

3. KRİSTAL YAPI PROBLEMLERİ

301. Hacim merkezli kübik kafese (hmk) sahip demirin kafes sabiti 2.866 Å dır. Fe'in özgül ağırlığını bulun.

Çözüm :

(hmk) Fe'in birim hücresinin ağırlığı: $\rho = \frac{2 \times 55.85}{A \cdot a^3}$, $a = 2.866 \times 10^{-8} \text{ cm}$.

Fe'in özgül ağırlığı $d = \frac{\rho(\text{gr})}{a^3(\text{cm}^3)} = \frac{2 \times 55.85}{A \cdot (2.866 \times 10^{-8})^3} = 7.91 \text{ gr/cm}^3$

Fe'in deneysel özgül ağırlığı (tablodan) : 7.86 gr/cm^3 .
Gerçek Fe kusur içerdiğinden özgül ağırlığı daha azdır.

302. Altının yüzey merkezli kübik kafesinin (ymk) kafes sabiti 4.078 Å dır. Altının özgül ağırlığını hesaplayın.

Çözüm :

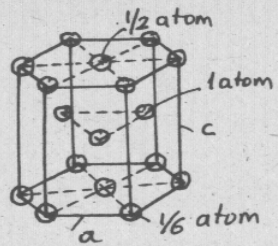
Altının (ymk) birim hücresinde 4 atom vardır. $a = 4.078 \times 10^{-8} \text{ cm}$.

Özgül ağırlık $d = \frac{4 \times 197}{A \cdot (4.078 \times 10^{-8})^3} = 19.37 \text{ gr/cm}^3$

303. Hegzağonal sık düzene (hsd) sahip çinkonun birim hücresinin taban kenarı $a = 2.665 \text{ Å}$, yüksekliği $c = 4.94 \text{ Å}$ dır. Çinkonun özgül ağırlığını bulun.

Çözüm :

Bir Zn (hsd) birim hücresindeki atomların sayısı:



Köşelerde: $12 \times \frac{1}{6} = 2$

Tabanlarda: $2 \times \frac{1}{2} = 1$

Hacim içinde: $\frac{3}{6} = 1$ atom

Birim hücre hacmi $V = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 c$

$V = \frac{3\sqrt{3}}{2} (2.665)^2 (4.94) = 91 \text{ Å}^3$
 $= 91 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$

Özgül ağırlık $d = \frac{6 \times 65.37}{A \cdot 91 \times 10^{-24}} = 7.18 \text{ gr/cm}^3$

Gerçek Zn'un özgül ağırlığı (Tablodan) : 7.14 gr/cm^3

304. (ymk) Ca'un özgül ağırlığı 1.55 gr/cm^3 tür. a) Ca'un birim hücre boyutunu bulun, b) Bir Ca atomunun yarıçapını hesaplayın.

Çözüm :

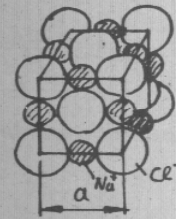
a) Ca'un özgül ağırlığı: $d = \frac{4 \times 40.08}{A \cdot a^3} = 1.55$ $\Rightarrow a^3 = \frac{4 \times 40.08}{1.55 \times A}$

$a^3 = 172.5 \times 10^{-24} \text{ cm}^3 \Rightarrow a = 5.57 \text{ Å}$

b) $a = \frac{4R}{\sqrt{2}} \Rightarrow R = \frac{\sqrt{2}a}{4} = \frac{\sqrt{2} \cdot 5.57}{4} = 1.96 \text{ Å}$ atom yarıçapı.
Tablodan: $R = 1.969 \text{ Å}$

305. NaCl ün kübik birim hücresinde 4 Na ve 4 Cl atomu bulunur. Na ve Cl un atomsal ağırlıkları sırası ile 29.99 ve 35.45 gr, iyon sal yarıçapları 0.97 ve 1.81 Å dır. NaCl ün yoğunluğunu bulun.

Çözüm :



NaCl birim hücre boyutu $a = 2(R_{Cl} + R_{Na})$

$a = 2(1.81 + 0.97) = 5.56 \text{ Å}$

Özgül ağırlık $d = \frac{4(29.99 + 35.41)}{A \cdot (5.56 \times 10^{-8})^3} = 2.23 \text{ gr/cm}^3$

306. MgO in kübik birim hücresinde $4O^{2-}$ ve $4Mg^{2+}$ iyonları bulunur.

a) MgO in özgül ağırlığı 3.65 gr/cm^3 olduğuna göre birim hücrenin bir kenarını hesaplayın.

b) MgO in atomsal dolgu faktörünü (ADF) bulun.

Çözüm :

a) MgO'in özgül ağırlığı $d = \frac{4(24.31 + 16)}{A \cdot a^3} \Rightarrow a^3 = \frac{4 \times 40.31}{A \cdot 3.65}$

$a^3 = 73.6 \times 10^{-24} \text{ cm}^3 = 73.6 \text{ Å}^3 \Rightarrow$ birim hücre boyutu $a = 4.19 \text{ Å}$

b) Birim hücredeki atomların toplam hacmi,

$V = 4 \times \frac{4\pi}{3} (R_{Mg^{2+}}^3 + R_{O^{2-}}^3) = \frac{16\pi}{3} (0.66^3 + 1.4^3) = 50.7 \text{ Å}^3$

Birim hücre hacmi $V = a^3 = 73.6 \text{ Å}^3$

Atom sal dolgu faktörü $= \frac{V}{V} = \frac{50.7}{73.6} = 0.69$

307. Kromun kübik birim hücresinin bir kenarı $2.8844 \text{ \AA}$ ve özgül ağırlığı 7.19 gr/cm^3 tür. Kromun (hmk) veya (ymk) kafes yapısına mı sahip olduğunu saptayın.

Çözüm :

Cr'un (hmk) olduğu varsayılırsa özgül ağırlığı $d = \frac{2 \times 52}{AS(2.8844 \times 10^{-8})^3}$
 $d = 7.22 \text{ gr/cm}^3$ elde edilir. Tablodan gerçek kromun özgül ağırlığı 7.20 gr/cm^3 . Bu sonuca göre Cr'un kafes yapısı (hmk) olmalı.

308. Molibdenin özgül ağırlığı 10.1 gr/cm^3 ve atom yarıçapı $1.37 \text{ \AA}$ ve atomsal ağırlığı 95.94 gr . a) 1 mm^3 te kaç Mo atomu vardır?, b) Mo'in atomsal dolgu faktörünü bulun, c) Mo ne tür kübik kafese sahiptir?

Çözüm :

- a) 1 mm^3 Mo içindeki atomların sayısı $N = \frac{10.1 \times 10^3 \text{ gr/mm}^3}{95.94 / AS} = 6.3 \times 10^{23} \text{ at/mm}^3$
b) $ADF = N \times \frac{4\pi R^3}{3} = 6.3 \times 10^{23} \times \frac{4\pi (1.37 \times 10^{-8})^3}{3} = 0.678$
c) (hmk) kafes yapısının $ADF = 0.68$. Buna göre Mo (hmk) yapılıdır.

309. Indiyumun tetragonal birim hücresinin taban kenarı $a = 3.25 \text{ \AA}$ ve yüksekliği $c = 4.946 \text{ \AA}$ dür. In'un özgül ağırlığı 7.236 gr/cm^3 , atomsal ağırlığı 114.82 gr ve atom yarıçapı $1.625 \text{ \AA}$ dür.

- a) Bir birim hücrede kaç atom vardır?
b) Atomal dolgu faktörü nekadardır?

Çözüm :

- a) Tetragonal birim hücre kare tabanlı dik prizmadır, hacmi $V = a^2 c$
In birim hücre hacmi $V = (3.25)^2 (4.946) = 52.2 \text{ \AA}^3 = 52.2 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$
Özgül ağırlığı: $d = \frac{N \times 114.82}{AS \times 52.2 \times 10^{-24}} = 7.236 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow N \approx 1.98$
Bu sonuca göre birim hücrede 2 atom bulunur.
b) Atomal dolgu faktörü:
 $ADF = \frac{2 \times 4\pi R^3/3}{V} = \frac{2 \times 4\pi (1.625)^3}{3 \times 52.2} = 0.686$

310. Manganın kübik birim hücresinin bir kenarı $3.68 \text{ \AA}$, atomsal ağırlığı 54.94 gr , atom yarıçapı $1.12 \text{ \AA}$ ve özgül ağırlığı 7.26 gr/cm^3 dür.

- a) Mn in birim hücresinde kaç atom vardır?
b) Mn in ADF' ünü hesaplayın.

Çözüm :

- a) Mn'in özgül ağırlığı, $d = \frac{N \times 54.94}{AS(3.68 \times 10^{-8})^3} = 7.26 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow N \approx 3.95$

Mn'in birim hücresinde 4 atom bulunduğu söylenebilir.

- b) Atomal dolgu faktörü, $ADF = \frac{4 \times 4\pi (1.12)^3}{3 (3.68)^3} = 0.47$

Bu atomal dolgu faktörü bir metal için oldukça düşüktür, gerçekte Mn'in kafes yapısı kesin olarak bilinmemektedir.

311. (ymk) kafesinde karbon içeren demir hızlı soğutulursa (su da) hacim merkezli tetragonal (hmt) yapıya dönüşür. (ymk) Fe'in kafes sabiti $a_1 = 3.566 \text{ \AA}$, (hmt) Fe in kafes sabitleri $a_2 = 2.856 \text{ \AA}$ (taban kenarı) ve $c = 2.907 \text{ \AA}$ dür. Bu martenzitik dönüşümde oluşan hacim değişme oranını bulun.

Çözüm :

(ymk) Fe' in birim hücresinde 4 atom vardır ve hacmi $V_1 = a_1^3$

1 Fe atomuna düşen hacim: $V_1 = V_1/4 = a_1^3/4$

(hmt) Fe' in birim hücresinde 2 Fe atomu vardır, hacmi $V_2 = a_2^2 c$

1 Fe atomuna düşen hacim $V_2 = V_2/2 = a_2^2 c/2$

(ymk) Fe' in hızlı soğuma sırasında (hmt) Fe dönüşürken oluşan

hacim değişimi: $\frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{a_2^2 c/2 - a_1^3/4}{a_1^3/4} = \frac{2 a_2^2 c}{a_1^3} - 1 =$

$= \frac{2 \times (2.856)^2 \times 2.907}{(3.566)^3} - 1 = 0.054$ Bu sonuca göre (ymk) Fe

(hmt)'e dönüşen demirin hacmi % 5,4 oranında artar.

Bu nedenle çeliğe suverirken çatlaklar oluşabilir.

312. NiO in kafes yapısı NaCl'e benzerdir. Ni ve O'nin atomsal ağırlıkları sırası ile 58.71 ve 16 gr.dır. İyon yarıçapları 0.69 ve 1.4 Å'dır. a) NiO in kafes sabitini bulun, b) NiO in özgül ağırlığını bulun.

Çözüm :

a) NiO'nin kafes sabiti, $a = 2(R_{Ni^{2+}} + R_{O^{2-}}) = 2(0.69 + 1.4) = 4.18 \text{ Å}$

b) Özgül ağırlık, $d = \frac{4(58.71 + 16)}{A_s(4.18 \times 10^{-8})^3} = 6.82 \text{ gr/cm}^3$

313. Kübik kafes yapılarda eşdeğer doğrultular ailesi $\langle hkl \rangle$ ile gösterilir. Bu doğrultuların tümünde atomsal diziliş aynı dolayısıyla özellikler eşittir. Buna göre a) $\langle 110 \rangle$, b) $\langle 111 \rangle$ doğrultu ailelerinde bulunan doğrultu bireylerini Miller endisleri ile belirtin.

Çözüm :

- a) $\langle 110 \rangle$ eşdeğer doğrultular ailesinde 6 değişik doğrultu ve her doğrultuda iki değişik yön vardır, toplam üye sayısı: $2 \times 6 = 12$.
Doğrultular: $[110], [\bar{1}10], [101], [10\bar{1}], [011], [01\bar{1}]$, bunların ters yönleri: $[\bar{1}\bar{1}0], [\bar{1}\bar{1}0], [\bar{1}0\bar{1}], [\bar{1}0\bar{1}], [0\bar{1}\bar{1}], [0\bar{1}\bar{1}]$.

- b) $\langle 111 \rangle$ eşdeğer doğrultular ailesinde 4 değişik doğrultu ve her doğrultuda 2 değişik yön vardır, toplam üye sayısı: $2 \times 4 = 8$.
Doğrultular: $[111], [\bar{1}\bar{1}\bar{1}], [1\bar{1}\bar{1}], [\bar{1}1\bar{1}]$, bunların ters yönleri: $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}], [111], [\bar{1}1\bar{1}], [1\bar{1}\bar{1}]$.

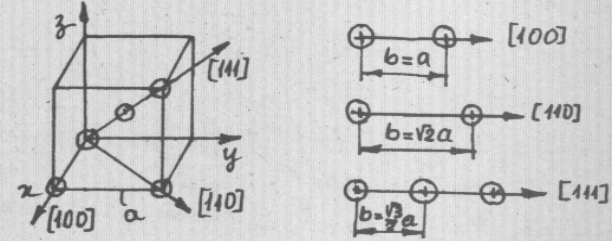
314. Kübik kafes yapılarda eşdeğer düzlem aileleri $\{hkl\}$ ile belirtilir. Bu düzlemlerin tümünde atomsal diziliş aynı, dolayısıyla özellikleri eşittir. Buna göre, a) $\{100\}$, b) $\{111\}$ düzlem ailesinin bireylerini Miller endisleri ile belirtin.

Çözüm :

- a) $\{100\}$ eşdeğer düzlemler ailesinin bireyleri: $(100), (010), (001)$
Bunlara paralel fakat eksi bölgede bulunanlar: $(\bar{1}00), (0\bar{1}0), (00\bar{1})$
b) $\{111\}$ eşdeğer düzlemler ailesinin bireyleri: $(111), (\bar{1}\bar{1}\bar{1}), (1\bar{1}\bar{1}), (\bar{1}1\bar{1})$
Bunlara paralel fakat eksi bölgede bulunanlar: $(\bar{1}\bar{1}\bar{1}), (1\bar{1}\bar{1}), (\bar{1}1\bar{1}), (1\bar{1}\bar{1})$

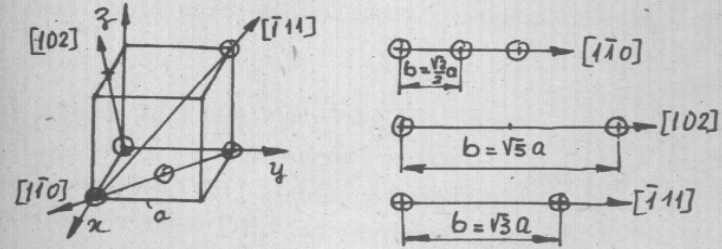
315. Bir (hmk) kristalinde $[100]$, $[110]$ ve $[111]$ doğrultularını ve atomların yerlerini işaretleyin.

Çözüm :



316. Bir (ymk) kristalde $[1\bar{1}0]$, $[102]$ ve $[\bar{1}11]$ doğrultularını ve atomların yerlerini işaretleyin.

Çözüm :



317. $\{112\}$ eşdeğer düzlemler ailesinin bireylerini Miller endisleri ile belirtin.

Çözüm :

$\{112\}$ eşdeğer düzlemler ailesinin değişik yönlü üyeleri:

$(112), (1\bar{1}2), (211), (\bar{2}11), (11\bar{2}), (\bar{1}1\bar{2}), (\bar{1}\bar{2}1), (1\bar{2}1), (12\bar{1}), (\bar{1}2\bar{1}), (2\bar{1}\bar{1}), (\bar{2}\bar{1}\bar{1})$

Yukarıdaki düzlemlere paralel, fakat eksi bölgede bulunan üyeler:

$(\bar{1}\bar{1}\bar{2}), (\bar{1}\bar{2}\bar{1}), (\bar{2}\bar{1}\bar{1}), (1\bar{1}\bar{2}), (\bar{1}1\bar{2}), (\bar{1}\bar{2}1), (1\bar{2}\bar{1}), (\bar{2}\bar{1}\bar{1}), (\bar{2}\bar{1}\bar{1}), (\bar{2}\bar{1}\bar{1}), (\bar{2}\bar{1}\bar{1})$

318. Koordinat eksenlerin aşağıda verilen birim uzaklıklarında kesen düzlemin Miller endislerini bulun.

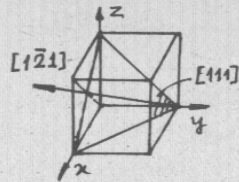
- a) $\frac{lx}{1} \quad \frac{ly}{2} \quad \frac{lz}{1}$
b) $0.5 \quad -1 \quad \infty$
c) $\infty \quad -1 \quad \infty$
d) $\infty \quad 0.5 \quad 1$

Çözüm :

- a) $h = \frac{1}{\frac{1}{1}} = 1, k = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2, l = \frac{1}{\frac{1}{1}} = 1$, bunlar 2 ile çarpılırsa (212) düzlemi elde edilir.
b) $h = \frac{1}{0.5} = 2, k = \frac{1}{-1} = -1, l = \frac{1}{\infty} = 0 \rightarrow (2\bar{1}0)$ düzlemi.
c) $h = \frac{1}{\infty} = 0, k = \frac{1}{-1} = -1, l = \frac{1}{\infty} = 0 \rightarrow (0\bar{1}0)$ " "
d) $h = \frac{1}{\infty} = 0, k = \frac{1}{0.5} = 2, l = \frac{1}{1} = 1 \rightarrow (021)$ " "

319. $[1\bar{2}1]$ doğrultusunun (111) düzleminde olup olmadığını saptayın.

Çözüm :



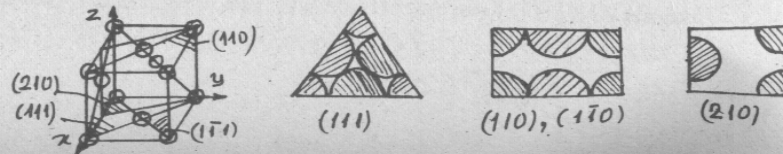
- Şekilde görüldüğü gibi $[1\bar{2}1]$ doğrusu (111) düzlemi üzerindedir.
— Diğer bir yöntem $[1\bar{2}1]$ doğrusunun düzlemin normali $[111]$ doğrusuna dik olduğunu kanıtlamaktır. Bu doğru arasındaki

açının kosinüsü: $\cos [111] \& [1\bar{2}1] = \frac{1 \cdot 1 + 1 \cdot (-2) + 1 \cdot 1}{\sqrt{3} \sqrt{5}} = 0$

Bu sonuca göre $[1\bar{2}1]$ doğrusu (111) düzlemi içindedir.

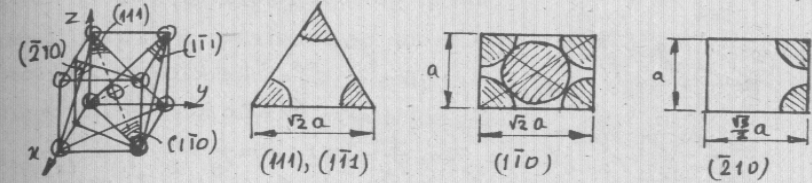
320. Bir (ymk) kristalde (111) , (110) , $(1\bar{1}0)$ ve (210) düzlemlerini ve bunların üzerindeki atomların merkezlerini işaretleyin.

Çözüm :



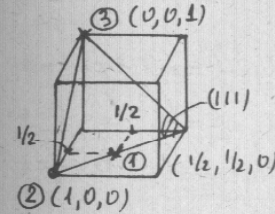
321. Bir (hmk) kristalde (111) , $(1\bar{1}0)$, $(1\bar{1}1)$ ve $(\bar{2}10)$ düzlemlerini ve bunların üzerindeki atomların merkezlerini işaretleyin.

Çözüm :



322. $(1/2, 1/2, 0)$, $(1,0,0)$ ve $(0,0,1)$ noktalarından geçen düzlemi çizin ve Miller endislerini belirtin.

Çözüm :

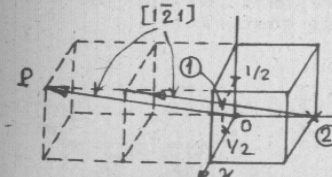


- ① Noktasının koordinatları: $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0$
② " " " " " " : $1, 0, 0$
③ " " " " " " : $0, 0, 1$

Şekilde görüldüğü gibi bu noktalardan geçen düzlemin Miller endisleri (111) dir.

323. $(1/2, 0, 1/2)$ ve $(0,1,0)$ noktalarından geçen doğruyu işaretleyin ve Miller endislerini bulun.

Çözüm :

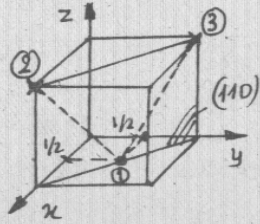


Sona erer. OP vektörünün bileşenleri $1, -2$ ve 1 dir. Buna göre ①-② noktalarından geçen doğrunun Miller endisleri $[1\bar{2}1]$ dir.

- ① $(1/2, 0, 1/2)$ ve ② $(0, 1, 0)$ noktalarından geçen doğruya orijinden paralel bir doğru çizerek elde edilecek doğrultu vektörünün ucu ilk köşe olan P noktasında

324. $(1/2, 1/2, 0)$, $(1,0,1)$ ve $(0,1,1)$ noktalarından geçen düzlemi çizin ve Miller endislerini bulun.

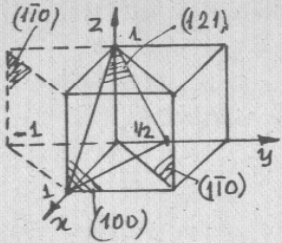
Çözüm :



Şekilde görüldüğü gibi ①, ② ve ③ noktalarından geçen düzlem x eksenini $l_x=1$ de, y eksenini $l_y=1$ de keser ve z eksenine paraleldir, $l_z=\infty$ dur. Miller endisi: $h = \frac{1}{l_x} = \frac{1}{1} = 1$, $k = \frac{1}{l_y} = \frac{1}{1} = 1$, $l = \frac{1}{l_z} = \frac{1}{\infty} = 0$ Bu noktalardan geçen düzlem: (110) dur.

325. (100) , $(1\bar{1}0)$ ve (121) düzlemlerini birim hücre içinde işaretleyin.

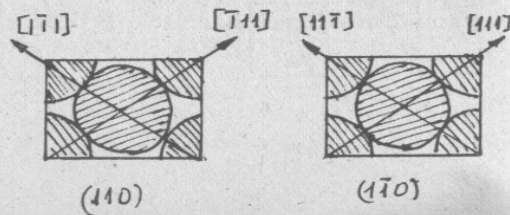
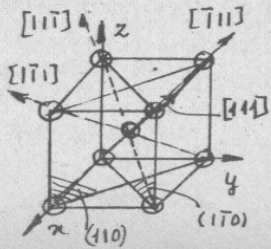
Çözüm :



$$\begin{aligned} (100): l_x &= \frac{1}{1} = 1, & l_y &= \frac{1}{0} = \infty, & l_z &= \frac{1}{0} = \infty \\ (1\bar{1}0): l_x &= \frac{1}{1} = 1, & l_y &= \frac{1}{-1} = -1, & l_z &= \frac{1}{0} = \infty \\ (121): l_x &= \frac{1}{1} = 1, & l_y &= \frac{1}{2} = 0.5, & l_z &= \frac{1}{1} = 1 \end{aligned}$$

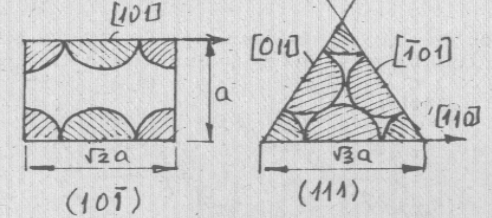
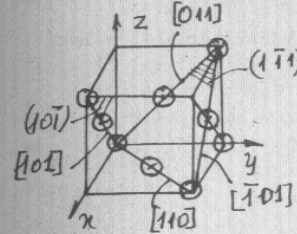
326. (hmk) demirde (110) ve $(1\bar{1}0)$ düzleminde $\langle 111 \rangle$ eşdeğer doğrultular ailesinin hangi bireyleri bulunur? Bu düzlemler üzerinde atomsal dizilişi gösterin.

Çözüm :



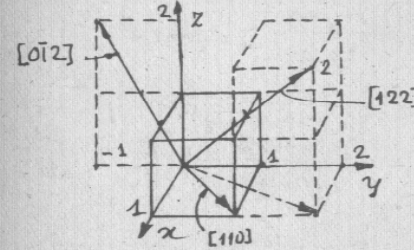
327. (ymk) bakırda $(10\bar{1})$ ve $(1\bar{1}1)$ düzlemleri üzerinde $\langle 110 \rangle$ eşdeğer doğrultular ailesinin hangi bireyleri bulunur? Bu düzlemlerdeki atomsal dizilişi gösterin.

Çözüm :



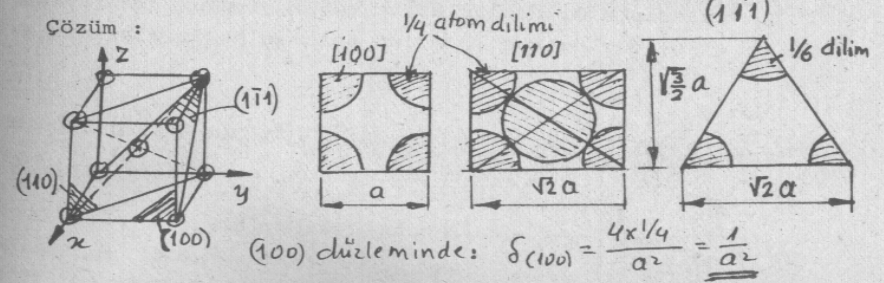
328. $[110]$, $[122]$ ve $[0\bar{1}2]$ doğrultularını işaretleyin.

Çözüm :



329. Bir (hmk) kafesinde (100) , (110) ve $(1\bar{1}1)$ düzlemlerindeki düzlemsel atom yoğunluğunu bulun.

Çözüm :

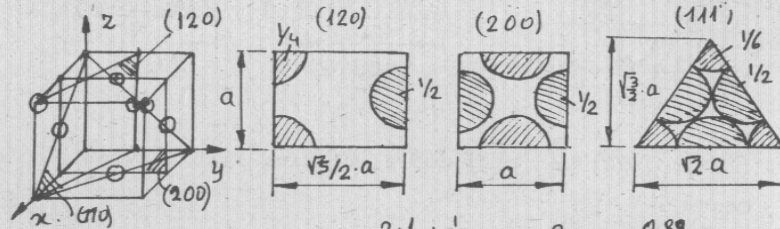


$$(110) \text{ düzleminde: } \delta_{(110)} = \frac{4 \times \frac{1}{4} + 1}{a \cdot \sqrt{2} a} = \frac{2}{\sqrt{2} a^2} = \frac{\sqrt{2}}{a^2} = \frac{1,41}{a^2}$$

$$(1\bar{1}1) \text{ düzleminde: } \delta_{(1\bar{1}1)} = \frac{3 \times \frac{1}{6}}{\frac{\sqrt{2} a}{2} \times \frac{\sqrt{3} a}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3} a^2} = \frac{0,58}{a^2}$$

330. Bir (ymk) kafeste (120) (200) ve (111) düzlemlerindeki düzlemsel atom yoğunluğunu bulun.

Çözüm :



$$(120) \text{ düzlemi: } \delta_{(120)} = \frac{2 \times \frac{1}{4} + \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{5}}{2} a^2} = \frac{2}{\sqrt{5} a^2} = \frac{0,89}{a^2}$$

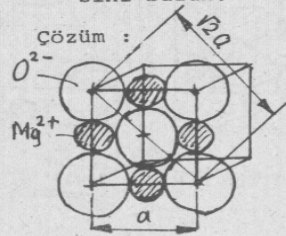
$$(200) \text{ düzlemi: } \delta_{(200)} = \frac{4 \times \frac{1}{2}}{a^2} = \frac{2}{a^2} = \frac{2,0}{a^2}$$

$$(111) \text{ düzlemi: } \delta_{(111)} = \frac{3 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{4} a^2} = \frac{4}{\sqrt{3} a^2} = \frac{2,31}{a^2}$$

331. MgO kübik birim hücrelerinde 4 Mg^{2+} ve 4 O^{2-} iyonları bulunur. Mg^{2+} iyonunun yarıçapı $0,66 \text{ \AA}$, O^{2-} iyonunun yarıçapı $1,4 \text{ \AA}$ dır.

a) iyonların $\langle 100 \rangle$ doğrultularında mı yoksa $\langle 110 \rangle$ doğrultularında mı birbirlerine teğet olduklarını saptayın.

b) $\langle 110 \rangle$ düzleminde 1 cm^2 de bulunan Mg atomlarının sayısını bulun.



Çözüm :

$\langle 100 \rangle$ doğrultusunda kübün bir kenarı:

$$a = 2(R_{\text{Mg}^{2+}} + R_{\text{O}^{2-}}) = 2(0,66 + 1,4) = 4,12 \text{ \AA}$$

$\langle 110 \rangle$ köşegeninin boyu: $\sqrt{2}a = \sqrt{2} \times 4,12 = 5,8 \text{ \AA}$

$4 \times R_{\text{O}^{2-}} = 4 \times 1,4 = 5,6 \text{ \AA}$. Bu sonuca göre atomlar $\langle 100 \rangle$ doğrultularında teğettirler.

332. BaO kristal yapısı NaCl 'ine benzerdir. Ba^{2+} iyonunun yarıçapı $1,34 \text{ \AA}$, O^{2-} iyonunun $1,32 \text{ \AA}$ dır.

a) BaO in atomsal dolgu faktörünü bulun.

b) BaO in özgül ağırlığını hesaplayın.

Çözüm :

a) BaO in kafes sabiti: $a = 2(1,34 + 1,32) = 5,32 \text{ \AA}$
Birim hücre içinde 4 Ba ve 4 O iyonu vardır.

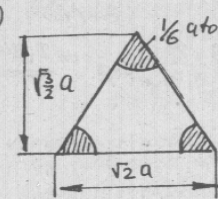
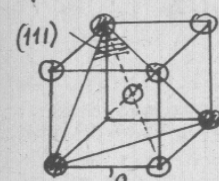
$$\text{ADF} = \frac{4 \times 4\pi/3 (1,34^3 + 1,32^3)}{(5,32)^3} = 0,52$$

$$\text{b) Özgül ağırlık, } d = \frac{4(137,34 + 16)}{A_0 (5,32 \times 10^{-8})^3} = 6,79 \text{ g/cm}^3$$

333. a) Tungstenin (hmk) ve b) alüminyumun (ymk) $\langle 111 \rangle$ düzlemlerinde düzlemsel atom yoğunluğunu bulun. Tungstenin atom yarıçapı $1,37 \text{ \AA}$, alüminyumunki $1,43 \text{ \AA}$ dır.

Çözüm :

a) Tungsten (hmk)



$$\text{Alan } S = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

Atomların Sayısı:

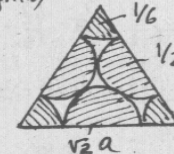
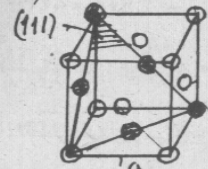
$$N = 3 \times \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

Kafes sabiti:

$$a = \frac{4R}{\sqrt{3}} = \frac{4 \times 1,37}{\sqrt{3}} = 3,16 \text{ \AA}$$

$$\text{Düzlemsel atom yoğunluğu: } \delta_{(111)} = \frac{N}{S} = \frac{1/2}{\frac{\sqrt{3}}{4} a^2} = \frac{2}{\sqrt{3} a^2} = \frac{2}{\sqrt{3} (3,16)^2} = \frac{2 \times 10^{16}}{31,6} \text{ atom/cm}^2$$

b) Alüminyum (ymk)



$$\text{Alan: } S = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

Atomların sayısı:

$$N = 3 \times \frac{1}{6} + 3 \times \frac{1}{2} = 2$$

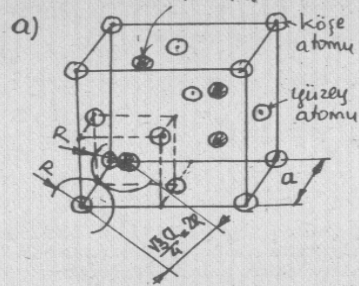
$$a = \frac{4R}{\sqrt{2}} = \frac{4 \times 1,43}{\sqrt{2}} = 4,04 \text{ \AA}$$

$$\text{Düzlemsel atom yoğunluğu: } \delta_{(111)} = \frac{N}{S} = \frac{2}{\frac{\sqrt{3}}{4} a^2} = \frac{8}{\sqrt{3} a^2} = \frac{8}{\sqrt{3} (4,04)^2} = \frac{8 \times 10^{15}}{54,8} \text{ atom/cm}^2$$

$$\delta_{(111)} = 1,4 \times 10^{15} \text{ atom/cm}^2$$

334. Silisyum elmas kübik veya kompleks kübik kafese sahiptir. Birim hücrede 8 atom bulunur ve koordinasyon sayısı 4'tür. Birim hücre köşelerinde birer, yüzey merkezlerinde birer ve hacim içinde 4 adet atom bulunur. Hacim köşegeninin dörtte bir uzunluğu Si atomu yarıçapının 4 katı kadardır.
- a) Silisyumun atomsal dolgu faktörünü hesaplayın.
b) Silisyumun özgül ağırlığını bulun.

Çözüm :



Şekildeki kesikli çizgilerle gösterilen küçük kübün hacim köşegeni birim hücre hacim köşegeni $\sqrt{3}a$ 'nın yarısı kadar ve bu doğrultuda atomlar birbirine teğettir. Buna göre kafes sabiti: $a = \frac{8R}{\sqrt{3}} = \frac{8 \cdot 1,76}{\sqrt{3}} = 5,43 \text{ \AA}$

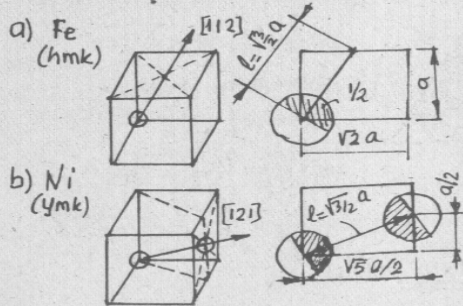
Birim hücre içindeki atomların sayısı: köşelerde: $8 \times \frac{1}{8} = 1$
Yüzeylerde: $6 \times \frac{1}{2} = 3$
Hacim içinde: $\frac{4}{8}$ atom

Atomal dolgu faktörü $ADF = \frac{8 \times 4\pi R^3/3}{(8R/\sqrt{3})^3} = 0,34$

b) Özgül ağırlık, $d = \frac{8 \times 28,09}{AS(5,43 \times 10^{-8})^3} = 2,34 \text{ gr/cm}^3$

335. a) (hmk) demirin $[112]$ doğrultusundaki doğrusal atom yoğunluğunu bulun. Fe atomunun yarıçapı $1,24 \text{ \AA}$ 'dır.
b) (ymk) nikelin $[121]$ doğrultusundaki doğrusal atom yoğunluğunu bulun. Ni atomunun yarıçapı $1,245 \text{ \AA}$ 'dır.

Çözüm :



$a = \frac{4R}{\sqrt{3}} = \frac{4 \times 1,24}{\sqrt{3}} = 2,87 \text{ \AA} = 2,87 \times 10^{-8} \text{ cm}$

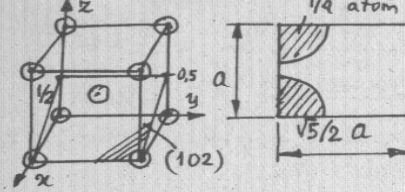
$\delta_{[112]} = \frac{1/2}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 2^2} a} = \frac{1/2}{\sqrt{6} \times 2,87 \times 10^{-8}} = \frac{1,4 \times 10^8}{\text{at/cm}}$

$a = \frac{4R}{\sqrt{2}} = \frac{4 \times 1,245}{\sqrt{2}} = 3,52 \text{ \AA} = 3,52 \times 10^{-8} \text{ cm}$

$\delta_{[121]} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 2^2 + 1^2} a} = \frac{1}{\sqrt{6} \times 3,52 \times 10^{-8}} = \frac{2,32 \times 10^8}{\text{at/cm}}$

336. (hmk) kromun (102) düzlemini işaretleyin ve düzlemsel atom yoğunluğunu bulun. Cr'un atom yarıçapı $1,249 \text{ \AA}$ 'dır.

Çözüm :



$l_x = \frac{1}{1} = 1$ $l_y = \frac{1}{0} = \infty$

$l_z = \frac{1}{2} = 0,5$

$a = \frac{4R}{\sqrt{3}} = \frac{4 \times 1,249}{\sqrt{3}} = 2,88 \text{ \AA}$

(102) üzerinde atomların sayısı:

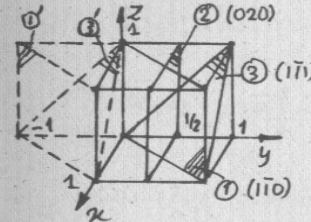
$N = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ atom

(102) de düzlemsel atom yoğunluğu: $\delta_{(102)} = \frac{N}{\frac{1}{2} a^2} = \frac{1/2}{\frac{1}{2} (2,88 \times 10^{-8})^2}$

$\delta_{(102)} = 5,4 \times 10^{14} \text{ at/cm}^2$

337. Şekilde verilen düzlemlerin Miller endislerini bulun.

Çözüm :



①: Orijinden geçtiği için sola birim ötelenme yaptırılır. Ötelenme yaptırılmış durumda.

$l_x = 1$, $l_y = -1$, $l_z = \infty$ (z'ye paralel)
 $h = \frac{1}{1} = 1$, $k = \frac{1}{-1} = -1$, $l = \frac{1}{\infty} = 0 \rightarrow (1\bar{1}0)$

②: $l_x = \infty$, $l_y = \frac{1}{2}$, $l_z = \infty$

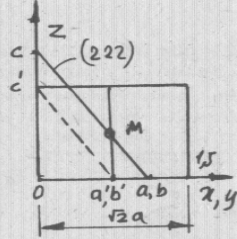
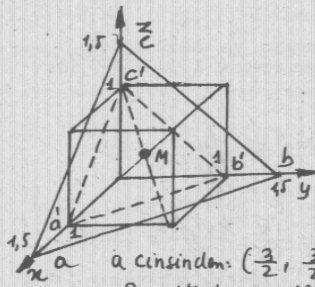
$h = \frac{1}{\infty} = 0$, $k = \frac{1}{1/2} = 2$, $l = \frac{1}{\infty} = 0 \rightarrow (020)$

③: Orijinden geçiyor, sola birim ötelenme yaptırılır, bu konumda,

$l_x = 1$, $l_y = -1$, $l_z = 1 \rightarrow h = \frac{1}{1} = 1$, $k = \frac{1}{-1} = -1$, $l = \frac{1}{1} = 1 \rightarrow (1\bar{1}1)$

338. Bir kübik birim hücrenin merkezinden geçen (111) düzlemi eksenleri hangi noktalarda keser? Bu düzlemin Miller endislerini bulun.

Çözüm :



Kübün merkezi M'den geçen (111) ye paralel düzlem eksenleri,
 $a_x = 1,5a$
 $a_y = 1,5a$
 $a_z = 1,5a$ da keser.

a cinsinden: $(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}, \frac{3}{2}) \Rightarrow$ terleri $(\frac{2}{3}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3}) \Rightarrow 3$ le çarpılınca (222)
 Bu düzlemin Miller endeksi: (222).

339. (ymk) nikelin özgül ağırlığı 8.9 gr/cm³ tür.

- a) Bu özgül ağırlığa göre Ni'in birim hücresinin ağırlığını bulun.
 b) Ni atomunun yarıçapını hesaplayın.

Çözüm :

a) Nikelin özgül ağırlığı, $d = \frac{4 \times 58,71}{A \times V} \rightarrow V = \frac{4 \times 58,71}{d \times A}$
 Birim hücre hacmi, $V = \frac{4 \times 58,71}{8,9 \times 10^3 \times 4} = 43,8 \times 10^{-24} \text{ cm}^3 = 43,8 \text{ Å}^3$

b) Bir Ni atomunun yarıçapı:
 Kafes sabiti $a = \sqrt[3]{V} = \frac{4R}{\sqrt{2}} \rightarrow R = \frac{\sqrt{2} \sqrt[3]{V}}{4} = \frac{\sqrt{2} \sqrt[3]{43,8}}{4} = 1,246 \text{ Å}$

340. (hmk) Fe 910°C ta polimorfik dönüşme sonucu (ymk) olur. Bu dönüşme sonunda oluşacak,

- a) Hacim değişme oranını,
 b) Özgül ağırlık değişme oranını bulun.

Çözüm :

a) (hmk) Fe in kafes sabiti, $a_1 = \frac{4R}{\sqrt{3}}$, birim hücre hacmi $V_1 = a_1^3$
 1 atoma düşen hacim: $v_1 = \frac{V_1}{2} = \frac{(\frac{4R}{\sqrt{3}})^3}{2}$
 (ymk) Fe in kafes sabiti, $a_2 = \frac{4R}{\sqrt{2}}$, birim hücre hacmi $V_2 = a_2^3$
 1 atoma düşen hacim: $v_2 = \frac{V_2}{4} = \frac{(\frac{4R}{\sqrt{2}})^3}{4}$
 Dönüşmeden önce 1 atoma düşen hacmi dönüşme sonucu $\frac{1}{2}$ olur.
 Hacim değişme oranı: $\frac{v_2 - v_1}{v_1} = \frac{(\frac{4R}{\sqrt{2}})^3/4 - (\frac{4R}{\sqrt{3}})^3/2}{(\frac{4R}{\sqrt{3}})^3/2} = -0,081$

910°C ta Fe (hmk) den (ymk) ya dönüşürken kristalinin hacmi % 8,1 oranında azalır.

b) (hmk) Fe in özgül ağırlığı: $d_1 = \frac{2M}{V_1}$, M: Fe atomsal ağırlığı,

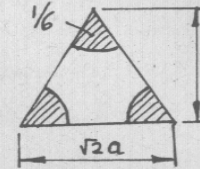
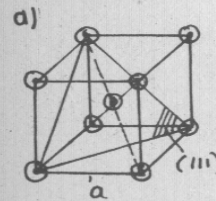
(ymk) Fe in özgül ağırlığı: $d_2 = \frac{4M}{V_2}$

Özgül ağırlığın değişme oranı, $\frac{d_2 - d_1}{d_1} = \frac{4M/V_2 - 2M/V_1}{2M/V_1}$
 $= \frac{2V_1 - V_2}{V_2} = \frac{2(4R/\sqrt{3})^3 - (4R/\sqrt{2})^3}{(4R/\sqrt{2})^3} = \frac{2(\sqrt{2})^3 - (\sqrt{3})^3}{(\sqrt{3})^3} = 0,088$

Fe kristalinin özgül ağırlığı (hmk) den (ymk) ya dönüşme sonucu % 8,8 oranında artar. (hmk) Fe de $K_S = 8$, (ymk) Fe de $K_S = 12$ olduğuna göre bu artış doğaldır.

341. a) (hmk) demirin (111) düzleminde 1 cm² de kaç atom vardır? Fe in atom yarıçapı 1.241 Å'dür,
 b) (ymk) gümüşün (210) düzleminde 1 cm² de kaç atom bulunur? Ag'in atom yarıçapı 1.444 Å'dür.

Çözüm :

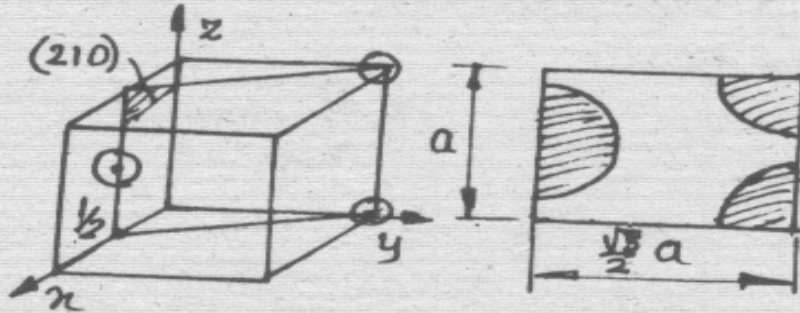


Atom sayısı: $3 \times \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$
 Alan: $\frac{\sqrt{2}a}{2} \times \frac{a}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} a^2$
 $a = \frac{4R}{\sqrt{3}} = \frac{4 \times 1,241}{\sqrt{3}} = 2,866 \text{ Å}$

Fe'in (111) düzleminde atom yoğunluğu: $\delta_{(111)} = \frac{1/2}{\frac{\sqrt{2}}{2} a^2}$

$\delta_{(111)} = \frac{1}{\sqrt{2} a^2} = \frac{1}{\sqrt{2} (2,866 \times 10^{-8})^2} = 7 \times 10^{14} \text{ at/cm}^2$

- b) Gümüşün birim hücresi ve (210) düzlemi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. (210) düzleminde atom sayısı: $2 \times \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = 1$ atom
 Kafes sabiti $a = \frac{4R}{\sqrt{2}} = \frac{4 \times 1,444}{\sqrt{2}} = 4,085 \text{ Å} = 4,085 \times 10^{-8} \text{ cm}$



Düzlemin eksenleri kestiği noktalar, $l_x = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}$
 $l_y = \frac{1}{k} = \frac{1}{1} = 1$, $l_z = \frac{1}{l} = \frac{1}{\infty} = 0$
 Düzlemin alanı: $\frac{\sqrt{5}}{2} a^2$

(210) de düzlemsel atom yoğunluğu $\delta_{(210)} = \frac{1}{\frac{\sqrt{5}}{2} a^2} = \frac{2}{\sqrt{5} (4,085 \times 10^{-8})^2} = \frac{2}{5,410^{14}} = 5,410^{14} \text{ at/cm}^2$

342. Demir karbürün (Fe_3C) ortorombik birim hücrelerinde 9 Fe ve 3 C atomu bulunur. Fe_3C ün özgül ağırlığı $7,6 \text{ gr/cm}^3$ olduğuna göre birim hücre hacmini bulun.

Çözüm :

Ortorombik Fe_3C birim hücrelerinin özgül ağırlığı, $d = \frac{M}{V}$

M : Birim hücredeki atomların ağırlığı. $M = \frac{9 \times 55,85 + 3 \times 12}{45}$

Birim hücre hacmi: $V = \frac{M}{d} = \frac{9 \times 55,85 + 3 \times 12}{45 \times 7,6} = \frac{118,1 \times 10^{-24}}{342} \text{ cm}^3$
 $= 118,1 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$