	2,77E+00	2,52E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	3	6			2641,44	2,52E-01	1,45E+00	1,33E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	2643,01	2,52E-01	8,03E-01	7,38E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	2640,03	6,31E-02	6,04E-01	5,52E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	2643,20	1,89E-01	1,08E+00	9,96E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	2633,35	2,53E-03	4,06E-02	3,68E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	2636,51	3,79E-02	3,64E-01	3,33E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	2641,35	2,12E-01	1,45E+00	1,33E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	3	3			2462,27	3,54E-01	3,89E+00	3,26E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	2464,06	3,53E-01	1,29E+00	8,17E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	2458,26	1,18E-01	3,91E+00	3,28E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	2461,47	8,84E-02	9,73E-01	4,50E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	2468,87	1,47E-01	9,65E-01	8,19E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	2455,67	8,86E-02	1,63E+00	1,99E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	2463,03	2,65E-01	2,92E+00	2,43E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	3	1			2437,15	1,60E-01	5,40E+00	4,59E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	2442,59	2,90E-01*	1,08E+00*	7,79E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	2440,04	1,60E-01	1,79E+00	1,89E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	2434,34	1,60E-01	3,01E+00	1,92E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2			2992,60	2,53E-01	1,88E+00	1,51E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	2992,60	2,53E-01	1,88E+00	1,51E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	6	6			2093,49	1,26E-01	1,92E+00	1,56E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	2094,75	9,43E-02	1,43E+00	1,14E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	2094,23	3,15E-02	2,87E-01	2,01E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	2094,71	1,89E-02	4,78E-01	3,73E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	2094,19	8,74E-02	1,33E+00	1,10E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	2093,66	1,96E-02	2,13E-01	1,44E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	2092,98	1,40E-02	2,98E-01	2,38E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	2092,46	1,12E-01	1,71E+00	1,45E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	6	9			2208,23	6,59E-01	6,44E+00	6,10E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	2205,69	6,59E-01	5,42E+00	5,10E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	2205,64	7,32E-02	1,00E+00	8,96E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	2207,92	5,85E-01	5,72E+00	5,50E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	2204,31	1,50E-03	2,88E-02	2,48E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	2206,58	5,23E-02	7,17E-01	6,37E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	2210,00	6,04E-01	6,42E+00	6,12E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3S ^3P	1	3			2061,18	8,31E-01	4,35E+00	4,06E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3S ^3P	1	0	3	1	2065,59	9,21E-02	4,32E+00	4,14E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3S ^3P	1	1	3	3	2063,47	2,77E-01	4,34E+00	4,11E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3S ^3P	1	2	3	5	2058,93	4,62E-01	4,36E+00	4,01E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	6	3			2172,66	8,02E-03	1,89E-01	1,42E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	2178,21	4,44E-03	1,87E-01	1,35E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	2175,85	3,34E-03	4,70E-02	3,71E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	2170,80	4,35E-04*	3,70E-03*	2,53E-03
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	2175,81	6,00E-03	1,41E-01	1,01E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	2170,75	2,01E-03	2,84E-02	2,40E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	2169,46	8,03E-03	1,59E-01	1,19E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3			2893,95	4,28E-01	2,44E+00	1,83E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	2893,95	4,28E-01	2,44E+00	1,83E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1P ^1D	1	2			2279,65	5,81E-01	4,47E+00	4,10E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	2279,65	5,81E-01	4,47E+00	4,10E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	3	3			2403,00	1,92E-01	2,22E+00	2,01E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	2403,15	1,92E-01	7,39E-01	6,58E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	2407,74	6,39E-02	2,20E+00	1,95E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	2404,86	4,79E-02	5,53E-01	4,80E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	2398,69	8,01E-02	5,57E-01	5,20E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	2407,47	4,79E-02	9,19E-01	8,52E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	2401,28	1,44E-01	1,67E+00	1,51E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1			3057,00	6,42E-02	7,64E-01	6,45E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	3057,00	6,42E-02	7,64E-01	6,45E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	3	6			2306,53	6,07E-01	4,56E+00	3,86E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	2304,60	6,07E-01	2,54E+00	2,14E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	2306,17	1,52E-01	1,90E+00	1,61E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	2305,55	4,55E-01	3,43E+00	2,89E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	2308,57	6,06E-03	1,26E-01	1,09E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	2307,94	9,09E-02	1,14E+00	9,69E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	2307,30	5,09E-01	4,56E+00	3,87E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1D	2	2			2641,94	1,07E-01	1,02E+00	8,89E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	2641,94	1,07E-01	1,02E+00	8,89E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1F	2	3			2507,79	6,47E-01	4,90E+00	4,00E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	2507,79	6,47E-01	4,90E+00	4,00E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	6	6			1451,39	2,85E-01	9,01E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	1450,18	2,15E-01	6,83E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	1450,91	7,16E-02	1,36E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	1450,41	4,30E-02	2,27E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	1451,14	1,99E-01	6,30E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	1450,63	4,46E-02	1,01E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	1452,60	3,18E-02	1,41E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	1452,09	2,55E-01	8,06E+00	

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1P ^1P	1	1			2053,24	2,22E-01	3,51E+00	3,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	2053,24	2,22E-01	3,51E+00	3,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1P	2	1			2342,57	8,39E-03	1,70E-01	1,70E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	2342,57	8,39E-03	1,70E-01	1,70E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1S ^1P	0	1			3342,17	6,44E-01	1,28E+00	1,20E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1S ^1P	0	1	1	3	3342,17	6,44E-01	1,28E+00	1,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	6	2			1460,50	1,14E-01	1,07E+01	1,00E+01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	1	2	3	5	1459,44	1,15E-01	2,16E+00	2,10E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	2	2	5	5	1460,11	1,15E-01	3,59E+00	3,50E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^5P ^5S	3	2	7	5	1461,24	1,15E-01	5,02E+00	4,80E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	10	6			2824,90	1,37E-01*	1,91E+00*	1,70E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	0	1	1	3	2826,81	1,10E-01	3,05E-01	3,30E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	1	1	3	3	2826,67	8,22E-02	6,86E-01	7,40E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	1	2	3	5	2825,82	2,74E-02	1,37E-01	1,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	2	1	5	3	2826,43	3,83E-02	5,34E-01	5,80E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	2	2	5	5	2825,58	6,39E-02	5,34E-01	5,80E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	2	3	5	7	2824,22	7,31E-03	4,37E-02	4,70E-02
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	3	2	7	5	2825,29	7,31E-02	8,55E-01	9,20E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	3	3	7	7	2823,93	3,66E-02	3,06E-01	3,30E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^5D ^5P	4	3	9	7	2823,72	1,10E-01	1,18E+00	1,30E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	3	1			1585,58	1,11E-01*	8,80E+00*	9,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	1585,65	1,44E-01	1,27E+00	1,10E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	1585,40	1,44E-01	3,81E+00	3,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	1585,68	1,44E-01	6,35E+00	5,50E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	6	2			925,47	1,71E-02*	3,99E+00*	4,00E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	1	2	3	5	925,05	1,66E-02*	7,75E-01*	8,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	2	2	5	5	925,31	1,66E-02*	1,29E+00*	1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	3	2	7	5	925,77	1,66E-02*	1,81E+00*	1,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	3	1			989,87	2,28E-02	4,65E+00	4,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	989,90	2,33E-02	5,29E-01	4,80E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	989,80	2,33E-02	1,59E+00	1,40E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	989,91	2,33E-02	2,64E+00	2,40E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	10	6			1475,06	1,11E-02*	5,68E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	0	1	1	3	1475,34	1,12E-02*	1,15E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	1	1	3	3	1475,31	8,41E-03*	2,58E-01*	2,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	1	2	3	5	1475,23	2,81E-03*	5,16E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	2	1	5	3	1475,24	3,93E-03*	2,01E-01*	2,00E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	2	2	5	5	1475,16	6,54E-03*	2,01E-01*	2,00E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	2	3	5	7	1475,03	7,48E-04*	1,64E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	3	2	7	5	1475,09	6,99E-03	3,00E-01	3,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	3	3	7	7	1474,95	3,74E-03*	1,15E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5D ^5P	4	3	9	7	1474,90	1,12E-02*	4,42E-01*	4,30E-01

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şidddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	6	3			2766,43	1,23E-01*	1,79E+00*	1,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	2763,89	6,78E-02*	1,78E+00*	1,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	2765,07	5,09E-02*	4,44E-01*	4,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	2766,43	3,40E-03*	1,78E-02*	1,60E-02
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	2765,43	9,17E-02*	1,33E+00*	1,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	2766,79	3,06E-02*	2,67E-01*	2,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	2767,76	1,23E-01*	1,49E+00*	1,40E+00
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	9	6			2832,71	1,52E-01*	1,77E+00*	
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	2	1	5	3	2838,20	1,42E-01*	1,96E+00*	1,40E+00
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	2	2	5	5	2837,64	2,64E-02*	2,19E-01*	1,40E-01
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	2	3	5	7	2838,16	7,52E-04*	4,45E-03*	
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	3	2	7	5	2833,88	1,51E-01*	1,76E+00*	1,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	3	3	7	7	2834,39	1,89E-02*	1,57E-01*	9,20E-02
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3F ^3D	4	3	9	7	2828,77	1,71E-01*	1,83E+00*	1,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3P ^3S	3	1			2955,51	5,21E-02*	1,19E+00*	1,50E+00
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	2946,48	6,18E-02*	1,58E-01*	1,90E-01
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	2950,81	6,14E-02*	4,70E-01*	5,40E-01
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	2960,15	6,06E-02*	7,69E-01*	7,80E-01
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^3S ^3P	1	3			1967,83	1,13E+00	6,50E+00	5,00E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^3S ^3P	1	0	3	1	1968,93	1,26E-01	6,50E+00	5,10E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^3S ^3P	1	1	3	3	1969,13	3,78E-01	6,50E+00	4,50E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^3S ^3P	1	2	3	5	1966,82	6,30E-01	6,52E+00	5,30E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1S ^1P	0	1			1810,67	1,05E+00	7,11E+00	5,30E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1S ^1P	0	1	1	3	1810,67	1,05E+00	7,12E+00	5,30E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1P ^1P	1	1			1931,73	4,01E-01	7,17E+00	4,90E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	1931,73	4,01E-01	7,18E+00	4,90E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1D ^1F	2	3			1956,75	8,01E-01	9,97E+00	6,80E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	1956,75	8,01E-01	9,97E+00	6,80E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1F ^1F	3	3			2001,36	2,61E-01	4,34E+00	3,00E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1F ^1F	3	3	7	7	2001,36	2,61E-01	4,34E+00	3,00E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	10	15			1822,57	8,94E-01	1,28E+01	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	0	1	1	3	1822,81	8,95E-01	5,99E+00	5,80E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	1	1	3	3	1822,75	2,98E-01	5,99E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	1	2	3	5	1822,75	5,97E-01	7,19E+00	7,00E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	2	1	5	3	1822,65	2,56E-02	8,56E-01	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	2	2	5	5	1822,64	2,56E-01	5,14E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	2	3	5	7	1822,65	6,14E-01	8,80E+00	8,50E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	3	2	7	5	1822,53	1,83E-02	5,14E-01	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	3	3	7	7	1822,53	1,92E-01	3,85E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	3	4	7	9	1822,55	6,85E-01	1,07E+01	1,00E+01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	4	3	9	7	1822,45	7,11E-03	1,84E-01	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	4	4	9	9	1822,46	1,07E-01	2,14E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^5D ^5F	4	5	9	11	1822,47	7,82E-01	1,28E+01	1,20E+01

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1F ^1G	3	4			2002,14	9,30E-01	1,20E+01	7,90E+00
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^1F ^1G	3	4	7	9	2002,14	9,31E-01	1,20E+01	7,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	6	9			1356,81	1,60E-01*	4,15E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	1356,63	1,68E-01*	3,65E+00*	3,50E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	1356,71	1,87E-02*	6,77E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	1358,21	1,47E-01*	3,80E+00*	3,70E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	1356,95	3,81E-04*	1,93E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	1358,44	1,32E-02*	4,75E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	1356,96	1,54E-01*	4,35E+00*	4,10E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	10	15			1295,56	1,72E-01*	4,89E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	0	1	1	3	1295,69	1,79E-01*	2,37E+00*	2,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	1	1	3	3	1295,66	5,98E-02*	2,37E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	1	2	3	5	1295,66	1,20E-01*	2,85E+00*	2,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	2	1	5	3	1295,61	5,12E-03*	3,39E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	2	2	5	5	1295,61	5,12E-02*	2,04E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	2	3	5	7	1295,61	1,23E-01*	3,49E+00*	3,20E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	3	2	7	5	1295,55	3,66E-03*	2,04E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	3	3	7	7	1295,55	3,84E-02*	1,53E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	3	4	7	9	1295,55	1,37E-01*	4,24E+00*	3,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	4	3	9	7	1295,50	1,42E-03*	7,27E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	4	4	9	9	1295,50	2,13E-02*	8,48E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)5f(1)	^5D ^5F	4	5	9	11	1295,50	1,57E-01*	5,09E+00*	4,70E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	10	15			1119,62	6,09E-02*	2,32E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	0	1	1	3	1119,71	6,76E-02*	1,20E+00*	1,10E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	1	1	3	3	1119,69	2,25E-02*	1,20E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	1	2	3	5	1119,69	4,51E-02*	1,44E+00*	1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	2	1	5	3	1119,65	1,93E-03*	1,71E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	2	2	5	5	1119,65	1,93E-02*	1,03E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	2	3	5	7	1119,65	4,64E-02*	1,76E+00*	1,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	3	2	7	5	1119,60	1,38E-03*	1,03E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	3	3	7	7	1119,60	1,45E-02*	7,71E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	3	4	7	9	1119,60	5,18E-02*	2,14E+00*	1,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	4	3	9	7	1119,57	5,37E-04*	3,67E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	4	4	9	9	1119,57	8,05E-03*	4,29E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^5D ^5F	4	5	9	11	1119,57	5,91E-02*	2,57E+00*	2,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	10	15			1034,89	2,76E-02*	1,23E+00*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	0	1	1	3	1034,97	3,36E-02*	6,98E-01*	5,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	1	1	3	3	1034,95	1,12E-02*	6,98E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	1	2	3	5	1034,95	2,24E-02*	8,38E-01*	6,60E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	2	1	5	3	1034,92	9,61E-04*	9,98E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	2	2	5	5	1034,92	9,61E-03*	5,99E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	2	3	5	7	1034,92	2,31E-02*	1,03E+00*	8,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	3	2	7	5	1034,88	6,87E-04*	5,99E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	3	4	7	9	1034,88	2,58E-02*	1,25E+00*	9,90E-01
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	3	3	7	7	1034,88	7,21E-03*	4,49E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	4	3	9	7	1034,86	2,67E-04*	2,14E-02*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	4	4	9	9	1034,86	4,01E-03*	2,50E-01*	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)7f(1)	^5D ^5F	4	5	9	11	1034,86	2,94E-02*	1,50E+00*	1,20E+00

Tablo 2.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Kramida ve Nave, 2006 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	6	9			1165,08	6,40E-02	2,25E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	1164,94	6,11E-02	1,80E+00	1,80E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	1165,00	6,79E-03	3,34E-01	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	1165,01	5,43E-02	1,91E+00	1,90E+00
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	1165,18	1,39E-04	9,53E-03	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	1165,18	4,85E-03	2,38E-01	
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	2s(2)2p(3)(S4)6f(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	1165,18	5,56E-02*	2,13E+00*	2,10E+00
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	6			2194,71	1,96E-02	9,05E-02	1,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	2194,98	4,31E-03	9,94E-02	1,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	2194,81	7,19E-03	9,96E-02	1,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	2194,52	1,01E-02	9,97E-02	1,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	3	1			4264,94	2,36E-01*	2,60E+00*	2,80E+00
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	4269,25	2,33E-01*	2,85E-01*	3,10E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	4266,42	2,33E-01*	8,53E-01*	9,30E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	4263,19	2,33E-01*	1,42E+00*	1,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	6	2			3785,90	2,00E-01	2,79E+00	2,80E+00
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	1	2	3	5	3783,53	2,03E-01	5,66E-01	5,60E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	2	2	5	5	3785,06	2,03E-01	9,43E-01	9,30E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)5s(1)	^5P ^5S	3	2	7	5	3787,51	2,02E-01	1,32E+00	1,30E+00
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^5P ^5S	6	2			2199,81	3,19E-02	1,32E+00	1,80E+00
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^5P ^5S	1	2	3	5	2199,01	3,32E-02	2,75E-01	3,50E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^5P ^5S	2	2	5	5	2199,53	3,31E-02	4,57E-01	5,90E-01
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	2s(2)2p(3)(S4)6s(1)	^5P ^5S	3	2	7	5	2200,35	3,31E-02	6,39E-01	8,20E-01

Tablo 2.2. Ne III için uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^{3}S	1	319114,69	1,669E-10
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^{3}S	1	319431,26	1,659E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	6	352836,74	2,032E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	1	353183,15	2,028E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	2	353163,01	2,025E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{3}D	3	353133,61	2,020E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{1}D	2	357612,40	8,977E-11
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^{1}D	2	357928,97	8,937E-11
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{5}S	2	416598,16	9,363E-10
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{5}S	2	416914,74	9,290E-10
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{3}S	1	419510,77	8,818E-10
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^{3}S	1	419827,35	8,754E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{1}D	2	460371,62	9,396E-11
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{1}D	2	460688,20	9,426E-11
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{1}P	1	480971,40	2,723E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{1}P	1	481288,00	2,707E-10
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}P	1	387645,54	7,337E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}P	1	387962,12	7,337E-09

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	6	457668,68	1,773E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	1	458001,59	1,775E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	2	457966,99	1,774E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^{3}D	3	457991,30	1,770E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	3	479514,10	2,432E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	0	479836,38	2,416E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	1	479827,50	2,418E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^{3}P	2	479831,50	2,416E-10
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	6	348128,54	3,736E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	1	348395,52	3,750E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	2	348426,63	3,741E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{5}P	3	348479,58	3,726E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	3	356442,47	3,676E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	0	356761,86	3,675E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	1	356751,84	3,678E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^{3}P	2	356762,80	3,675E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}F	3	392485,24	4,640E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}F	3	392801,82	4,640E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}D	2	406015,84	1,687E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}D	2	406332,41	1,687E-09

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	9	391104,25	3,681E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	2	391400,24	3,694E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	3	391415,69	3,684E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}F	4	391436,25	3,670E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	3	398703,50	2,095E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	0	399111,36	2,086E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	1	399068,68	2,089E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}P	2	398972,66	2,099E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	6	388769,14	4,470E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	1	389044,54	4,494E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	2	389055,54	4,483E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{3}D	3	389124,91	4,448E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}S	1	409556,87	4,697E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}S	1	409873,45	4,696E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	3	416458,21	2,672E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	0	416723,44	2,680E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	1	416753,06	2,675E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}P	2	416798,09	2,667E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}P	1	413912,62	4,866E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}P	1	414229,20	4,866E-09

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	6	412046,31	3,804E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	1	412376,48	3,799E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	2	412375,51	3,800E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	3	412348,05	3,810E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}D	2	419927,97	2,911E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}D	2	420244,54	2,911E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}S	0	432695,34	1,249E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}S	0	433011,92	1,249E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	6	429767,89	3,829E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	1	430067,99	3,776E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	2	430078,62	3,770E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{5}P	3	430095,71	3,761E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	3	434018,82	3,127E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	0	434359,09	3,069E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	1	434343,56	3,076E-09
2s(2)2p(3)(S4)4p(1)	^{3}P	2	434325,76	3,085E-09
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	6	470953,88	4,137E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	1	471233,53	4,094E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	2	471273,90	4,079E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}D	3	471283,81	4,075E-10

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	9	471702,39	4,060E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	2	472022,94	4,006E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	3	472020,08	4,003E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}F	4	472013,12	4,003E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	3	473581,00	4,451E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	0	473963,62	4,359E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	1	473932,50	4,368E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{3}P	2	473863,42	4,390E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}P	1	471068,54	4,065E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}P	1	471385,12	4,012E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}F	3	472157,06	3,972E-10
2s(2)2p(3)(D2)4p(1)	^{1}F	3	472473,64	3,917E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	6	492633,40	1,842E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	1	492947,40	1,826E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	2	492954,30	1,824E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}D	3	492947,90	1,825E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}P	3	493280,90	1,906E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}P	0	493572,10	1,889E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}P	1	493596,00	1,887E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}P	2	493603,40	1,886E-10

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}P	1	492842,30	1,903E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}P	1	493158,90	1,887E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}S	1	491907,97	1,898E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{3}S	1	492224,55	1,881E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}D	2	494995,60	1,795E-10
2s(2)2p(3)(P2)4p(1)	^{1}D	2	495312,20	1,779E-10
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	6	462162,30	5,734E-09
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	1	462473,29	7,299E-09
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	2	462476,73	5,700E-09
2s(2)2p(3)(S4)5p(1)	^{5}P	3	462482,80	5,498E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	10	394368,42	1,470E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	0	394692,40	1,465E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	1	394690,72	1,466E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	2	394687,67	1,467E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	3	394684,08	1,470E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	4	394681,48	1,473E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	6	397871,21	1,796E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	1	398178,14	1,797E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	2	398182,77	1,796E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	3	398195,51	1,796E-09

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	12	436253,02	1,546E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	3	436597,71	1,541E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	4	436574,43	1,545E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}G	5	436547,74	1,550E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	6	436561,68	9,450E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	1	436947,05	9,445E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	2	436901,63	9,436E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	3	436832,07	9,423E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	3	439316,47	4,749E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	0	439747,80	4,739E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	1	439694,78	4,738E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	2	439573,05	4,738E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}S	1	439735,00	3,736E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}S	1	440051,58	3,727E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}S	0	435266,51	1,337E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}S	0	435583,09	1,337E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	9	457331,49	1,554E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	2	457713,80	1,549E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	3	457666,99	1,553E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	4	457596,83	1,558E-09

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}P	1	438727,61	9,586E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}P	1	439044,19	9,565E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D	2	439431,55	4,182E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D	2	439748,13	4,174E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}F	3	440570,70	3,960E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}F	3	440887,28	3,949E-11
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	3	458072,84	1,480E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	0	458285,80	1,490E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	1	458335,50	1,485E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	2	458442,48	1,476E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}D	2	457778,91	1,820E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}D	2	458095,49	1,820E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P	1	462616,06	2,017E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P	1	462932,64	2,017E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}F	3	459803,67	2,040E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}F	3	460120,25	2,040E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}S	1	488683,00	1,242E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}S	1	489000,00	1,271E-10

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	6	459813,39	1,543E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	1	460114,91	1,543E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	2	460126,70	1,543E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	3	460138,75	1,544E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	6	487783,00	2,340E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	1	488100,00	2,362E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	2	488100,00	2,359E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	3	488100,00	2,356E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}P	3	488683,00	1,552E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}P	0	489000,00	1,585E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}P	1	489000,00	1,583E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}P	2	489000,00	1,581E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}P	1	488883,00	2,163E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}P	1	489200,00	2,182E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}D	2	488883,00	1,308E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}D	2	489200,00	1,336E-10
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	9	446058,80	4,668E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	2	446375,17	4,581E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	3	446375,73	4,586E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{5}D	4	446375,10	4,594E-09

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}F	3	489583,00	1,165E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}F	3	489900,00	1,191E-10
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	6	447923,53	5,849E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	1	448223,06	5,751E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	2	448223,86	5,742E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	3	448251,88	5,705E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	12	487610,62	4,069E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	3	487953,47	3,993E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	4	487930,17	4,002E-10
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}G	5	487908,04	4,013E-10
2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^{1}F	3	509983,00	3,388E-10
2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^{1}F	3	510300,00	3,708E-10
2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^{1}P	1	510783,00	4,989E-10
2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^{1}P	1	511100,00	6,375E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	15	449235,90	7,789E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	1	449552,90	7,790E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	2	449553,00	7,787E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	3	449552,77	7,783E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	4	449552,39	7,783E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{5}F	5	449552,15	7,783E-10

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	9	449266,80	7,818E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	2	449584,03	7,807E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	3	449583,48	7,811E-10
2s(2)2p(3)(S4)4f(1)	^{3}F	4	449582,92	7,812E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}G	12	490474,70	6,532E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}G	3	490794,29	6,514E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}G	4	490790,70	6,522E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}G	5	490789,83	6,534E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}D	6	490500,60	6,940E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}D	1	490888,10	6,932E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}D	2	490798,40	6,950E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}D	3	490800,17	6,922E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}F	9	490497,46	6,565E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}F	2	490837,45	6,561E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}F	3	490815,12	6,560E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{3}F	4	490800,19	6,555E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}P	1	490494,74	6,556E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}P	1	490811,32	6,550E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}D	2	490502,46	6,673E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}D	2	490819,04	6,669E-10

Tablo 2.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}G	4	490517,35	6,877E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}G	4	490833,93	6,876E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}F	3	490536,72	6,887E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}F	3	490853,30	6,883E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}H	5	490565,83	6,641E-10
2s(2)2p(3)(D2)4f(1)	^{1}H	5	490882,41	6,632E-10
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	20	471687,50	2,831E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	2	472004,10	2,828E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	3	472004,10	2,828E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	4	472004,10	2,828E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	5	472004,10	2,828E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{5}G	6	472004,10	2,828E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	12	471687,86	2,833E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	3	472004,52	2,830E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	4	472004,44	2,830E-09
2s(2)2p(3)(S4)5g(1)	^{3}G	5	472004,38	2,830E-09
2s(2)2p(3)(D2)5g(1)	^{3}I	18	512928,90	4,239E-09
2s(2)2p(3)(D2)5g(1)	^{3}I	5	513245,50	4,549E-09
2s(2)2p(3)(D2)5g(1)	^{3}I	6	513245,50	4,516E-09
2s(2)2p(3)(D2)5g(1)	^{3}I	7	513245,50	4,515E-09

EK-3 Na IV için geçiş olasılıkları, osilatör şiddetleri ve yaşam süreleri

Tablo 3.1. Na IV için geçiş olasılıkları ve osilatör şiddetleri

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	3	6			190,63	8,09E-02	8,91E+01	8,20E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	191,00	8,13E-02	4,95E+01	4,34E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	190,83	2,03E-02	3,72E+01	3,56E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	190,84	6,10E-02	6,70E+01	5,88E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	190,43	8,13E-04	2,49E+00	2,72E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	190,43	1,22E-02	2,24E+01	2,31E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	190,45	6,83E-02	8,97E+01	8,22E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	3	1			205,72	4,73E-02*	2,24E+02*	2,48E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	206,15	4,66E-02*	2,44E+01*	2,72E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	205,95	4,66E-02*	7,33E+01*	8,18E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	205,49	4,66E-02*	1,23E+02*	1,39E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D ^1D	2	2			199,77	1,23E-01	2,06E+02	2,05E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	199,77	1,24E-01	2,07E+02	2,05E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1			163,84	6,53E-02	2,71E+02	3,56E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	163,84	6,54E-02	2,71E+02	3,56E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2			163,19	2,64E-01	6,62E+02	4,33E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	163,19	2,65E-01	6,63E+02	4,33E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3			162,45	3,88E-01	7,00E+02	6,05E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	162,45	3,88E-01	7,01E+02	6,05E+02

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	3	6			156,65	1,71E-01	2,78E+02	2,82E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	156,88	1,71E-01	1,54E+02	1,52E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	156,76	4,27E-02	1,16E+02	1,07E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	156,78	1,28E-01	2,09E+02	2,13E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	156,49	1,71E-03	7,77E+00	6,28E+00	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	156,51	2,57E-02	6,99E+01	6,47E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	156,54	1,44E-01	2,79E+02	2,93E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	3	3			155,61	2,07E-01	5,69E+02	6,18E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	0	1	1	3	155,83	2,07E-01	1,90E+02	1,57E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	0	3	1	155,69	6,90E-02	5,70E+02	5,95E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	1	3	3	155,71	5,18E-02	1,42E+02	1,00E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	1	2	3	5	155,78	8,62E-02	1,42E+02	1,50E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	1	5	3	155,45	5,18E-02	2,38E+02	3,46E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3P	2	2	5	5	155,51	1,55E-01	4,28E+02	4,82E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1P	2	1			142,69	2,09E-02	1,14E+02		1,70E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	142,69	2,08E-02	1,14E+02		1,70E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1D	2	2			142,36	7,90E-02	2,60E+02		2,77E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	142,36	7,84E-02	2,58E+02		2,77E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1F	2	3			142,23	1,30E-01	3,07E+02		3,06E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	142,23	1,30E-01	3,05E+02		3,06E+02

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	3	1			155,37	8,81E-02	7,31E+02	3,81E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	155,62	8,82E-02	8,10E+01	5,16E+01	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	155,51	8,82E-02	2,43E+02	1,40E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	155,24	8,83E-02	4,08E+02	1,89E+02	
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	3	6			145,09	3,59E-02	6,82E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	145,30	3,61E-02	3,80E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	145,20	9,02E-03	2,85E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	145,20	2,71E-02	5,14E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	144,97	3,62E-04	1,91E+00		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	144,97	5,42E-03	1,72E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	144,98	3,04E-02	6,88E+01		
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	3	1			136,53	2,56E-02	2,75E+02		3,13E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	0	1	1	3	136,72	2,54E-02	3,02E+01		3,46E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	1	1	3	3	136,64	2,54E-02	9,08E+01		1,04E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3S	2	1	5	3	136,43	2,55E-02	1,52E+02		1,74E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	3	6			136,95	4,35E-02	9,28E+01		1,55E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	137,14	4,30E-02	5,09E+01		8,59E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	137,05	1,08E-02	3,82E+01		6,46E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	137,06	3,23E-02	6,88E+01		1,16E+02
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	136,85	4,31E-04	2,56E+00		4,33E+00
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	136,85	6,47E-03	2,31E+01		3,88E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	136,85	3,63E-02	9,22E+01		1,56E+02

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2			151,30	6,16E-02	1,79E+02		6,70E+01
2s(2)2p(4)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	151,30	6,20E-02	1,81E+02		6,70E+01
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	6	9			1971,22	3,43E-01	4,21E+00	3,87E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	1975,15	3,43E-01	3,52E+00	3,38E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	1974,29	3,81E-02	6,52E-01	4,58E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	1972,23	3,05E-01	3,74E+00	3,58E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	1973,04	7,78E-04	1,87E-02	7,57E-03	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	1970,99	2,73E-02	4,68E-01	2,75E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	1968,44	3,16E-01	4,23E+00	3,89E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	6			1963,56	6,68E-01*	3,85E+00*	3,69E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	1	5	3	1967,60	1,34E-01*	3,84E+00*	3,66E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	2	5	5	1965,08	2,23E-01*	3,86E+00*	3,68E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5S ^5P	2	3	5	7	1960,76	3,13E-01*	3,89E+00*	3,70E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	3	6			1985,82	4,05E-01	4,11E+00	3,59E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	1983,75	4,05E-01	2,29E+00	2,02E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	1983,71	1,01E-01	1,72E+00	1,48E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	1985,03	3,04E-01	3,08E+00	2,76E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	1984,85	4,05E-03	1,14E-01	8,95E-02	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	1986,17	6,07E-02	1,03E+00	8,31E-01	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	1987,14	3,40E-01	4,10E+00	3,60E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1D	2	2			1534,47	3,39E-01	9,59E+00	7,20E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	1534,47	3,39E-01	9,59E+00	7,20E+00	

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	3			2019,26	7,06E-01*	3,85E+00*	3,46E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	0	3	1	2018,79	7,88E-02*	3,87E+00*	3,47E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	1	3	3	2019,84	2,36E-01*	3,86E+00*	3,46E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3S ^3P	1	2	3	5	2019,04	3,94E-01*	3,87E+00*	3,46E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	6	6			2111,71	2,28E-01	3,41E+00	2,90E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	1	1			2116,83	1,70E-01	2,54E+00	2,06E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	2116,19	5,68E-02	5,08E-01	3,16E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	2115,84	3,41E-02	8,47E-01	7,10E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	2115,20	1,58E-01	2,35E+00	2,12E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	2108,41	3,55E-02	3,80E-01	2,01E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	2113,77	2,53E-02	5,28E-01	4,74E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	2106,99	2,03E-01	3,05E+00	2,74E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1F	2	3			2156,43	3,26E-01	3,35E+00	3,02E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	2156,44	3,26E-01	3,35E+00	3,02E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1D	1	2			1791,63	4,78E-01	5,97E+00	4,52E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	1791,63	4,78E-01	5,97E+00	4,52E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	9	6			877,66	2,13E-01	2,58E+01		1,36E+01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	2	1	5	3	876,89	1,81E-01	2,61E+01		1,37E+01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	2	2	5	5	877,03	3,34E-02	2,90E+00		1,53E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	2	3	5	7	877,31	9,55E-04	5,91E-02		3,06E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	3	2	7	5	877,44	1,91E-01	2,32E+01		1,21E+01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	3	3	7	7	877,72	2,39E-02	2,07E+00		1,08E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3F ^3D	4	3	9	7	878,22	2,15E-01	2,39E+01		1,25E+01

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1P	1	1			1998,60	2,50E-01	4,17E+00	2,66E+00	
2s(2)2p(3)(P2)3s(1)	2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^1P ^1P	1	1	3	3	1998,60	2,50E-01	4,17E+00	2,66E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	6	6			852,41	2,07E-01	1,90E+01		9,79E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	851,58	1,57E-01	1,44E+01		7,36E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	851,72	5,23E-02	2,89E+00		1,47E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	851,69	3,14E-02	4,81E+00		2,45E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	851,82	1,45E-01	1,34E+01		6,82E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	852,08	3,25E-02	2,13E+00		1,09E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	852,93	2,32E-02	2,98E+00		1,53E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	853,19	1,86E-01	1,70E+01		8,67E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1F ^1D	3	2			877,21	2,14E-01	2,59E+01		1,26E+01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1F ^1D	3	2	7	5	877,21	2,16E-01	2,62E+01		1,26E+01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2			1050,40	3,69E-01	2,23E+01		7,44E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	1050,40	3,71E-01	2,24E+01		7,44E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	6	3			877,61	3,00E-01	4,33E+01		1,53E+01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	877,96	1,68E-01	4,36E+01		1,53E+01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	877,96	1,26E-01	1,09E+01		3,82E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	877,85	8,39E-03	4,36E-01		1,53E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	877,70	2,27E-01	3,27E+01		1,15E+01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	877,59	7,56E-02	6,55E+00		2,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	877,40	3,02E-01	3,67E+01		1,29E+01

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	$^3P\ ^3S$	3	1			920,42	1,29E-01	3,05E+01	2,72E+01	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	$^3P\ ^3S$	0	1	1	3	920,52	1,30E-01	3,42E+00	3,39E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	$^3P\ ^3S$	1	1	3	3	920,30	1,30E-01	1,03E+01	9,60E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	$^3P\ ^3S$	2	1	5	3	920,47	9,53E-02*	1,25E+01*	1,42E+01	
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	$^1P\ ^1P$	1	1			911,76	2,87E-01	2,30E+01		6,27E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	$^1P\ ^1P$	1	1	3	3	911,76	2,89E-01	2,32E+01		6,27E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	$^1D\ ^1P$	2	1			962,48	3,40E-01	4,08E+01		1,45E+01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	$^1D\ ^1P$	2	1	5	3	962,48	3,42E-01	4,11E+01		1,45E+01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	3	6			1702,42	6,29E-01*	8,69E+00*	7,98E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	0	1	1	3	1703,48	6,32E-01*	4,84E+00*	4,43E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	1	1	3	3	1702,74	1,58E-01*	3,64E+00*	3,32E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	1	2	3	5	1702,41	4,74E-01*	6,55E+00*	5,99E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	2	1	5	3	1703,31	6,32E-03*	2,42E-01*	2,21E-01	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	2	2	5	5	1702,99	9,48E-02*	2,18E+00*	1,99E+00	
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	$^3P\ ^3D$	2	3	5	7	1701,98	5,32E-01*	8,74E+00*	7,99E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	6	9			1581,08	3,66E-01	6,98E+00	6,41E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	1	2	3	5	1582,62	3,66E-01	5,85E+00	5,16E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	2	2	5	5	1582,97	4,06E-02	1,08E+00	1,15E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	2	3	5	7	1580,23	3,26E-01	6,22E+00	5,69E+00	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	3	2	7	5	1586,80	1,27E-03*	4,71E-02*	3,92E-02	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	3	3			1584,04	2,90E-02	7,71E-01	8,56E-01	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	$^3D\ ^3F$	3	4	7	9	1580,50	3,36E-01	6,99E+00	6,33E+00	

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1G	3	4			1655,46	4,99E-01	9,44E+00	8,76E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1G	3	4	7	9	1655,47	4,99E-01	9,44E+00	8,76E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	6	10			1585,07	6,18E-01*	9,85E+00*	9,60E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	0	3	1	1582,12	1,25E-01*	9,95E+00*	9,65E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	1	3	3	1582,18	2,80E-01*	7,46E+00*	7,23E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	1	2	3	5	1582,33	2,18E-01*	3,48E+00*	3,38E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	1	5	3	1583,82	5,60E-02*	2,48E+00*	2,40E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	2	5	5	1583,97	2,18E-01*	5,79E+00*	5,61E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	2	3	5	7	1584,14	3,48E-01*	6,61E+00*	6,41E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	2	7	5	1586,78	1,77E-02*	6,58E-01*	6,38E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	3	7	7	1586,96	1,24E-01*	3,29E+00*	3,19E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^5P ^5D	3	4	7	9	1587,05	4,79E-01*	9,87E+00*	9,57E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1D	3	2			1518,76	2,12E-02	8,58E-01	6,72E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1D	3	2	7	5	1518,77	2,12E-02	8,58E-01	6,72E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	6	9			1596,32	5,49E-01	1,03E+01	9,36E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	1	2	3	5	1596,30	5,50E-01	8,63E+00	8,08E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	2	2	5	5	1595,45	6,11E-02	1,60E+00	1,33E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	2	3	5	7	1596,37	4,88E-01	9,13E+00	8,44E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	3	2	7	5	1594,83	1,25E-03	4,58E-02	3,31E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	3	3	7	7	1595,74	4,36E-02	1,14E+00	8,86E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3F	3	4	7	9	1596,40	5,05E-01	1,03E+01	9,35E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1F	3	3			1456,94	1,58E-01	4,96E+00	4,38E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^1F ^1F	3	3	7	7	1456,94	1,58E-01	4,96E+00	4,38E+00

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	6	6			1505,14	2,45E-01	7,22E+00	6,22E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	1500,88	1,85E-01	5,46E+00	4,49E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	1502,32	6,15E-02	1,09E+00	7,92E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	1501,20	3,69E-02	1,82E+00	1,71E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	1502,65	1,71E-01	5,04E+00	4,41E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	1505,32	3,82E-02	8,03E-01	6,14E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	1506,09	2,72E-02	1,12E+00	1,09E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	1508,77	2,18E-01	6,38E+00	5,55E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	6	3			1414,09	6,85E-02	3,81E+00	3,04E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	1407,65	3,82E-02	3,86E+00	3,03E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	1409,81	2,86E-02	9,61E-01	8,01E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	1414,98	1,90E-03	3,80E-02	1,62E-02
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	1410,10	5,15E-02	2,88E+00	2,31E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	1415,26	1,71E-02	5,70E-01	4,13E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	1418,32	6,83E-02	3,17E+00	2,57E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	9	9			1670,20	1,25E-01	2,99E+00	2,63E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	2	2	5	5	1672,30	1,11E-01	2,65E+00	2,17E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	2	3	5	7	1669,24	1,39E-02	2,38E-01	1,52E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	2	7	5	1673,78	9,90E-03	3,30E-01	2,72E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	3	7	7	1670,72	1,05E-01	2,51E+00	2,21E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	3	4	7	9	1666,77	1,01E-02	1,88E-01	1,14E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	4	3	9	7	1672,55	7,80E-03	2,39E-01	2,12E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3F	4	4	9	9	1668,60	1,17E-01	2,81E+00	2,66E+00

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D ^{1}P	2	1			2241,45	5,12E-02	1,13E+00	9,46E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D ^{1}P	2	1	5	3	2241,44	5,12E-02	1,13E+00	9,46E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D ^{1}F	2	3			2006,38	3,64E-01	4,31E+00	3,12E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D ^{1}F	2	3	5	7	2006,39	3,65E-01	4,32E+00	3,12E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D ^{1}D	2	2			2125,53	2,07E-01	3,06E+00	2,36E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D ^{1}D	2	2	5	5	2125,55	2,07E-01	3,06E+00	2,36E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	6	6			1542,40	1,04E-01	2,92E+00	2,58E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	1	1	3	3	1542,44	7,82E-02	2,19E+00	1,94E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	1	2	3	5	1543,16	2,61E-02	4,38E-01	2,37E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	2	1	5	3	1541,64	1,56E-02	7,32E-01	6,22E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	2	2	5	5	1542,36	7,24E-02	2,03E+00	1,75E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	2	3	5	7	1542,97	1,62E-02	3,24E-01	1,78E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	3	2	7	5	1541,77	1,16E-02	4,55E-01	3,85E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D ^{3}D	3	3	7	7	1542,39	9,27E-02	2,60E+00	2,56E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P ^{1}D	1	2			1729,92	4,63E-01	6,19E+00	6,36E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P ^{1}D	1	2	3	5	1729,92	4,63E-01	6,19E+00	6,36E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P ^{1}P	1	1			1508,09	1,87E-01	5,49E+00	6,25E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P ^{1}P	1	1	3	3	1508,09	1,87E-01	5,49E+00	6,25E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}D ^{1}D	2	2			1922,12	8,70E-02	1,57E+00	1,30E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}D ^{1}D	2	2	5	5	1922,12	8,70E-02	1,57E+00	1,30E+00

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Fischer ve Tachiev, 2004 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	9	6			1585,69	1,92E-02	7,13E-01	6,38E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	2	1	5	3	1581,31	1,62E-02	7,19E-01	5,33E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	2	2	5	5	1582,91	4,61E-03*	1,23E-01*	1,30E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	2	3	5	7	1585,87	1,32E-04*	2,49E-03*	3,11E-03
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	3	2	7	5	1584,23	1,71E-02	6,36E-01	4,74E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	3	3	7	7	1587,20	3,29E-03*	8,70E-02*	1,28E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^3F ^3D	4	3	9	7	1588,86	1,92E-02	6,51E-01	5,76E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	6	3			1587,28	6,65E-03	2,93E-01	1,93E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	1	0	3	1	1598,23	3,67E-03	2,87E-01	1,83E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	1	1	3	3	1588,78	2,77E-03	7,31E-02	5,45E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	1	2	3	5	1585,91	1,85E-04	2,94E-03	2,56E-04
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	2	1	5	3	1587,93	4,98E-03	2,20E-01	1,30E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	2	2	5	5	1585,06	1,66E-03	4,42E-02	4,04E-02
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^3D ^3P	3	2	7	5	1584,45	6,66E-03	2,48E-01	1,60E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1F	2	3			1823,79	5,33E-01	7,63E+00	5,89E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	1823,79	5,33E-01	7,63E+00	5,89E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1P	2	1			1652,10	7,22E-03	2,94E-01	2,71E-01
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	1652,10	7,22E-03	2,94E-01	2,71E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1F ^1D	3	2			643,07	1,25E-02*	2,82E+00*	
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1F ^1D	3	2	7	5	643,06	1,26E-02*	2,84E+00*	

Tablo 3.1. Devamı

1. SEVİYE	2. SEVİYE	Terimler	J_i	J_f	g_i	g_f	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Osilatör Şiddeti	Bu Çalışma Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})	Butler ve Zeippen, 1995 Geçiş Olasılığı (x 10^8 s^{-1})
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	3	6			673,59	8,44E-02	7,45E+00	6,86E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	0	1	1	3	673,60	8,64E-02	4,23E+00	3,81E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	1	1	3	3	673,49	2,16E-02	3,18E+00	2,85E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	1	2	3	5	673,55	6,48E-02	5,71E+00	5,14E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	2	1	5	3	673,58	8,64E-04	2,12E-01	1,91E-01
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	2	2	5	5	673,64	1,30E-02	1,90E+00	1,72E+00
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^3P ^3D	2	3	5	7	673,62	7,25E-02	7,62E+00	6,86E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^1P ^1D	1	2			671,35	1,34E-01*	1,19E+01*	3,81E+00
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^1P ^1D	1	2	3	5	671,35	1,25E-01*	1,11E+01*	3,81E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1P	2	1			740,17	3,84E-02*	7,79E+00*	2,74E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1P	2	1	5	3	740,16	3,92E-02*	7,96E+00*	2,74E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	6	6			631,88	1,27E-01	2,12E+01	3,26E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	1	1	3	3	631,46	9,70E-02	1,62E+01	2,46E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	1	2	3	5	631,52	3,23E-02	3,24E+00	4,90E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	2	1	5	3	631,52	1,94E-02	5,41E+00	8,17E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	2	2	5	5	631,58	8,98E-02	1,50E+01	2,27E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	2	3	5	7	631,68	2,01E-02	2,40E+00	3,64E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	3	2	7	5	632,18	1,44E-02	3,35E+00	5,07E-01
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^3D ^3D	3	3	7	7	632,29	1,15E-01	1,91E+01	2,89E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1D	2	2			731,48	1,59E-01	1,98E+01*	5,42E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1D	2	2	5	5	731,48	1,62E-01	2,02E+01*	5,42E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1F	2	3			728,12	2,60E-01	2,34E+01*	4,71E+00
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^1D ^1F	2	3	5	7	728,12	2,64E-01	2,37E+01*	4,71E+00

Tablo 3.2. Na IV için uyarılmış seviyelerin yaşam süreleri

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3S	1	486106,00	7,610E-11
2s(2)2p(3)(S4)3s(1)	^3S	1	486650,20	7,559E-11
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3D	6	524563,00	1,123E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3D	1	525139,00	1,120E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3D	2	525117,00	1,118E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^3D	3	525085,00	1,115E-10
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D	2	530866,00	4,866E-11
2s(2)2p(3)(D2)3s(1)	^1D	2	531410,00	4,838E-11
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3S	1	644275,00	3,275E-10
2s(2)2p(3)(S4)4s(1)	^3S	1	644819,00	3,248E-10
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D	6	689232,00	8,847E-11
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D	1	689808,00	8,788E-11
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D	2	689789,00	8,782E-11
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^3D	3	689753,00	8,777E-11
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D	2	691237,00	4,393E-11
2s(2)2p(3)(D2)4s(1)	^1D	2	691781,00	4,359E-11
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^1P	1	715965,00	1,567E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^1P	1	716509,00	1,555E-10

Tablo 3.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3P	3	713932,00	2,311E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3P	0	714468,00	2,295E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3P	1	714468,00	2,294E-10
2s(2)2p(3)(P2)4s(1)	^3P	2	714483,00	2,290E-10
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5P	6	524333,90	2,413E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5P	1	524773,30	2,428E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5P	2	524838,60	2,418E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^5P	3	524950,60	2,403E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3P	3	535629,00	2,368E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3P	0	536184,90	2,366E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3P	1	536159,10	2,370E-09
2s(2)2p(3)(S4)3p(1)	^3P	2	536178,80	2,367E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D	6	571918,00	2,936E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D	1	572379,50	2,956E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D	2	572393,80	2,950E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3D	3	572546,00	2,917E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3F	9	575293,00	2,375E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3F	2	575768,10	2,389E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3F	3	575821,00	2,378E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^3F	4	575886,60	2,365E-09

Tablo 3.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}F	3	577239,00	2,990E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}F	3	577782,70	2,990E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}D	2	596035,00	1,043E-09
2s(2)2p(3)(D2)3p(1)	^{1}D	2	596578,90	1,043E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	6	599986,00	2,435E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	1	600567,70	2,428E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	2	600534,10	2,434E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{3}D	3	600509,60	2,440E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}P	1	606287,00	2,400E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}P	1	606831,00	2,400E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}D	2	612067,00	1,676E-09
2s(2)2p(3)(P2)3p(1)	^{1}D	2	612611,00	1,676E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	3	642635,00	1,745E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	0	643420,00	1,743E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	1	643311,00	1,742E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}P	2	643052,00	1,742E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}S	1	643622,00	1,369E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}S	1	644166,00	1,366E-11

Tablo 3.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	10	587422,70	9,728E-10
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	0	587979,60	9,671E-10
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	1	587977,20	9,680E-10
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	2	587971,20	9,698E-10
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	3	587964,30	9,725E-10
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{5}D	4	587960,70	9,766E-10
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	6	594369,00	1,062E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	1	594888,10	1,063E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	2	594899,20	1,062E-09
2s(2)2p(3)(S4)3d(1)	^{3}D	3	594934,00	1,061E-09
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	6	638357,00	3,492E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	1	639007,00	3,494E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	2	638943,00	3,490E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{3}D	3	638825,00	3,482E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}P	1	640649,00	3,681E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}P	1	641193,00	3,675E-11
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	9	662630,00	9,737E-10
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	2	663212,40	9,730E-10
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	3	663176,30	9,732E-10
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}F	4	663150,50	9,737E-10

Tablo 3.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D	2	643082,00	1,502E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}D	2	643625,60	1,500E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}F	3	645876,00	1,410E-11
2s(2)2p(3)(D2)3d(1)	^{1}F	3	646419,60	1,408E-11
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	3	662987,00	3,411E-08
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	0	663137,00	3,481E-08
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	1	663509,00	3,415E-08
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}P	2	663623,00	3,393E-08
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	6	664820,00	3,421E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	1	665400,00	3,420E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	2	665370,00	3,421E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{3}D	3	665344,00	3,422E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}D	2	664093,00	1,289E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}D	2	664637,00	1,288E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P	1	672596,00	1,730E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}P	1	673140,00	1,730E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}F	3	666898,00	1,310E-09
2s(2)2p(3)(P2)3d(1)	^{1}F	3	667442,00	1,310E-09

Tablo 3.2. Devamı

Uyarılmış Seviye	Terim	J	Enerji (cm^{-1})	Bu Çalışma Yaşam Süreleri (s)
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	6	684087,00	1,343E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	1	684640,00	1,312E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	2	684626,00	1,313E-09
2s(2)2p(3)(S4)4d(1)	^{3}D	3	684630,00	1,313E-09
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	6	730175,00	8,587E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	1	730742,00	8,638E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	2	730728,00	8,625E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}D	3	730702,00	8,604E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}S	1	732435,00	3,632E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{3}S	1	732979,00	3,661E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}P	1	731140,00	7,974E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}P	1	731684,00	8,010E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}D	2	732744,00	3,430E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}D	2	733288,00	3,449E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}F	3	733375,00	2,900E-11
2s(2)2p(3)(D2)4d(1)	^{1}F	3	733919,00	2,910E-11
2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^{1}D	2	755241,00	1,453E-10
2s(2)2p(3)(P2)4d(1)	^{1}D	2	755785,00	1,435E-10

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Mustafa Tekin
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Kadınhanı-1987
Telefon	**:**	0505 550 84 58
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	-

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Cumhuriyet Lisesi, Selçuklu, Konya	2005
Lisans (Fizik Bölümü)	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2009
Tezsiz Yüksek Lisans (Fizik)	:	Selçuk Üniversitesi, Meram, Konya	2010
Lisans (Kamu Yönetimi)	:	Anadolu Üniversitesi, Tepebaşı, Eskişehir	2018
Tezli Yüksek Lisans (Fizik)	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2019
Ön Lisans (Adalet)	:	Atatürk Üniversitesi, Palandöken, Erzurum	Devam

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2005	Maliyespor	Futbolcu
2009	Mahmudiye İlköğretim Okulu	Ücretli Öğretmen
2011	Emniyet Genel Müdürlüğü	Polis Memuru

UZMANLIK ALANI

Fizik Öğretmenliği, Atom ve Molekül Fiziği, Kamu Yönetimi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Çelik, G. ve Tekin, M., 2019, Oksijen benzeri Neon (Ne III) için elektrik dipol geçiş olasılıkları ve osilatör şiddetleri, *3. Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi, UBEK-2019,* Afyonkarahisar, 1451–1455.