

# Genel Kimya

Prensipieri ve Modern Uygulamaları

Petrucci • Harwood • Herring

8. Baskı

## Bölüm 9: Periyodik Çizelge ve Bazı Atom Özellikleri

**Kimya Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi,  
İstanbul**

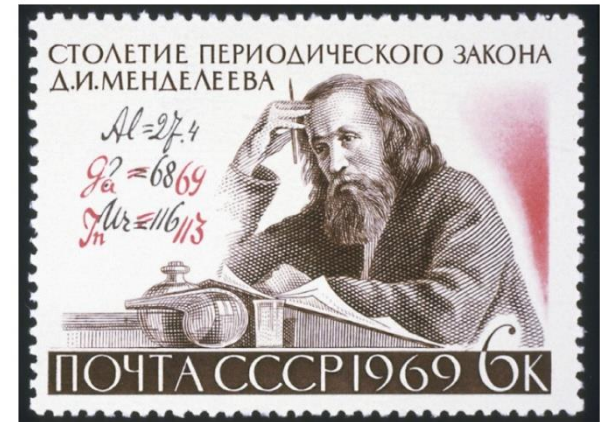


# İçindekiler

- 9-1** Elementlerin Sınıflandırılması: **Periyodik Yasa ve Periyodik Çizelge**
- 9-2** Metaller, Ametaller ve Bunların İyonları
- 9-3** Atomlar ve İyonların Büyüklüğü
- 9-4** İyonlaşma Enerjisi
- 9-5** Elektron İlgisi
- 9-6** Manyetik Özellikler
- 9-7** Elementlerin Periyodik Özellikleri

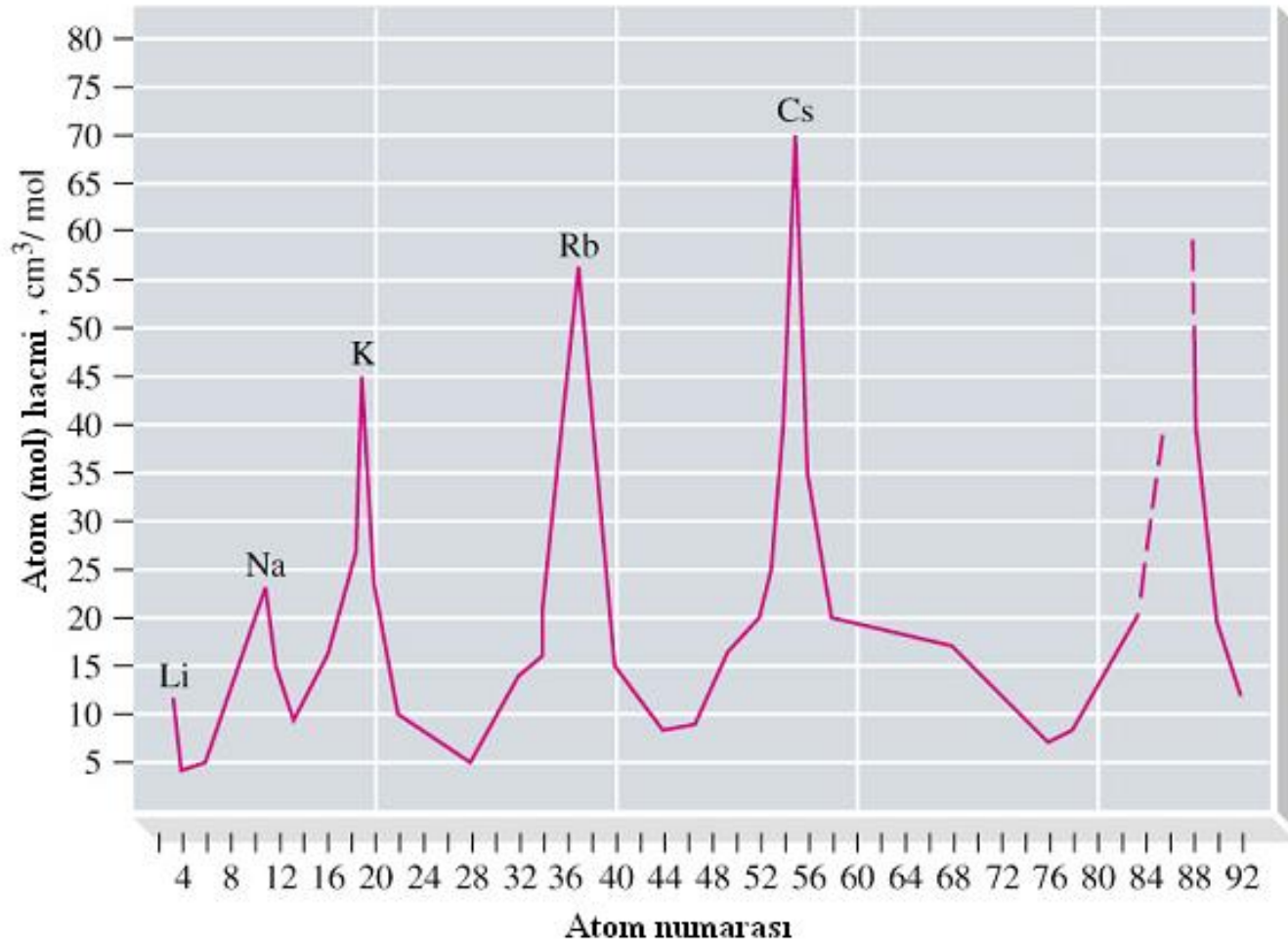
# 9-1 Elementlerin Sınıflandırılması: Periyodik Yasa ve Periyodik Çizelge

- 1869'da Dimitri Mendeleev ve Lothar Meyer, birbirinden bağımsız olarak aynı *periyodik yasayı* önerdiler.



Elementler artan atom kütlelerine göre sıralandıklarında bazı özellikler periyodik olarak tekrarlanmaktadır.

# Periyodik Yasa



Bu grafik alkali metallerde (Li, Na, K,...)pikler göstermektedir.

- Ametaller eğrilerin yükselen bölümlerine,
- Metaller piklere, eğrilerinin iniş bölümlerine ve vadilere düşmektedir.

# Mendeleev'in Periyodik Çizelgesi

1871

| Reihen | Gruppe I.<br>—<br>R <sup>2</sup> O | Gruppe II.<br>—<br>RO | Gruppe III.<br>—<br>R <sup>2</sup> O <sup>3</sup> | Gruppe IV.<br>RH <sup>4</sup><br>RO <sup>2</sup> | Gruppe V.<br>RH <sup>3</sup><br>R <sup>2</sup> O <sup>5</sup> | Gruppe VI.<br>RH <sup>2</sup><br>RO <sup>3</sup> | Gruppe VII.<br>RH<br>R <sup>2</sup> O <sup>7</sup> | Gruppe VIII.<br>—<br>RO <sup>4</sup>      |
|--------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1      | H = 1                              |                       |                                                   |                                                  |                                                               |                                                  |                                                    |                                           |
| 2      | Li = 7                             | Be = 9,4              | B = 11                                            | C = 12                                           | N = 14                                                        | O = 16                                           | F = 19                                             |                                           |
| 3      | Na = 23                            | Mg = 24               | Al = 27,3                                         | Si = 28                                          | P = 31                                                        | S = 32                                           | Cl = 35,5                                          |                                           |
| 4      | K = 39                             | Ca = 40               | — = 44                                            | Ti = 48                                          | V = 51                                                        | Cr = 52                                          | Mn = 55                                            | Fe = 56, Co = 59,<br>Ni = 59, Cu = 63.    |
| 5      | (Cu = 63)                          | Zn = 65               | — = 68                                            | — = 72                                           | As = 75                                                       | Se = 78                                          | Br = 80                                            |                                           |
| 6      | Rb = 85                            | Sr = 87               | ?Yt = 88                                          | Zr = 90                                          | Nb = 94                                                       | Mo = 96                                          | — = 100                                            | Ru = 104, Rh = 104,<br>Pd = 106, Ag = 108 |
| 7      | (Ag = 108)                         | Cd = 112              | In = 113                                          | Sn = 118                                         | Sb = 122                                                      | Te = 125                                         | J = 127                                            |                                           |
| 8      | Cs = 133                           | Ba = 137              | ?Di = 138                                         | ?Ce = 140                                        | —                                                             | —                                                | —                                                  | — — — —                                   |
| 9      | (—)                                | —                     | —                                                 | —                                                | —                                                             | —                                                | —                                                  |                                           |
| 10     | —                                  | —                     | ?Er = 178                                         | ?La = 180                                        | Ta = 182                                                      | W = 184                                          | —                                                  | Os = 195, Ir = 197,<br>Pt = 198, Au = 199 |
| 11     | (Au = 199)                         | Hg = 200              | Tl = 204                                          | Pb = 207                                         | Bi = 208                                                      | —                                                | —                                                  |                                           |
| 12     | —                                  | —                     | —                                                 | Th = 231                                         | —                                                             | U = 240                                          | —                                                  |                                           |

Sc:44, Ga:68, Ge:72, Tc:100

Li (174 °C) > Na (97.8 °C) > K (63.7 °C) > Rb (38.9 °C) > Cs (28.5 °C)

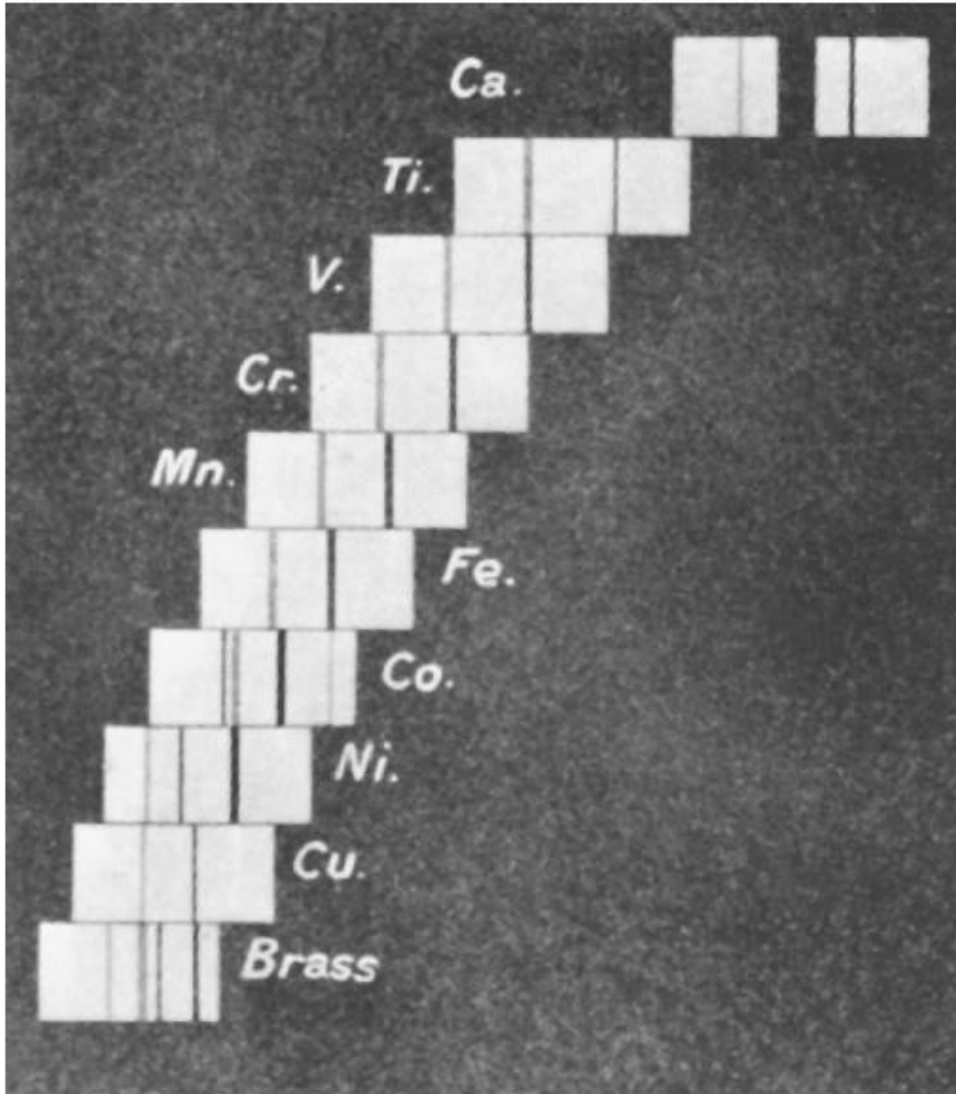
# Yeni Elementlerin Keşfi

**TABLO 10.1 Germanyumun Özellikleri: Öngörülen ve Gözlenen**

| Özellikler                              | Öngörülen<br>Eka-silisyum(1871)        | Gözlenen<br>Germanyum (1886) |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| Atom kütlesi                            | 72                                     | 72.6                         |
| Yoğunluk, g/cm <sup>3</sup>             | 5.5                                    | 5.47                         |
| Renk                                    | kirli gri                              | gri-beyaz                    |
| Oksitinin yoğunluğu, g/cm <sup>3</sup>  | EsO <sub>2</sub> : 4.7                 | GeO <sub>2</sub> : 4.703     |
| Klorürünün k.n.                         | EsCl <sub>4</sub> : 100 °C nin altında | GeCl <sub>4</sub> : 86 °C    |
| Klorürünün yoğunluğu, g/cm <sup>3</sup> | EsCl <sub>4</sub> : 1.9                | GeCl <sub>4</sub> : 1.887    |

Elementler artan atom numaralarına göre sıralandıklarında benzer özellikler periyodik olarak tekrarlanmaktadır.

# X-Işını Spektrumları



- Moseley 1913'te X-ışınları frekansı ile elementlerin çekirdeklerindeki yük sayısı ve Mendeleev'in periyodik çizelgesindeki yerleri arasında bir ilişkinin olduğunu buldu.
- Moseley eşitliği
$$\nu = A (Z - b)^2$$

$\nu$ : X-ışını frekansı  
 $Z$ : atom numarası  
 $A$  ve  $b$ : sabit sayı
- Moseley, üç yeni elementi önceden tahmin etmiştir ( $Z = 43, 61$  ve  $75$ ).

Alkali Metaller

# Periyodik Tablo

Soygazlar

Toprak Alkaliler

Halojenler

Baş Grup

Geçiş Metalleri

|                     |                     |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1<br>1A             | 2<br>2A             |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     | 13<br>3A            | 14<br>4A            | 15<br>5A            | 16<br>6A            | 17<br>7A            | 18<br>8A            |
| 1<br>H<br>1.00794   | 4<br>Be<br>9.01218  |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     | 5<br>B<br>10.811    | 6<br>C<br>12.011    | 7<br>N<br>14.0067   | 8<br>O<br>15.9994   | 9<br>F<br>18.9984   | 10<br>Ne<br>20.1797 |
| 11<br>Na<br>22.9898 | 12<br>Mg<br>24.3050 | 3<br>3B              | 4<br>4B             | 5<br>5B             | 6<br>6B             | 7<br>7B             | 8<br>8B             | 9<br>8B             | 10<br>8B            | 11<br>1B            | 12<br>2B            | 13<br>Al<br>26.9815 | 14<br>Si<br>28.0855 | 15<br>P<br>30.9738  | 16<br>S<br>32.06    | 17<br>Cl<br>35.4527 | 18<br>Ar<br>39.948  |
| 19<br>K<br>39.0983  | 20<br>Ca<br>40.078  | 21<br>Sc<br>44.9559  | 22<br>Ti<br>47.88   | 23<br>V<br>50.9415  | 24<br>Cr<br>51.9961 | 25<br>Mn<br>54.9381 | 26<br>Fe<br>55.847  | 27<br>Co<br>58.9332 | 28<br>Ni<br>58.693  | 29<br>Cu<br>63.546  | 30<br>Zn<br>65.39   | 31<br>Ga<br>69.723  | 32<br>Ge<br>72.61   | 33<br>As<br>74.9216 | 34<br>Se<br>78.96   | 35<br>Br<br>79.904  | 36<br>Kr<br>83.80   |
| 37<br>Rb<br>85.4678 | 38<br>Sr<br>87.62   | 39<br>Y<br>88.9059   | 40<br>Zr<br>91.224  | 41<br>Nb<br>92.9064 | 42<br>Mo<br>95.94   | 43<br>Tc<br>(98)    | 44<br>Ru<br>101.07  | 45<br>Rh<br>102.906 | 46<br>Pd<br>106.42  | 47<br>Ag<br>107.868 | 48<br>Cd<br>112.411 | 49<br>In<br>114.818 | 50<br>Sn<br>118.710 | 51<br>Sb<br>121.757 | 52<br>Te<br>127.60  | 53<br>I<br>126.904  | 54<br>Xe<br>131.29  |
| 55<br>Cs<br>132.905 | 56<br>Ba<br>137.327 | 57<br>*La<br>138.906 | 72<br>Hf<br>178.49  | 73<br>Ta<br>180.948 | 74<br>W<br>183.84   | 75<br>Re<br>186.207 | 76<br>Os<br>190.23  | 77<br>Ir<br>192.22  | 78<br>Pt<br>195.08  | 79<br>Au<br>196.967 | 80<br>Hg<br>200.59  | 81<br>Tl<br>204.383 | 82<br>Pb<br>207.2   | 83<br>Bi<br>208.980 | 84<br>Po<br>(209)   | 85<br>At<br>(210)   | 86<br>Rn<br>(222)   |
| 87<br>Fr<br>(223)   | 88<br>Ra<br>226.025 | 89<br>*Ac<br>227.028 | 104<br>Rf<br>(261)  | 105<br>Db<br>(262)  | 106<br>Sg<br>(263)  | 107<br>Bh<br>(262)  | 108<br>Hs<br>(265)  | 109<br>Mt<br>(266)  | 110<br>(269)        | 111<br>(272)        | 112<br>(272)        |                     | 114<br>(287)        |                     | 116<br>(289)        |                     | 118<br>(293)        |
| *Lanthanide series  |                     | 58<br>Ce<br>140.115  | 59<br>Pr<br>140.908 | 60<br>Nd<br>144.24  | 61<br>Pm<br>(145)   | 62<br>Sm<br>150.36  | 63<br>Eu<br>151.965 | 64<br>Gd<br>157.25  | 65<br>Tb<br>158.925 | 66<br>Dy<br>162.50  | 67<br>Ho<br>164.930 | 68<br>Er<br>167.26  | 69<br>Tm<br>168.934 | 70<br>Yb<br>173.04  | 71<br>Lu<br>174.967 |                     |                     |
| †Actinide series    |                     | 90<br>Th<br>232.038  | 91<br>Pa<br>231.036 | 92<br>U<br>238.029  | 93<br>Np<br>237.048 | 94<br>Pu<br>(244)   | 95<br>Am<br>(243)   | 96<br>Cm<br>(247)   | 97<br>Bk<br>(247)   | 98<br>Cf<br>(251)   | 99<br>Es<br>(252)   | 100<br>Fm<br>(257)  | 101<br>Md<br>(258)  | 102<br>No<br>(259)  | 103<br>Lr<br>(260)  |                     |                     |

Baş Grup

Lantanit ve Aktinitler

# 10-2 Metaller ve Ametaller ve Onların İyonları

- **Metaller**

- Çoğu metaller ısı ve elektriği iyi iletir.
- Dövülebilir ve tel haline getirilebilir.
- Oldukça yüksek *e.n.* 'na sahiptirler.
- Karakteristik parlaklıkları vardır

- **Ametaller**

- Isı ve elektriği iletmezler.
- Dövülemez katılardır (kırılgan).
- Bir kısım ametaller oda sıcaklığında gaz halindedirler.
- Parlak değildir

## **Yarımetaller**

Metal ametal arasında özellik gösterirler

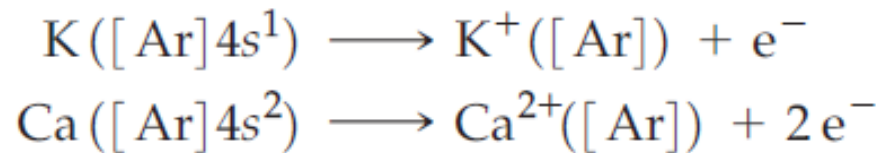
Yarı metaller iletkenler (Silisyum gibi) ve yarı metal içeren birçok malzeme teknolojiye önemli rol oynar

# Soy Gazlar (Asal Gazlar)

- Her periyodun sonunda 0 (8A) grubunda bulunurlar
- Renksiz ve monoatomik gazlardır
- Kimyasal olarak etkin değildirler ve diamagnetiktirler
- ${}^2\text{He}$  ( $1s^2$ ) dışında bütün asal gazlar en dışta çok kararlı bir yapı olan  $ns^2np^6$  yapısına sahiptirler

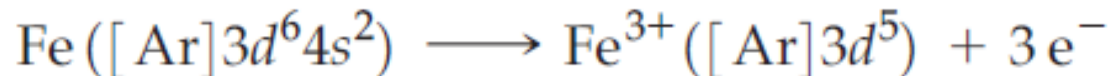
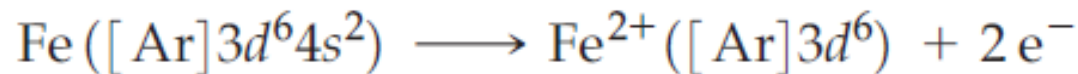
# Baş Grup Elementleri (A Grubu)

- Bunlar metal ve ametallerden oluşur
- Çok çeşitli fiziksel ve kimyasal karakterdedirler
- Bazıları diamagnetik bazıları paramagnetikdir
- Bunların en dış tabakasına **değerlik (valens) tabakası** ve buradaki elektronlar da **değerlik (valens) elektronları** denir
- Değerlik elektronlarının sayısı grup numarasına eşittir.



# Geçiş Elementleri

- Bu elementler B gruplarında bulunurlar
- Aufbau yöntemine göre ilave edilen farklılaştırıcı elektron önce ns orbitallerine sonra içte bulunan (n-1)d orbitallerine yerleşir. Ancak bu iki alt kabuğun enerjileri birbirine çok yakın olduğundan geçiş metal atomları iyonlaşırken elektron yine önce ns orbitallerinden verilir.



|            |       |         |                   |
|------------|-------|---------|-------------------|
| 4. periyot | 4s 3d | 1. sıra | 10 geçiş elementi |
| 5. periyot | 5s 4d | 2. sıra | 10 geçiş elementi |
| 6. periyot | 6s 5d | 3. sıra | 10 geçiş elementi |

Bunların çoğu paramagnetik olup renkli paramagnetik bileşikler oluştururlar

# İç Geçiş Elementleri

- 3B grubundaki elementlerden sonra 6. ve 7. periyotlarda bulunurlar

6. periyot Lantanidler      ( $_{57}\text{La}$ - $_{71}\text{Lu}$ )      6s 4f

7. periyot Aktinidler      ( $_{89}\text{Ac}$ - $_{103}\text{Lr}$ )      7s 5f

Bunların tümü metal ve paramagnetikdir

Bileşikleri de renkli ve paramagnetikdir

Lantanidlere nadir toprak metalleri de denilmektedir.

# Metaller Elektron Vermeye Eğilimlidirler

|       | 1  | 2  |  | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|-------|----|----|--|----|----|----|----|----|----|
| $H^+$ | H  |    |  |    |    |    |    |    | He |
| He    | Li | Be |  | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
| Ne    | Na | Mg |  | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
| Ar    | K  | Ca |  | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Kr    | Rb | Sr |  | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |

# Ametaller Elektron Almaya Eğilimlidirler

| 1  | 2  | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  |    |    |    |    |    |    | He |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
| K  | Ca | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |

**TABLO 10.2 Bazı Metal İyonlarının Elektron Dağılımları**

| “ Soy Gaz ”      | “ Yalancı Soy Gaz ” | “18 + 2”                          | Diğer                               |
|------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Li <sup>+</sup>  | Be <sup>2+</sup>    | Ga <sup>3+</sup>                  | In <sup>+</sup>                     |
| Na <sup>+</sup>  | Mg <sup>2+</sup>    | Tl <sup>3+</sup>                  | Cr <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> |
| K <sup>+</sup>   | Ca <sup>2+</sup>    | Cu <sup>+</sup>                   | Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> |
| Rb <sup>+</sup>  | Sr <sup>2+</sup>    | Ag <sup>+</sup> , Au <sup>+</sup> | Fe <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> |
| Cs <sup>+</sup>  | Ba <sup>2+</sup>    | Zn <sup>2+</sup>                  | Ni <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> |
| Fr <sup>+</sup>  | Ra <sup>2+</sup>    |                                   |                                     |
| Al <sup>3+</sup> |                     |                                   |                                     |
|                  |                     | Pb <sup>2+</sup>                  |                                     |
|                  |                     | Sb <sup>3+</sup>                  |                                     |
|                  |                     | Bi <sup>3+</sup>                  |                                     |

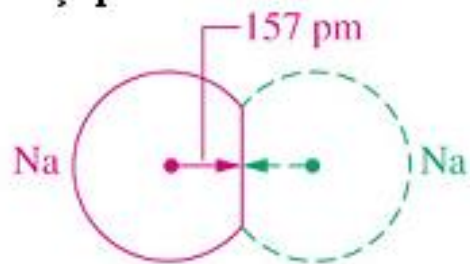
Siyah renkte olanlar: Baş grup metalleri

Mavi renkte olanlar: Geçiş metalleri

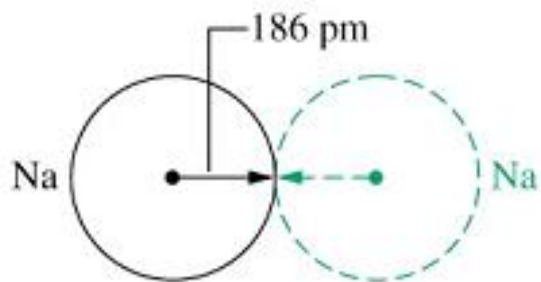
**Yalancı soy gaz:** elektron dağılımında en dış kabuktaki tüm elektronlar kaybedilmiş ve atomun en dış kabuğundan bir önceki kabuğu şimdi iyonun en dış kabuğu olmuş ve 18 elektron içermektedir.  $_{29}\text{Cu}: 3d^{10} 4s^1$   $_{29}\text{Cu}^+: 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^0$

# 10-3 Atomların ve İyonların Büyüklüğü

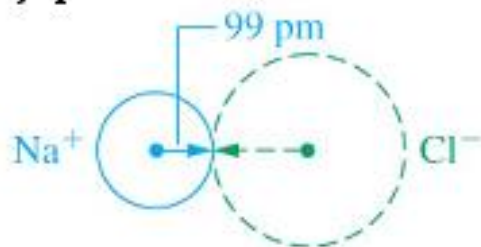
Kovalent Yarıçapı:



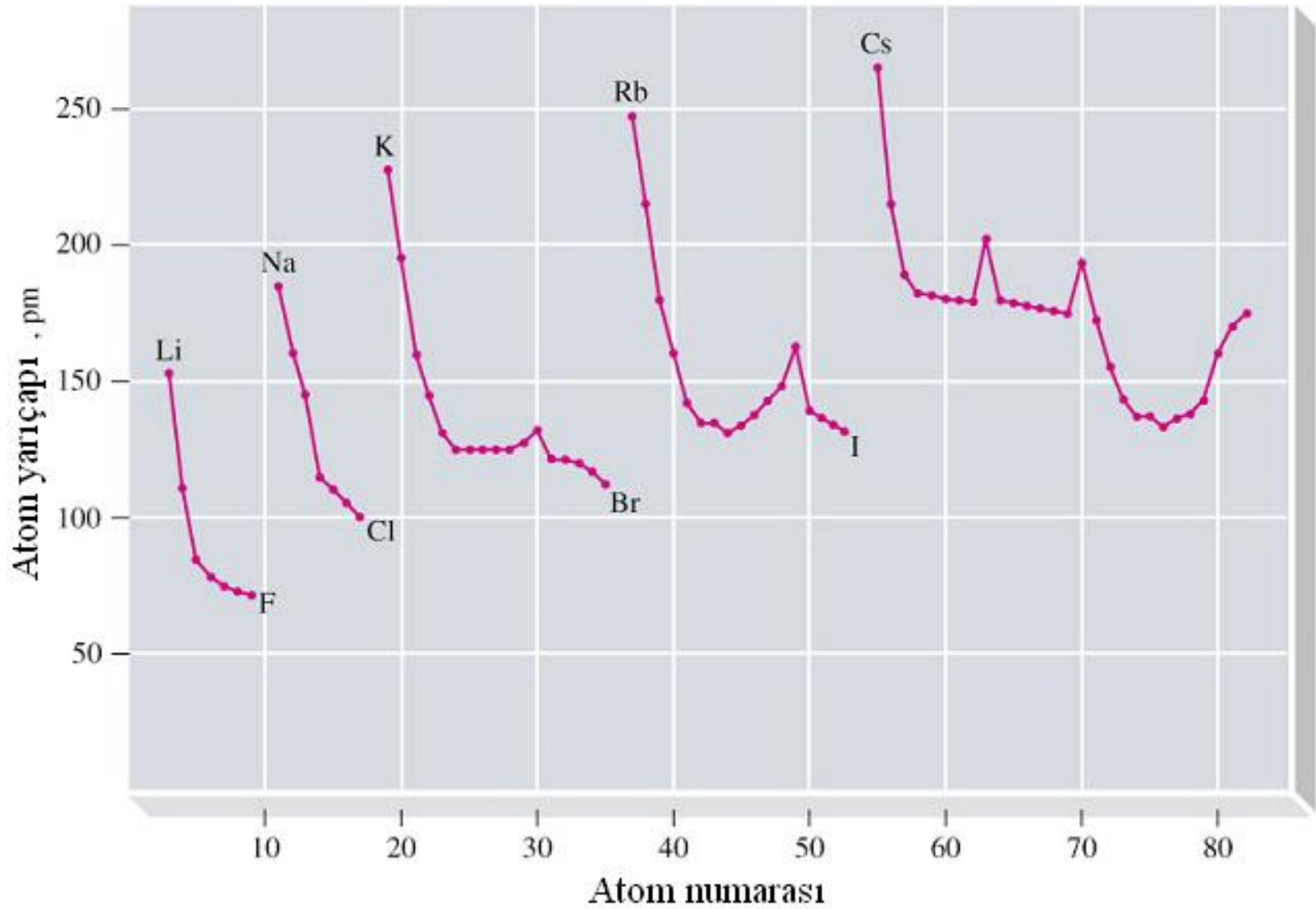
Metal Yarıçapı:



İyon Yarıçapı:



# Atom Yarıçapları



# Atom Yarıçapı:

- Atom çekirdeği ile değerlik tabakası elektron bulutu arasındaki uzaklıktır.
- Atomdaki n sayısı arttıkça atomik yarıçap da (r) artar
- Bir atomun büyüklüğü, elektronları arasındaki itme ile elektron-çekirdek arasındaki çekim kuvvetlerinin arasındaki denge sonucu belirlenir
- Tek bir atomun yarıçapını ölçmek çok zordur. Ancak birbirleriyle bağ yapmış iki atomun çekirdekleri arasındaki mesafeyi (bağın uzunluğunu) ölçerek atom yarıçapı dolaylı olarak hesaplanabilir.

**Ör:**  $\text{Cl}_2$  moleküllerindeki Cl-Cl bağ uzunluğu 198 pm dir.

$$1,98 \text{Å} = 0,198 \text{ nm} = 198 \text{ pm} = 1,98 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{Cl atomunun yarıçapı} = 198 \text{ pm} / 2 = 99 \text{ pm}$$

**Ör:** C-Cl=176 pm ve  $r_{\text{Cl}}=99 \text{ pm}$

$$r_{\text{C}} = 176 \text{ pm} - 99 \text{ pm} = 77 \text{ pm} = 0,77 \text{ Å}$$

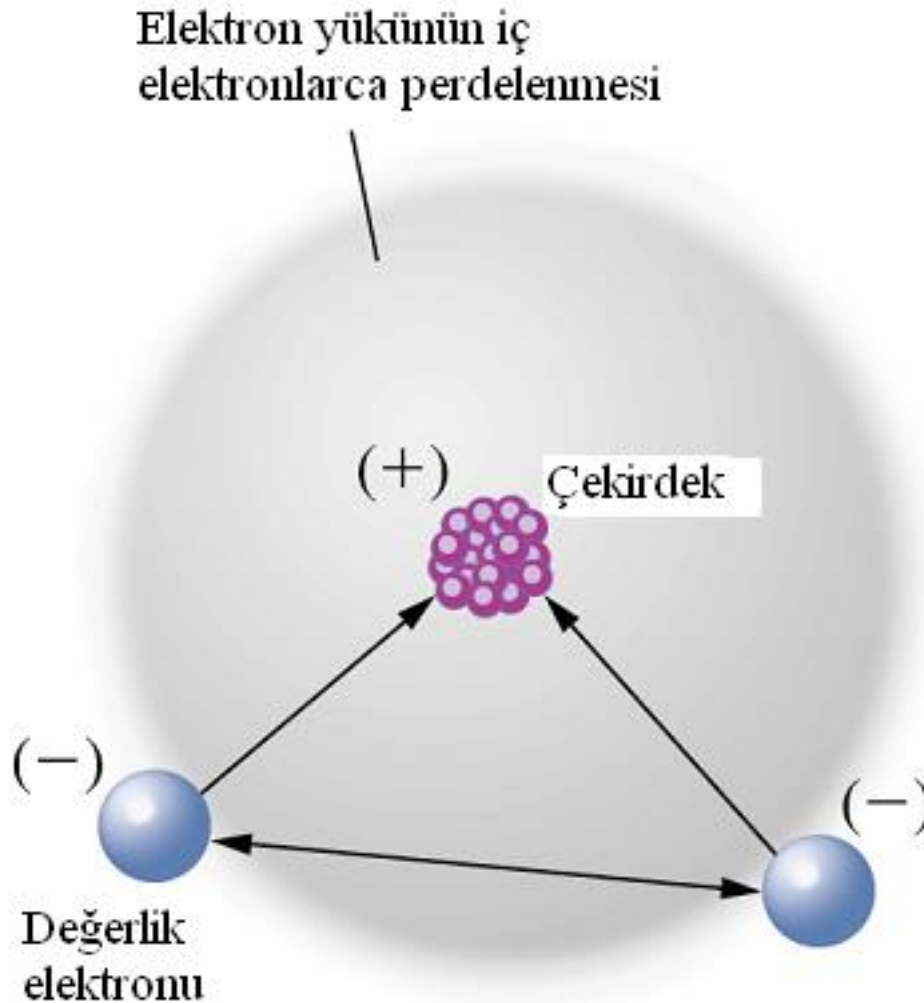
# Bir grupta (Yukarıdan aşağı doğru)

- Atom yarıçapı artar
- Etkin çekirdek yükü sabit (Değerlik elektronları sayısı aynı)
- $n$  sayısı artar
- Elektron tabakalarının sayısı (kabuk sayısı) artar
- Atom yarıçapı artar
- Atom büyür

## Bir periyotta (soldan saga):

- $n$  sayısı değişmez (elektronlar hep aynı tabakaya girerler)
- Etkin çekirdek yükü artar
- En dış tabaka elektronları çekirdek tarafından daha çok çekilir (Çünkü elektron sayısı ile birlikte proton sayısı da artıyor ve tabaka sayısı aynı)
- Atom yarıçap azalır
- Atom küçülür

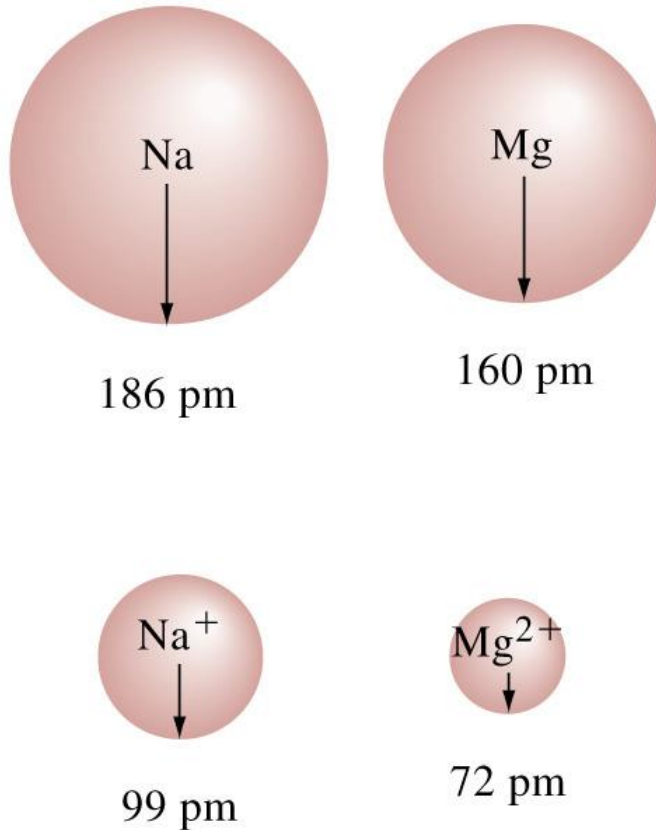
# Girininim ve Perdeleme Etkileri



$$Z_{\text{et}} = Z - S$$

$$E_n = -R_H \frac{Z_{\text{et}}^2}{n^2}$$

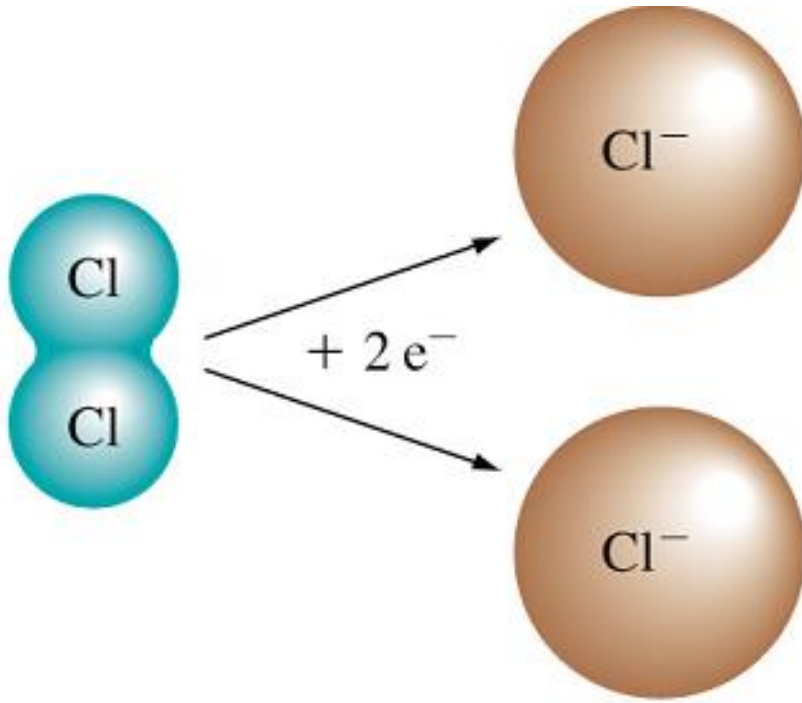
# Kasyon Yarıçapları



Kasyonlar oluşturdukları atomlardan daha küçüktürler  ${}_{23}\text{Na}^+ < {}_{23}\text{Na}$

Eşit sayıda elektron içeren (izoelektronik) kasyonlarda, iyon yükü daha büyük olan kasyon boyut olarak daha küçüktür.

# Anyon Yarıçapları



Kovalent  
yarıçapı

99 pm

İyon  
yarıçapı

181 pm

Anyonlar oluşturdukları atomlardan daha büyük boyuta sahiptirler.

Eşit elektron sayılı anyonlarda, negatif yükü fazla olan iyon boyut olarak daha büyüktür.

# Atom ve İyon Yarıçapları

|                                                                       |                                                                        |                                                                       |                                                                       |                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                               |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                        |                                                                       |                                                                        |                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <div>Li</div> <div>152</div> <div>Li<sup>+</sup></div> <div>59</div>  | <div>Be</div> <div>111</div> <div>Be<sup>2+</sup></div> <div>27</div>  |                                                                       |                                                                       |                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                               |                                                                       | <div>B</div> <div>88</div> <div></div>                                | <div>C</div> <div>77</div> <div></div>                                | <div>N</div> <div>75</div> <div>N<sup>3-</sup></div> <div>171</div>   | <div>O</div> <div>73</div> <div>O<sup>2-</sup></div> <div>140</div>    | <div>F</div> <div>71</div> <div>F<sup>-</sup></div> <div>133</div>    |                                                                        |                                                                     |
| <div>Na</div> <div>186</div> <div>Na<sup>+</sup></div> <div>99</div>  | <div>Mg</div> <div>160</div> <div>Mg<sup>2+</sup></div> <div>72</div>  |                                                                       |                                                                       |                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                               |                                                                       | <div>Al</div> <div>143</div> <div>Al<sup>3+</sup></div> <div>53</div> | <div>Si</div> <div>117</div> <div></div>                              | <div>P</div> <div>110</div> <div>P<sup>3-</sup></div> <div>212</div>  | <div>S</div> <div>104</div> <div>S<sup>2-</sup></div> <div>184</div>   | <div>Cl</div> <div>99</div> <div>Cl<sup>-</sup></div> <div>181</div>  |                                                                        |                                                                     |
| <div>K</div> <div>227</div> <div>K<sup>+</sup></div> <div>138</div>   | <div>Ca</div> <div>197</div> <div>Ca<sup>2+</sup></div> <div>100</div> | <div>Sc</div> <div>161</div> <div>Sc<sup>3+</sup></div> <div>75</div> | <div>Ti</div> <div>145</div> <div>Ti<sup>2+</sup></div> <div>86</div> | <div>V</div> <div>132</div> <div>V<sup>2+</sup></div> <div>79</div> <div>V<sup>3+</sup></div> <div>64</div> | <div>Cr</div> <div>125</div> <div>Cr<sup>2+</sup></div> <div>82</div> <div>Cr<sup>3+</sup></div> <div>62</div> | <div>Mn</div> <div>124</div> <div>Mn<sup>2+</sup></div> <div>83</div> | <div>Fe</div> <div>124</div> <div>Fe<sup>2+</sup></div> <div>77</div> <div>Fe<sup>3+</sup></div> <div>65</div> | <div>Co</div> <div>125</div> <div>Co<sup>2+</sup></div> <div>75</div> <div>Co<sup>3+</sup></div> <div>61</div> | <div>Ni</div> <div>125</div> <div>Ni<sup>2+</sup></div> <div>70</div> | <div>Cu</div> <div>128</div> <div>Cu<sup>+</sup></div> <div>96</div> <div>Cu<sup>2+</sup></div> <div>73</div> | <div>Zn</div> <div>133</div> <div>Zn<sup>2+</sup></div> <div>75</div> | <div>Ga</div> <div>122</div> <div>Ga<sup>3+</sup></div> <div>62</div> | <div>Ge</div> <div>122</div> <div></div>                              | <div>As</div> <div>121</div> <div></div>                              | <div>Se</div> <div>117</div> <div>Se<sup>2-</sup></div> <div>198</div> | <div>Br</div> <div>114</div> <div>Br<sup>-</sup></div> <div>196</div> |                                                                        |                                                                     |
| <div>Rb</div> <div>248</div> <div>Rb<sup>+</sup></div> <div>149</div> | <div>Sr</div> <div>215</div> <div>Sr<sup>2+</sup></div> <div>113</div> |                                                                       |                                                                       |                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                |                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                               |                                                                       | <div>Ag</div> <div>144</div> <div>Ag<sup>+</sup></div> <div>115</div> | <div>Cd</div> <div>149</div> <div>Cd<sup>2+</sup></div> <div>95</div> | <div>In</div> <div>163</div> <div>In<sup>3+</sup></div> <div>79</div> | <div>Sn</div> <div>141</div> <div>Sn<sup>2+</sup></div> <div>93</div>  | <div>Sb</div> <div>140</div> <div>Sb<sup>3+</sup></div> <div>76</div> | <div>Te</div> <div>137</div> <div>Te<sup>2-</sup></div> <div>221</div> | <div>I</div> <div>133</div> <div>I<sup>-</sup></div> <div>220</div> |

## ÖRNEK 10-2

*Kasyon, Anyon ve Nötür Atomların Büyüklüklerinin Karşılaştırılması.* Ön kapağın iç yüzündeki periyodik çizelgeden yararlanarak, aşağıdaki atom ve iyonları artan büyüklüklerine göre sıralayınız: Ar,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $S^{2-}$  ve  $Ca^{2+}$ . ✓

### Çözüm

Bu sorunun yanıtı, verilen beş atom ya da iyonun da izoelektronik yapısına, Ar,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  yapısına, sahip olmalarında yatar. İzoelektronik kasyonlar için yük arttıkça iyon küçülür. Bu da,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$  dan küçük demektir.  $K^+$ , daha büyük çekirdek yüküne sahip olduğundan ( $Z = 19$ , Ar için  $Z = 18$ ), Ar dan daha küçüktür. Gene çekirdek yükünün büyüklüğünden dolayı Ar,  $Cl^-$  den daha küçüktür ( $Z = 18$ , Cl için  $Z = 17$ ). İzoelektronik anyonlar için iyon yükü fazla olduğundan  $S^{2-}$ ,  $Cl^-$  den daha büyüktür. Artan büyüklüklerine göre sıralama,



**Alıştırma A:** Ön kapağın iç yüzündeki periyodik çizelgeyi kullanarak, aşağıdaki iyonları artan büyüklüklerine göre sıralayınız:  $Ti^{2+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Br^-$  ve  $Sr^{2+}$ .

**Alıştırma B:** Ön kapağın iç yüzündeki periyodik çizelgeyi kullanarak, aşağıdaki atom ya da iyonlar büyüklüklerine göre sıralandığında, hangisinin *ortada* bulunduğunu belirleyiniz: atomlar N, Cs ve As, iyonlar  $Mg^{2+}$  ve  $Br^-$ .

6. Aşağıdaki iyonlar arasında bazı çiftler *eşelektronludur*. Bu çiftleri belirleyiniz.  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sc}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .

6. İzoelektronik aynı sayıda elektron bulundurma anlamındadır. (Başka bir ifadeyle aynı elektron dizilişine sahip türlerdir.) Her bir tür için toplam elektron sayısını bulur ve elektron dizilişlerini yazarsak, izoelektronik türleri belirleyebiliriz.

|                  |             |                                 |                  |             |                         |
|------------------|-------------|---------------------------------|------------------|-------------|-------------------------|
| $\text{Fe}^{+2}$ | 24 elektron | $[\text{Ar}] 3d^6$              | $\text{Sc}^{+3}$ | 18 elektron | $[\text{Ar}]$           |
| $\text{Ca}^{+2}$ | 18 elektron | $[\text{Ar}]$                   | $\text{F}^-$     | 10 elektron | $[\text{He}] 2s^2 2p^6$ |
| $\text{Co}^{+2}$ | 25 elektron | $[\text{Ar}] 3d^7$              | $\text{Co}^{+3}$ | 24 elektron | $[\text{Ar}] 3d^6$      |
| $\text{Sr}^{+2}$ | 36 elektron | $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^6$ | $\text{Cu}^+$    | 28 elektron | $[\text{Ar}] 3d^{10}$   |
| $\text{Zn}^{+2}$ | 28 elektron | $[\text{Ar}] 3d^{10}$           | $\text{Al}^{+3}$ | 10 elektron | $[\text{He}] 2s^2 2p^6$ |

Aynı sayıda elektrona ve elektron dizilişine sahip türler şunlardır:

$\text{Fe}^{+2}$  ve  $\text{Co}^{+3}$      $\text{Sc}^{+3}$  ve  $\text{Ca}^{+2}$      $\text{F}^-$  ve  $\text{Al}^{+3}$      $\text{Zn}^{+2}$  ve  $\text{Cu}^+$

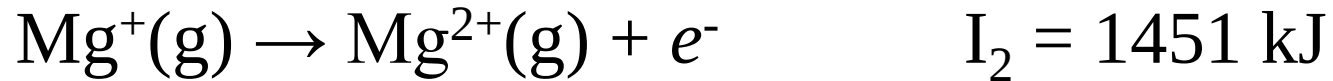
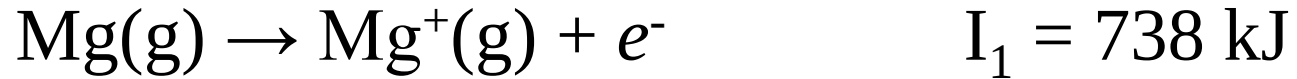
# İyonlaşma Enerjisi

- Gaz halindeki nötr bir atomdan 1 elektron uzaklaştırmak için verilmesi gereken enerjiye denir.
- $X_{(gaz)} + \text{Enerji} \rightarrow X^{1+}_{(gaz)} + e^{-}$
- Sisteme dışarıdan enerji verildiği için  $E > 0$  endotermik
- H dışındaki tüm atomlar için 2. ve 3. İE leri söz konusudur ama bu İE leri, artı yükü gittikçe artan atomdan elektron koparmak da gittikçe zorlaşacağından büyük değerler alırlar
- İE, atom büyüklüğüne dolayısıyla elektronun çekirdekten olan uzaklığına bağlıdır. Periyodik cetvelde:

Yukarıdan aşağı: Atom Büyüklüğü artar  
İE azalır

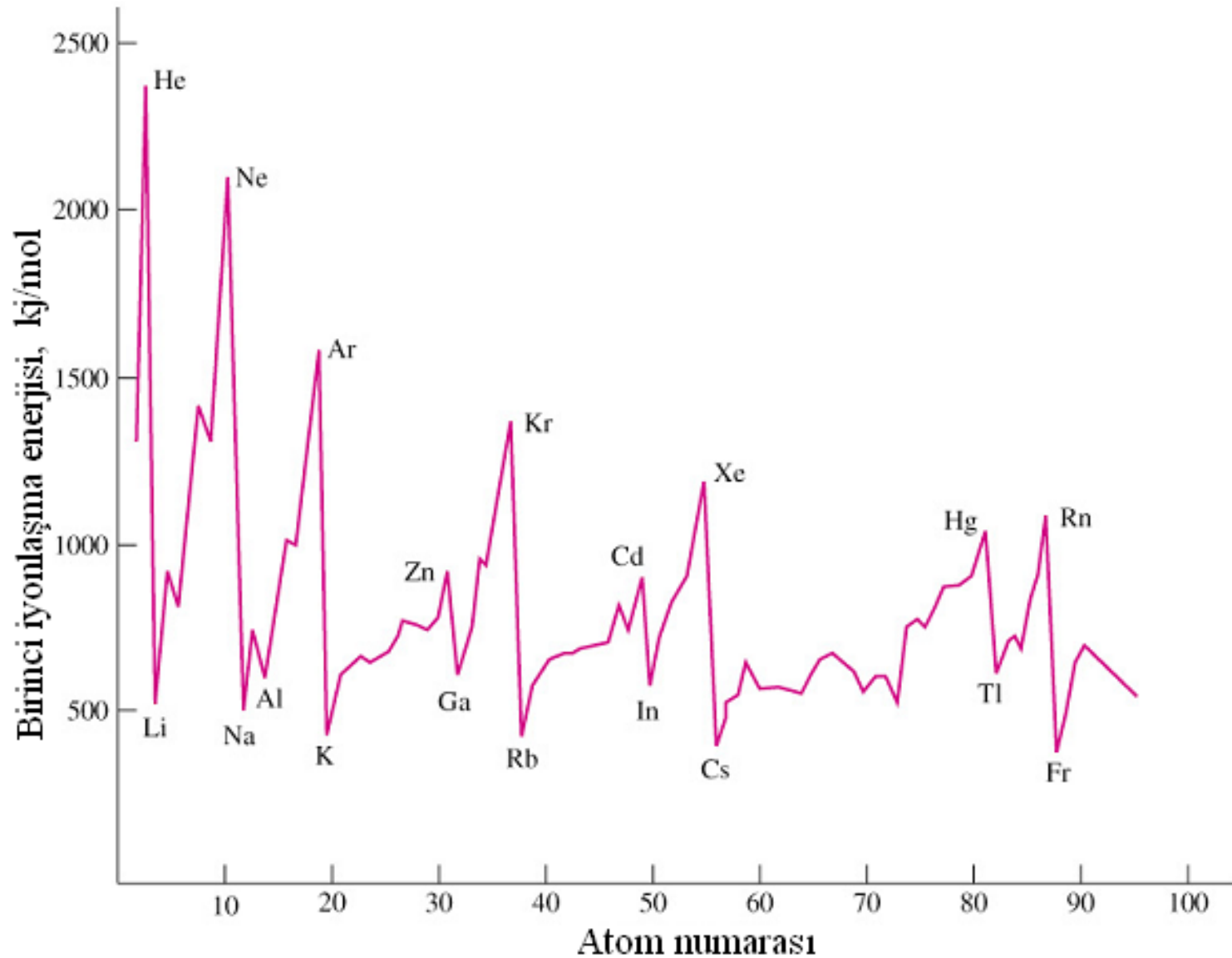
Soldan sağa: Çekirdek yükü artar  
Dış tabaka elektronları daha çok çekilir  
İyonlaşma enerjisi artar

# İyonlaşma Enerjisi



$$I = R_H \frac{Z_{\text{et}}^2}{n^2}$$

# Birinci İyonlaşma Enerjisi

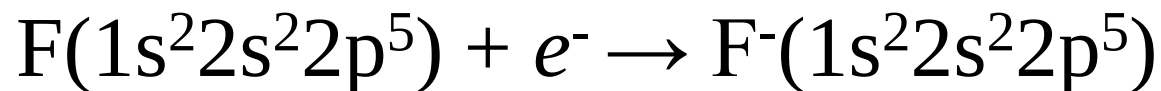


**TABLO 10.4 Üçüncü Periyot Elementlerinin İyonlaşma Enerjileri (kJ/mol)**

|       | Na    | Mg    | Al    | Si    | P     | S     | Cl     | Ar     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| $I_1$ | 495.8 | 737.7 | 577.6 | 786.5 | 1012  | 999.6 | 1251.1 | 1520.5 |
| $I_2$ | 4562  | 1451  | 1817  | 1577  | 1903  | 2251  | 2297   | 2666   |
| $I_3$ |       | 7733  | 2745  | 3232  | 2912  | 3361  | 3822   | 3931   |
| $I_4$ |       |       | 11580 | 4356  | 4957  | 4564  | 5158   | 5771   |
| $I_5$ |       |       |       | 16090 | 6274  | 7013  | 6542   | 7238   |
| $I_6$ |       |       |       |       | 21270 | 8496  | 9362   | 8781   |
| $I_7$ |       |       |       |       |       | 27110 | 11020  | 12000  |

 $I_2$  (Mg) vs.  $I_3$  (Mg) $I_1$  (Mg) vs.  $I_1$  (Al) $I_1$  (P) vs.  $I_1$  (S)

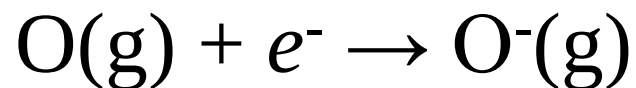
# Elektron İlgisi



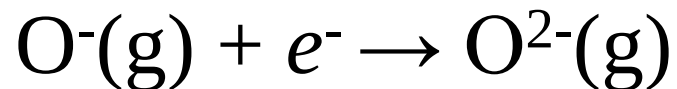
# Birinci Elektron İlgisi

| 1           |          |             |              |              |              |              | 18       |
|-------------|----------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| H<br>-72.8  |          |             |              |              |              |              | He<br>-- |
|             | 2        | 13          | 14           | 15           | 16           | 17           |          |
| Li<br>-59.6 | Be<br>-- | B<br>-26.7  | C<br>-153.9  | N<br>-7      | O<br>-141.0  | F<br>-328.0  | Ne<br>-- |
| Na<br>-52.9 | Mg<br>-- | Al<br>-42.5 | Si<br>-133.6 | P<br>-72     | S<br>-200.4  | Cl<br>-349.0 | Ar<br>-- |
| K<br>-48.4  | Ca<br>-- | Ga<br>-28.9 | Ge<br>-119.0 | As<br>-78    | Se<br>-195.0 | Br<br>-324.6 | Kr<br>-- |
| Rb<br>-46.9 | Sr<br>-- | In<br>-28.9 | Sn<br>-107.3 | Sb<br>-103.2 | Te<br>-190.2 | I<br>-295.2  | Xe<br>-- |
| Cs<br>-45.5 | Ba<br>-- | Tl<br>-19.2 | Pb<br>-35.1  | Bi<br>-91.2  | Po<br>-186   | At<br>-270   | Rn<br>-- |

## İkinci Elektron İlgisi



$$\text{EA} = -141 \text{ kJ}$$

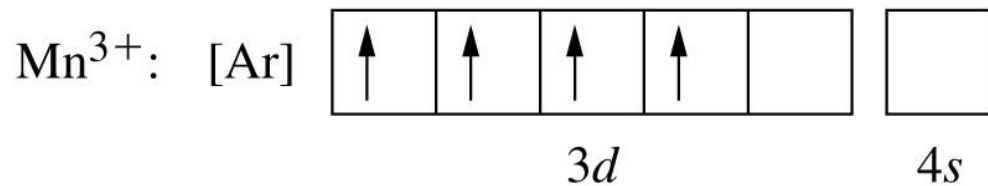
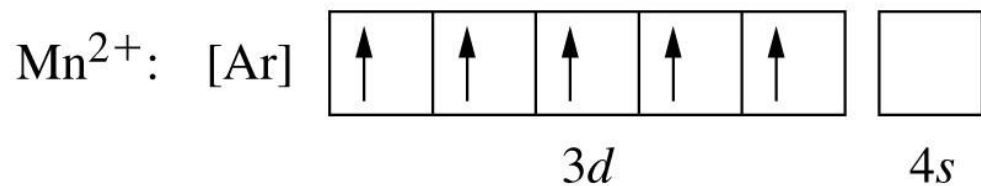
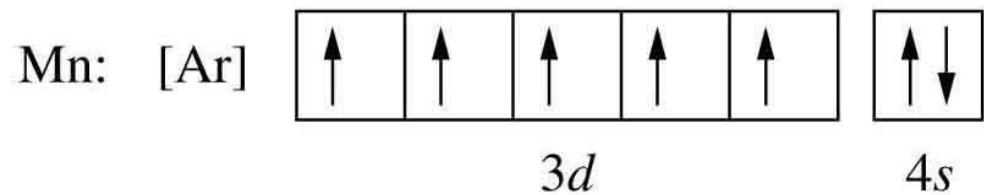


$$\text{EA} = +744 \text{ kJ}$$

## 10-6 Manyetik Özellikler

- **Diyamanyetik** bir atom ya da iyonda tüm elektronlar eşleşmiştir ve bunlar birbirinin manyetik etkilerini yok ederler. Diyamanyetik bir tanecik, manyetik alandan *çok az etkilenir*.
- **Paramanyetik** bir atom ya da iyon eşleşmemiş elektronlara sahiptir ve birbirlerinin manyetik etkilerini yok etmezler. Eşleşmemiş elektronlar manyetik alanı etkileyerek, bir dış manyetik alan etkisiyle, atom ya da iyonların birbirlerini çekmelerine sebep olurlar. Ne kadar çok eşleşmemiş elektron varsa, çekme etkisi o denli kuvvetli olur.

# Paramanyetizma



## ÖRNEK 10-4

*Bir Atom ya da İyonun Manyetik Özelliklerinin Belirlenmesi.* Aşağıdakilerden hangisinin paramanyetik ya da diyamanyetik olmasını beklersiniz?

- (a) Na atomu      (b) Mg atomu      (c)  $\text{Cl}^-$  iyonu      (d) Ag atomu

### Çözüm

- (a) **Paramanyetik.** Na atomu Ne yapısı dışında bir tek 3s elektronuna sahiptir. Bu elektron eşleşmemiştir.
- (b) **Diamanyetik.** Mg atomu Ne yapısı dışında *iki* tane 3s elektronuna sahiptir. Bunlar, diğer elektronlar onlar gibi eşleşmiş olmalıdır.
- (c) **Diamanyetik.**  $\text{Cl}^-$  iyonu Ar ile izoelektronik yapıya sahiptir ve Ar un tüm elektronları eşleşmiştir ( $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ).
- (d) **Paramanyetik.** Ag un gerçek elektron yapısını tam olarak incelememize gerek yoktur. Atom 47 elektron içerdiğinden, (tek sayı) elektronlarından en az biri eşleşmemiş olmalıdır (Stern-Gerlach deneyini hatırlayınız, sayfa 333).

**Alıştırma A:** Aşağıdakilerden hangileri paramanyetik ve hangileri diyamanyetiktir: Zn, Cl,  $\text{K}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$  ve Al?

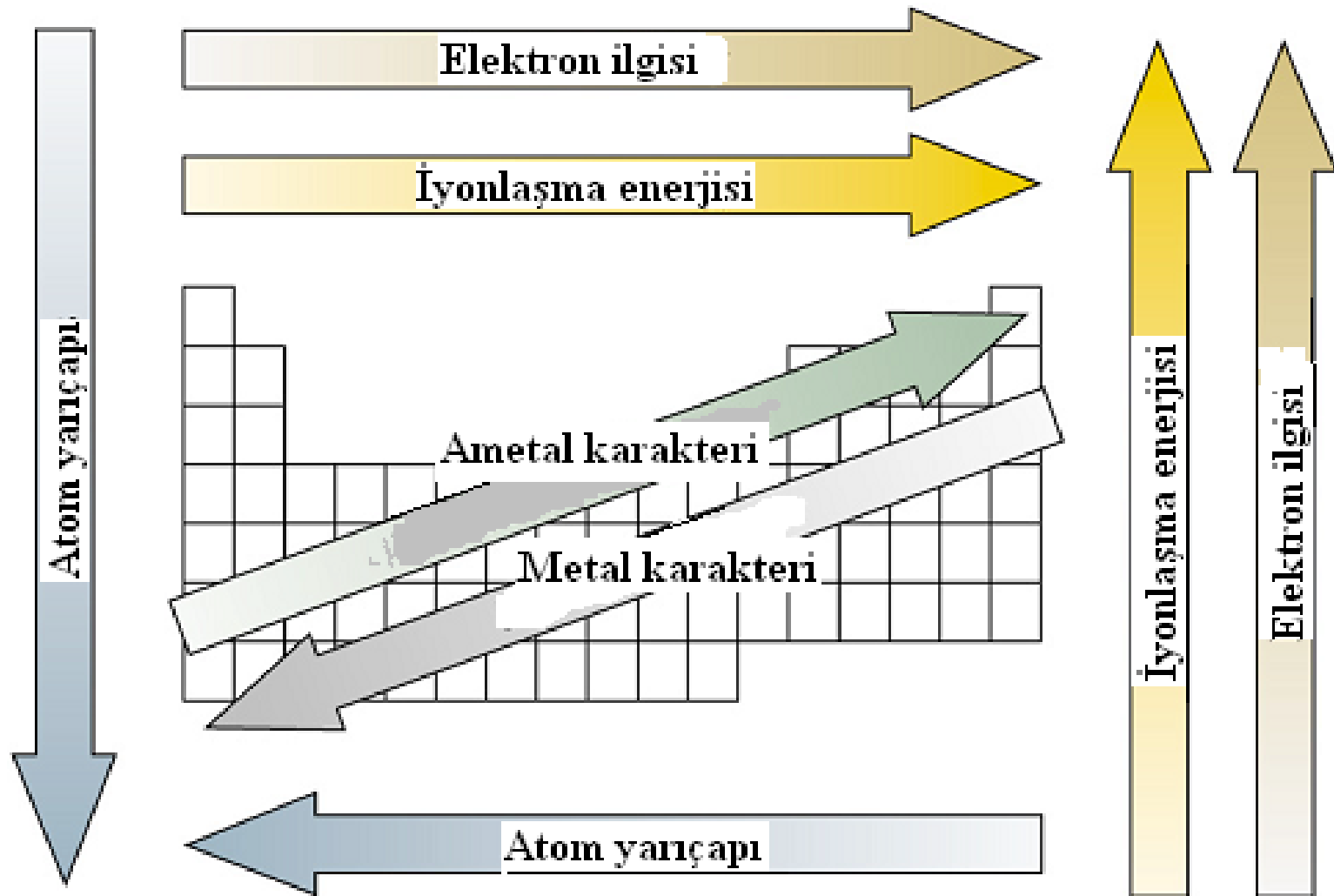
**Alıştırma B:**  $\text{Cr}^{2+}$  ve  $\text{Cr}^{3+}$  den hangisi daha çok eşleşmemiş elektrona sahiptir?

**16.** Aşağıdakilerden hangilerinin diyamanyetik ve hangilerinin paramanyetik olmasını beklersiniz? (a)  $K^+$ ; (b)  $Cr^{3+}$ ; (c)  $Zn^{2+}$ ; (d) Cd; (e)  $Co^{3+}$ ; (f)  $Sn^{2+}$ ; (g) Br.

**16.** Paramanyetizma eşleşmemiş elektronları işaret eder ve genellikle kısmen dolu altkabuk elektronları içeren türler paramanyetikdir. Önce elementlerin sonra da iyonlarının elektron dizilişlerini yazalım. Bu elektron dizilişlerinden, verilen türlerin paramanyetik ya da diyamagretik olduğunu anlayabiliriz.

|    |                          |                             |                                      |
|----|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| K  | $[Ar] 4s^1$              | $K^+ [Ar]$                  | diyamanyetik, bütün altkabuklar dolu |
| Cr | $[Ar] 3d^5 4s^1$         | $Cr^{+3} [Ar] 3d^3$         | paramanyetik                         |
| Zn | $[Ar] 3d^{10} 4s^2$      | $Zn^{2+} [Ar] 3d^{10}$      | diyamanyetik, bütün altkabuklar dolu |
| Cd | $[Kr] 4d^{10} 5s^2$      |                             | diyamanyetik, bütün altkabuklar dolu |
| Co | $[Ar] 3d^7 4s^2$         | $Co^{+3} [Ar] 3d^6$         | paramanyetik                         |
| Sn | $[Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^2$ | $Sn^{+2} [Kr] 4d^{10} 5s^2$ | diyamanyetik, bütün altkabuklar dolu |
| Br | $[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^5$ |                             | paramanyetik                         |

# 10-7 Elementlerin Periyodik Özellikleri



# Kaynama Noktası

TABLE 9.6 Melting Points of Two Series of Compounds

|                  | Molecular Mass, u | Melting Point, °C |
|------------------|-------------------|-------------------|
| CF <sub>4</sub>  | 88.0              | -183.7            |
| CCl <sub>4</sub> | 153.8             | -22.9             |
| CBr <sub>4</sub> | 331.6             | 90.1              |
| CI <sub>4</sub>  | 519.6             | 171               |
| HF               | 20.0              | -83.6             |
| HCl              | 36.5              | -114.2            |
| HBr              | 80.9              | -86.8             |
| HI               | 127.9             | -50.8             |



## Üç Halojen Elementi

Klor sarı-yeşil bir gazdır.

Brom koyu kırmızı bir sıvıdır.

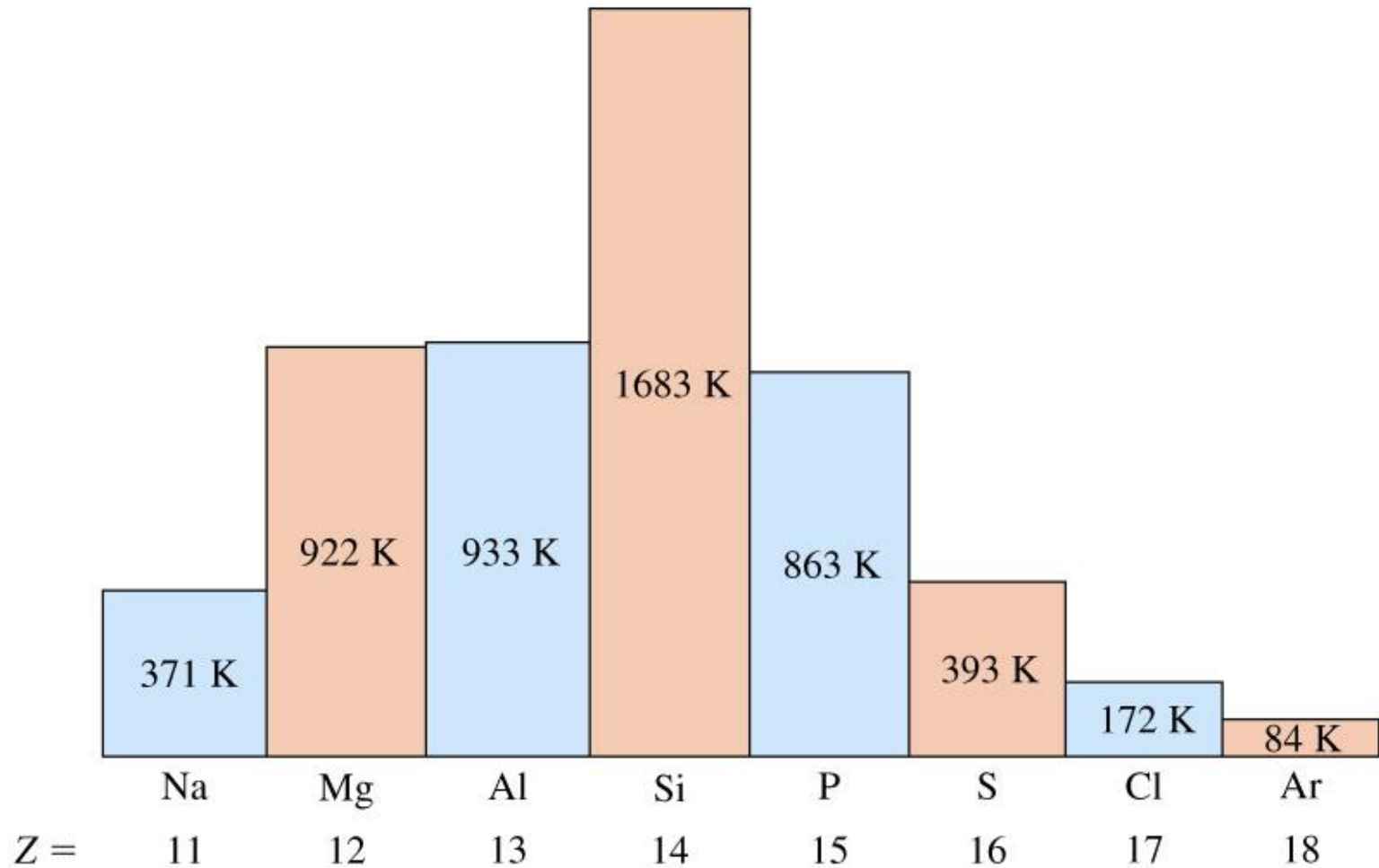
İyot griye yakın bir katıdır.

Karbon-halojen bileşiklerinin KN ları molekül kütlelerinin artmasıyla artar

TABLO 10.5 Üç Halojenin Bazı Özellikleri (Grup 17)

|    | Atom Numarası | Atom Kütlesi, akb | Molekül Şekli   | Erime Noktası, K | Kaynama Noktası, K |
|----|---------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Cl | 17            | 35.45             | Cl <sub>2</sub> | 172              | 239                |
| Br | 35            | 79.90             | Br <sub>2</sub> | 266              | 332                |
| I  | 53            | 126.90            | I <sub>2</sub>  | 387              | 458                |

### III. Periyot Elementlerin Erime Noktaları

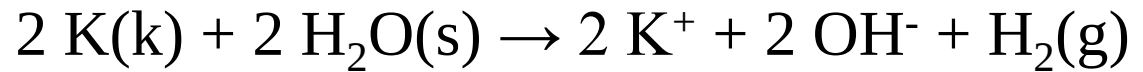
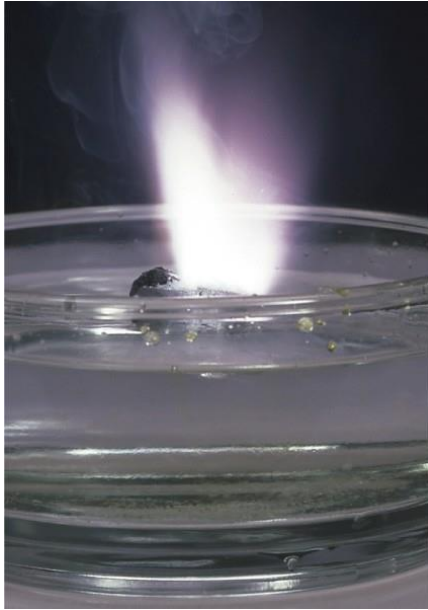


# Bileşiklerin Erime Noktaları

**Tablo 10.6 İki Seri  
Bileşiğin Erime Noktaları**

|                  | <b>Molekül<br/>Kütlesi, akb</b> | <b>Erime<br/>Noktası, ° C</b> |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| CF <sub>4</sub>  | 88.0                            | −183.7                        |
| CCl <sub>4</sub> | 153.8                           | −22.9                         |
| CBr <sub>4</sub> | 331.6                           | 90.1                          |
| Cl <sub>4</sub>  | 519.6                           | 171                           |
| HF               | 20.0                            | −83.6                         |
| HCl              | 36.5                            | −114.2                        |
| HBr              | 80.9                            | −86.8                         |
| HI               | 127.9                           | −50.8                         |

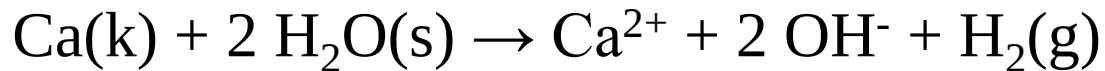
# Grup 1 ve 2 Metallerinin İndirgeme Yetenekleri



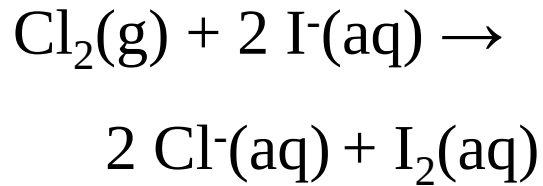
$$I_1 = 419 \text{ kJ}$$

$$I_1 = 590 \text{ kJ}$$

$$I_2 = 1145 \text{ kJ}$$



# Halojenlerin Yükseltgeme Yetenekleri (Grup 17)



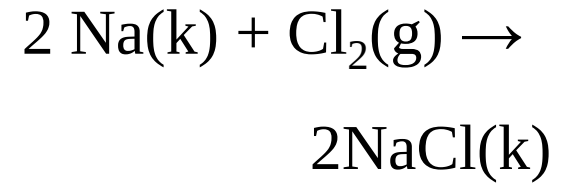
(a)



(b)

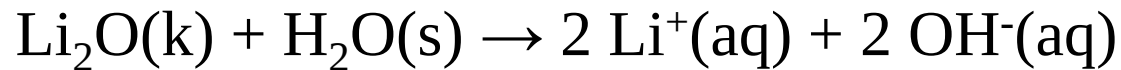
(a) renksiz seyreltik  $\text{I}^-(\text{aq})$  içine  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  kabarcıkları gönderilir.

(b) elde edilen  $\text{I}_2$ ,  $\text{CCl}_{4(\text{s})}$  içine özütlenir (pembe tabaka)



# Elementlerin Asit-Baz Özellikleri

- *Bazik* oksitler veya *baz anhidritleri*:



- *Asidik* oksitler veya *asit anhidritleri*:



- $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{MgO}$  suda *bazik* çözelti verir.
- $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  ve  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  *asidik* çözeltiler oluştururlar.
- $\text{SiO}_2$  kuvvetli bazik çözeltilerde bir miktar çözünür, *asidik* oksittir.