

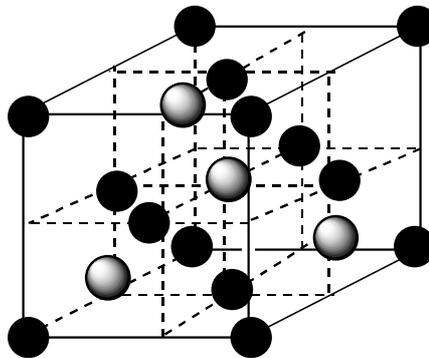
### Exercice XIV-4 : Structure de la glace

L'eau est solide à température inférieure à  $0^{\circ}\text{C}$  sous 1 bar. C'est un cristal moléculaire.

- 1- Donner deux autres exemples de cristal moléculaire.
- 2- Quelle est la nature des interactions qui expliquent la cohésion d'un cristal moléculaire ?
- 3- Que peut-on dire de la conductivité d'un tel cristal ?
- 4- Une variété de la glace peut être décrite de la façon suivante : les atomes d'oxygène occupent le sommet d'un cube et le milieu des faces d'un réseau cubique à faces centrées et en plus la moitié des sites tétraédriques (construction sur le modèle du diamant, où les atomes d'oxygène occupent les positions du carbone). La plus courte distance entre les deux atomes d'oxygène est de 276 pm. Représenter la maille élémentaire en ne faisant apparaître que les atomes d'oxygène. Calculer la masse volumique de ce cristal.

### Correction

- 1- Un cristal moléculaire (molécules à l'état solide) est par exemple le diiode (s), l'eau (s), le dioxyde de carbone (s)... A ne pas confondre avec des métaux ou cristaux covalents tels que le carbone graphite ou diamant.
  
- 2- Les interactions qui expliquent la cohésion d'un cristal moléculaire sont d'origine électrostatique. Il s'agit des forces de Van der Waals :
  - interactions dipôles permanents –dipôles permanents ou forces de Keesom ;
  - interactions dipôles permanents –dipôles induits ou forces de Debye ;
  - interactions dipôles induits –dipôles induits ou forces de London ;
 Il y a de plus possibilité d'avoir des interactions spécifiques par liaison hydrogène.
  
- 3- La conductivité d'un tel cristal est en général très faible. Il s'agit parfois d'isolant.
  
- 4- La maille est cubique avec l'occupation suivante des atomes d'oxygène occupant le sommet d'un cube et le milieu des faces d'un réseau cubique à faces centrées et en plus la moitié des sites tétraédriques :



*Structure de la glace (seuls les atomes d'oxygène sont représentés)*

La tangence est selon le quart de la grande diagonale du cube de longueur :

$$a \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 276 \text{ pm.}$$

## Structure de la glace

Le nombre de molécules d'eau appartenant en propre à la maille est de 8 :

- 8 au sommet du cube comptant pour  $1/8$  ;
- 6 au centre des faces comptant pour  $1/2$  ;
- 4 au centre des cube d'arête  $a/2$ , un cube sur 2 comptant en propre à la maille.

La masse volumique est donc :

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{8 \times M_{\text{H}_2\text{O}}}{N_{\text{A}} \cdot a^3} \text{ avec } a = \frac{4}{\sqrt{3}} \times 276$$

On trouve :  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,925 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ .

La masse volumique de la glace est bien inférieure à celle de l'eau ( $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), les glaçons flottent au-dessus de l'eau !