

6 Le polonium, une maille peu courante

✓ Représenter une maille en perspective cavalière

Le polonium est un élément radioactif que l'on trouve à l'état de trace dans les minerais d'uranium. Il est l'une des rares structures cristallines de type cubique simple de paramètre $a = 0,340 \text{ nm}$.

Questions

1. Dessinez la maille du polonium et donnez le nombre d'atomes par maille.
2. Calculez la masse volumique attendue du polonium et comparez-la à sa valeur expérimentale :
 $\rho = 9\,200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

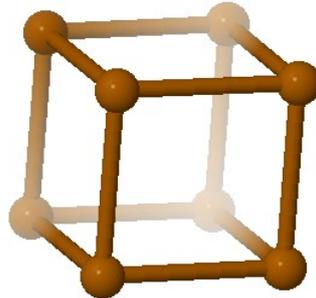


Uraninite, minerai d'uranium, contenant du polonium.

Données

- Masse d'un atome de polonium : $m_{\text{Po}} = 3,47 \times 10^{-22} \text{ g}$

Maille du polonium sur minusc



Volume de la maille élémentaire: $(3,4 \times 10^{-10})$ trouvé sur minusc
 $V = a^3 = (3,4 \times 10^{-10})^3 = 3,93 \times 10^{-29} \text{ m}^3$

Masse de la maille élémentaire :
1 maille contient $8 \times 1/8 = 1$ atome de polonium
 $m = 3,47 \times 10^{-22} \text{ g/maille} = m = 3,47 \times 10^{-25} \text{ kg/maille}$

Calcul de la masse volumique :
 $\rho = m/V = 3,47 \times 10^{-25} / 3,93 \times 10^{-29} = 8,82 \text{ kg/m}^3$

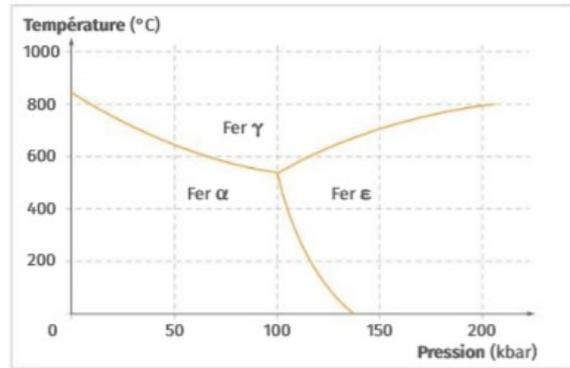
2 Les deux structures cristallines courantes du fer

✓ Calculer la masse volumique d'un cristal

Le fer présente plusieurs structures cristallines dites allotropiques. Le fer α (alpha) possède une structure type cubique centrée tandis que le fer γ (gamma) possède une structure type cubique à faces centrées de paramètre $a = 0,356 \text{ nm}$.

Questions ? Retrouvez cet exercice corrigé p. 282.

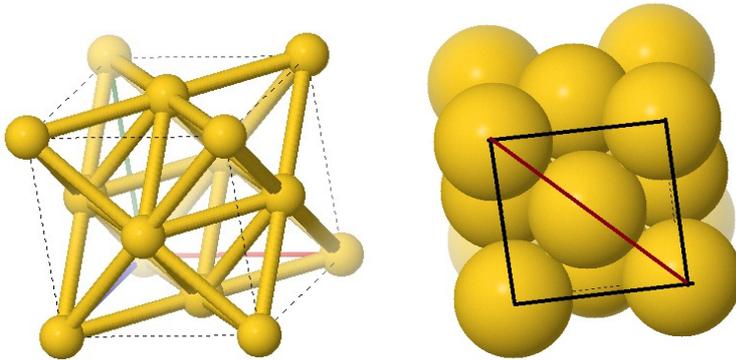
1. Représentez la maille de la structure du fer γ en perspective cavalière et déduisez-en le rayon atomique du fer dans ce cas.
2. Calculez la masse volumique du fer dans cette structure.



● Diagramme de phase des variétés allotropiques du fer.

Données

Masse d'un atome de fer : $m_{\text{Fe}} = 9,27 \times 10^{-26} \text{ kg}$



La diagonale d'un carré vaut $a\sqrt{2} = r + 2r + r = 4r$ d'où $r = a\sqrt{2}/4 = 1,26 \times 10^{-10} \text{ m}$

On peut comparer avec la valeur de wikipédia $1,40 \times 10^{-10} \text{ m}$, l'erreur n'est pas énorme (9,2%)

...

Volume de la maille élémentaire:

$$V = a^3 = (3,56 \times 10^{-10})^3 = 4,51 \times 10^{-29} \text{ m}^3$$

1 maille contient une population de 4 atomes de fer ($8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$)

$$\text{Masse d'une maille: } m = 4 \times m_{\text{Fe}} = 3,71 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$\rho = m/V = 3,71 \times 10^{-25} / 4,51 \times 10^{-29} = 8222 \text{ kg/m}^3$$

Le fer gamma est aussi appelé austénite : Sa masse volumique vaut $8\,679 \text{ kg/m}^3$ d'après les sources internet.

7 « Gaz nobles » à l'état solide !



version experts LLS.fr/ES1P39

✓ Dénombrer les atomes et faire le lien avec la masse volumique

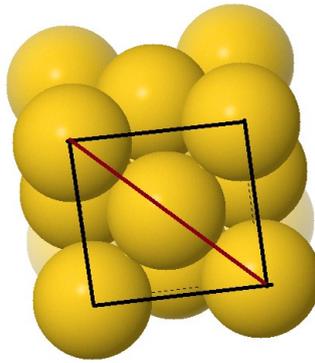
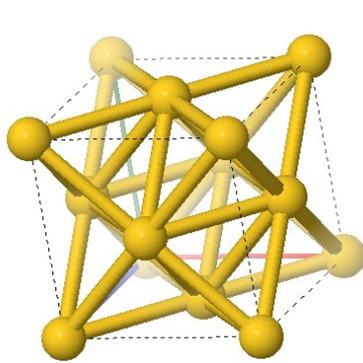
Les éléments de la colonne 18 du tableau périodique sont des gaz monoatomiques inertes à température ambiante, d'où le nom de « gaz nobles ». Il faut les porter à des températures très basses pour obtenir des cristaux. On obtient alors des structures CFC.

Élément	Néon	Argon	Krypton	Xénon
Masse molaire (g·mol ⁻¹)	20,2	39,9	83,8	131,3
a (nm)	0,452	0,543	0,559	0,618
T _{fusion} (K)	24,5	83,9	116	161

Températures de fusion des éléments de la colonne 18.

Questions

1. Représentez la maille CFC et déduisez-en les rayons atomiques des 4 atomes de cette famille.
2. Calculez les masses volumiques pour chacun de ces éléments à l'état solide.



Pour trouver la masse atomique : $m = \text{Masse molaire} / N_A$ ($N_A =$ nbre d'Avogadro)
Population = nbre d'atomes par maille

	Néon	Argon
Masse Molaire	20,2	39,9
Masse atomique (g)	3,36E-23	6,63E-23
Population	4	4
Masse de la maille	1,34E-22	2,65E-22

4 Un lingot d'or

✓ Dénombrer les atomes par maille

Un lingot d'or de masse 1,0 kg occupe un volume de seulement 52,5 mL. Cela fait de ce métal l'un des plus denses connus !

Questions

1. Calculez la masse volumique de l'or.
2. Déterminez le rayon atomique de l'or et précisez la distance entre deux plans consécutifs d'atomes d'or au contact.



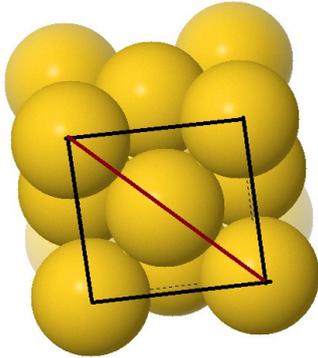
Des lingots d'or.

Données

- L'or cristallise dans une structure CFC
- Masse d'un atome d'or : $m_{\text{Au}} = 3,27 \times 10^{-22} \text{ g}$

Masse volumique

$$\rho = m/V = 1/52,5 \text{ cm}^3 = 19 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 = 19047 \text{ kg/m}^3$$



1 maille élémentaire a une population de 4 atomes (structure CFC) elle a donc une masse de $m_u = 4 \times 3,27 \times 10^{-22} = 1,31 \times 10^{-21} \text{ g} = 1,31 \times 10^{-24} \text{ kg}$

Le nombre de mailles dans 52,5mL :

$$n_{\text{maille}} = 1/1,31 \times 10^{-24} = 7,64 \times 10^{23} \text{ mailles}$$

Le volume d'une maille

$$V = 52,5 \times 10^{-6} / 7,64 \times 10^{23} \text{ mailles} = 6,86 \times 10^{-25} \text{ m}^3$$

L'arête du cube vaut : $4,09 \times 10^{-10} \text{ m}$

(explication $V = a^3$ d'où $a = \text{Racine cubique}(V) = V^{1/3}$)

La diagonale d'une face vaut $5,79 \times 10^{-10} \text{ m} = r + 2R + r = 4R$

(Explication : diagonale = $a \times \sqrt{2}$)

$$R = 4,09 \times 10^{-10} \text{ m} / 4 = 1,44 \times 10^{-10} \text{ m}$$

(Valeur Wikipédia $1,35 \times 10^{-10} \text{ m}$)