

Exercice 1 : La structure de la galène

- 1) Calculer le nombre d'ions Pb^{2+} et S^{2-} dans la maille élémentaire.

Rappel : une entité dans un sommet d'un cube compte pour 1/8, sur une arête compte pour 1/4 et sur une face pour 1/2

Pour l'ion Pb^{2+} : $N = 12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ ions Pour l'ion S^{2-} : $N = 6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 4$ ions

- 2) Comparer avec la formule chimique du sulfure de plomb.

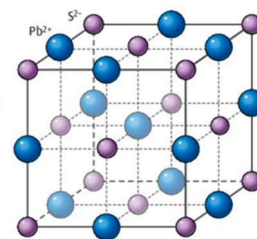
Il y a autant d'ions Pb^{2+} et S^{2-} donc la formule brute est correcte PbS .

- 3) La forme géométrique de la maille et la nature des ions qui la constituent sont à l'origine des propriétés macroscopiques du cristal, notamment de sa masse volumique. En utilisant les données ci-dessous, calculer la masse et le volume d'une maille. En déduire la masse volumique du sulfure de plomb.

masse d'une maille = $4 \times m_{Pb^{2+}} + 4 \times m_{S^{2-}} = 4 \times 3,44 \times 10^{-22} + 4 \times 5,33 \times 10^{-23} = 1,59 \times 10^{-21} \text{ g}$

$V_{\text{maille}} = a^3 = (5,94 \times 10^{-10})^3 = 2,10 \times 10^{-28} \text{ m}^3$

$\rho = \frac{m_{\text{maille}}}{a^3} = \frac{1,59 \times 10^{-21}}{(5,94 \times 10^{-10})^3} = 7,59 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3} = 7,59 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$



Exercice 2 : Structure cristalline du fer

- 1) Représenter une maille cubique simple en perspective cavalière. (voir ci-contre)
2) Détailler le calcul du nombre d'entités par maille dans une structure cristalline cubique simple.

$N = \frac{1}{8} \times 8 = 1$ entité par maille

- 3) Donner la relation entre a le paramètre de la maille et r le rayon de l'atome dans une structure cubique simple.

D'après le schéma, $a = 2r$

- 4) Calculer la compacité de la structure cubique simple.

$$C = \frac{N \times V_{\text{entité}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{N \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{a^3} = \frac{1 \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{8 r^3} = \frac{\pi}{6} = 0,52$$

- 5) Calculer la masse d'une maille de fer dans un cubique simple.

Données : $m_1 \text{ atome de fer} = \frac{M(\text{Fe})}{N_A}$ avec $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$ et $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$m_1 \text{ atome de fer} = \frac{M(\text{Fe})}{N_A} = \frac{55,8}{6,022 \times 10^{23}} = 9,27 \times 10^{-23} \text{ g}$$

- 6) Calculer a sachant que le rayon r de l'atome de fer est de 126 pm.

$$a = 2r = 2 \times 126 \times 10^{-12} = 2,52 \times 10^{-10} \text{ m}$$

- 7) Calculer la masse volumique du fer sachant que le rayon r de l'atome de fer est de 126 pm.

$$\rho = \frac{N \times m_{\text{atome}}}{a^3} = \frac{1 \times 9,27 \times 10^{-23}}{(2,52 \times 10^{-10})^3} = 5,79 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3} = 5,79 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

- 8) La valeur théorique de la masse volumique du fer alpha est de $7,86 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. En déduire si la supposition est vraie.

$5,79 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ est très différente de la valeur théorique $7,86 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$, on en déduit que notre supposition est fausse.

- 9) Représenter une maille cubique à faces centrées en perspective cavalière. (voir ci-contre)

- 10) Détailler le calcul du nombre d'entités par maille dans une structure cristalline cubique à faces centrées.

$N = 6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 3 + 1 = 4$ entités par maille

- 11) Donner la relation entre a le paramètre de la maille et r le rayon de l'atome dans une structure cubique à faces centrées.

**D'après le théorème de Pythagore, on a : $a^2 + a^2 = 2a^2 = d^2$ donc $d = \sqrt{2} \times a$
 $\sqrt{2} \times a = 4r$ donc $a = \frac{4}{\sqrt{2}} r$**

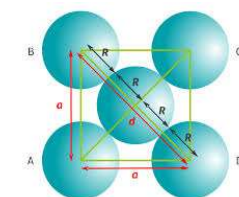
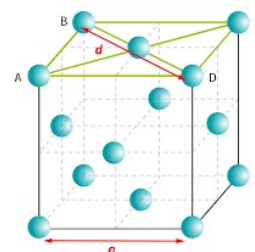
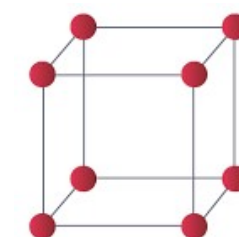
- 12) Calculer a sachant que le rayon r de l'atome de fer est de 126 pm.

$$a = \frac{4}{\sqrt{2}} r = \frac{4}{\sqrt{2}} \times 126 \times 10^{-12} = 3,56 \times 10^{-10} \text{ m}$$

- 13) Calculer la compacité pour la même maille de fer dans un système cubique à faces

$$\text{centrées. } C = \frac{N \times V_{\text{entité}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{N \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{a^3} = \frac{4 \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{(\frac{4}{\sqrt{2}})^3 \times r^3} = \frac{16\pi}{3(\frac{4}{\sqrt{2}})^3} = 0,74$$

- 14) Calculer la masse d'une maille de fer dans un cubique à faces centrées.



Données : $m_{1 \text{ atome de fer}} = \frac{M(\text{Fe})}{N_A}$ avec $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$ et $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$m_{1 \text{ atome de fer}} = \frac{M(\text{Fe})}{N_A} = \frac{55,8}{6,022 \times 10^{23}} = 9,27 \times 10^{-23} \text{ g}$$

15) Calculer la masse volumique du fer.

$$\rho = \frac{N \times m_{\text{atome}}}{a^3} = \frac{4 \times 9,27 \times 10^{-23}}{(3,56 \times 10^{-10})^3} = 8,21 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3} = 8,21 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$