

Physique du solide  
 P IV  
 Série n° 1

- 1 - Montrer qu'un réseau carré centré n'existe pas.
- 2 - Dans le système quadratique ou tetragonal il y a deux modes possibles : le réseau simple et le réseau centré.  
 Imaginer un réseau quadratique à bases carrés centrées. Montrer que ce mode se ramène à l'un des deux seuls possibles.
- 3 - Donner les caractéristiques de la maille élémentaire :  
 a - d'un réseau cs  
 b - d'un réseau cfc  
 c- d'un réseau cfc

	C.S	C.C.	C.F.C.
V. maille conventionnelle			
Nombre de nœuds / maille			
V. maille élémentaire			
Nbre de nœuds / maille			
Nbre de plus proches voisins			
Dist. entre + proches voisins			
Nbre de seconds voisins			
Dist. entre seconds voisins			

- 4 - Donner le réseau réciproque  
 a - d'un réseau linéaire de paramètre a et tracer la première zone de Brillouin Z.B.  
 b - d'un réseau carré de côté a et tracer les trois premières Z.B.  
 c - d'un réseau cubique simple de paramètre a  
 d - d'un réseau hexagonal.

5 - Montrer que  $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$  pour un réseau cubique simple

$d_{hkl} = \frac{1}{\sqrt{\frac{4}{3a^2}(h^2 + k^2 + hk) + \frac{l^2}{c^2}}}$  pour un réseau hexagonal

- 6 - Considérons le réseau de Bravais caractérisé par :

$\vec{a} = 2\vec{i} ; \vec{b} = \vec{i} + 2\vec{j}$

**Pr. M. ABD-LEFDIL**

**L.P.M.**

Trouver les vecteurs de base du réseau réciproque correspondant, tracer les deux réseaux.

Calculer  $d_{100}$  ;  $d_{010}$  ;  $d_{110}$  ;  $d_{210}$  ;  $d_{210}$  et  $d_{120}$

**7** - Tracer une maille du diamant et donner les coordonnées des atomes intérieurs. Quel est le nombre

d'atomes par maille élémentaire.

**8** - Donner pour les réseaux cubiques de paramètre  $a$ , le volume de la maille conventionnelle, le nombre de noeuds par maille, le volume de la maille élémentaire, le nombre des plus proches voisins, la distance entre plus proches voisins, le nombre et distance des seconds voisins et le coefficient de remplissage.

**9** - Pourquoi on ne peut pas utiliser la lumière visible pour étudier les structures cristallines par diffraction.

**10** - Quelles sont les énergies des électrons et des neutrons utilisés en diffraction cristalline des solides.

**11** - Quelle est l'ordre de grandeur de l'énergie d'accélération des électrons produisant des rayons X.

**12** - Calculer l'ordre de grandeur du paramètre cristallin de Na Cl sachant que  $d = 2,5 \text{ gr/cm}^3$  et  $M = 58 \text{ gr}$ .

**13** - Les paramètre du réseau des cristaux de Si et Ge sont respectivement  $a = 5,45 \text{ \AA}$  et  $5,68 \text{ \AA}$   
Calculer dans chaque cas le rayon atomique.

Déterminer ensuite le nombre d'atomes de Si et de Ge par  $\text{cm}^3$

**14** - Calculer les facteurs de structure des métaux à structures cubiques simples, centrés et à faces centrées. En déduire les indices de sept faces à réflexions observables, et les classer par distance inter-réticulaire décroissante. Donner les indices des faces (pour chaque sorte de réseau) qui ne donnent pas de tâches de réflexion.

**15** - On fait un cliché de Debye-Scherrer avec une poudre cristalline.

La longueur d'onde des rayons X est  $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$ . Le cristal est cubique centré avec un paramètre  $a = 3,5 \text{ \AA}$

Quels sont les trois indices de la raie du cliché correspondant à l'angle de Bragg  $\theta$  maximum

?

**16** - Comparaison entre la structure c.f.c du cuivre de la structure c.f.c. du chlorure de sodium.

**a)** Dessinez la maille conventionnelle dans les deux cas.

**b)** Donner le nombre et la distance des plus proches voisins dans les deux cas.

**c)** Les deux cristaux ont-ils la même liaison cristalline ?

**d)** Calculer dans les deux cas  $S(hkl)$ .

**e)** Donner 4 réflexions d'indices  $(hkl)$  qui sont interdites par  $S$  dans le cas du Cu. c.f.c.

**f)** Donner 4 exemples de plans  $(hkl)$  dont la diffraction est presque interdite par  $S(hkl)$  dans NaCl c.f.c.

**Pr. M. ABD-LEFDIL**  
**L.P.M.**

**17** - le chlorure de césium cristallise dans un réseau cubique simple de paramètre  $a = 411 \text{ \AA}$ .

a) Quel est le rayon ionique maximum de  $\text{Cl}^-$  et de  $\text{Cs}^+$  ; ce rayon étant admis quel est le rayon maximum de  $\text{Cs}^+$  et le taux de remplissage ?

b) On étudie maintenant la diffraction des rayons X par ce cristal. Quelle est la  $\lambda$  des rayons X qui donne une réflexion de Bragg sur un plan (1, 1, 1) sous une incidence de  $45^\circ$ .

c) Quelle est l'influence du facteur de structure sur cette réflexion.

- Quelle est l'origine de l'extinction de la raie (100) dans une structure cc telle que Na.

- Comparer les diagrammes de diffraction des RX des cristaux de KCl et KBr.

**18** - Considérons le réseau de Bravais caractérisé par :

$$\vec{a} = 2\vec{i} ; \vec{b} = \vec{i} + 2\vec{j}$$

- Trouver les vecteurs de base du réseau réciproque correspondant.

- Donnez une représentation graphique des deux réseaux.

- Calculer les distances interréticulaires  $d(100)$  ;  $d(010)$  ;  $d(110)$ ;  $d(210)$  et  $d(120)$ .

**19** - Considérons un réseau cubique centré, tracer une maille élémentaire de ce réseau et montrer que son réseau réciproque est un réseau cubique à faces centrées.

**20** - Décrire la structure cristalline hexagonale compacte.

**21** - Un réseau hexagonal simple est construit avec les trois vecteurs de base  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  et  $\vec{c}$  tels que :

$$|\vec{a}| = |\vec{b}| \neq |\vec{c}|$$

$$(\vec{a}, \vec{b}) = 120^\circ$$

$$(\vec{b}, \vec{c}) = (\vec{c}, \vec{a}) = 90^\circ$$

a) Représenter sur les vecteurs  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  et  $\vec{c}$  le volume qui constitue la maille élémentaire et montrer comment il faut le compléter pour mettre en évidence la symétrie hexagonale.

b) Montrer que la maille élémentaire de la structure hexagonale compacte peut être considérée comme formée de la maille précédente et d'une base formée de deux atomes : l'un à l'origine, l'autre à l'intérieur, dans une position que l'on précisera par ses coordonnées internes  $u$ ,  $v$  et  $w$ .

Montrer qu'il a deux choix possibles pour  $u$  et  $v$ .

c) Quelle relation existe-t-il entre  $|\vec{a}|$  et  $|\vec{c}|$  dans le cas particulier du réseau compact ?

**22** - Établir le facteur de structure du réseau hexagonal compact.

**23** - Montrer que le diagramme de diffraction d'un cristal ayant cette structure ne contient pas les raies obtenues à partir des plans réticulaires d'indice  $h, k, l$  tels que :

$$4h + 2k + 3l = 3n$$

**Pr. M. ABD-LEFDIL**

**L.P.M.**

où  $n$  est entier dont on précisera la parité (cette relation peut être légèrement différente suivant le choix des coordonnées  $u$  et  $v$  fait au § 2b).

**24** - Calculer les indices des raies interdites en faisant varier  $n$  jusqu'à 6.

**25** - Y-a-t-il parmi ces raies, des raies qui auraient été permises avec un cristal de structure cubique à face centrées ?