

Série N° 4 — Semaine du 30 Septembre 2024

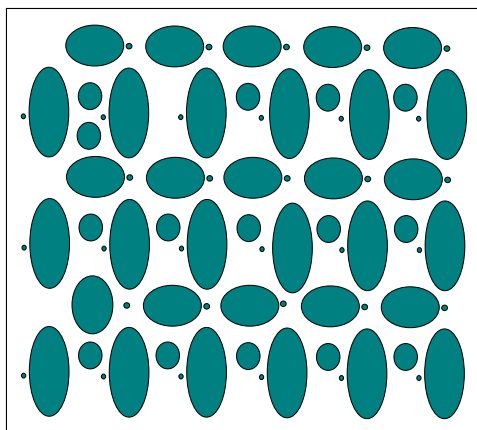
Structures des matériaux

1. Vrai ou faux ?

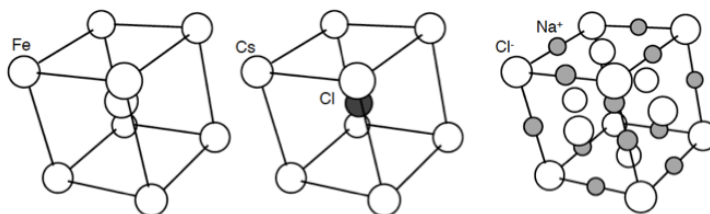
	Vrai	Faux
a. La viscosité d'un liquide compris entre deux plaques de surface S peut se mesurer par le rapport entre la force F nécessaire pour cisailer une couche de ce liquide à une vitesse v divisée par la surface S , et la vitesse v , divisée par la distance d entre les 2 plaques.	☐	☐
b. En général (sauf pour quelques exceptions comme l'eau), la masse volumique d'un matériau augmente lorsque l'on passe de l'état gazeux à l'état liquide, puis à l'état solide.	☐	☐
c. En refroidissant un matériau rapidement depuis l'état liquide, il est possible de le "figer" dans une structure amorphe qui n'est pas son état de plus basse énergie ("état métastable").	☐	☐
d. Comme on peut changer le motif à l'envie, on peut trouver une infinité de réseaux de Bravais en trois dimensions.	☐	☐
e. Dans une structure cubique, toutes les droites d'un plan (hkl) sont perpendiculaires à la direction $[hkl]$.	☐	☐
f. Les métaux cristallisent dans des structures plutôt compactes, d'où leurs masses volumiques élevées.	☐	☐
g. Tous les solides ont un arrangement régulier d'atomes (ordre à longue distance).	☐	☐
h. Pour caractériser la structure cristallographique d'un matériau, on peut utiliser des rayons X de longueur d'onde comparable à la distance caractéristique entre les atomes de ce matériau, soit de l'ordre de 0.1 nm (ou $1 = 10^{-10} m$).	☐	☐
i. Une structure cubique à faces centrée comporte 4 atomes par maille.	☐	☐
j. Une structure polycristalline, ou une poudre faite de petits monocristaux, donnera une image de diffraction formée de points distincts.	☐	☐

2. Motif, réseau et défauts

- Dessinez la maille élémentaire et le motif du réseau bidimensionnel ci-dessous et déterminez son type (hexagonal, rectangulaire ou carré).
- Le réseau présente des défauts ponctuels. Identifiez-les et indiquez les sur le dessin (il y en a trois, on verra dans le cours 4.2 et suivants le rôle de ces défauts...).

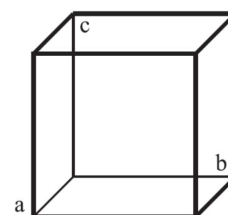
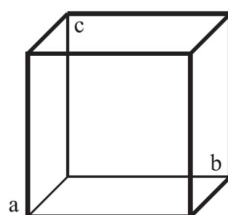
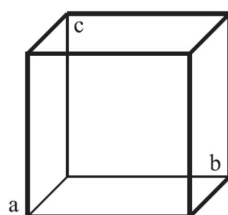


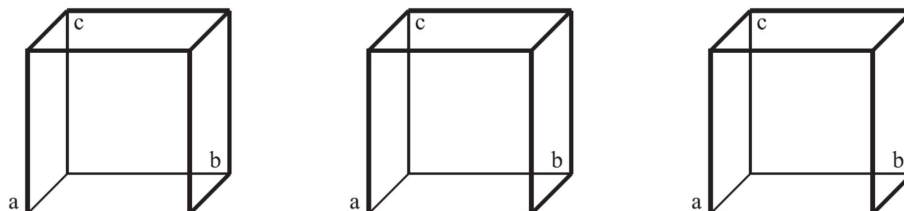
- Déterminez le type de réseau cristallin (cubique, cubique centré ou cubique à faces centrées) et les motifs des structures tridimensionnelles ci-dessous. Donnez pour chaque le nombre de motifs par maille. *Solution : 2 atomes par maille, 1 motif par maille, 4 motifs par maille.*



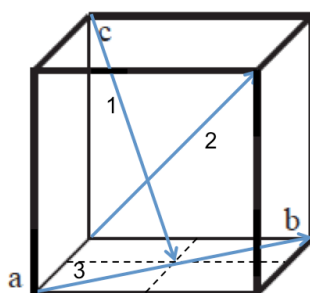
3. Plans et directions

- Dessinez les directions $[101]$, $[1\bar{1}0]$ et $[1\bar{1}2]$ ainsi que les plans (100) , $(10\bar{1})$ et $(11\bar{1})$ dans les cubes ci-dessous.

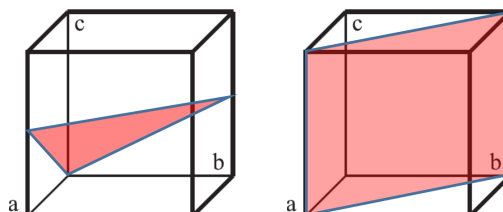




- b. Trouvez les indices de Miller des directions (notées 1, 2 et 3) représentées dans le cube ci-dessous. Quel est l'angle entre les directions 1 et 3 ? A quel plan appartiennent-elles ?



- c. Quels sont les indices de Miller des plans suivants :



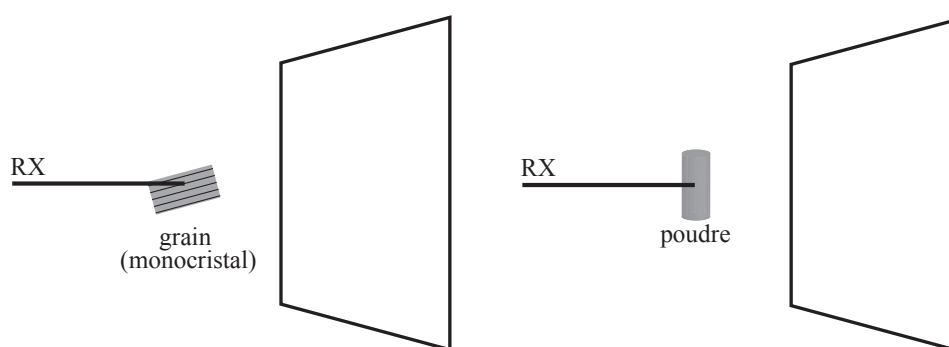
4. Nickel

Le nickel est un élément cubique à faces centrées.

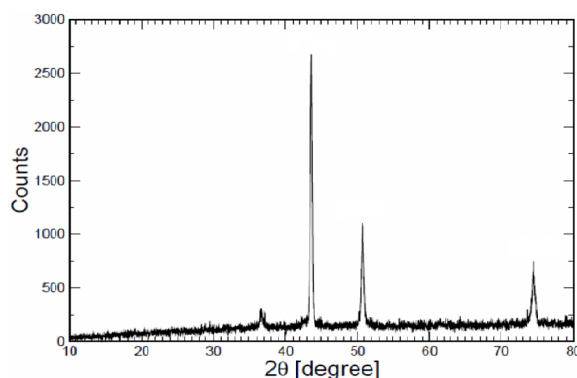
- Etant donné sa masse molaire $M_A = 58.7 \text{ g mol}^{-1}$ et son paramètre de maille $a_0 = 352.4 \text{ pm}$, calculez sa masse volumique théorique. *Solution :* $\rho = 8.91 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Dans un tel cristal combien de plans de la famille $\{111\}$ non-parallèles existe-t-il ? *Solution :* 4
- Calculez l'angle entre ces plans. *Solution :* 70.52 degrés
- En considérant que le cristal est un empilement de sphères denses, quelle compacité (espace occupé par les atomes vs. espace total) atteignons ? *Solution :* 74%

5. Diffraction

On considère la diffraction d'une poudre de cuivre polycristalline sous un faisceau de rayons X de longueur d'onde λ .



- Pour un petit grain dont un plan donné hkl diffracte le faisceau incident, dessinez une trajectoire possible du faisceau diffracté sur le schéma de gauche ci-dessus et indiquez l'angle de diffraction sur le même schéma.
- Comment se présente l'ensemble des faisceaux diffractés de tous les grains situés dans le faisceau et satisfaisant la condition de Bragg (schéma de droite) ?
- En utilisant un diffractomètre avec une longueur d'onde $\lambda=1.54 \text{ \AA}$, on obtient le spectre de diffraction suivant :



Le paramètre de maille du cuivre vaut $3.6 \text{ \AA}$. Sachant que pour un réseau CFC on observe des pics seulement pour les plans avec des indices hkl tous pairs ou tous impairs, à quelles familles de plans correspondent les 3 pics visibles (diffraction de premier ordre) ? *Solution : $\{111\}$, $\{200\}$, $\{220\}$*

- Si on regarde le spectre plus large (pas visible sur la figure donnée ici), on trouve encore un pic de diffraction à $2\theta=89.93^\circ$. Quel pourrait être le plan qui donne ce pic de diffraction ? *Solution : $\{311\}$*