

2. ATOMSAL KOORDİNASYON PROBLEMLERİ

201. Özgül ağırlığı 8.93 gr/cm^3 olan bakırın 1 cm^3 de kaç atom bulunur?

Çözüm :

1 Cu atomunun ağırlığı $p = \frac{63,5}{AS} \text{ gr.}$ $AS = 0,6 \times 10^{-24}$
 $1 \text{ cm}^3 \text{ Cu } 8,93 \text{ gr. dir.}$ $8,93 \text{ gr. da } N = \frac{8,93}{63,5/AS} = \underline{8,43 \times 10^{22} \text{ Cu atomu vardır.}}$

202. Demirin özgül ağırlığı 7.87 gr/cm^3 olduğuna göre,

a) 1 gr demirde kaç atom vardır?

b) 10^{24} atom içeren demir kütlelerinin hacmi nedir?

Çözüm :

a) 1 Fe atomunun ağırlığı $p = \frac{55,85}{AS} \text{ gr.}$
 $1 \text{ gr Fe deki atomların sayısı } N = \frac{1}{p} = \frac{0,6 \times 10^{-24}}{55,85} = \underline{1,07 \times 10^{21} \text{ Fe/gr.}}$
b) $1 \text{ cm}^3 \text{ Fe deki atomların sayısı } N = \frac{7,87}{55,85/AS} = \underline{8,46 \times 10^{22} \text{ Fe/cm}^3}$
 $10^{24} \text{ Fe atomunun hacmi } V = \frac{10^{24}}{N} = \frac{10^{24}}{8,46 \times 10^{22}} = \underline{11,8 \text{ cm}^3}.$

203. Al_2O_3 in özgül ağırlığı 3.8 gr/cm^3 tür.

a) $1 \text{ cm}^3 \text{ Al}_2\text{O}_3$ te kaç atom vardır?

b) 1 gr Al_2O_3 te kaç atom vardır?

Çözüm :

a) 1 Al_2O_3 molekülünün ağırlığı $p = \frac{2 \times 26,98 + 3 \times 16}{AS} = \frac{101,9}{AS} \text{ gr.}$
 $1 \text{ cm}^3 \text{ te } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ mol. sayısı, } N = \frac{3,8}{p} = \frac{3,8 \times AS}{101,9} = \underline{2,24 \times 10^{22} \text{ Al}_2\text{O}_3/\text{cm}^3}$
1 Al_2O_3 molekülünde 5 atom bulunduğuna göre $1 \text{ cm}^3 \text{ Al}_2\text{O}_3$ te
toplam atom sayısı: $5 \times 2,24 \times 10^{22} = \underline{1,12 \times 10^{23} \text{ at/cm}^3}.$
b) 1 gr. Al_2O_3 te atomların sayısı, $N = \frac{5 \times AS}{101,9} = \underline{2,94 \times 10^{22} \text{ at/gr.}}$

204. Cr_2O_3 in özgül ağırlığı 5.2 g/cm^3 tür. a) Bir mm^3 te kaç atom vardır? b) Bir gramda kaç atom vardır?

Çözüm :

- a) Cr_2O_3 'ün özgül ağırlığı $\delta = 5,2 \text{ gr/cm}^3 = 5,2 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3$
 Cr_2O_3 molekülünün ağırlığı $p = \frac{2 \times 52 + 3 \times 16}{AS} = \frac{152}{AS} \text{ gr}$
 $1 \text{ mm}^3 \text{ Cr}_2\text{O}_3$ te molekül sayısı $N = \frac{\delta}{p} = \frac{5,2 \times 10^{-3}}{152/AS} = 2,05 \times 10^{19} \text{ Cr}_2\text{O}_3/\text{mm}^3$
 $1 \text{ mm}^3 \text{ Cr}_2\text{O}_3$ te toplam atom sayısı: $5 \times N = 5 \times 2,05 \times 10^{19} = 1,02 \times 10^{20} \text{ at/mm}^3$
b) $1 \text{ gr Cr}_2\text{O}_3$ te atom sayısı, $N = \frac{5}{152/AS} = 1,97 \times 10^{22} \text{ at/gr}$

205. Altının özgül ağırlığı $19,32 \text{ gr/cm}^3$ ve atom yarıçapı $1,44 \text{ Å}$ dür. a) 1 mm^3 te, b) 1 gr da kaç atom vardır? c) 10^{21} atomun kapladığı hacim nekadardır?

Çözüm :

- a) Altın özgül ağırlığı, $\delta = 19,32 \text{ gr/cm}^3 = 19,32 \times 10^{-3} \text{ gr/mm}^3$
 1 mm^3 altında atomların sayısı, $N = \frac{19,32 \times AS}{197 \times 10^3} = 5,9 \times 10^{19} \text{ at/cm}^3$
b) 1 gr altında atomların sayısı $N = \frac{1}{197} = 3 \times 10^{21} \text{ at/gr}$
c) 1 altın atomunun hacmi, $v = \frac{4\pi R^3}{3}$ $R = 1,44 \times 10^{-8} \text{ mm}$
 10^{21} atomun toplam hacmi, $V = 10^{21} v = 10^{21} \frac{4\pi}{3} (1,44 \times 10^{-8})^3 = 12,5 \text{ mm}^3$
 10^{21} atomun kapladığı hacim: $V_0 = \frac{10^{21}}{5,9 \times 10^{19}} = 17 \text{ mm}^3$

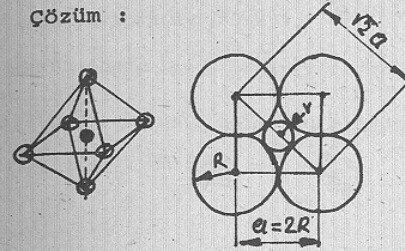
206. MgO in kübik birim hücresi 4Mg^{2+} ve 4O^{2-} iyonu içerir.
a) MgO in özgül ağırlığını bulun.
b) MgO nun hesapla bulunan özgül ağırlığını deneysel özgül ağırlığı $3,6 \text{ gr/cm}^3$ ile karşılaştırın, aradaki farkın nedenini açıklayın.

Çözüm :

- a) MgO 'ün kübik birim hücresinin kenarı $a = 2(R_{\text{Mg}^{2+}} + R_{\text{O}^{2-}})$
 $a = 2(0,66 + 1,4) = 4,12 \text{ Å}$ Özgül ağırlık $\delta = \frac{4(16 + 24,3)}{AS(4,12 \times 10^{-8})^3} = 3,83 \text{ gr/cm}^3$
b) MgO in deneysel özgül ağırlığı (tablodan) $3,60 \text{ gr/cm}^3$. Yukarıda teorik özgül ağırlık hesab edilirken MgO kristelinin kusursuz olduğu ve bütün kafes köşelerinin dolu olduğu varsayıldı. Gerçek MgO kusurludur, bazı kafes köşelerinde atom bulunmayabilir, bu nedenle özgül ağırlığı daha azdır.

207. Bir atomsal dizilişte koordinasyon sayısının (KS) 6 olması için merkez atomu ile çevre atomların yarıçaplarının oranı en az ne olmalı?

Çözüm :



Çevrede R yarıçaplı atomlar hem birbirlerine, hem de r yarıçaplı merkez atomuna teğettirler.

Sekilden $\sqrt{2}a = 2(R+r)$

$$2\sqrt{2}R = 2(R+r)$$

$$\frac{r}{R} = 0,414$$

208. Oksijen iyonu O^{2-} nin yarıçapı $1,40 \text{ Å}$ olduğuna göre bununla 6 lı koordinasyon yapabilecek üç adet iyonun türünü saptayın.

Çözüm :

6 lı koordinasyon için atom yarıçapları oranı sınırları

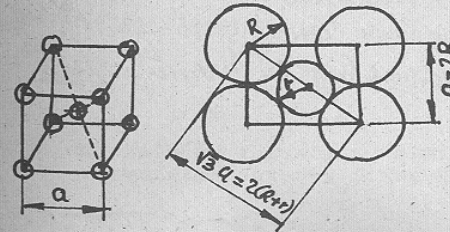
$$0,414 < \frac{r_x}{R_{\text{O}^{2-}}} < 0,732 \text{ aralığında olmalı.}$$

$$R_{\text{O}^{2-}} = 1,4 \text{ Å} \rightarrow 0,414 \times 1,4 < r_x < 0,732 \times 1,4 \rightarrow 0,579 \text{ Å} < r_x < 1,025 \text{ Å}$$

$$\text{Tablo 2 den: } \underline{\text{Na}^+}: r = 0,97 \text{ Å}, \underline{\text{Mg}^{2+}}: r = 0,66 \text{ Å}, \underline{\text{Fe}^{2+}}: r = 0,74 \text{ Å}$$

209. Bir atomsal dizilişte koordinasyon sayısının 8 olması için atom yarıçaplarının oranı en az ne olmalı?

Çözüm :



Kübün 8 köşesindeki atomlar hem birbirlerine, hem de merkez atomuna teğettirler.

Sekilden:

$$\sqrt{3}a = 2R\sqrt{3} = 2(R+r)$$

$$\sqrt{3}R = R+r$$

$$\frac{r}{R} = \sqrt{3} - 1 = 0,73$$

210. Klorla 6 lı koordinasyon yapabilecek iki artı yüklü iyonu saptayın.

Çözüm :

Cl iyonunun yarıçapı $R_{Cl^-} = 1,81 \text{ Å}$. 6 lı koordinasyon için iyon yarıçapları oranı $0,414 < \frac{r_x}{R_{Cl^-}} < 0,73$ aralığında olmalı.

Alt sınır: $r_x = 0,414 \times R_{Cl^-} = 0,414 \times 1,81 = 0,74 \text{ Å}$, Üst sınır $r_x = 0,73 \times 1,81 = 1,31 \text{ Å}$

Tablo 2'den $\underline{Na^+}$: $R = 0,97 \text{ Å}$, $\underline{Ca^{2+}}$: $R = 0,99 \text{ Å}$.

211. 100 gr Si içinde 10^{12} adet elektron serbest haldedir.

- Si elektronlarının yüzde kaçı serbest hale geçip yük taşıyıcı olmuştur?
- Silisyumdaki kovalan bağlardan yüzde kaçı kopmuş sayılır? Bir Si atomunda 4 çift kovalan bağ vardır ve her bağda 2 elektron komşusu ile paylaşılmıştır.

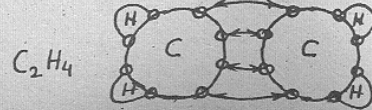
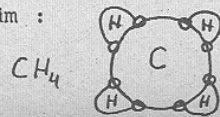
Çözüm :

a) Bir Si atomunun ağırlığı $p = \frac{28,09}{\text{Å}^3}$
 100 gr Si'de atomların sayısı, $N = \frac{100}{p} = \frac{100 \times \text{Å}^3}{28,09} = 2,13 \times 10^{24} \text{ Si}/100 \text{ gr}$.
 1 Si atomunun 4 valans elektronu vardır. 100 gr Si içinde bulunan valans elektron sayısı, $N_e = 4 \times N = 4 \times 2,13 \times 10^{24} = 8,52 \times 10^{24} \text{ el}/100 \text{ gr}$.
 Bunlardan 10^{12} adedi serbest haldedir. Serbest elektronların toplam valans elektron sayısına oranı: $\frac{10^{12}}{8,52 \times 10^{24}} = \frac{10^{12}}{8,52 \times 10^{24}} = 1,17 \times 10^{-13} = 1,17 \times 10^{-11} \%$.

b) Bir Si atomu 4 valans elektronunu komşularla ortaklaşa paylar. Buna göre bir Si'ye düşen kovalan bağ sayısı 2'dir.
 100 gr Si'de kovalan bağ sayısı $2 \times N = 2 \times 2,13 \times 10^{24} = 4,26 \times 10^{24} \text{ bağ}/100 \text{ gr}$.
 Kopan bağ oranı (elektronlu bağ): $\frac{10^{12}}{4,26 \times 10^{24}} = 2,13 \times 10^{-13}$

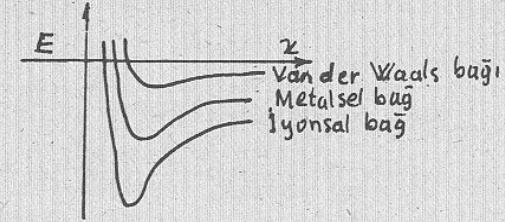
212. CH_4 ve C_2H_4 moleküllerinin yapılarını ve elektronların paylaşılma biçimlerini şekil çizerek açıklayın.

Çözüm :



213. Atomlararası bağ enerjisi eğrilerinin iyonşal, metalsal ve Van der Waals bağlarına göre bağımsal biçimlerini şematik olarak çizin.

Çözüm :



214. Demirin Fe^{2+} ve Fe^{3+} iyonlarının hacimlerini karşılaştırın.

Çözüm :

Fe^{2+} iyonunun hacmi: $V_1 = \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4\pi}{3} (0,74)^3 = 1,7 \text{ Å}^3$

Fe^{3+} iyonunun hacmi: $V_2 = \frac{4\pi}{3} (0,64)^3 = 1,1 \text{ Å}^3$

Fe^{2+} iyonu Fe^{3+} iyonundan $\frac{V_1 - V_2}{V_2} = \frac{1,7 - 1,1}{1,1} = 54\%$ daha büyüktür.