

## Exercices sur les rayons X et la radiocristallographie

- Représenter dans un cube :
  - Les directions  $[1\bar{1}0]$ ,  $[11\bar{1}]$ ,  $[21\bar{1}]$  et  $[3\bar{1}\bar{1}]$
  - Les plans  $(11\bar{1})$ ,  $(112)$ ,  $(123)$  et  $(311)$
- Représenter dans un cube une molécule de méthane  $\text{CH}_4$ . On rappelle que les 4 liaisons C-H sont équivalentes. Quelles sont les indices de Miller de leur direction ? En déduire l'angle entre 2 liaisons.
- Quelles sont pour le réseau CFC la densité des plans de densité maximale et celle des directions de densité maximale ?
  - Mêmes questions pour le réseau CC.
- Remplir le tableau suivant pour les 10 premières raies des réseaux CC et CFC :

( hkl )	$h^2 + k^2 + l^2$	n° raie réseau CC	n° raie réseau CFC
( 100 )	1		
( 110 )	2	1	
( 111 )	3		1
...			

- Soit le diagramme de Debye-Scherrer du plomb réalisé avec des rayons X de longueur d'onde  $\lambda = 0,17902$  nm. Déterminer la nature de son réseau cristallin. Calculer son paramètre de maille et son rayon atomique. On note des raies pour des angles de  $2\alpha$  tel que la 1<sup>ère</sup> raie est à  $35,7^\circ$ , la seconde à  $42,5^\circ$ , la 10<sup>ème</sup> à  $140^\circ$ .
- Un faisceau d'électron d'énergie cinétique  $E_c = 27$  keV heurte une cible en molybdène et produit après filtrage un rayonnement de photons de longueur d'onde  $\lambda = 0,07093$  nm.
  - Calculer la longueur d'onde minimale limitant le spectre des rayons X.
  - Calculer la vitesse des électrons incidents.
  - Calculer l'énergie des photons X produits en keV.
  - Ces photons pénètrent un acier de masse volumique  $\rho = 7900$  kg.m<sup>-3</sup>. Le coefficient d'absorption massique est  $\mu / \rho = 35,7$  cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Calculer la  $\frac{1}{2}$  profondeur de pénétration dans ces conditions.
- D'après le bts 1986  
On envoie des rayons X de longueur d'onde  $\lambda = 0,15405$  nm sur un fil de cuivre.  
On mesure les angles  $2\alpha$  des anneaux de diffraction successifs suivants :  $43,3^\circ$ ,  $50,4^\circ$ ,  $74,1^\circ$ ,  $89,9^\circ$ ,  $95,1^\circ$ ,  $116,9^\circ$ ,  $136,4^\circ$  et  $144,7^\circ$ .
  - Calculer le paramètre de la maille et en déduire le rayon atomique du cuivre.
  - Pourquoi n'y-a-t-il que 8 anneaux de diffraction ?

- c. On utilise un fil en alliage nickel-cuivre. L'angle de diffraction correspondant aux plans (420) est de  $149,75^\circ$ . Calculer le paramètre de la maille.
- d. Déterminer le % atomique en cuivre de cet alliage en appliquant la règle des mélanges. On donne les paramètres de maille du cuivre  $0,36153 \text{ nm}$  et du nickel  $0,35238 \text{ nm}$ .
- e. Déterminer le % massique en cuivre de cet alliage. On donne les masses molaires du cuivre  $63,54 \text{ g.mol}^{-1}$  et du nickel  $58,71 \text{ g.mol}^{-1}$

8. D'après bts 1999

On donne la masse molaire du fer  $M = 56 \text{ g.mol}^{-1}$  et celle du nickel  $M = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$ .

On considère des échantillons analysés par la méthode de Debye et Scherrer.

1. Expliquer la signification de la loi de Bragg :  $2 d \sin \theta = k \lambda$ .
2. Un échantillon de fer donne des raies pour les plans successifs : (110), (200), (211). Quelle est la nature du réseau cristallin que suit cet échantillon ? Quelle est la notation de Miller du plan suivant ?
3. Un échantillon de nickel donne des raies pour les plans successifs : (111), (200), (220). Quelle est la nature du réseau cristallin que suit cet échantillon ? Quelle est la notation de Miller du plan suivant ?
4. On réalise l'analyse d'un échantillon monophasé d'alliage fer – nickel à 24 % en masse de fer. Les 3 premières raies successives correspondent à  $\sin \theta$  égal à 0,4364, puis 0,5040 et 0,7127.
  - a. Déterminer la nature du réseau cristallin suivi par l'alliage et la valeur du paramètre de sa maille. On précise que la longueur d'onde des rayons X utilisés est  $\lambda = 0,1789 \text{ nm}$ .
  - b. Calculer le pourcentage atomique en fer. En déduire la masse volumique de l'alliage.
5. Les rayons X sont produits par le choc d'électrons sur une cible métallique.
  - a. Dessiner l'allure du spectre des rayons X et expliquer sa forme.
  - b. Calculer la vitesse des électrons incidents dont l'énergie cinétique est  $E = 12 \text{ keV}$ .
  - c. Calculer la longueur d'onde limitant le spectre.

On rappelle que pour l'électron  $m = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

On donne  $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$  et  $c = 3.10^8 \text{ km.s}^{-1}$