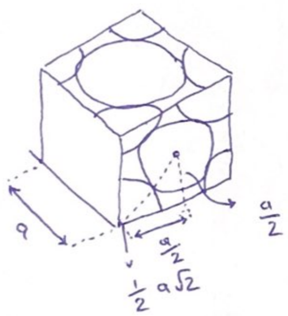
به نام خدا

تمرین سری یک فیزیک الکترونیک

رضا آدینه پور : 9814303

01/12/4

① نسبت فضای اشغال شده از حجم سلول واحد FCC که از اتم ها پر شده است را با فرض مدل کروی سخت محاسبه کنید. در مدل کروی سخت فرض می شود اتم ها کره هایی هستند که برهم مماس هستند.



شعاع هر کره : $\frac{1}{4}a\sqrt{2}$ $\Rightarrow$ حجم هر اتم $= \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{1}{4}a\sqrt{2}\right)^3$

حجم سلول واحد : a^3

درصد اشغال فضا توسط اتم ها : $\frac{4\left(\frac{4}{3}\right)\pi\left(\frac{1}{4}a\sqrt{2}\right)^3}{a^3}\times 100 = 74\%$

---

② چگالی وزنی Si , GaAs را محاسبه کنید. وزن اتمی Si ، Ga ، As به ترتیب 28.1 ، 69.7 و 74.9 است. ثوابت شبکه برای Si , GaAs به ترتیب 5.43 و 5.45 است.

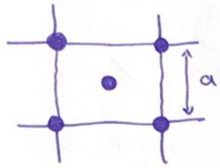
Si : $a = 5.43\times10^{-8}$ cm, 8 atoms/cell $\Rightarrow \frac{8 \text{ atoms}}{a^3} = \frac{8}{(5.43\times10^{-8})^3} = 5\times10^{22}\ \left(\frac{1}{cm^3}\right)$

$$\text{density} = \frac{5\times10^{22}\times 28.1}{6.02\times10^{23}} = 2.33\ \frac{g}{cm^3}$$

GaAs : $a = 5.65\times10^{-8}$ cm , 4 Ga, As $\frac{\text{atoms}}{\text{cell}}$ $\Rightarrow \frac{4 \text{ atoms}}{a^3} = \frac{4}{(5.65\times10^{-8})^3} = 2.22\times10^{22}\ \left(\frac{1}{cm^3}\right)$

$$\text{density} = \frac{2.22\times10^{22}\times(69.7+74.9)}{6.02\times10^{23}} = 5.33\ \frac{g}{cm^3}$$

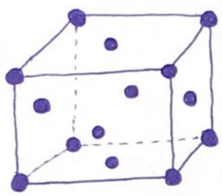
③ a) تعداد اتم‌ها بر سانتی‌متر مربع بر روی سطح ویفر Si (100) را بیابید. ب) با توجه به اینکه سلول واحد
در InP از نوع FCC با ثابت شبکه a = 5.87 آنگستروم است، کمترین فاصله بین دو اتم مجاور را
در InP را محاسبه کنید.



number of atoms per (100) surface $= 4 \times \frac{1}{4} + 1 = 2$

atoms per (100) surface area $= \frac{2}{(5.43\,\text{Å})^2} = 6.78 \times 10^{14}$

b)



fcc lattice with $a = 5.87\,\text{Å}$

nearest neighbor distance $= \frac{a}{2}\sqrt{2} = \frac{5.87\,\text{Å}}{2}\sqrt{2} = 4.15\,\text{Å}$

---

④ سلول اولیه در یک شبکه متشکل از دو اتم است به طوری که اتم A در مرکز (0,0,0) و اتم B در $(\frac{a}{2},0,0)$
قرار دارد. سلول واحد شبکه از نوع SC با ثابت شبکه a = 4 Å را ترسیم کنید. a) ضریب فشردگی (یعنی
نسبتی از حجم کل که توسط اتم‌ها اشغال شده است با فرض مدل کره‌ی سخت) را محاسبه کنید. b) تعداد
اتم‌های B در واحد حجم، c) تعداد اتم‌های A در واحد سطح در صفحه (100) را محاسبه کنید؟

number of A atoms per unit cell $= 8 \times \frac{1}{8} = 1$

" " B " " " $= 1$

V of atoms per unit cell $= 1 \times \frac{4\pi}{3}(1\,\text{Å})^3 + 1 \times \frac{4\pi}{3}(1\,\text{Å})^3 = \frac{8\pi}{3}\,\text{Å}^3$

V of unit cell $= (4\,\text{Å}^3) = 64\,\text{Å}^3$

Packing function $= \frac{\frac{8\pi}{3}\,\text{Å}^3}{64\,\text{Å}^3} = \frac{\pi}{24} = 0.13 = 13\%$

- - - - - - - - - - - - -

B Atoms Volume density $= \frac{1\text{ atom}}{64\,\text{Å}^3} = 1.56 \times 10^{22}\ \frac{1}{cm^3}$

number of A atoms on (100) plane $= 4 \times \frac{1}{4} = 1$

A atoms (100) areal density $= \frac{1\text{ atoms}}{(4\,\text{Å})^2} = 6.25 \times 10^{14}\ \frac{1}{cm^2}$

---

⑤ چگالی وزنی Ge , InP با ثوابت شبکه به ترتیب 5.66 , 5.87 آنگستروم را محاسبه کنید.
جرم اتمی Ge , In , P به ترتیب 72.6 ، 114.8 , 31 گرم بر مول است.

Ge: $a = 5.66 \times 10^{-8}$ cm, 8 atoms/cell $\Rightarrow \frac{8\text{ atoms}}{a^3} = \frac{8}{(5.66 \times 10^{-8})^3} = 4.41 \times 10^{22}$

density $= \frac{4.41 \times 10^{22} \times 72.6}{6.02 \times 10^{23}} = 5.32$

GaAs: $a = 5.87 \times 10^{-8}$ cm, 4 In, P atoms/cell $\Rightarrow \frac{4}{a^3} = \frac{4}{(5.87 \times 10^{-8})^3} = 1.98 \times 10^{22}$

density $= \frac{1.98 \times 10^{22} \times (114.8 + 31)}{6.02 \times 10^{23}} = 4.79\ \frac{g}{cm^3}$