

Examen partiel de Structure de la Matière

Lundi 13 mars 2023 9H00-10H15

Calculatrice et notes de cours interdites

Le barème est donné à titre indicatif

1 Symétries d'orientation (3 points)

1. Lister les symétries d'orientation de la molécule Fig. 1. Pour chaque symétrie, préciser les axes permettant de les définir en utilisant le repère x,y et z indiqué sur la figure.
1 axe de roto-inversion $\bar{3}$ le long de l'axe z. 1 axe d'ordre 2 le long de l'axe x (devenant 3 axes d'ordre 2 en appliquant la rotation). 1 miroir perpendiculaire à l'axe x (devenant 3 miroirs en appliquant la rotation).
2. Donner le groupe ponctuel associé.
Le groupe ponctuel est donc $\bar{3}2/m$
3. Représentez ces symétries sur la projection en ANNEXE 1 (Fig. 4).

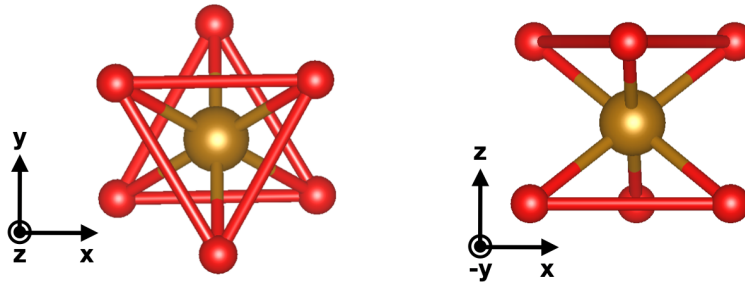


FIGURE 1 – Molécule représentée dans 2 orientations différentes.

2 Projection stéréographique (6 points)

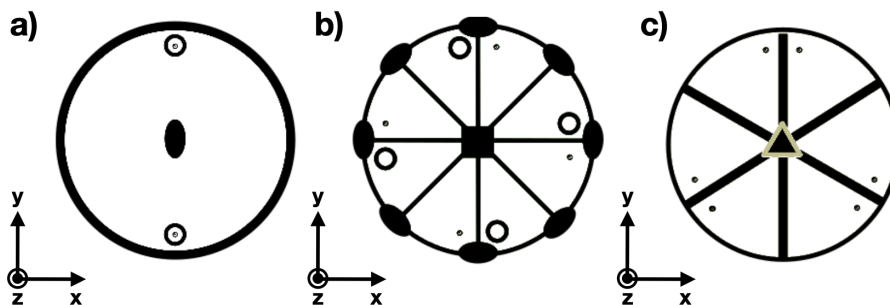


FIGURE 2 – Différentes projections stéréographiques.

1. Lister les symétries d'orientation de la projection stéréographique de la Fig 2 a, en utilisant le repère (x,y,z) donné.
1 axe d'ordre 2 le long de z et 1 miroir perpendiculaire à z.

- Donner le groupe ponctuel associé à la projection Fig. 2 a.
2/m
- Choisir l'une des projections Fig. 2 b ou c, et lister les symétries d'orientation présentes en utilisant le repère (x,y,z) donné.
Pour b) : 1 axe d'ordre 4 le long de z, 1 miroir perpendiculaire à x (qui donne aussi celui perpendiculaire à y par l'axe de rotation) et un miroir perpendiculaire à x+y (qui donne aussi celui perpendiculaire à x-y par l'axe de rotation)
Pour c) : 1 axe d'ordre 3 le long de z, et un miroir perpendiculaire à x (qui donne les 3 miroir par l'axe de rotation)
- Donner le groupe ponctuel correspondant
b) 422 .c) 3m.
- Parmi les 3 projections Fig 2, laquelle (ou lesquelles) appartient à la classe de Laüe ? Justifier.
2/m est le seul groupe contenant l'inversion : il appartient à la classe de Laüe.
- Dessiner la projection stéréographique du groupe ponctuel 222 et 4/m sur la Fig 5 à droite (éléments de symétrie et directions équivalentes).

3 Réseaux (5 points)

- Représenter les vecteurs de base \vec{a} et \vec{b} du réseau définissant une maille primitive pour les 3 réseaux de la Fig. 6 de l'ANNEXE 1, et colorier la surface de la maille correspondante.
- Sur la Fig. 7 de l'ANNEXE 1, représenter la famille de plans (1,1,0) sur la maille a, (1,0,1) sur la maille b, (0,1,1) sur la maille c, (1,0,0) sur la maille d.
- Parmi ces 4 exemples, donner la ou les familles qui ne sont pas une famille de plans réticulaires ? Justifier.
La seule famille de plan qui n'est pas réticulaire est la (1,0,1) de la figure b car elle ne contient pas tous les noeuds.

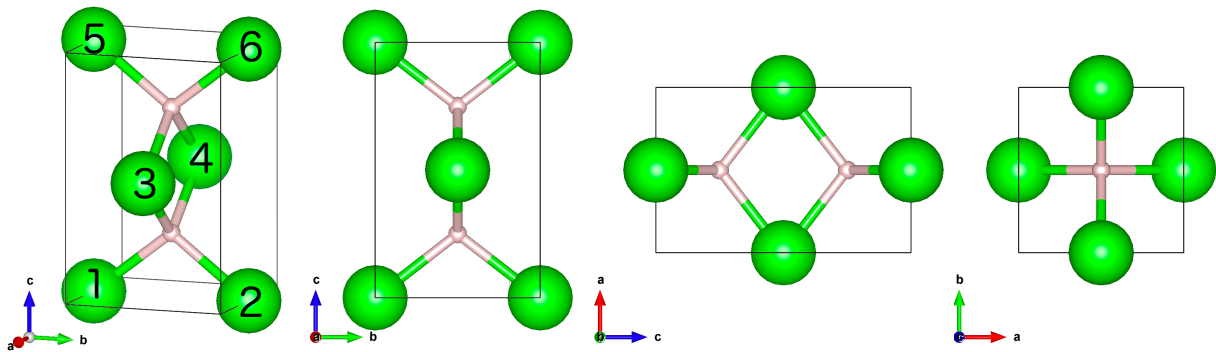


FIGURE 3 – Maille élémentaire de ZrH pour différentes orientations. H est le petit atome et Zr est l'atome le plus gros.

4 Cristaux (6 points)

On considère le cristal de ZrH représenté Fig. 3, cristallisant dans le groupe d'espace $P4_2/mmc$.

- Quel est le groupe ponctuel de ZrH ? A quel système cristallin correspond-il ? (Utilisez le tableau Tab. 1)
4/mmm : système tetragonal

2. Quel est le mode de réseau de ZrH ? En déduire la multiplicité de la maille.
Mode P : Maille primitive : multiplicité = 1
3. Déterminer le motif de ZrH , en donnant les coordonnées de chaque atome constituant ce motif.
Zr : (0.5,0,0) et (0,0.5,0.5) H : (0.5,0.5, 0.3) et (0.5,0.5, 0.7) La position en z de H est approximative
4. Que signifie la symétrie de positions 4_2 .
rotation d'un quart de tour suivi d'une translation d' $1/2$ suivant l'axe de rotation.
5. Que signifie la symétrie de positions c .
miroir suivi d'une translation de $c/2$
6. En appliquant cette symétrie 4_2 sur l'atome numéroté 1 Fig. 3, sur quel atome tombe-t-on?
Même question pour l'atome numéro 3.
1->3 et 3-> 6 ou 1->4 et 3->5 selon le sens dans lequel on tourne.

NOM et prénom :

ANNEXE 1

A rendre avec la copie

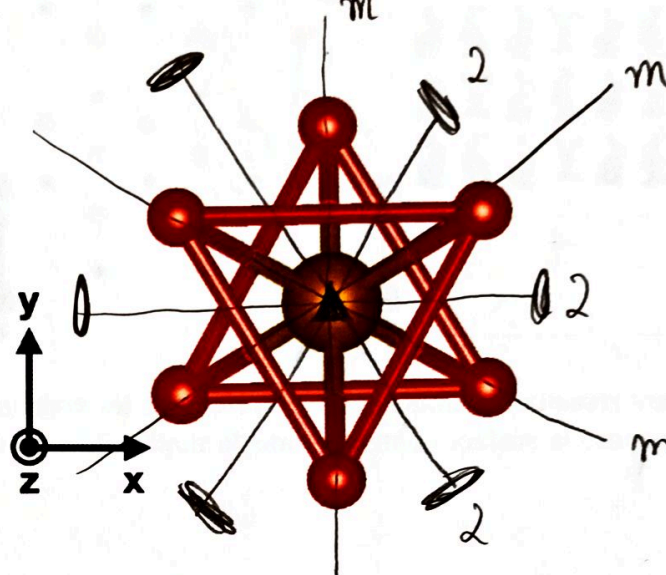


FIGURE 4 – Gauche : Molécule de la Fig. 1 : représentez les symétries d'orientation.

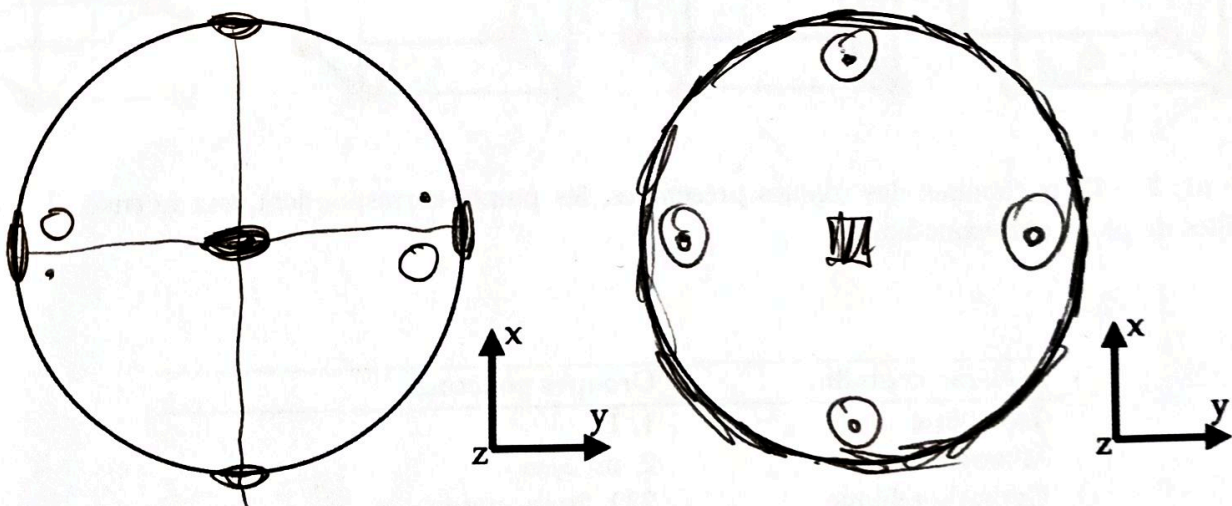


FIGURE 5 – Représentez les symétries d'orientation ainsi que les directions équivalentes des groupe ponctuel 222 et 4/m.

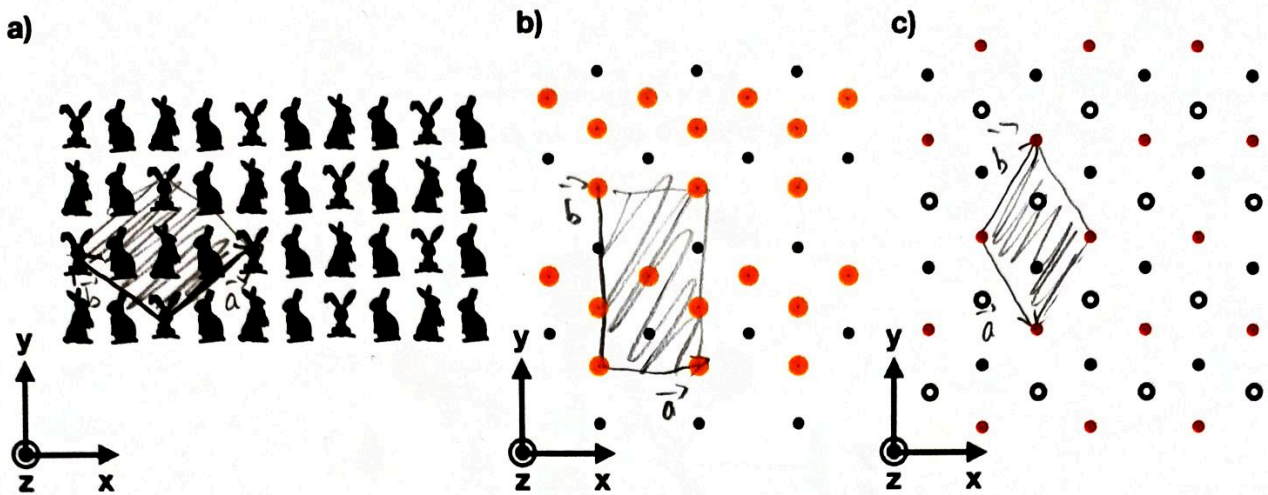


FIGURE 6 – Différents réseaux à 2 dimensions. Représenter les vecteurs \vec{a} et \vec{b} définissant une maille primitive. Colorier ensuite la surface contenue dans la maille élémentaire définie par ces vecteurs.

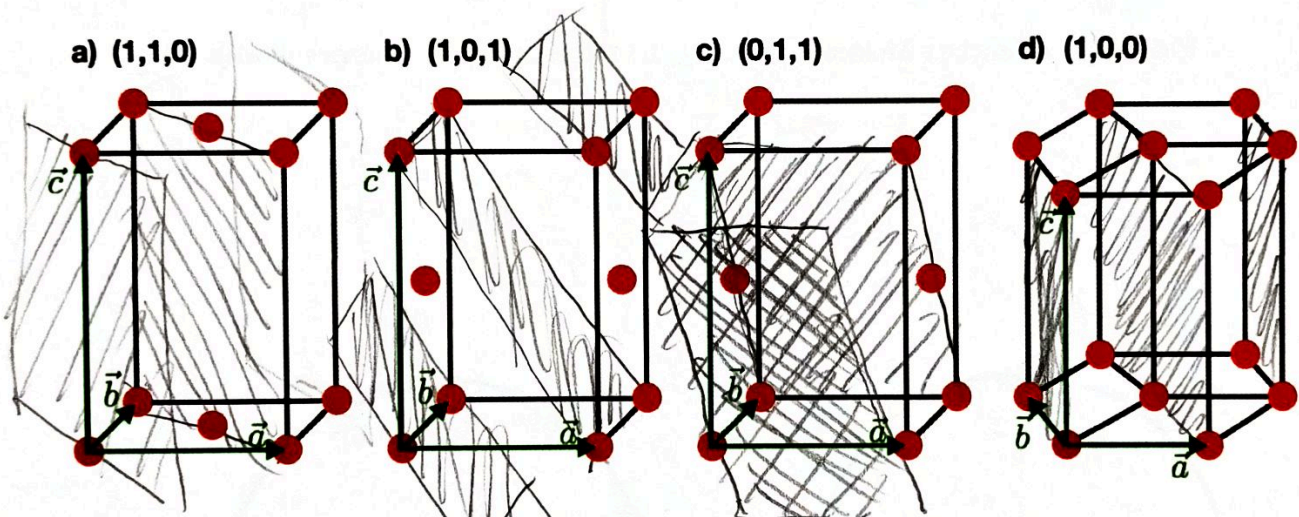


FIGURE 7 – Pour chacune des mailles présentées, les points correspondent aux noeuds. Tracer les familles de plans correspondants.

Système cristallin	Groupes ponctuels
Triclinique	1, $\bar{1}$
Monoclinique	2, m, 2/m
Orthorhombique	222, 2mm, mmm
Trigonal/Rhombohédrique	3, $\bar{3}$, 32, 3m, $\bar{3}m$
Tétragonal	4, $\bar{4}$, 4/m, 4mm, 422, $\bar{4}2m$, 4/mmm
Hexagonal	6, $\bar{6}$, 6/m, 6mm, 622, $\bar{6}2m$, 6/mmm
Cubique	23, m3, 432, 4, $\bar{4}3m$, m3m

TABLE 1 – Classification des classes de symétries en systèmes cristallins.