حل تمرين سلسلة رقم 01

ت ① شبكة cfc

$4r_{Ag} = \sqrt{2}\, a_{Ag} \Rightarrow r_{Ag} = \frac{\sqrt{2}}{4} a = 144{,}4\ pm$.

ت ②

$d = \frac{\rho_{Na}}{\rho_{eau}} = \frac{n.M}{N a^3}$, $a = \frac{4}{\sqrt{3}} r_{Na} = 2$

$d = 1{,}80\ g/cm^3$.

ت ③ نرمز بـ T لفراغات بين السطوح نصف قطرها r_t

r_0 لماسة السطوح نصف قطرها $\neq 0$

• ماسة السطوح عددها 4. أخذ الفراغات المتواجدة على منصف الجانب

$a = 2r_0 + 2r_{cfc}$, $a\sqrt{2} = 4r$

$r_0 = (\sqrt{2} - 1) = 0{,}4141\, r_{cfc}$.

• بالنسبة السطوح عددها 8 متواجدة في مركز مكعب نصف قطره $\frac{a}{2}$

قطر المكعب $d = 2r_{cfc} + 2r_t$. $a\sqrt{2} = 4r$

$\Rightarrow r_t = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1\right) r_{cfc} = 0{,}225\, r$.

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{V - V_{oc}}{V}$, $V = a^3$, $V_{oc} = \frac{4}{3}\pi\left(4r_{cf}^3 + 8r_t^3 + 4r_0^3\right)$

$\frac{\Delta V}{V} = 19{,}08\ \%$.

ت 4 نوعية الفراغات التي تتغرس فيها H : A شبكة cfc.

• H المغروسة في فراغات من نوع «بالنسبة» $r \gg 0$

$R_H = 0{,}147a$ • $\varepsilon_0 = \frac{4}{3}\pi\left[4R_A^3 + 4R_H^3\right]/a^3$

$\varepsilon_0 = 79{,}5\ \%$.

• H المغروسة في فراغات من نوع t. «مماسية الأسطح»

$R_H = 0{,}08a$, $\varepsilon_t = \frac{4\pi}{3}\left[4R_A^3 + 8R_H^3\right]/a^3$

$\varepsilon_t = 76\ \%$.

نلاحظ أن $\varepsilon_t = \varepsilon_{exp} = 75{,}5\ \%$

2/ التركيب الكيميائي هو AH_2 ، عدد التناسقي لـ H هو 4 على بعد $\frac{a\sqrt{3}}{4}$

حل معتصر سلسلة رقم 01

ت ① شبكة cfc

$4r_{Ag} = \sqrt{2}\, a_{Ag} \Rightarrow r_{Ag} = \frac{\sqrt{2}}{4} a = 144{,}4\ pm$.

ت ②

$$d = \frac{\rho_{Na}}{\rho_{eau}} = \frac{n.M}{\mathcal{N} a^3}, \quad a = \frac{4}{\sqrt{3}} r_{Na} = 2$$

$d = 1{,}80\ g/cm^3$.

ت ③ نرمز بـ T فراغات رباعية السطوح نصف قطرها r_t

ثمانية السطوح نصف قطرها r_0 ≠ 0

ثمانية السطوح عددها 4. أخذ الفراغات المتواجدة على منصف القطاع.

$a = 2r_0 + 2r_{cfc}$, $a\sqrt{2} = 4r$

$r_0 = (\sqrt{2} - 1) = 0{,}4141\, r_{cfc}$.

رباعية السطوح عددها 8 متواجدة في مركز مكعب نصف قطره $\frac{a}{2}$

قطر مكعب $d = 2r_{cfc} + 2r_t$. $a\sqrt{2} = 4r$

$\Rightarrow r_t = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1\right) r_{cfc} = 0{,}225\, r$.

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{V - V_{oc}}{V}$, $V = a^3$, $V_{oc} = \frac{4}{3}\pi\left(4r_{cf}^3 + 8r_t^3 + 4r_0^3\right)$

$\frac{\Delta V}{V} = 19{,}08\ \%$.

ت 4 نوعية الفراغات التي تتغرس فيها H : A شبكة cfc.

H المغروسة في فراغات من نوع رباعية السطوح $R_H = 0{,}147a$

$\tau_0 = \frac{4}{3}\pi\left[4R_A^3 + 4R_H^3\right]/a^3$

$\tau_0 = 79{,}5\%$.

H المغروسة في فراغات من نوع ثمانية السطوح. $R_H = 0{,}084a$

$\tau_t = \frac{4\pi}{3}\left[4R_A^3 + 8R_H^3\right]/a^3$,

$\tau_t = 76\ \%$.

نلاحظ أن $\tau_t = \tau_{exp} = 75{,}5\%$

التركيب الكيميائي هو AH_2، عدد التناسقي لـ H هو 4 على بعد $\frac{a\sqrt{3}}{4}$ /2

ت د : مثلية $n=4$ ⇐ cfc

① التركيب الكيميائي لهذه السبيكة.

حساب عدد المولات

$x_i = \frac{\text{عدد ذرات العنصر}}{\text{عدد الذرات الكلي}}$.

$x_{Cu} = 66\%$, $x_{Zn} = 34\%$.

$m_{Zn} = 35\%\ m_t$, $m_{Cu} = 65\%\ m_t$.

$m_{tot} = \frac{n}{cr} \sum_i x_i M_i = 4,259 \times 10^{-22}\ g$.

② حساب البعد البلوري للخلية

$V = m_{tot}/\rho$, $V = a^3 \Rightarrow a = \sqrt[3]{V}$

$\Rightarrow a = 0,3694\ nm$.

3/ قانون Vegard

- $a = \sum_i x_i a_i \Rightarrow R = \sum_i x_i R_i$

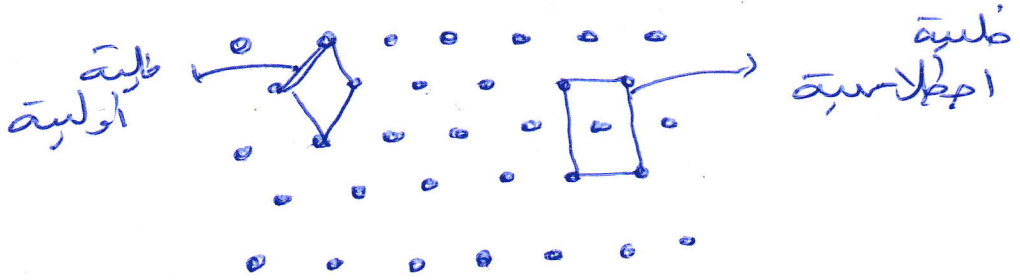
$= 0,1296\ nm$.

- $R = \frac{a\sqrt{2}}{4} \Rightarrow a = 0,366\ nm$.

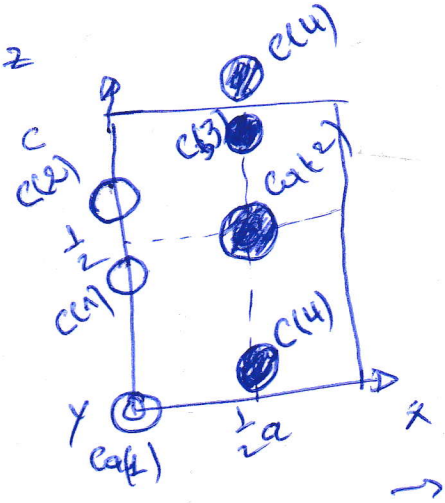
وهذه السبيكة تحقق قانون Vegard.

الحل المختصر لسلسلة رقم 02

ت①



ت②



الطراز

Ca(1) ← C(4), C(3)

Ca2 ← C(1), C(2)

$\vec{T} = \frac{1}{2}\vec{a} + \frac{1}{2}\vec{b} + \frac{1}{2}\vec{c}$

ت③ وراثن ميلر:

الشكل	التقاطع	القلوب	م م أ	وراثن ميلر
الشكل ①	$(\infty, \frac{1}{2}, \infty)$	(0,2,0)	1	(020)
الشكل ②	(∞,1,∞)	(0,1,0)	1	(010)
الشكل ③	(-1,-1,1)	(-1,-1,1)	1	$(\bar{1}\bar{1}1)$
الشكل ④	(1,1,1)	(1,1,1)	1	(111)

ت④ :

المستوى	(hkli)			
BCGF	$(10\bar{1}0)$	1	(1,0,-1,0)	(1,∞,-1,∞)
CDHG	$(01\bar{1}0)$	1	(0,1,-1,0)	(∞,1,-1,∞)
ABFE	$(1\bar{1}00)$	1	(1,-1,00)	(1,-1,∞,∞)
EFGHU	(0001)	1	(0,0,0,1)	(∞,∞,∞,1)

ت⑤ الحل في السلسلة رقم 03

حل مختصر السلسلة رقم 03

التمرين (1)

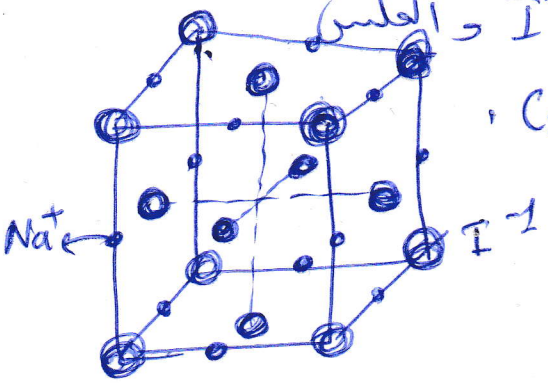
(Na^+, I^-) ، $Z=6$ ← كل كاتيون Na^+ محاط بـ 6 أنيونات I^-

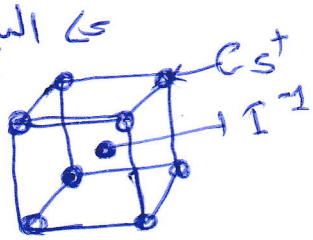
كاتيونات Na^+ : 4 ، أنيون I^{-1}

← البنية تسمى بـ $NaCl$.

(Cs^+, I^{-1}) ، $Z=8$ كل Cs^+ محاط بـ 8 I^{-1} ← العكس

البنية تسمى بـ $CsCl$ ،





② Na^+, I^- متماسة وفق الحجم [100]

$$a_{NaI} = 2(r_{Na^+} + r_{I^{-1}}) = 2{,}27\ A^\circ$$

$$4r_{I^-} = 9{,}08 \Rightarrow$$

البلورة غير متراصة.

$$a_{NaI} \times \sqrt{2} = 9{,}16$$

③ Cs^+ و I^- تكون متماسة وفق القطر الحيز "الحجم" [111]

$$a_{CsI}\sqrt{3} = 2(r_{Cs^+} + r_{I^-}) \Rightarrow a_{CsI} = 4{,}188\ A^\circ$$

④ $Z = 4$: NaI.

$$C = \frac{4 \times \left(\frac{4}{3}\pi\right)\left(r_{Na}^3 + r_{I^-}^3\right)}{a^3} = 77\%$$

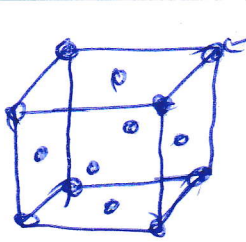
$$\rho = \frac{4 \cdot M_{NaI}}{N_A\, a_{NaI}^3} = 3{,}66\ g/s$$

CsI ، $Z = 1$

$$C_s = \frac{\left(\frac{4\pi}{3}\right) \cdot \left(r_{Cs}^3 + r_{I^-}^3\right)}{a_{CsI}^3} = 60\%$$

$$\rho = 3{,}71\ g/cm^3$$

(1) -



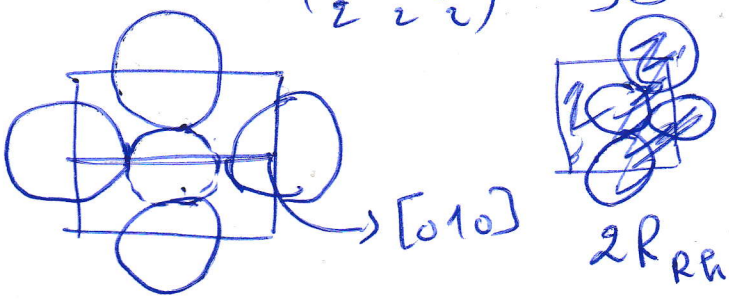
① البرنامج

$Z = 12$ ①

② $V = a_{Rh}^3$ $\rho = \frac{n M}{N \cdot V}$ ⇐ $n_{Rh} = 4$ بالتعويض نجد

$\rho = 12,45 g/cm^3$

③ نأخذ مواقع ثمانية الوجوه $(\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2})$



المستوي (200)

$2R_{Rh} + 2r = a$

$R_{Rh} = \left(\frac{a - 2R_{Rh}}{2}\right)$ ، بتعويض أخرى

$4R_{Rh} = \sqrt{2}\, a \Rightarrow R_{Rh} = \frac{\sqrt{2}}{4} a = 1,34\ A^0 \Rightarrow r_{Rh} = 0,56 A^0$

④ الربح المنسوب:

$$\frac{\Delta C}{C_1} = \frac{C_2 - C_1}{C_1}$$

C_1 التعبئة الحجمية بدون إشغال مواقع ثمانية الوجوه

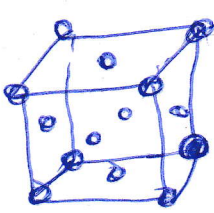
$$C_1 = \frac{4 \cdot \frac{4}{3}\pi (R_{Rh})^3}{a_{Rh}^3}$$

C_2 التعبئة الحجمية بعد شغل مواقع ثمانية الوجوه

$$C_2 = \frac{4 \times \frac{4}{3}\pi (R_{Rh}^3) + 4 \times \frac{4}{3}\pi (r^3)}{a_{Rh}^3}$$

$\frac{\Delta C}{C_1} = 0,073 \Rightarrow \frac{\Delta C}{C_1} = 7,3\%$

التمرين ③



① رسم الخلية

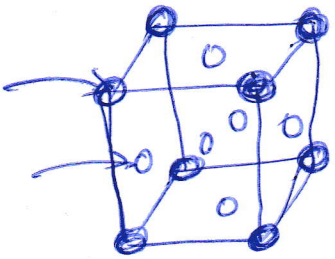
② تأكد المستوي (100) ، المتجه [011] التلامس

$4R_{Cu} = \sqrt{2}\, a_{Cu} \Rightarrow R_{Cu} = \frac{\sqrt{2}}{4} a$

$\rho = \frac{n \cdot M}{\mathcal{N} \cdot V} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot M}{\mathcal{N} \cdot V}} = 3{,}62\,A^\circ$

$\Rightarrow R_{Cu} = 1{,}28\,A^\circ$.

③ a- بتبين الطريقة المستوى (100) المتجه [011]



$2R_{Cu} + 2R_{Ag} = \sqrt{2}\, a'$

$a' = \sqrt{2}\,(R_{Cu} + R_{Ag}) = 3{,}85\,A^\circ$

b/ حساب ρ' ، $n_{Ag} = 1$ ، $n_{Cu} = 3$ ، $v' = a'^3$

$\rho' = \frac{\sum_i n_i M_i}{\mathcal{N} \cdot v'} \rightarrow = \frac{n_{Ag} M_{Ag} + n_{Cu} M_{Cu}}{a'^3} =$

$= 8685\ Kg/m^3$

c/ حساب Ag%

$Ag\% = \frac{m_{Ag}}{m_{maille}} = \frac{m_{Ag}}{m_{Ag} + m_{Cu}} = \frac{n_{Ag} \cdot M_{Ag}}{n_{Ag} \cdot M_{Ag} + n_{Cu} M_{Cu}}$

$= 36\%$.

التمرين ③ — ZnS

① العدد التناسقي: $[Zn^{+2}, S^{-2}] = [S^{-2}, Zn^{+2}] = 4$

② عدد الوحدات في الخلية:

S^{-2}: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$

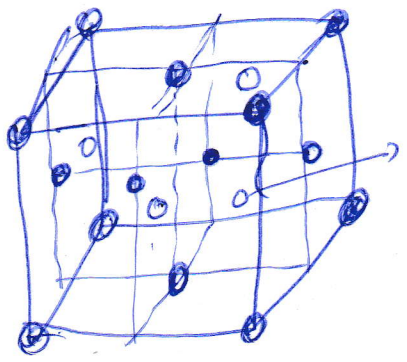
Z^{+2}: $4 \times 1 = 4$ $\quad Z = 4$ مولات.

$$\rho = \frac{Z(M_{ZnS})}{N \cdot a^3} = \frac{4(M_{Zn} + M_S)}{N \cdot a^3}$$

③ أصغر مسافة بين Zn^{+2} و S^{-2} تكون وفق القطر الكبير [111] والذي يساوي:

$$d_{Zn^{+2}S^{-2}} = a\frac{\sqrt{3}}{4} = 2{,}134\,A^\circ$$

$d_{Zn^{+2}S^{-2}} < \Sigma r_{Zn^{+2}} + r_{S^{-2}}$ ← نحكم أن الكرات الخلية غير ملامسة



حل مختصر سلسلة رقم 04

① حساب عامل البنية للشبكة C.C

$$F_{hkl} = \sum_{j=1}^{s} f_j \exp 2\pi i (hx_j + ky_j + lz_j)$$

$s = 2$ عدد الذرات ، (x_j, y_j, z_j) إحداثيات الذرات. $(0,0,0)$, $(\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2})$

بالتعويض في العبارة ، الذرات من نفس النوع

$$F_{hkl} = f_1 + f_2 \exp i\pi(h+k+l).$$

$$F_{hkl} \neq 0 \Rightarrow \begin{cases} = 0 & 1 + \exp(i\pi(k+h+l)) = 0 \\ \neq 0 & 1 + \exp(i\pi(h+k+l)) \neq 0 \end{cases},$$

$$e^{i\pi} = e^{3\pi i} = \dots = (-1)$$
$$e^{2\pi i} = e^{4\pi i} = \dots = (1)$$
$$\Big\} \; e^{2n\pi i} = (-1)^n$$

$$F_{hkl} \begin{cases} 0 & h+k+l = 2n+1 \\ 2f_1 & h+k+l = 2n \end{cases}.$$

$h+k+l = 2n+1$ ← الانعكاسات الممنوعة

② حالة الشبكة c.f.c $n=4$, $(0,0,0)$, $(\frac{1}{2}\frac{1}{2}0)$, $(0\frac{1}{2}\frac{1}{2})$ $(\frac{1}{2}0\frac{1}{2})$

$$F_{hkl} = f_1 + f_2 \exp i\pi(k+h) + f_3 \exp i\pi(h+l) + f_4 \exp i\pi(k+l)$$

ذرات من نفس النوع $f_1 = f_2 = f_3 = f_4$

$F_{hkl} \neq 0$ ← الانعكاسات المسموحة

يجب أن تكون h, k, l مختلطة «فردية أو زوجية»

التمرين ③

$\frac{1}{d^2} = \frac{4}{3}\left(\frac{h^2+hk+l^2}{a^2}\right) + \frac{l^2}{c^2}$ ، $2d\sin\theta = n\lambda$ علاقة براغ

من أجل (100) : $d_{100} = 2,124\,A^\circ$

$a = \frac{2d_{100}}{\sqrt{3}} = 2,45\,A^\circ$

من أجل (002) : $d_{002} = 1,9661$

$\Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{l^2}{c^2} \Rightarrow c = 3,9322\,A^\circ$

$\sin\theta = \frac{\lambda}{2d}$

2θ	$\sin^2\theta$	$N_1 = \frac{\sin^2\theta_i}{\sin^2\theta_1}$	N_2	N_3	N	hkl
42,72	0,1327	1	2	3	3	111
49,74	0,1769	1,3333	2,6665	3,9998	4	200
72,99	0,3537	2,6664	7,3328	7,9993	8	220

من خلال المستويات التي ظهرت نلاحظ أن لدينا كلها من نفس النوع ي الشبكة هي C.F.C

$a = \frac{\lambda\sqrt{h^2+l^2+k^2}}{2\sin\theta}$ $a_{moy} = 3,6659\,A^\circ$

التمرين ④

a) Cubic $\theta = \text{Arc}\sin\frac{\lambda}{2d}$ ، $d = \frac{a}{\sqrt{h^2+l^2+k^2}}$

b) hexagonal $\frac{1}{d^2} = \frac{4}{3}\left(\frac{h^2+kh+k^2}{a^2}\right) + \frac{l^2}{c^2}$

c) tetragonal

بالمقارنة بين الزاوية θ المحسوبة من المركبات والمنحنى نجد أن المركبات عبارة عن خليط من Pt_8Al_{21} Pt_8Al_2

حل مختصر للسلسلة رقم 05

التمرين ①

$T \gg \theta_D \Rightarrow C_v = 3R$.

$\frac{\Delta Q}{\Delta T} = n C_v = \frac{m}{M} C_v \Rightarrow M = 9\ g/mol$.

ب ②

$T \ll \theta_D \Rightarrow C_v = 234\, \pi R_B \left(\frac{T}{\theta_D}\right)^3 = \frac{m}{m} \frac{dQ}{dT}$

$\Rightarrow \int_{Q_1}^{Q_2} dQ = \int_{T_1}^{T_2} 234 \frac{m}{M} \pi R_B \left(\frac{T}{\theta_D}\right)^3 dT$

$= 234 \frac{m}{M} \frac{\pi R_B}{\theta_D^3} \frac{T^4}{4} \Big/_{T_1}^{T_2} = -435\ J$

(-) تفقد الخزانة الحرارة.

• كتلة الألمنيوم

$2700\ J \longrightarrow 1\ l$

$435 \longrightarrow x \Rightarrow x(l) = 0{,}16\ l$.

ب 3

$\alpha_t = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta T} = \frac{1}{l_0} \frac{l - l_0}{T - T_0} = 15 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

ب 4

$\alpha_S = \frac{1}{S} \frac{\Delta S}{\Delta T} \Rightarrow \Delta S = \alpha_S \cdot S \cdot \Delta T$. $\alpha_S = 2\alpha_t$, $S = a \times b$

$\Delta S = 2\alpha_t\, a \cdot b \cdot \Delta T = 2{,}8 \times 10^{-3}\ m^2$

ب 5

$\alpha_L = \frac{1}{l_1} \frac{\Delta l}{\Delta T} \Rightarrow \Delta l = \alpha_1 l_1 \Delta T$

نعلم أن $\alpha_L = 12 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

$\Delta l = 8{,}64 \times 10^{-3}\ Cm$.

ب 6

$\Delta l = \alpha_L l_1 \Delta T = 7{,}2\ mm$.