

# Les éléments de symétrie

Axe de symétrie:  $A_m$

m: rang de l'axe

(une opération de rotation d'angle  $(\frac{2\pi}{m})$  autour de l'axe:

l'image obtenue après rotation

$(\frac{2\pi}{m})$  autour de l'axe:

identique à l'objet (Nulle)

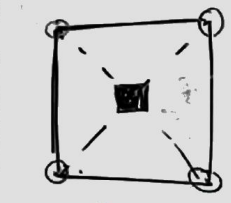
Sys Cubique:

$A_4, A_3, A_2$

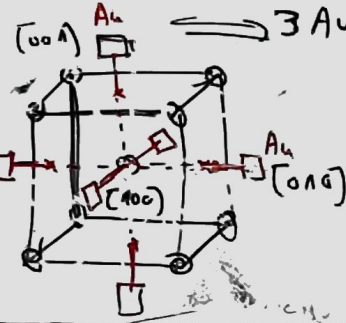
$$nb(axe) \times rang(axe) = 12$$

$$\Rightarrow 3A_4, 4A_3, 6A_2$$

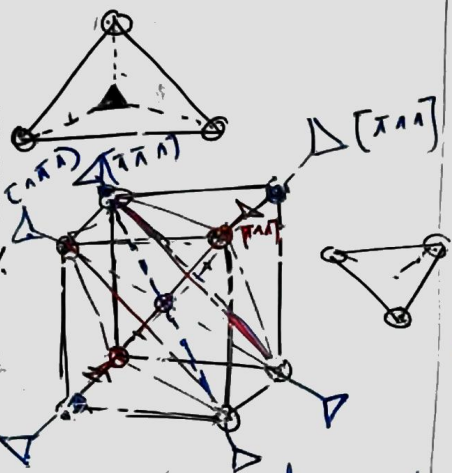
Axe  $A_4: rot(\frac{2\pi}{4}) : rot(\frac{\pi}{2})$



$A_4$  passe par deux centres de faces opposées / au centre du cube.



Axe  $A_3: rot(\frac{2\pi}{3})$



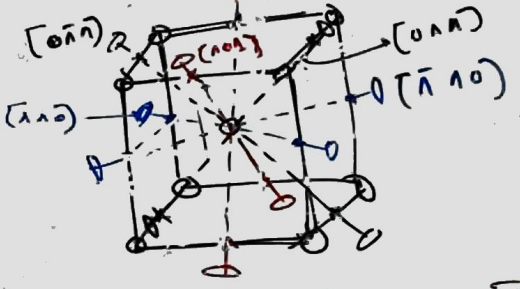
$A_3$  passe par deux sommets opposés / au centre du cube: gds diagonales

$$\Rightarrow 4A_3$$

Axe  $A_2: rot(\frac{2\pi}{2}) : rot(\pi)$

$A_2$  passe par deux milieux d'arêtes opposés / au centre du cube.

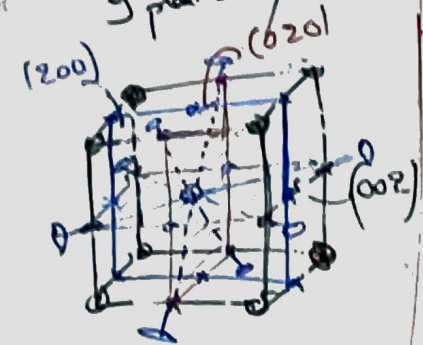
$$\Rightarrow 6A_2$$



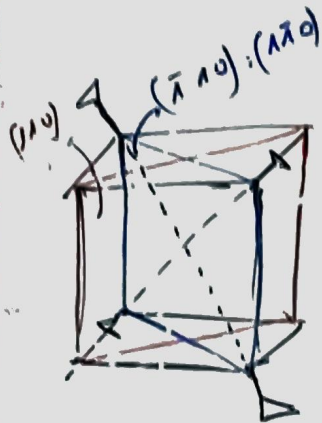
le centre du cube est point d'inversion

# Les éléments de symétrie

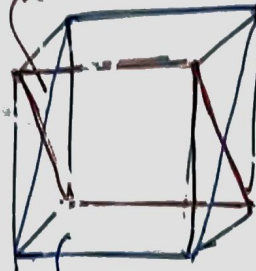
plan de symétrie : miroir  
9 plan de symétrie



Chaque miroir contient pour deux axes  $A_2$



$(10\bar{1})$   
 $(\bar{1}01)$

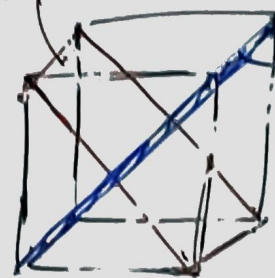


$(101)$

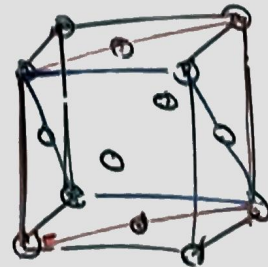
6 miroirs diagonaux

Chaque miroir passe par deux axes  $A_2$  (deux gds. diagonales)

$(011)$



$(0\bar{1}1)$   
 $(01\bar{1})$



$E \times 1:$

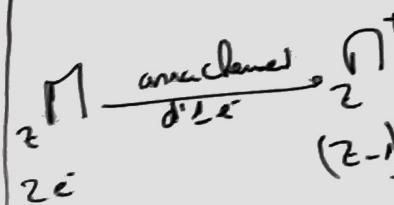
1)  
 $Br: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 3d^5 4p^5$   
 $\times$   
 $Br$  possède 7 e.v

$Br^-: \text{---} 4s^2 3d^5 4p^6$

2)  $Br \in$   
 $\sim 17^{th}$  colonne  
 $\Rightarrow Br \in$  la famille des halogènes

Le numéro atomique de l'ion de  $Br$  égal 35

3) ion alcalin ( $M^+$ )  
 isoelectronique q  $Br^-$   
 donc ont la même C.E  
 C.à d le même  $nb(e^-)$



$n \cdot mb(e^-)_{Br} = nb(e^-)_{M^+}$   
 $36 = Z - 1$   
 $\boxed{Z = 37}$

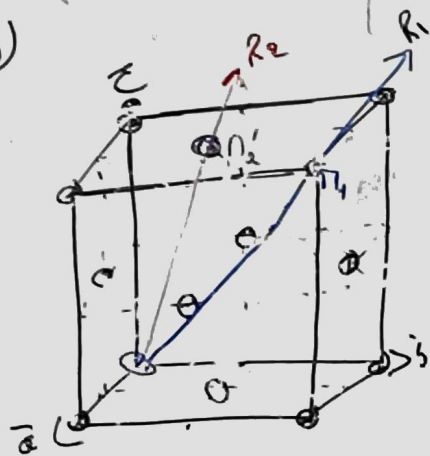
ion alcalin  $Rb^+$   
 $37 Rb$

un  $Br_2$  est un cristal moléculaire  
 le molécule  $Br_2$  sont liés par des  
 L.V.D.W. donc liaisons faibles: Type  $\boxed{\text{faible}}$   
 et  $Rb$  est un cristal  
 ionique:  
 la liaison qui assure  
 la cohésion de ce cristal  
 est de type ionique  
 donc une liaison  $Kes$   
 forte d'où  $T_{fus}(RbBr) > T_{fus}(Br_2)$

| Type de liaison:            |                                                                          |                                                                        |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $Br_2$                      | $Rb$                                                                     | $RbBr$                                                                 |
| groupelement<br>moléculaire | atome<br>métallique                                                      | groupelement<br>formulaire<br>ionique                                  |
| liaison<br>intermoleculaire | liaison<br>métallique                                                    | liaison<br>( $Rb^+; Br^-$ )                                            |
| Le type<br>V.D.W<br>London  | Interaction<br>électrostatique<br>Cation fixe<br>et gaz des<br>électrons | ionique<br>interaction électrostatique<br>Cation fixe et anion<br>fixe |
| Type cristal                | moléculaire                                                              | ionique                                                                |

Ex 2:

1)



$$R_1 [111]$$

$$\vec{R}_1 = \vec{ON}_1 = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$$

$$R_2 [112]$$

$$\vec{R}_2 = \vec{ON}_2 = \vec{a} + \vec{b} + 2\vec{c}$$

$$\vec{ON}_2 = 2\left(\frac{1}{2}\vec{a} + \frac{1}{2}\vec{b} + \vec{c}\right)$$

$$\vec{ON}_2 = 2\vec{ON}_1'$$

$$\vec{R}_2 = 2\vec{R}_1'$$

$$\vec{ON}_2 = \frac{\vec{a}}{2} + \frac{\vec{b}}{2} + \vec{c}$$

$$\|\vec{R}_2\| = 2\|\vec{R}_1'\|$$

$$\|\vec{R}_2\| = a\sqrt{6}$$

$$z = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 1 + 3 = 4$$

$$(0, 0, 0)$$

$$(x, y, z); (x, 0, \frac{1}{2}); (0, y, \frac{1}{2})$$

Nodes de translation  $m\vec{a} + n\vec{b} + p\vec{c}$

$$\frac{\vec{a}+\vec{b}}{2}; \frac{\vec{a}+\vec{c}}{2}; \frac{\vec{b}+\vec{c}}{2}$$

$d$ : distance entre deux atomes consécutifs d'une rangée

$$d_1 = ON_1 = a\sqrt{3} = \|\vec{R}_1\|$$

$$d_2 = ON_2' = \|\vec{R}_2'\|$$

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2}$$

$$d_2 = a\sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$d_2 < d_1$$

La rangée  $R_2$  est plus dense que  $R_1$

3) b) Calculer l'angle entre  $R_1$  et  $R_2$

$$\vec{R}_1 \cdot \vec{R}_2 = \|\vec{R}_1\| \cdot \|\vec{R}_2\| \cdot \cos \theta$$

$$= a\sqrt{3} \cdot \sqrt{6} a \cos \theta$$

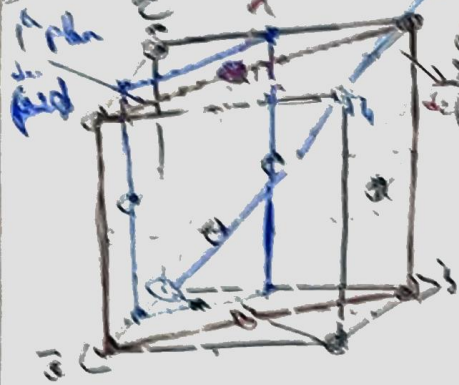
$$\begin{pmatrix} a \\ a \\ a \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a \\ a \\ 2a \end{pmatrix} = 4a^2 = a^2 \sqrt{18} \cos \theta$$

$$\cos \theta = \frac{4}{3\sqrt{2}}$$

$$\theta = \arccos\left(\frac{4}{3\sqrt{2}}\right) = 19,47^\circ$$

$E \times 9$

1)



2<sup>e</sup> plan de la famille

(220)

$$\begin{cases} \text{coupe } (0x) : 2 \frac{1}{2} \vec{a} \\ \text{coupe } (0y) : 2 \frac{1}{2} \vec{b} \\ \text{coupe } (0z) : 2 \frac{1}{2} \vec{c} \end{cases}$$

distance interplanaires

$d_{220}$ : distance qui sépare 2 plan consécutifs de la m<sup>e</sup> famille

$$d_{220} = \frac{a}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 0^2}}$$

$$d_{220} = \frac{a}{\sqrt{2^2 + 2^2 + 0^2}} = \frac{a}{2\sqrt{2}}$$

5

$$A \begin{cases} \text{coupe } (0x) : \frac{2}{3} \vec{a} & h = \frac{3}{2} \\ \text{coupe } (0y) : \frac{1}{2} \vec{b} & h = 2 \\ \text{coupe } (0z) : \vec{c} & h = 1 \end{cases}$$

$$A(3 \ 4 \ 2)$$

$$B \begin{cases} \text{coupe } (0x) : \vec{a} & h = 1 \\ \text{coupe } (0y) : -\vec{b} & h = -1 \\ \text{coupe } (0z) : \frac{2}{3} \vec{c} & h = \frac{4}{3} \end{cases}$$

$$B(3 \ \bar{3} \ 4)$$

$$C \begin{cases} \text{coupe } (0x) : \frac{1}{3} \vec{a} & h = \frac{1}{3} \\ \text{coupe } (0y) : \frac{1}{6} \vec{b} & h = \frac{1}{6} \\ \text{coupe } (0z) : \frac{1}{2} \vec{c} & h = \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$C(3 \ 2 \ 2)$$

$$D \begin{cases} \text{coupe } (0x) : \frac{1}{2} \vec{a} & h = \frac{1}{2} \\ // (0y) & h = 0 \\ \text{coupe } (0z) : \frac{1}{2} \vec{c} & h = \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$D(2 \ 0 \ 2) = (202)$$

5

$$V_2 = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 1 + 3 = 4$$

(0,0,0)

$$(k,k,0); (k,0,k); (0,k,k) \rightarrow d_{220} = a \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Nodes de Translation  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$