

Corrigé d'examen du module :

Caractérisation des matériaux .

Questions Cours : (6 pts)

1/ - Les quatre systèmes cristallins : Cubique, tétraogonal, orthorombique, Hexagonal . 1pts

2/ - Un rayonnement ionisant qui a une valeur d'énergie ($E > 13,6 \text{ eV}$, $\lambda < 91,2 \text{ nm}$) capable d'arracher des électrons de la matière . 1pts

- Un rayonnement non-ionisant qui a une valeur d'énergie ($E < 13,6 \text{ eV}$, $\lambda > 91,2 \text{ nm}$) capable d'élever les électrons de la matière d'un niveau à un autre . 1pts

3/ - Les origines des RX : 1pts

→ Interaction des électrons avec le noyau : Rayonnement X de freinage .

→ " " " incidents avec les électrons du cortège électronique :

Réarrangement du cortège électronique après ionisation et excitation .

Deux applications : → Domaine médical : Radiologie, Scanner ... 1pts
 ↳ de la recherche : Radiocristallographie .

4/ - Facteur de structure : C'est la somme des amplitudes des ondes diffractées par les atomes de l'échantillon étudié . 1pts

Ex 01 : (3pts)
 1- le nombre d'atomes par maille : $Z = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ atomes / maille}$. 0,5

2/ - le paramètre de maille a : $\rho = Z \cdot \frac{M}{N_A \cdot a^3}$. 0,5

$$\Rightarrow a^3 = \frac{Z \cdot M}{\rho \cdot N_A} \quad \underline{\text{AN}} : a^3 = \frac{4 \cdot 63,5}{8,92 \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 4,72 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3 \quad \text{0,5}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt[3]{4,72 \cdot 10^{-26}} = 3,61 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 3,61 \text{ nm} \quad \text{0,5}$$

• le rayon atomique R :

$$R = \frac{\sqrt{2}}{4} a \quad \underline{\text{AN}} : R = \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot 3,61 = 1,27 \text{ nm} \quad \text{0,5}$$

EX02: (4 pts)

1/- L'énergie cinétique E_c :

$$E_c = k_B \cdot T \Rightarrow \underline{AN} : E_c = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (500 + 273) = 1,066 \cdot 10^{-20} \text{ J} \quad 0,5$$

2/- La longueur d'onde λ = Relation de Broglie: $\lambda = \frac{h}{p}$ 0,1 pts

$$E_c = \frac{p^2}{2m_N} = k_B \cdot T \Rightarrow p^2 = 2m_N \cdot E_c$$

$$\Rightarrow p = \sqrt{2m_N \cdot E_c}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_N \cdot E_c}} \quad \underline{AN} : \lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 1,066 \cdot 10^{-20}}} = 1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 1,1 \text{ \AA} \quad 0,5$$

EX03: (7 pts)

1/- Loi de Bragg: $2d_{hkl} \sin \theta = n \lambda \Rightarrow d_{hkl} = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$ 0,5

$$d_{R_2} = \frac{1,54}{2 \sin(24^\circ)} = 1,893 \text{ \AA} \quad 0,5 \quad / \quad d_{R_4} = \frac{1,54}{2 \sin(44,5^\circ)} = 1,098 \text{ \AA} \quad 0,5$$

2/- Le paramètre de maille a : $a = d_{hkl} \cdot \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$ 0,5

$$d_{R_3} = \frac{1,54}{2 \sin(38,5^\circ)} = 1,237 \text{ \AA} \quad \Rightarrow a = d_{R_3} \cdot \sqrt{19} \quad \underline{AN} : a = 1,237 \cdot \sqrt{19} = 5,39 \text{ \AA} \quad 0,5$$

3/- le nbr de motif par maille: $Z = Z \cdot \frac{M}{N_A \cdot a^3} \Rightarrow Z = \frac{Z \cdot N_A \cdot a^3}{M}$ 0,5

$$\underline{AN} : Z = \frac{2,38 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot (5,39 \cdot 10^{-8})^3}{28,09} = 8 \text{ atomes / maille} \quad 0,5$$

4/- Le type adopté par le silicium c'est le **Diamant**. 0,5

5/- Facteur de structure: $F_{hkl} = \sum_j f_j e^{2\pi i (hx_j + ky_j + lz_j)}$ 0,5

$$\underline{cc} = (0,0,0) \text{ et } (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}) \Rightarrow F_{hkl} = f_w \exp 2\pi i (0) + f_w \exp \pi i (h+k+l)$$

$$F_{hkl} = f_w [1 + \exp \pi i (h+k+l)] \quad 0,5$$

* Condition d'extinction: $F_{hkl} = 0 \Rightarrow f_w \neq 0$ 0,5

$$\exp \pi i (h+k+l) = -1 \Rightarrow \cos \pi (h+k+l) = -1$$

$$\Rightarrow h+k+l = 2n+1 \text{ (impaires)}$$

$$\underline{Exp} = (111); (120); (100); (320) \dots \quad 1 \text{ pts}$$

chargé du module:

Mr. Abouche B

