البـــاب الخامس

« الجوامد »

أمثلة محلولة :

مثال (١) :

ما هو عدد ذرات وحدة خلية التنظيم :

(أ) المكعبي البسيط ، (ب) الممركز الجسم ، (حـ) الممركز الوجه .

الحل :

(ا) فى المكعب البسيط توجد الذرات فى أركان المكعب . $\frac{١}{٨}$ حجم الذرة فقط يشغل ركن المكعب. وحيث إن هناك ٨ أركان فإن ٨ ذرات تساهم كل منها بمقدار $\frac{١}{٨}$ حجمها فيكون هناك $٨ \times \frac{١}{٨}$ أو ذرة واحدة للمكعب :

(ب) فى التنظيم الممركز الجسم توجد ثمان ذرات فى الثمانية أركان للمكعب وتساهم كل منها بمقدار $\frac{١}{٨}$ حجمها لوحدة الخلية وبذلك يكون هناك مساهمة $٨ \times \frac{١}{٨}$ أو ذرة واحدة من أركان المكعب . وبجانب هذا يوجد ذرة فى وسط المكعب توجد تماماً داخل وحدة الخلية ويكون الحصيلة أن هناك ذرتين لوحدة الخلية .

(حـ) فى التنظيم الممركز الوجه يوجد ثمانى ذرات فى الثمانية أركان وكل ذرة تساهم بمقدار $\frac{١}{٨}$ ويوجد ٦ ذرات كل فى واحد من الستة أوجه للمكعب ويساهم كل منها بمقدار $\frac{١}{٢}$ وتكون النتيجة أن هناك ٤ ذرات لوحدة الخلية .

مثال (٢) :

إذا علم أن كثافة فلز الألمونيوم هى ٢.٧٠٢ جم / سم^{٣} وأنه يتبلور تبعاً للتنظيم المكعبي ممركز الوجه . احسب بعد وحدة الخلية .

الحل :

يمكن حساب بعد وحدة الخلية بمعلومية كثافة البلورة (d) باستخدام المعادلة :

$$d = \frac{z\ M}{N_o\ a^3} \quad (\text{كثافة البلورة})$$

حيث z = عدد الجزيئات لوحدة الخلية ، M = الوزن الجزيئى ، N_o = عدد أفوجادرو = $٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ ، (a^3) = حجم وحدة خلية التنظيم المكعبى حيث a ترمز إلى طول حافة المكعب أو بعد وحدة الخلية .

وبالتعويض فى هذه المعادلة نحصل على :

$$\left(\frac{٤ \times ٢٦,٩٨}{٢٣١٠ \times ٦,٠٢ \times ٢,٧٠٢}\right) = \left(\frac{z\ M}{N_o d}\right) = {}^{٣}(a)$$

$$(a) = \sqrt[٣]{\left(\frac{٤ \times ٢٦,٩٨}{٢٣١٠ \times ٦,٠٢ \times ٢,٧٠٢}\right)} = ٤,٠٥ \times ١٠^{-٨} \text{ سم}$$

مثال (٣) :

وجد من دراسة حيود الأشعة السينية فى بلورات كلوريد الصوديوم أن طول وحدة الخلية هو ٥,٦٢٨ أنجستروم . أوجد كثافة كلوريد الصوديوم التى تتوقعها بناء على هذه النتيجة . وإذا فرض أن أحد أيونات الكلوريد التى توجد مثلا فى منتصف حافة وحدة خلية كلوريد الصوديوم قد استبدلت بأيون بروميد ، فكم تكون النسبة المئوية لشوائب البروميد فى المادة الغير نقية .

الحل :

نحسب كثافة كلوريد الصوديوم من المعادلة التى سبق الإشارة إليها :

$$d = \frac{zM}{N_o a^3} \quad (\text{الكثافة})$$

حجم وحدة الخلية $= {}^{٣}(a) = {}^{٣}(٥,٦٢٨ \times ١٠^{-٨})$

$$= ١,٧٨٣ \times ١٠^{-٢٢} \text{ سم}^{٣}$$

$$\text{كتلة وحدة الخلية} = \left(\frac{z\ M}{N_o}\right) = \frac{٤ \times ٥٨,٤٤}{٢٣١٠ \times ٦,٠٢} = ٣,٨٧ \times ١٠^{-٢٣} \text{ جم}$$

$$\text{الكثافة} = \frac{٣.٨٨ \times ١٠^{-٢٢}}{١,٧٨٣ \times ١٠^{-٢٢}} = ٢,١٨ \text{ جم / سم}^{٣}$$

إذا استبدل أحد أيونات الكلوريد بأيون بروميد فإن وحدة الخلية تحتوى على :

عدد أيونات الصوديوم :$= (٨ \times \frac{١}{٨}) + (٦ \times \frac{١}{٢}) = ٤$ (يبقى كما هو)

عدد أيونات البروميد $= ١ \times \frac{١}{٤} = \frac{١}{٤}$

عدد أيونات الكلوريد $= (١١ \times \frac{١}{٤}) + ١ = \frac{١٥}{٤}$

وفى هذه الحالة يكون :

النسبة المئوية لشوائب البروميد =

$$\frac{\frac{١}{٤} \times \text{الوزن الذرى للبروميد} \times ١٠٠}{(\frac{١٥}{٤} \times \text{الوزن الجزيئى لكلوريد الصوديوم}) + (\frac{١}{٤} \times \text{الوزن الجزيئى لبروميد الصوديوم})}$$

$$= \frac{١٠٠ \times ٧٩,٩١ \times \frac{١}{٤}}{١٠٢,٩٠ \times \frac{١}{٤} + ٥٨,٤٤ \times \frac{١٥}{٤}} = ٨,١٦ \%$$

أسئلة وتمارين إضافية :

١ — إذا افترضنا الذرات عبارة عن كرات مصمطة وأن مراكز ثمانية ذرات تشغل أركان المكعب فى ضم مكعبى بسيط (simple cubic packing) وأنها تتلامس على طول حواف وحدة الخلية . أوجد نسبة الفضاء الفارغ فى المكعب .

(الجواب : ٤٧,٦ ٪)

٢ — احسب كثافة بلورات أكسيد المغنسيوم المكعبة إذا علم أن وحدة الخلية تحتوى على ٤ ذرات مغنسيوم و ٤ ذرات أكسجين وأن طول جانب المكعب ٤.٢٠ انجسترم .

(الجواب : ٣,٦٢ جم/سم^{٣})

٣ — إذا علم أن الباريوم يتبلور تبعاً للتنظيم المكعبى ممركز الجسم . احسب نصف القطر الظاهرى لذرة الباريوم إذا علم أن حافة وحدة الخلية تساوى ٥.٠١٥ انجسترم .

(الجواب : ٢,١٧٢ انجسترم)

٤ – إذا علم أن الذهب يتبلور تبعاً للتنظيم المكعبي ممركز الوجه وأن طول وحدة الخلية هو ٤,٠٧٠ انجستروم . وإذا افترضنا أن الذهب يتكون من ذرات كروية مصمتة ومتلامسة ، احسب نصف قطر ذرة الذهب في الحالة الحامدة .

(الجواب : ١.٩٣٩ انجستروم)

٥ – إذا احتوى التنظيم المكعبي ممركز الوجه على ذرات من نوع (A) في أركان المكعب وعلى ذرات من نوع (B) في مركز الأوجه . أوجد الصيغة البسيطة للمركب الذي يتكون من ذرات (A) ، (B) . وإذا فرضنا أن أحادى الأركان التي يشغلها ذرات (A) أصبحت خالية فماذا تكون الصيغة البسيطة لمركب في هذه الحالة .

(الجواب : صيغة المركب AB_3 ، وعندما يصبح أحد الأركان التي يشغلها A شاغرة تصبح الصيغة A_7B_{24})

٦ – إذا علم أن الألمنيوم يتبلور تبعاً لتنظيم المكعبي ممركز الوجه وأن كثافة الفلز ٢.٧ جم / سم . احسب طول وحدة الخلية .

(الجواب : $٤,٠ \times ١٠^{-٨}$ سم) .