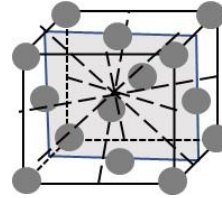


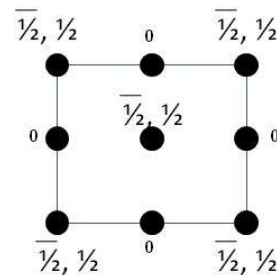
## Correction Problème Cristaux Métalliques

1/ L'or métallique cristallise dans un réseau cubique à faces centrées (cfc). Les atomes d'or, occupant les nœuds de ce réseau, sont supposés être des sphères rigides de rayon  $R(\text{Au})$ .

1.a/ Représenter en perspective la maille conventionnelle en situant avec précision les atomes d'or (0,5 pt). Sur la même maille, représenter les axes de symétrie A2 (0,75 pt) ainsi que le plan de symétrie (200) (0,75 pt).



1.b/ Représenter sur le plan (200) la maille et son contenu (0,5 pt) en précisant les coordonnées réduites des atomes d'or (1 pt).



1.c/ Calculer le paramètre de maille « a » en justifiant votre calcul.

Les atomes d'or sont tangents selon la diagonale d'une face (0,5 pt)

$$2a^2 = (4R_{\text{Au}})^2 \Rightarrow a = 2\sqrt{2}R_{\text{Au}} \Rightarrow a = 2\sqrt{2} \times 144,2 = 407,86 \text{ pm} \quad (0,5 \text{ pt})$$

2/ On place au centre d'une chambre circulaire de circonférence 240 mm, des cristallites d'or sur lesquelles on fait tomber un faisceau de rayons X de longueur d'onde  $\lambda$  égale à 1,542 Å.

2.a/ Exprimer la valeur de l'angle de réflexion du 1<sup>er</sup> ordre,  $q^\circ$  (Bragg), en fonction de la longueur  $L$  (en mm) qui sépare deux raies symétriques du diagramme de Debye-Scherer.

$$L = 4Rq \quad \text{or} \quad C = 2pR \Rightarrow q = \frac{Lp}{2C} \quad (0,5 \text{ pt})$$

$$\Rightarrow q = \frac{180}{2 \times 240} L \Rightarrow q = \frac{3}{8} L \quad (0,5 \text{ pt})$$

2.b/ On mesure sur le film deux distances séparant deux couples de raies symétriques. On trouve  $L_1 = 63,52$  mm et  $L_2 = 112,16$  mm. Calculer les deux distances réticulaires correspondant à ces deux familles de plans réticulaires

$$l = 2d_i \sin q_i \Rightarrow q_1 = \frac{3}{8} \times 63,52 = 23,82^\circ \quad \text{et} \quad d_1 = \frac{1,542}{2 \sin(23,82)} = 1,909 \text{ Å} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\Rightarrow q_2 = \frac{3}{8} \times 112,16 = 42,06^\circ \quad \text{et} \quad d_2 = \frac{1,542}{2 \sin(42,06)} = 1,151 \text{ Å} \quad (1 \text{ pt})$$

2.c/ Dédurre les indices de Miller pour chaque famille de plans réticulaires après avoir rappelé les conditions d'extinction sur les réflexions observées.

Dans le cas d'un réseau cfc, les indices de Miller doivent être de même parité donc si les indices de Miller ont des parités différentes (parité mixte) il y a extinction. (1 pt)

$$d_i = \frac{a}{\sqrt{h_i^2 + k_i^2 + l_i^2}} \Rightarrow h_i^2 + k_i^2 + l_i^2 = \left(\frac{a}{d_i}\right)^2 \Rightarrow h_1^2 + k_1^2 + l_1^2 = \left(\frac{4,0786}{1,909}\right)^2$$

= 4,6 la valeur la plus proche est 4  $\Rightarrow$  (200)

(1 pt)

$$\Rightarrow h_2^2 + k_2^2 + l_2^2 = \left(\frac{4,0786}{1,151}\right)^2 = 12,6 \text{ la valeur la plus proche est } 12 \Rightarrow$$

(222)

(1 pt)

3/ On souhaite préparer un alliage or-nickel appelé or blanc.

3.a/ Préciser le positionnement des sites interstitiels octaédriques dans la maille conventionnelle de l'or.

Les sites octaédriques sont situés au milieu de chaque arête et au centre de la maille.

(1,5 pt)

3.b/ Calculer, en justifiant son expression, le rayon de ces sites. Conclure sur la possibilité d'introduction du nickel à l'intérieur de ces sites.

L'atome étranger occupant un site octaédrique doit être tangent à l'atome d'or selon une arête

(1 pt)

$$2(R_O + R_{Au}) = a \Rightarrow R_O = 0,410 \times R_{Au} \Rightarrow R_O = 0,410 \times 144,2 = 59,122 \text{ pm}$$

(1 pt)

Le nickel ne peut occuper ces sites étant donné que son rayon atomique est plus gros que ceux des sites interstitiels.

(0,5 pt)

3.c/ Cet alliage peut être décrit à l'aide d'une maille cubique conventionnelle cfc dans laquelle un atome de nickel remplace un atome d'or sur chaque sommet. Comment nomme-t-on ce genre d'alliage? Quelle est sa formule?

C'est un alliage de substitution de formule  $Au_{1-0,25}Ni_{0,25}$

(1 pt)

4/ La masse volumique de cet alliage est notée  $\rho'$ .

4.a/ Exprimer la valeur du paramètre de maille  $a'$  relatif à la nouvelle maille conventionnelle en fonction de  $M_{Au}$ ,  $M_{Ni}$  et  $\rho'$ .

$$\rho' = \frac{3M_{Au} + M_{Ni}}{Na'^3} \Rightarrow a' = \sqrt[3]{\frac{3M_{Au} + M_{Ni}}{\rho' N}}$$

(1 pt)

4.b/ La masse volumique de l'alliage est d'environ 10% inférieure à celle de l'or. En déduire  $a'$  avec une précision raisonnable.

$$\rho' = 0,9\rho = 0,9 \frac{4M_{Au}}{Na^3} \Rightarrow \rho' = 0,9 \frac{4 \times 197}{6,02 \times 10^{23} (407,86 \times 10^{-10})^3} = 17,36 \text{ g.cm}^{-3}$$

(1 pt)

$$\text{donc } a' = \sqrt[3]{\frac{3 \times 197 + 124,6}{6,02 \times 10^{23} \times 17,36}} = 4,09 \times 10^{-8} \text{ cm} \Rightarrow a' = 409 \text{ pm}$$

(1 pt)

4.c/ Comparer la compacité de cet alliage à celle de l'or. Commenter.

La compacité de l'or est  $C_{Au}=0,74$  (compacité des mailles cfc de métaux purs)

$$C_{Au_{1-0,25}Ni_{0,25}} = \frac{\frac{4}{3}\pi(3R_{Au}^3 + R_{Ni}^3)}{409^3} = \frac{\frac{4}{3}\pi(3 \times 144,2^3 + 124,6^3)}{409^3} = 0,67$$

(1 pt)

L'alliage est moins compact que l'or de 9,4%. Ses propriétés mécaniques sont donc différentes de celle de l'or.

(0,5 pt)

Données :

$$R_{Au} = 144,2 \text{ pm}, R_{Ni} = 124,6 \text{ pm}, M_{Au} = 197 \text{ g.mol}^{-1}, M_{Ni} = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}, N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

La circonférence d'un cercle de rayon  $R$  est égale à  $2\pi R$