Contrôle n°2 du 12.11.2024. Correction

Données

- **La compacité est le rapport du volume occupé par tous les atomes sur le volume de la maille** $c = \frac{V_{atomes}}{V_{maille}}$
- **La masse volumique est le rapport de la masse de tous les atomes présents dans la maille sur son volume** $\rho = \frac{m_{atomes}}{V_{maille}}$
- **Représentation du noyau d'atome d'hélium :** ${}^{4}_{2}He$
- **Représentation du noyau d'atome de plomb :** ${}^{206}_{82}Pb$
- **1nm correspond à 10^{-9}m**
- **1g/cm³ correspond à : 1Kg/dm³ , qui correspond à : 1000Kg/m³**
- **Dans une maille cubique à faces centrées on a la relation :** $a = \frac{4*r}{\sqrt{2}}$

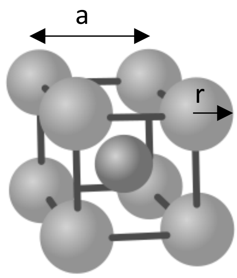
I. (2pts) Exercice n°1 Construire une phrase en utilisant les termes suivants

- Verre- amorphe, cristallin -géométrique

Le verre est un solide amorphe où les entités chimiques sont disposées sans ordre géométrique.

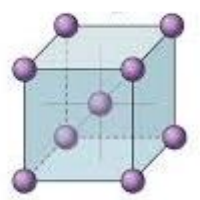
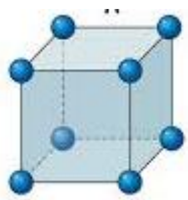
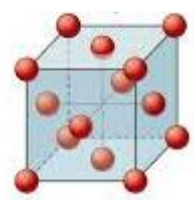
- Cristal -maille périodique

Un cristal est constitué par la répétition périodique d'une maille.



II. (3pts) Exercice n°2 reconnaitre les réseaux atomiques et leurs caractéristiques

- La maille ❶ d'un réseau est dessinée ci-contre sous forme compacte et dans le tableau ci-dessous en modèle éclaté. Identifier parmi les mailles ❷ et ❸ la **maille cubique simple** et celle **cubique à faces centrées**

Numéro de la maille	❶	❷	❸
Dessin en modèle éclaté de la maille			
Nom des mailles	**Cubique centré**	**Cubique simple**	**Cubique à faces centrées**
Nombre d'entités par maille	**2**	**1**	**4**
Compacité	**0,68**	**0,52**	**0,74**

- Compléter le tableau ci-dessus en justifiant le nombre d'entités par maille des réseaux❶, ❷, ❸

Pour le réseau cubique simple 1/8éme d'entité est présente sur les huit sommets ce qui fait en tout une entité complète sur toute la maille. Pour le réseau cubique à faces centrées, 1/8éme d'entité est présente sur les huit sommets, ce qui donne une seule entité. Puis une demie entité est présente sur les six faces ce qui donne alors trois entités sur les six faces. Le cubique à faces centrées contient donc alors 4 entités
Pour le cubique centré une entité complète au centre et une autre sur les huit sommets.

- Laquelle des mailles de ces 3 réseaux cristallins donne le plus grand nombre d'atomes par maille, soit qui possède la compacité la plus grande ? Compléter ainsi, la quatrième ligne du tableau en ajoutant les chiffres **0,74** et **0,52**.

Le plus grand nombre d'entités est sur le cubique à faces centrées qui est le plus compact et donne une compacité de 0,74.

III. (5pts) Exercice n°3La structure cristalline du Le polonium

Source :https://fr.wikipedia.org/wiki/Polonium

Le polonium ${}^{210}_{84}Po$,fut découvert par Pierre et Marie Curie, en 1898. Il fait partie des éléments produits lors de la désintégration de l'uranium 238, qui finalement conduisent au plomb. Sa demie vie est de 138 jours. L'énergie qu'il génère lors de sa **désintégration α** pour former du **plomb** est des millions de fois plus importante que celle de la lumière solaire. Un échantillon d'un gramme développe une puissance thermique de 140W, ce qui le rend particulièrement dangereux. Sous forme solide, il cristallise sous le réseau **cubique simple** en raison de la structure électronique particulière de son cortège électronique. Il se **sublime** facilement, même à température ambiante, sa faible température de **fusion** à 250°C le rend encore plus redoutable. Il peut provoquer de graves maladies dont Marie Curie en fut victime.

Données **:**

- **Côté de la maille : a_{Po}= 0,3358nm**
- **Densité d_{Po}= 9,196**
- **Masse d'un atome :m_{Po}= 3,49.10^{-25}kg**

a. (2pts) Clarifier les mots en gras dans le texte ci-dessus (désintégration α en plomb, cubique simple, sublimer).

L'atome de polonium subit une désintégration radioactive de type alpha soit :

$${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$$

Sa structure cristalline est cubique simple.

Il se sublime, soit passe directement de l'état solide à gazeux,

Il entre en fusion à seulement 250°C.

b. (3pts) Justifier que le Polonium a une densité voisine de 9,2

La structure cristalline cubique simple soit il ne contient qu'un seul atome.

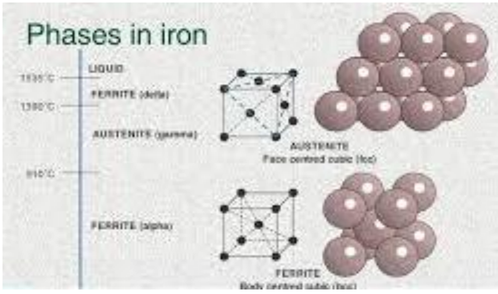
On en déduit la relation $\rho_{Po} = \frac{m_{Po}}{V_{maille}} = \frac{m_{Po}}{{a_{Po}}^3}$

L'application numérique donne : $\rho_{Po} = \frac{3{,}49*10^{-25}}{(0{,}3358*10^{-9})^3} = 9217 Kg.m^{-3}$

La densité du polonium est donc de $d_{Po} = \frac{\rho_{Po}}{\rho_{eau}} = \frac{9217}{1000} = 9{,}22$

La valeur calculée est proche de celle proposée.

IV. (5pts) Exercice n°3 Le fer dans tous ces états cristallins



Le Fer existe sous deux structures cristallines : **le fer α** de type **cubique centrée** et **le fer γ** de type **cubique à faces centrées**. Une trempe consiste à chauffer le métal sous haute température afin qu'il acquière une structure cristalline favorable aux contraintes qu'on veut lui faire subir puis à le refroidir brutalement pour qu'il les conserve.

Données : masse atome : m_{Fe}=9,3.10^{-26}kg a_α= 0,289nm a_γ = 0,360nm

- (4pts) Déterminer la masse volumique du fer α : ρ_α , puis celle du fer γ ρ_γ. Justifier qu'il y a contraction du métal, lors d'une trempe, lorsqu'il passe de la première structure cristalline **α** à la deuxième **γ**.

Le fer α a pour structure cristalline le cubique centré, il contient alors dans sa maille 2 atomes, ainsi sa masse volumique a pour expression : $\rho_{\alpha} = \frac{2*m_{Fe}}{V_{maille}} = \frac{2*m_{Fe}}{{a_\alpha}^3}$

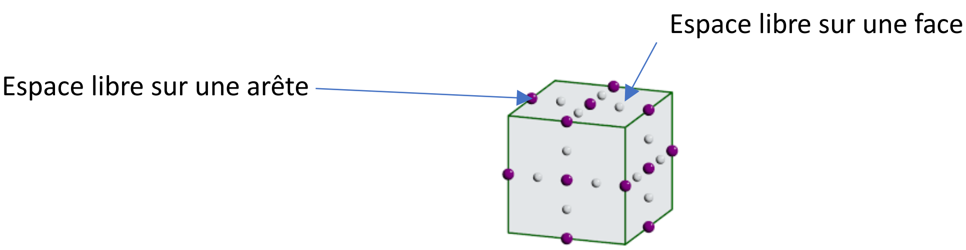
L'application numérique donne $\rho_{\alpha} = \frac{2*9,3*10^{-26}}{(0,289*10^{-9})^3} = 7705 Kg.m^{-3}$

Le fer γ a pour structure cristalline le cubique à faces centrées, il contient alors dans sa maille 4 atomes, ainsi sa masse volumique a pour expression : $\rho_{\gamma} = \frac{4*m_{atomeFer}}{V_{maille}} = \frac{4*m_{atomeFer}}{{a_\gamma}^3}$

L'application numérique donne $\rho_{\gamma} = \frac{4*9,3*10^{-26}}{(0,360*10^{-9})^3} = 8144 Kg.m^{-3}$

- (1pt) En ajoutant de 0,2 à 2% de carbone dans le fer on améliore grandement ses propriétés physiques pour en faire de l'acier. Cet ajout se fait à haute température car la structure cristalline γ, du fer, le permet. Le refroidissement soudain, qu' il subit, fige ces inclusions. Proposer une hypothèse sur l'endroit où se placent les atomes de carbone dans la structure cristalline

On peut faire l'hypothèse que les espaces libres sur les arêtes, ou sur les faces, de la maille du cubique à faces centrées, entre les atomes de fer, soient occupés par les atomes de carbone.



V. (6pts) Exercice n°5 La maille de l'or

L'or cristallise sous la structure **cubique à faces centrées.** Sa masse volumique est de **19300kg.m^{-3}** . La masse d'un atome d'or est de **m_{Au}=3,3×10^{-25} Kg.**

- (4pts) Donner la relation pour l'or entre sa masse volumique **ρ_{Au}** avec la masse d'un atome **m_{Au}** et la valeur du coté de sa maille : **a_{Au}**. Déterminer également la relation entre le rayon atomique de l'atome d'or : **r_{Au}** avec le coté **a_{Au}** de sa maille cristalline.

L'or a une structure cubique à faces centrées soit il possède 4 atomes dans sa maille et la relation entre sa& masse volumique le coté de sa maille et la masse d'un atome est :

$$\rho_{\text{Au}} = \frac{4*\text{m}_{Au}}{V_{maille}} = \frac{4*\text{m}_{Au}}{a_{Au}{}^3}$$

On en déduit : $a_{\text{Au}} = \sqrt[3]{\frac{4*\text{m}_{Au}}{\rho_{\text{Au}}}}$

La maille étant cubique à faces centrées, on a l'autre relation : $a_{Au} = \frac{4*r_{Au}}{\sqrt{2}}$

On en déduit : $r_{Au} = \frac{\sqrt{2}*a_{Au}}{4}$

- (2pts) Déterminer la valeur du coté **a_{Au}** de la maille du réseau cubique à faces centrées de l'or et le rayon de l'atome d'or **r_{Au}**

Les applications des relations ci-dessus donnent

$$a_{\text{Au}} = \sqrt[3]{\frac{4*3,3*10^{-25}}{19300}} = 4,1*10^{-10}m = 0,41nm$$

$$r_{Au} = \frac{\sqrt{2}*4,1*10^{-10}}{4} = 1,45*10^{-10}m = 0,145nm$$