

Module 30 - Physique des Matériaux

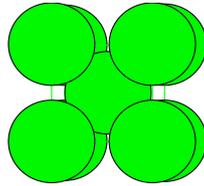
Série 2 : Les structures

Correction du devoir 2

Problème 2: Alliage samarium-cobalt

Partie A

1. La maille du système cubique centré :



2. Dans un réseau cubique centré la coordinaance est 8/8

3. Le nombre d'atomes par maille :

$$N = \left(8 \times \frac{1}{8}\right)_{\text{sommet}} + 1_{\text{centre}} = 2 \text{ atomes}$$

4. Le contact se fait suivant la diagonale principale du cube. Soit d la longueur de la diagonale:

$$d = a\sqrt{3}$$

$$d = 4r_{Sm}$$

$$a = \frac{4}{\sqrt{3}}r_{Sm}$$

5. La compacité du samarium est :

$$C = \frac{V_{\text{atomes}}}{V_{\text{maille}}}$$

$$C = \frac{2 \times \left(\frac{4}{3}\pi r_{Sm}^3\right)}{a^3}$$

On remplace le paramètre de la maille par son expression en fonction du rayon atomique du samarium, et on simplifie soit :

$$C = \frac{\pi\sqrt{3}}{8} = 0,68$$

6. On a :

$$\rho_{Sm} = \frac{M_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{2M_{Sm}}{\mathcal{N}_A a^3}$$

$$a = \left(\frac{2M_{Sm}}{\mathcal{N}_A \rho_{Sm}}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Application numérique:

$$a = \left(\frac{2 \times 150,4 \cdot 10^{-3}}{7520 \times 6,023 \cdot 10^{23}}\right)^{\frac{1}{3}} = 4,050 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$a = 405,0 \text{ pm}$$

Remarque: le résultat doit être donné avec 4 chiffres significatifs.

$$r_{Sm} = \frac{a\sqrt{3}}{4}$$

$$r_{Sm} = \frac{405,0 \times \sqrt{3}}{4}$$

$$r_{Sm} = 175,4 \text{ pm}$$

Partie B

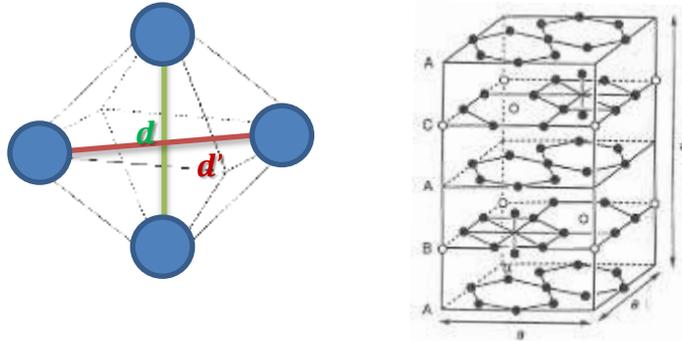
1.2.3.4

Résultats du cours et TP

Nombre de sites	12 Sites T	6 Sites O
Taille du site	0,291 r	0,155 r

5. La plus petite distance entre atomes assimilés à des sphères dures détermine l'habitabilité du site octaédrique. Entre les deux atomes aux centres des deux mailles contiguës, le diamètre disponible est:

$$d = a - 2r_{Sm}$$



Entre les deux atomes placés sur les sommets opposés d'une face de la maille, le diamètre disponible est:

$$d' = a\sqrt{2} - 2r_{Sm}$$

Comme $d < d'$, on retient d comme diamètre disponible pour insérer un atome. Le rayon maximal r_{max} d'un atome occupant le site octaédrique est:

$$r_{max} = \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{\sqrt{3}} r_{Sm} - 2r_{Sm} \right)$$

$$r_{max} = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - 1 \right) r_{Sm}$$

$$r_{max} = 0,155 r_{Sm}$$

Partie C

1. On dénombre le nombre d'atomes par maille :

$$(1 \times 2_{Sm})_{centre} + \left(\frac{1}{4} \times 8_{Sm} \right)_{arêtes} = 4$$

$$(1 \times 15_{Co})_{centre} + \left(\frac{1}{2} \times 34_{Co} \right)_{faces} + \left(\frac{1}{4} \times 8_{Co} \right)_{arêtes} = 34$$

La stœchiométrie est Sm_2Co_{17}

2. La coordinence (Sm/Co) des atomes de samarium vaut 6.

3. La coordinence (Co/Co) des atomes de cobalt situés entre les plans vaut 12.

4. Puisque les atomes sont tangents, l'arête de la maille est égale à:

$$a = 2r_{Sm} + 4r_{Co}$$

5. Le rayon atomique du samarium vaut:

$$r_{Sm} = \frac{a - 4r_{Co}}{2}$$

Application numérique:

$$r_{Sm} = \frac{840 - 4 \times 125}{2}$$

$$r_{Sm} = 170 \text{ pm}$$

On observe un écart assez faible (de l'ordre de 3%) par rapport au résultat obtenu à partir de la masse volumique du samarium dans la structure cubique centrée.