

# KİM-117 TEMEL KİMYA

Prof. Dr. Zeliha HAYVALI

Ankara Üniversitesi

Kimya Bölümü

Bu slaytlarda anlatılanlar sadece özet olup ayrıntılı bilgiler ve örnek çözümleri derste verilecektir.

# *BÖLÜM 4*

## *PERİYODİK SİSTEM*

Periyodik tabloda artan atom numaralarına göre yapılmış yatay sıralara *periyot* denir.

Benzer özelliklere göre dizilmiş yatay sıralara *grup* denir.

Periyodik dizge dışı bırakılan *lantanitlerin*, gerçekte dizge içinde lantandan sonra yer almaları ve 6. periyodun 32 element ile tamamlanması gerekir.

Benzer durum *aktinitler* için de geçerlidir ve 7. periyot henüz tamamlanmış değildir.

Priyotlu dizgede 7 periyot vardır.

# ELEKTRONUN DALGA ÖZELLİĞİ; KUANTUM MEKANIĞI

DeBroglie atomu oluşturan parçacıkların da ışık gibi hem dalga hem de tanecik özelliği gösterebileceğini önermiştir.

Einstein daha önce kütle ve enerji arasındaki bağıntıyı

$$E = mc^2$$

Planck ise bir fotonun enerjisinin

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

Yukarıdaki iki eşitlikten

$$hc/\lambda = mc^2$$

$$\lambda = h/mc$$

Bu bağıntıya DeBroglie bağıntısı denir.

$\lambda = h/mc$  DeBroglie bağıntısı

DeBroglie bağıntısı diğer parçacıklar için de geçerlidir.

Örneğin elektron için,  $c$ , ışık hızı yerine elektronun hızı,  $v$  konur.

$$\lambda = h/mv$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$$

$\lambda$ : taneciğin dalga boyu

$h$ : Planck sabiti

$m$ : taneciğin kütlesi

$p$ : taneciğin momentumu

$v$ : taneciğin hızı

## Elektronların dalga özellikleri nedeniyle atomdaki davranışları dalga eşitlikleri ile açıklanabilir.

Dalga özellikleri ile uğraşan fizik bilim dalına "dalga mekaniği" veya "kuantum mekaniği" adı verilir.

Dalga mekaniğine göre;

1. Elektronlar çekirdek etrafında enerjice belli bir yörüngede bulunur.
2. Atomların enerji düzeyleri belirli sayıda elektron içerir.
3. Elektronların dağılımı buldukları enerji düzeylerinin türü ve sayısı ile belirlenir.

O halde, elektronların atomda çekirdek etrafında dizilişlerini bulmak için atomdaki enerji düzeylerini bilmek ve bunları belirtmek için kullanılan kuantum sayılarının öğrenmek gerekir.

# KUANTUM SAYILARI

## 1. Baş Kuantum Sayısı (n) :

Bir atomda enerji düzeyleri baş kuantum sayısı "n" ile gösterilir.

n: 1, 2, 3, 4, .... $\infty$  değerlerini alabilir.

Baş kuantum sayısı, n : 1 2 3 4 5 .....

Tabakaları gösteren harfler : K L M N O .....

## 2. Yan Kuantum Sayısı ( $l$ ) :

Enerji düzeyleri daha alt enerji düzeyleri içerir. Yani tabakalar alt tabakalara ayrılır ve bunların her biri yan kuantum sayısı " $l$ " ile belirtilir.

$l$  : 0, 1, 2, 3 ve  $(n-1)$ 'e kadar bütün değerleri alabilir.

Yan kuantum sayısı ( $l$ ) : 0 1 2 3 4 5 ..... $(n-1)$

Alt tabakaları gösteren harfler : s p d f g h .....

## 3. Magnetik Kuantum Sayısı ( $m_l$ ) :

Her alt tabaka, bir veya daha fazla orbitalden oluşmuştur ve bunların her biri magnetik kuantum sayısı " $m$ " ile gösterilir.

$m$  :  $-l$  den  $+l$ 'ye kadar bütün değerleri alabilir.



#### 4. Spin Kuantum Sayısı ( $m_s$ ) :

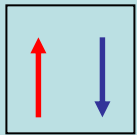
Üç kuantum sayısına ek olarak elektronun ekseni etrafında dönmesi sonucu ortaya çıkar ve dönme hareketinin iki yönde olabilmesi sonucu iki değer alabilir ve " $s$ " ile gösterilir.

Spin kuantum sayısı ( $s$ ) :  $+1/2$  ve  $-1/2$

Sonuç ve kural olarak bir atomdaki her bir elektron dört kuantum sayısı ile gösterilir.

$n$ ,  $l$ ,  $m_l$  ve  $m_s$  ile gösterilir.

**Pauli İlkesi:** Bir atomda, dört kuantum sayısı da aynı olan iki elektron bulunamaz.



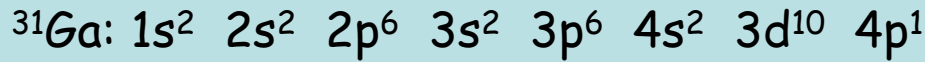
$2s^2$

	<u><math>n</math></u>	<u><math>l</math></u>	<u><math>m_l</math></u>	<u><math>m_s</math></u>
↑	2	0	0	+1/2
↓	2	0	0	-1/2

**Örnek:** a)  $^{31}\text{Ga}$  atomunun temel halindeki baş kuantum sayısı en büyük elektronu için mümkün olan kuantum sayılarını yazınız. b) En yüksek enerjili iki elektronun kuantum sayıları sırasıyla  $(n=5, l=1, m_l=-1, m_s=+1/2)$  ve  $(n=5, l=1, m_l=0, m_s=+1/2)$  olan atomun elektron konfigürasyonunu atom numarasını ve ait olduğu grubu bulunuz.

## Çözüm

a)



$$n=4$$

$$l=1$$

$$m_l = -1, 0, +1$$

$$m_s = +1/2 \text{ veya } -1/2$$

b)  $n=5$

$$l=1$$

$$m_l = -1$$

$$m_s = +1/2$$

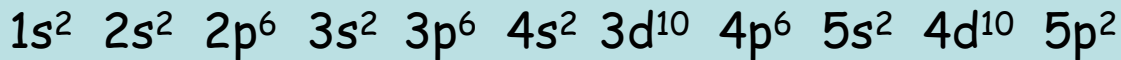
$n=5$

$$l=1$$

$$m_l = 0$$

$$m_s = +1/2$$

$5p^2$ 'yi ifade eder. Buna göre elektron konfigürasyonu



5. Periyot IVA grubu

**Örnek:** Aşağıda verilen elektronların dört kuantum sayısını yazınız.

a)  $3d^{10}$     b)  $4p^1$     c)  $3p^6$     d)  $5p^3$

**Çözüm**

a)  $3d^{10}$

$$n=3$$

$$l=2$$

$$m_l = -2, -1, 0, +1, +2$$

$$m_s = +1/2, +1/2, +1/2, +1/2, +1/2$$

b)  $4p^1$

$$n=4$$

$$l=1$$

$$m_l = -1 \text{ veya } 0 \text{ veya } +1$$

$$m_s = +1/2 \text{ veya } -1/2$$

c)  $3p^6$

$$n=3$$

$$l=1$$

$$m_l = -1, 0, +1$$

$$m_s = +1/2, +1/2, +1/2$$

d)  $5p^3$

$$n=5$$

$$l=1$$

$$m_l = -1, 0, +1$$

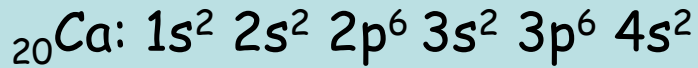
$$m_s = +1/2 \text{ veya } -1/2$$

$$+1/2 \text{ veya } -1/2$$

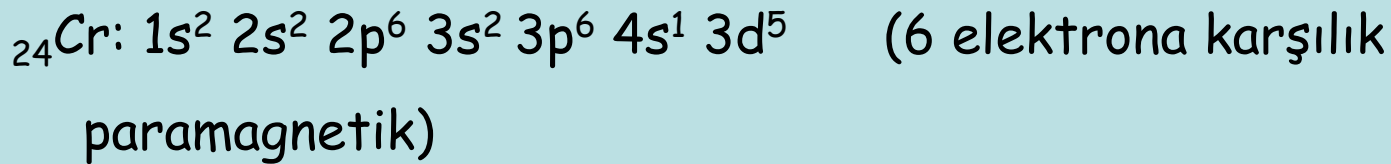
$$+1/2 \text{ veya } -1/2$$

## Atomların Manyetik Özellikleri

Diamanyetik maddeler



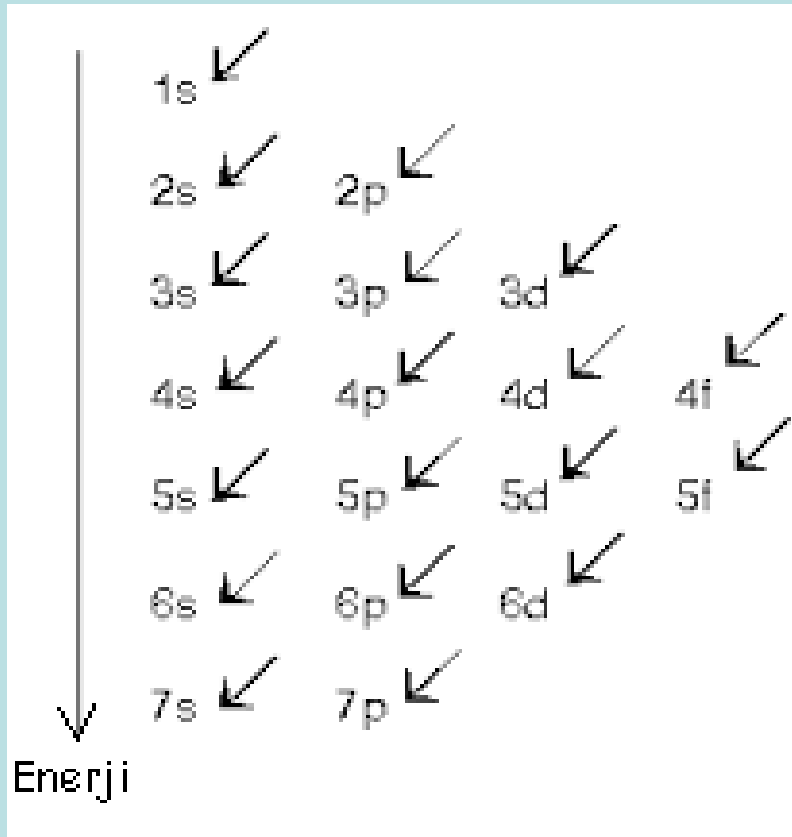
Paramanyetik Maddeler



# ELEMENTLERİN ELEKTRON DİZİLİŞLERİ

Elementlerin elektron dizilişleri (elektron konfigürasyonları) artan enerji düzeylerine göre yapılır.

**Hund Kuralı:** Elektronlar eş enerjili orbitallere öncelikle paralel spinli olarak yerleşir.

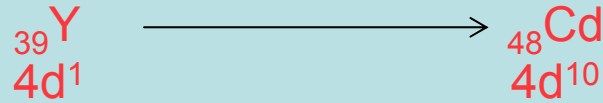


1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p

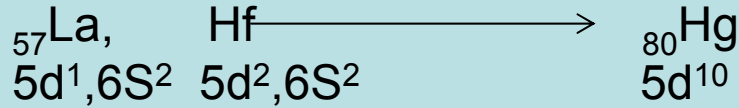
**Periyodik cetvelde geçiş metallerini d ve f orbitallerinin dolumuna göre gruplandırınız.**



1. Seri geçiş metalleri



2. Seri geçiş metalleri



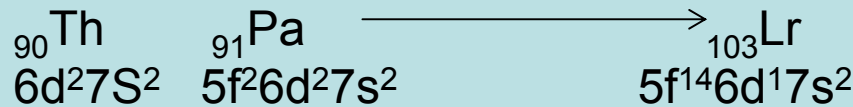
3. Seri geçiş metalleri dış seri



3. Seri geçiş metalleri iç seri



4. Seri geçiş metalleri (Süper Aktinitler)

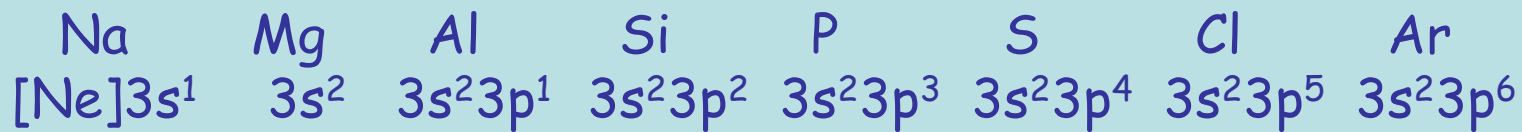


Aktinitler 4. Seri geçiş metalleri (İç seri)  
(Trans uranyum elementleri)



En yüksek baş kuantum sayısına sahip elektron kabuğunda bulunan elektronlara değerlik elektronları denir.

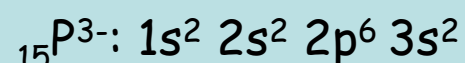
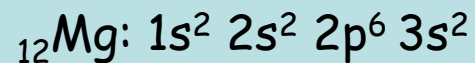
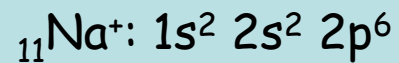
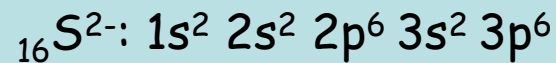
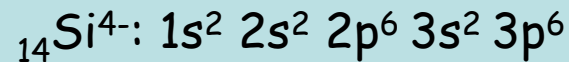
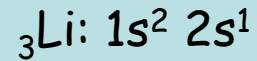
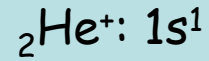
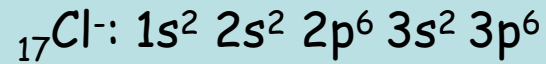
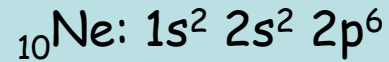
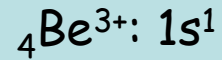
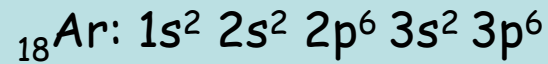
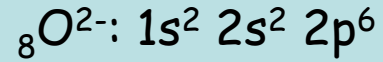
Neon dan sonraki elementlerin elektron dağılımı, neon un  $1s^2s^2p^6$  düzenini taşıyacağı için kısaca aşağıdaki şekilde yazılabilir.



**Örnek:** Aşağıdaki atom ve iyonların izoelektronik (aynı elektron dizilişinde) olanlarını bulunuz.

$O^{2-}$ , Ar,  $Be^{3+}$ , Ne,  $Cl^-$ ,  $He^+$ , Li,  $Si^{4-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Na^+$ , Mg,  $P^{3+}$

### Çözüm



$O^{2-}$ , Ne ve  $Na^+$  izoelektronik

Ar,  $Cl^-$ ,  $S^{4-}$  ve  $S^{2-}$  izoelektronik

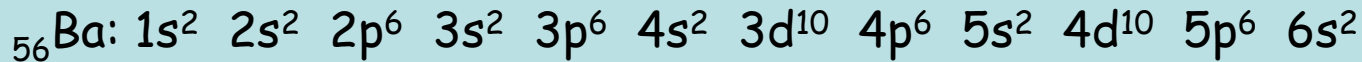
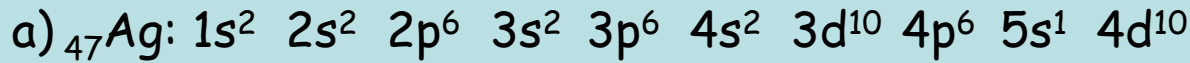
$Be^{3+}$  ve  $He^+$  izoelektronik

Mg ve  $P^{3+}$  izoelektronik

## Örnek:

$_{47}\text{Ag}$  ve  $_{56}\text{Ba}$  atomlarının elektron konfigürasyonlarını yazınız. b) Bu elementlerin periyodik sistemdeki yerlerini yazınız. c) Bu elementlerin diyamagnetik ve paramagnetik özelliklerini irdelleyiniz.

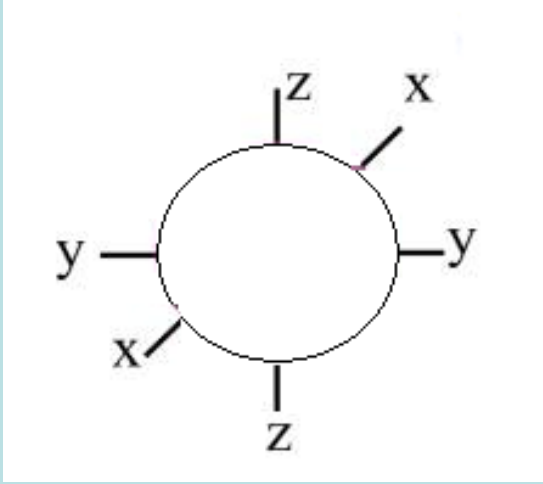
## Çözüm



b) Ag 5. periyot, 1B grubu elementi (Geçiş elementi)  
Ba 6. periyot, 2A grubu elementi (toprak alkali metali)

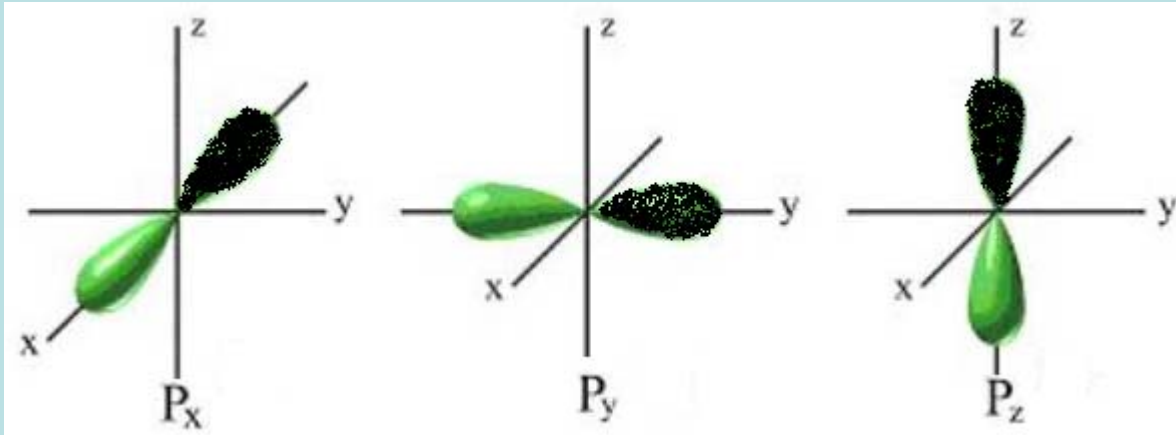
c) Ag 1 elektrona karşılık paramagnetik  
Ba diamagnetik

Bir elektronun bulunma olasılığının aynı olduğu noktaları birleştiren ve elektronun en fazla bulunduğu hacmi çevreleyen yüzeye **sınır yüzey diyagramı** denir.



s orbitalinin sınır yüzey diyagramı

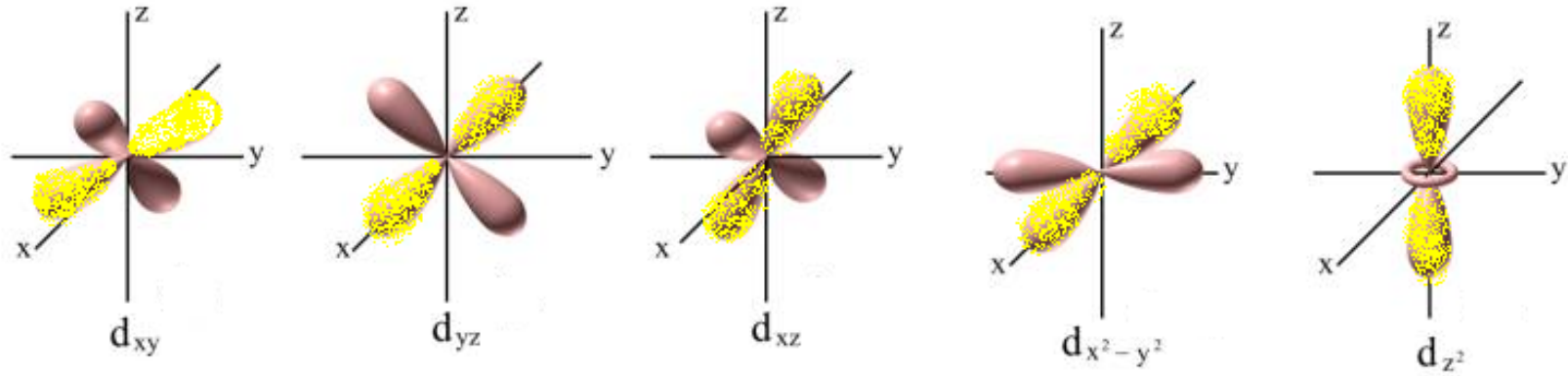
s orbitali: Küresel ve simetriktir



p Orbitallerinin sınır yüzey diyagramları

## d Orbitallerinin sınır yüzey diyagramları

**d orbitali:** 5 tür d orbitali bulunmaktadır. Her birinin yönlenmesi farklıdır.



# PERİYOTLU DİZGE VE ATOMLARIN ÖZELLİKLERİ

Periyodik tabloda elementlerin özellikleri bir periyotta soldan sağa doğru ve bir grupta yukarıdan aşağıya doğru oldukça düzgün bir şekilde değişir.

## Atom Büyüklüğü

**Bir grupta yukarıdan aşağıya doğru inildikçe atom yarıçapı artar.**  
Çünkü yukarıdan aşağıya doğru  $n$  sayısı ve elektron tabakalarının sayısı artmakta ve atom büyümektedir.

**Bir periyotta soldan sağa doğru atom yarıçapı azalır.**  
Çünkü aynı periyotta  $n$  sayısı değişmemekle beraber (yeni elektronlar hep aynı tabakaya girmektedir) atom numarası arttığından en dış tabaka elektronları daha fazla çekilmekte ve atom küçülmektedir.

Artı yüklü iyonlar nötral atomlardan küçüktür.

Negatif iyonlar nötral atomlardan büyüktür.

**Örnek:** Aşağıda verilen atom ve iyonları çaplarının artışına göre sıralayınız.

a) Rb, Na, K                      b)  $O^{2-}$ ,  $N^{3-}$ ,  $O^{2+}$ ,  $F^{-}$   
(Rb: 37, Na: 11, K: 19, O:8, N:7, F:9)

**Çözüm a)**

$_{37}\text{Rb}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$       5. periyot IA grubu  
 $_{11}\text{Na}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$     3. periyot IA grubu  
 $_{19}\text{K}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$                                       4. Periyot IA grubu

Rb > K > Na

**b)**  $O^{2-}$ ,  $N^{3-}$ ,  $O^{2+}$ ,  $F^{-}$

$_{8}\text{O}^{2-}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$                        $O^{2-}$ : 8p + 10e-

$_{7}\text{N}^{3-}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$                        $N^{3-}$ : 7p + 10e-

$_{8}\text{O}^{2+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^2$                        $O^{2+}$ : 8p + 6e-

$_{9}\text{F}^{-}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$                        $F^{-}$ : 9p + 10e-

$N^{3-} > O^{2-} > F^{-} > O^{2+}$

Çekirdeğin pozitif yükü arttıkça elektronları çekme kuvveti artar ve atom yarıçapı küçülür.

Her bir pozitif yük başına düşen elektron sayısı ne kadar çoksa çap o kadar büyüktür.

# İyonlaşma Enerjisi (İyonlaşma Gerilimi)

**İyonlaşma enerjisi**, nötral ve gaz halindeki bir atomdan bir elektronu uzaklaştırmak için verilmesi gereken en az enerji miktarıdır.



Birinci elektron koparılırken verilen enerjiye **1. iyonlaşma enerjisi** denir. İkinci elektron için **2. iyonlaşma enerjisi** ismi kullanılır.

**İyonlaşma Enerjisi**, periyodik tabloda, soldan sağa doğru genellikle artar, yukarıdan aşağı doğru ise azalır.

Birinci iyonlaşma enerjisi, ikinci iyonlaşma enerjisinden daima daha azdır.



2. periyotta Li'dan Ne'a kadar düzgün bir artış gözlenmez.

Be'un İ. E.'nin B'unkinden,  
N'un İ.E'nin ise O'unkinden büyük olduğu gözlenir.

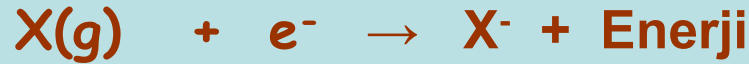
Bunun nedeni Be da koparılacak elektron dolu 2s tabakasından, B'da ise boş 2p alt tabakasındandır. 2p alt tabakasının enerjisi 2s tabakasından fazla olduğundan B'un elektronu daha kolay koparılır.

N'da 2p alt tabakasında 3, O'de 4 elektron vardır. Yarı dolu olan azot küresel simetrik yük yoğunluğuna sahiptir ve buradan elektron koparmak oksijene göre daha fazla enerji ister.

Element	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$
I.İyon.Pot. kj/mol	1090	1400	1312

## Elektron İlgisi (Elektron Affinitesi)

Nötral ve gaz halindeki bir atomun bir elektron alması ile açığa çıkan enerjiye o atomun elektron ilgisi denir.



Genel olarak iyonlaşma enerjisi yüksek olan elementlerin elektron ilgileri de yüksektir.

Bu nedenle elektron ilgisi periyodik cetvelde iyonlaşma enerjisindeki değişmeye paralel bir değişim gösterir.

Soy gazların elektron ilgileri yoktur.

# Elektronegatiflik

**Elektronegatiflik** , bir bağı oluşturan atomların her birinin bağ elektronlarını kendilerine çekebilme gücünü ifade eder.

Tek başına atomun elektron alma eğilimi elektronegatiflik değil, elektron ilgisidir.

Elektronları çekme gücü en fazla olan atom Flor'dur. Yani en elektronegatif atom flordur.

Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe artar, yukarıdan aşağıya gidildikçe ise azalır.

Elektronegatifliği ölçmek için Pauling elektronegatiflik ölçeği kullanılır.

Pauling elektronegatifliği için kullanılan formül

$$|X_A - X_B| = \sqrt{[D_{AB} - (D_{AA} + D_{BB})/2]/23,06}$$

$$|X_A - X_B| = 0.208 \sqrt{[D_{AB} - (D_{AA} + D_{BB})/2]}$$

$D_{AB}$ ,  $D_{AA}$  ve  $D_{BB}$ , sırasıyla AB, AA ve BB iki atomlu molekülleri için bağ enerjileridir.

kcal cinsinden hesaplanırsa

1 ev= 23.06 kcal

$$|X_A - X_B| = \sqrt{D_{AB} - \left( \frac{D_{AA} + D_{BB}}{2} \right) \frac{1}{23.06}}$$

$$|X_A - X_B| = 0.208 \sqrt{D_{AB} - \left( \frac{D_{AA} + D_{BB}}{2} \right)}$$

kJ.mol<sup>-1</sup> cinsinden hesaplanırsa

$$|X_A - X_B| = 0.102 \sqrt{D_{AB} - \left( \frac{D_{AA} + D_{BB}}{2} \right)}$$