

Cristallographie

SF 1 - Établir les caractéristiques de la maille cubique face centrée

Représenter une maille CFC, calculer le nombre de motifs par maille (multiplicité ou population) Z , la coordinence, exprimer la masse volumique et la compacité, donner la position, le nombre et la taille (habitabilité) des sites tétraédriques et octaédriques.

Exercice 1 - Recyclage des pellicules argentiques

Les films photographiques après utilisation (radiographies ...) sont traités pour récupérer l'argent qu'ils contiennent.

On traite 1000 m^2 de film photographique contenant $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ d'argent. Après divers traitements chimiques, on obtient un lingot dont le volume est de $V = 38,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$. L'étude cristallographique par diffraction des rayons X montre que l'argent métallique a une structure cubique à faces centrées de paramètre $a = 0,4 \text{ nm}$.

On donne $M(\text{Ag}) = 108 \text{ g/mol}$.

1. Représenter la maille d'un cristal d'argent. Définir le paramètre de maille a .
2. Calculer la population, puis la coordinence.
3. Calculer la compacité de la structure.
4. Exprimer la masse volumique en fonction de a . La calculer.
5. Quel est le rendement $\eta = \frac{\text{masse d'argent récupérée}}{\text{masse d'argent récupérable}}$ de la récupération de l'argent ?

Exercice 2 - Diamant

Le diamant est un cristal de carbone de structure CFC avec un site tétraédrique sur deux occupé. On donne la masse molaire du carbone : $M = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

1. Que vaut la population d'une maille ? Et la coordinence d'un atome ?
2. La masse volumique du diamant est $\rho = 3,51 \text{ g/cm}^3$. En déduire la valeur du paramètre de maille a .
3. En déduire la valeur du rayon covalent de l'atome de carbone.
4. En déduire la compacité de la structure.

Exercice 3 - Fluorine

La fluorine CaF_2 est un solide ionique contenant des ions Ca^{2+} et F^- . Les ions Ca^{2+} forment une maille cubique à faces centrées et les ions F^- occupent des sites tétraédriques de cette maille. Le paramètre de maille, déterminé par diffraction de rayons X est $a = 546 \text{ pm}$.

Données :

la constante d'Avogadro $\mathcal{N}_a = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ et la masse molaire du fluor $M(\text{F}) = 19,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, du calcium $M(\text{Ca}) = 40,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; le rayon du cation Ca^+ : $1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

1. Combien de sites tétraédriques sont occupés par les ions F^- ?
2. Représenter la maille en plaçant les anions et les cations.
3. Déterminer la coordinence des anions puis celle des cations.
4. Calculer la masse volumique de la fluorine.
5. On admet une tangence anion/cation. Calculer la compacité du cristal.