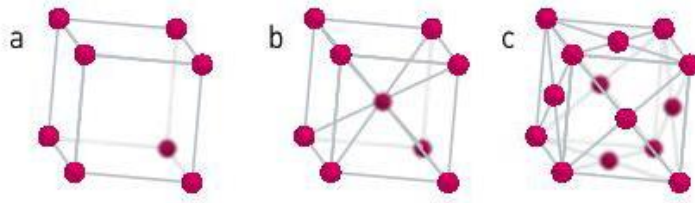


Contrôle n°2 05.12.2023. Correction. Classe de première, enseignement scientifique

I. (9 pts) Partie cours

1. (1pt) Les réseaux

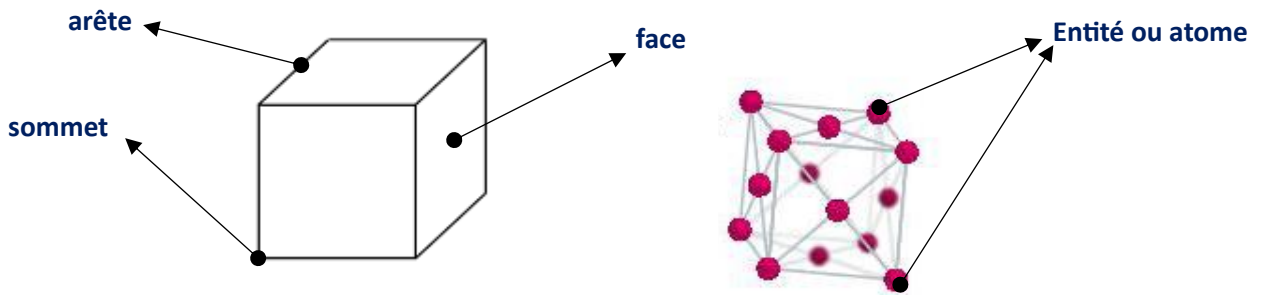
Déterminer parmi les mailles de réseaux cristallins ci-dessous le **cubique simple** et le **cubique à faces centrées**.



Le modèle « a » est le cubique simple car la maille contient une entité sur tous les sommets du cube. Le modèle « c » est le cubique à faces centrées car la maille contient une entité sur tous les sommets et une entité au centre de toutes les faces du cube.

2. (2pts) Vocabulaire sur les réseaux

a. (1pt) Compléter la légende sur les figures ci-dessous : (**face, arête, sommet, entité ou atome**)



b. (1pt) Combien d'**arêtes** de **faces** de **sommets** contient un cube ?

Un cube contient 6 faces, 8 sommets et 12 arêtes.

3. (2pts) Maille a

La maille a d'un réseau, figure 4, se répète dans toutes les directions de l'espace, figure 5, pour former un cristal. Ainsi les atomes aux sommets des mailles sont partagés entre-elles. Les parties des atomes intégrées dans la maille sont représentés sur la figure 7

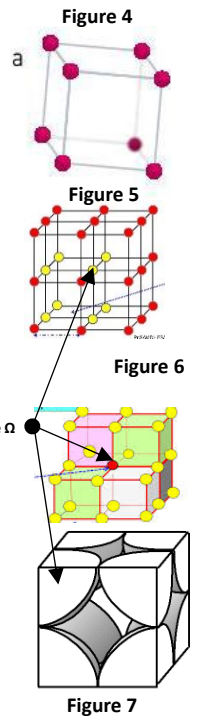
a. (1pt) Un atome Ω (figures 5, 6,7) au sommet d'une maille est partagé par combien de mailles ? Quelle proportion de cet atome est donc intégrée dans une seule maille ?

L'atome Ω est partagé par 8 mailles qui l'entourent.

La proportion du volume de cet atome que contient une maille n'est donc que de $1/8^{\text{ème}}$.

b. (1pt) Combien d'atome(s) en tout contient alors **une seule maille a** ?

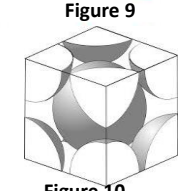
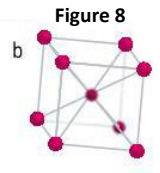
La maille « a », cubique simple, possède 8 sommets avec $1/8^{\text{ème}}$ d'atome sur chacun. Elle ne contient alors que $1/8 \cdot 8 = 1$. Soit un seul atome.



4. (2pts) Le maille b

Faire le bilan du nombre d'atomes au **centre** et **aux sommets**, intégrés dans la maille b, à l'aide des figures 8 et 9.

La maille «b», possède un atome en tout sur tous ces sommets et un autre atome complet en son centre, elle contient alors en tout deux atomes.



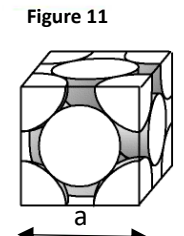
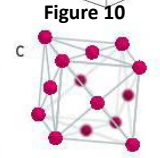
5. (2pts) La maille c

Déterminer le nombre d'atomes intégrés à la maille c sur ses **sommets** et ses **faces** avec les figures 10 et 11.

La maille c, cubique à faces centrées, contient un atome en tout sur tous ses sommets.

Elle contient aussi 1/2 atomes sur ses six faces, soit 1/2*6=3 atomes

La maille c, cubique à faces centrées, contient donc en tout, 4 atomes.



II. (12pts) Application du cours

1. (3pts) Masse volumique et compacité de la structure cristalline de L'or

L'or se trouve à l'état natif (non oxydé) dans la nature et apparait sous forme de petit cubes jaunes (figure12). Sa structure cristalline est **cubique à faces centrées**.

La dimension de sa maille est de : **a = 4,07 Å** (figure 11).

La masse d'un atome d'or est de : **m_{at}=3,25*10⁻²⁵Kg**.

Le rayon d'un atome d'or est de : **r_{at}= 0,144 nm**

Données :1nm correspond à 10⁻⁹m, 1 Å correspond à10⁻¹⁰m, 1pm correspond à 10⁻¹²m.

a. (1pt) Calculer la masse volumique **ρ₁** de la maille d'or en Kg/m³.

La maille cubique à faces centrées contient en tout 4 atomes soit m_{maille}=4*m_{at}

Son volume est de V=a³. Sa masse volumique est donc de ρ₁=4*m_{at}/a³.

L'application numérique donne
$$\rho_1 = \frac{4 \cdot 3,25 \cdot 10^{-25}}{(4,07 \cdot 10^{-10})^3} = 1,93 \cdot 10^4 \text{ Kg/m}^3$$



Figure 12

b. (1pt) La densité de l'or est de d_{or} = 19,3. Ce résultat confirme -t-il la masse volumique de la maille cristalline de l'or calculée sur la question qui précède ?

On a la relation : d_{or}= ρ_{or}/ ρ_{eau}

On en déduit ρ_{or}= d_{or}* ρ_{eau} avec ρ_{eau}=1000Kg/m³

L'application numérique donne ρ_{or}=19*1000=19000Kg/m³ soit 1,900 * 10⁴ Kg/m³

Le résultat est donc cohérent avec celui de la question a).

c. (1pt) Déterminer le volume occupé par tous les atomes d'or dans la maille, en déduire sa compacité **c₁** .

La maille contient 4 atomes, le volume occupé par un seul atome est de : V_{atome}= (4/3)*π* r_{at}³.

Le volume occupé par tous les atomes est donc de V_{atomes}=4*((4/3)*π*r_{at}³).

La compacité est donc :
$$c = \frac{V_{atomes}}{V_{maille}} = \frac{4 \cdot \left(\frac{4}{3}\right) \cdot \pi \cdot r_{at}^3}{a^3}$$

L'application numérique donne :
$$c = \frac{V_{atomes}}{V_{maille}} = \frac{4 \cdot \left(\frac{4}{3}\right) \cdot \pi \cdot (1,44 \cdot 10^{-10})^3}{(4,07 \cdot 10^{-10})^3} = 0,74$$

2. (4pts) Masse volumique et compacité de la structure cristalline du polonium

Le polonium : ${}^{210}_{84}\text{Po}$ (figure13) est un atome radioactif extrêmement dangereux qui cristallise sous le réseau **cubique simple**.

La masse d'un atome est de : $m_{\text{at}}=3,48 \cdot 10^{-25} \text{Kg}$.

Son Rayon atomique est de : $r_{\text{at}}= 1,70 \text{ \AA}$

La dimension de sa maille est de : $a = 3,35 \text{ \AA}$



Figure 13

a. (3pts) Calculer la masse volumique ρ_2 et la compacité c_2 du polonium 210

Pour la masse volumique :

La maille cubique simple ne contient qu'un seul atome soit $m_{\text{maille}}=m_{\text{at}}$

Son volume est de $V=a^3$. Sa masse volumique est donc de $\rho_1=m_{\text{at}}/a^3$.

L'application numérique donne $\rho_2 = \frac{3,48 \cdot 10^{-25}}{(3,35 \cdot 10^{-10})^3} = 9,27 \cdot 10^4 \text{ Kg/m}^3$

Pour la compacité

Comme la maille ne contient qu'un seul atome, on a : $V_{\text{atomes}}= ((4/3) \cdot \pi \cdot r_{\text{at}}^3)$

a compacité est donc $c = \frac{V_{\text{atomes}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{(\frac{4}{3}) \cdot \pi \cdot r_{\text{at}}^3}{a^3}$

L'application numérique donne $c = \frac{V_{\text{atomes}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{(\frac{4}{3}) \cdot \pi \cdot (1,70 \cdot 10^{-10})^3}{(3,35 \cdot 10^{-10})^3} = 0,54$

b. (1pt) La densité du polonium est de $d_{\text{Po}}=9,2$. Cette donnée est-elle cohérente avec le résultat sur la masse volumique qui précède ?

Si la densité est de 9,2 alors sa masse volumique est de 9200 Kg/m^3 , valeur voisine de celle calculée avec celle de la maille.

3. (5pts) Le chlorure de sodium

La maille de la structure cristalline du chlorure de sodium est donnée ci-contre sur la figure 14

a. (1pt) Quelle est **la structure cristalline** que forment les ion Cl^- (nom de la maille) ?

La structure cristalline des ions Cl^- et des Na^+ est cubique à faces centrées.

b. (1pt) **Combien d'ions Cl^-** sont intégrés en tout dans cette maille sur ses **sommets** et ses **faces** ?

Aux 8 ions sur tous les sommets de la maille on obtient un seul intégré dans la maille.

Aux six ions sur toutes les faces de la maille on en obtient trois intégrés dans la maille

Le nombre d'ions Cl^- intégrés dans cette maille de chlorure de sodium est donc de 4 en tout.

c. (1pt) **Combien d'ions Na^+** sont intégrés en tout dans cette maille en son **centre** et toutes ses **arêtes** ?

La maille contient douze arêtes sur lesquels les ions Na^+ sont placés. Mais $\frac{1}{4}$ de ces ions sont intégrés dans la maille. Le nombre d'ions intégrés sur toutes les arêtes est donc de : $12/4=3$.

IL faut ajouter à ces 3 ions celui placé au centre de la maille, ce qui donne en tout 4 ions Na^+ intégrés dans cette maille de chlorure de sodium.

d. (2pts) Déterminer la masse volumique du chlorure de sodium ρ_{NaCl}

On donne : $m_{ion}(Na^+)=3,82 \cdot 10^{-25}Kg$ $m_{ion}(Cl^-)=5,90 \cdot 10^{-25}Kg$ $a = 12,1 \text{ \AA}$

La maille contient 4 ions chlorure et 4 ions sodium, on en déduit :

$$\text{donne } \rho_{NaCl} = \frac{4 \cdot (m_{ion}(Na^+) + m_{ion}(Cl^-))}{a^3} = \frac{4 \cdot (3,82 \cdot 10^{-25} + 5,9 \cdot 10^{-25})}{(12,1 \cdot 10^{-10})^3} = 2,20 \cdot 10^4 Kg/m^3$$

