

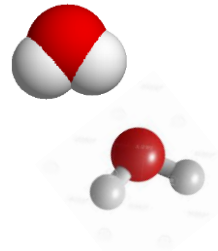
Les édifices chimiques

I. Les molécules

Une molécule est un nombre fini d'**atomes** liés entre eux par des **liaisons covalentes**

La formule indique **le nombre et le type d'atomes** qui constituent la molécule.

Exemple : H_2O : molécule formée de 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène



II. Les cristaux covalents

Un cristal covalent est constitué d'un nombre indéfini d'atomes liés par des liaisons covalentes.

Exemple : le plus connu des cristaux covalents est le diamant : constitués d'atomes de carbone ; chaque atome de carbone est lié à 4 autres atomes de carbone.

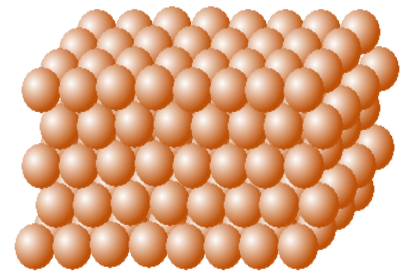


III. Les métaux :

Un métal est un **empilement régulier et compact** d'un très grand **nombre** d'un même type d'**atomes**.

La formule du métal est celle du type d'atome qui constitue ce métal.

Exemple : formule du métal fer : Fe



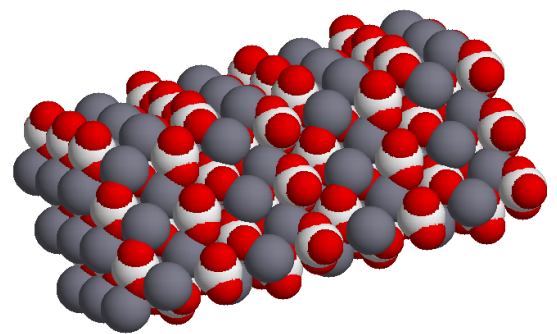
IV. Les composés ioniques :

Un composé ionique est un **empilement régulier** d'un très grand **nombre d'anions et de cations**, l'ensemble étant **électriquement neutre**.

La cohésion du cristal (empilement ordonné) est due aux interactions électrostatiques attractives (entre anions et cations) et répulsives (entre ions de même nature)

La formule indique les **proportions des ions** constituant le composé ; elle s'établit en respectant la neutralité électrique.

Exemple : le carbonate de calcium dont la formule est $CaCO_3$, formé d'ions Ca^{2+} (gris) et CO_3^{2-} (gris clair et rouge), les proportions étant 1 pour 1.

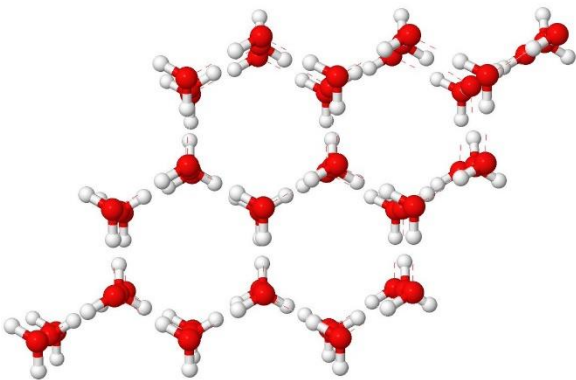


Les structures cristallines

Définitions

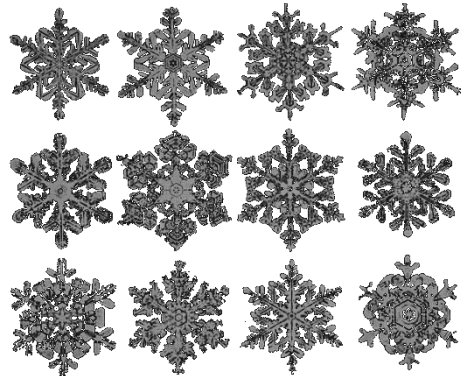
- Un cristal est un solide constitué d'un très grand nombre d'entités (atomes, molécules, ions) disposés régulièrement dans l'espace.
- La structure cristalline (ou structure d'un cristal) donne l'arrangement des atomes dans un métal, cristal covalent ou des ions dans un composé ionique.
Les molécules peuvent également former des structures cristallines lorsqu'elles s'organisent entre elles (exemple : organisation des molécules d'eau pour former de la glace)
- Un cristal est constitué par la répétition périodique dans les 3 dimensions de l'espace d'un motif ionique ou moléculaire, appelé maille.

Document 1 : Cas de la glace



Les liaisons entre molécules sont de nature électrostatiques. Elles sont moins fortes que les liaisons covalentes.

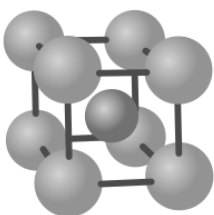
Photos de flocons de neige



Les flocons de neige sont des cristaux dont la croissance se fait prioritairement suivant les axes les plus « solides ».

1. Quelle est l'échelle de l'image 1 ? (choisir entre millimétrique, micrométrique, nanométrique, picométrique)
Cette image peut-elle être une photo ?
2. Quelle est l'échelle des images des flocons de neige ? Ces images peuvent-elles être des photos ?
3. Sur le schéma 1, surligner quelques axes parmi les plus solides. Quel est l'angle minimal entre 2 axes de plus grande solidité ?
4. Mettre en relation l'organisation des molécules et les formes des flocons.

Document 2 : le fer



La maille du cristal fer sous une de ses formes les plus courantes est dite « cubique centrée »

Si on reproduit cette maille dans les 3 directions de l'espace, on obtient la représentation ci-contre :



A l'état naturel, les atomes de fer sont souvent associés à des atomes de soufre : c'est la pyrite. La pyrite est un cristal moléculaire formé d'atomes de fer et de soufre.

Dans la maille de pyrite ci-contre, les atomes de soufre sont représentés en jaune et les atomes de fer en bleu.

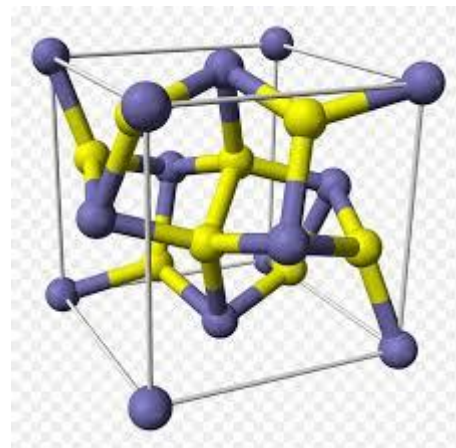


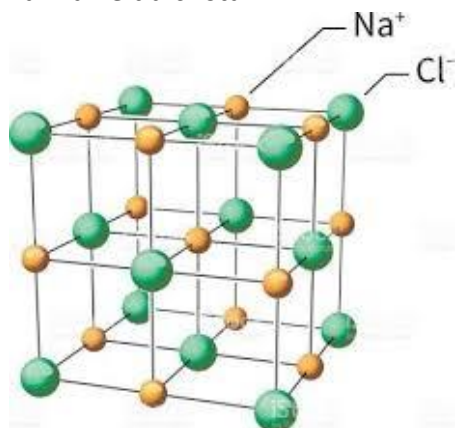
Photo d'un morceau de pyrite

1. Préciser le type de liaisons entre les atomes dans la maille représentée.
2. Justifier que les atomes de fer forment un « réseau cubique face centré » dans ce cristal.
3. A partir de la maille, déterminer la formule de la pyrite (proportion d'atomes de fer et de soufre). Attention, certains atomes de fer représentés sont partagés par plusieurs mailles.

Document 3 : le chlorure de sodium

Le chlorure de sodium est un cristal ionique formé d'ions sodium Na^+ et d'ions chlorure Cl^- .

La maille du cristal :



Cristaux de chlorure de sodium

1. A partir de la formule des ions composant le cristal, proposer une formule pour le chlorure de sodium.
2. Vérifier que les proportions d'ions représentés dans la maille du cristal sont en accord avec cette formule
3. Quel type de réseau forment les ions chlorure ?
4. Identifier un point commun entre la maille et le cristal.

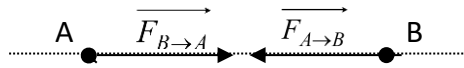
Etude de la liaison ionique

Document 1 :

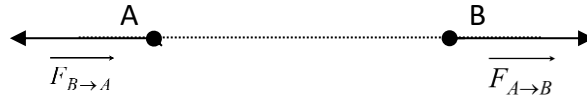
La cohésion d'un cristal ionique est assurée par les interactions électrostatiques entre ions. Cette interaction résulte des forces électrostatiques dues aux charges des ions.

Soient q_A et q_B les charges des ions A et B en interaction :

- Si q_A et q_B de signes opposés : l'interaction est attractive



- Si q_A et q_B de même signe : l'interaction est répulsive



Expression de l'intensité des forces électrostatiques :
$$F_{A \to B} = F_{B \to A} = K \cdot \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{r^2}$$
 avec $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Document 2 :

Plus la température de fusion d'un solide est élevée, plus les liaisons qui existent entre particules qui le composent (ions/molécules) sont fortes

Document 3 :

Composés	$\theta_{\text{fusion}} \text{ (t}^\circ\text{C)}$	Rayon de l'ion $X^- \text{ (pm)}$	Rayon de l'ion sodium (pm)	Valeur de la force électrostatique F_{Na-X}
NaCl	801	$r_{Cl^-} = 180$	$r_{Na^+} = 102$	$F_{Na-Cl} = 2,90 \times 10^{-9} \text{ C}$
NaI	-	$r_{I^-} = 220$	$r_{Na^+} = 102$	$F_{Na-I} = 2,22 \times 10^{-9} \text{ C}$

Document 4 : Réseau cristallin du chlorure de sodium et de l'iodure de sodium :

NaX	Rappel mathématique :
Seuls les ions Na^+ et X^- adjacents sont en contact	

Données : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

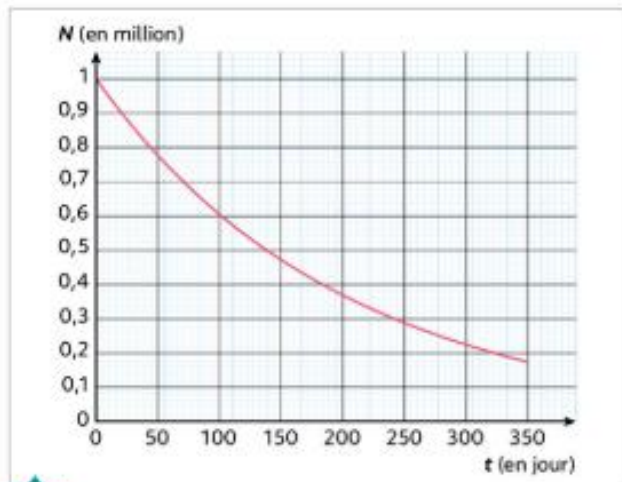
- a. Exprimer en fonction de r_{Na^+} et r_{Cl^-} la distance d_{Na-Cl} entre les centres d'un ion Na^+ et d'un ion Cl^- dans le cristal de chlorure de sodium. Calculer cette distance.

- b. Montrer que la distance entre les centres de 2 Cl^- dans le chlorure de sodium est $d_{\text{Cl-Cl}} = 399 \text{ pm}$.
- c. Exprimer puis calculer la valeur de la force électrostatique intervenant dans l'interaction entre 1 ion Na^+ et 1 ion Cl^-
- d. Préciser la nature de interactions :
- entre 2 ions Cl^-
 - entre 1 ion Na^+ et 1 on Cl^-
- En déduire une explication de la cohésion du cristal ionique.
- e. Prévoir si la température de fusion de l'iodure de sodium est plus faible ou plus élevée que celle du chlorure de sodium. Expliquer votre raisonnement.

6 La découverte du polonium

OBJECTIFS Exploiter des documents – Effectuer des calculs.

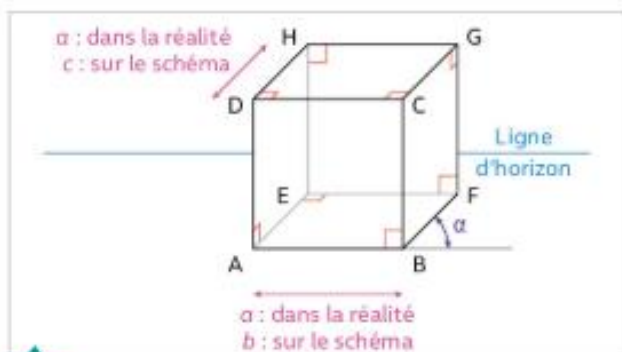
- En 1898, Pierre et Marie Curie découvrent le polonium. Ainsi nommé en hommage au pays natal de Marie Curie, la Pologne, ce métal cristallise dans le réseau cubique simple.



a. Courbe de décroissance radioactive



b. Roche de pechblende dont Marie Curie a extrait le polonium



c. Représentation d'un cube en perspective cavalière



DONNÉES

Volume d'une boule de rayon R : $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

	Polonium
Réseau de cristallisation	Cubique simple
Arête de la maille	$a = 3,36 \times 10^{-10}$ m
Demi-vie du polonium-210	138 jours

GUIDE D'EXPLOITATION

- Faire une représentation de la maille cubique dans laquelle cristallise le polonium en utilisant :
 - l'échelle 2 cm sur le dessin pour 1×10^{-10} m dans la réalité;
 - un coefficient de fuite $\frac{c}{b} = 0,60$;
 - un angle de fuite $\alpha = 30^\circ$.
- Ajouter sur le dessin précédent une représentation des atomes dans le réseau de cristallisation en modélisant les atomes par des boules de petite taille par rapport à l'arête de longueur a .
- Déterminer le nombre N d'atomes que contient une maille.
- Dans le modèle des boules, les atomes de polonium sont tangents dans le réseau. Indiquer sur le schéma précédent où a lieu cette tangence. En déduire le rayon R_p d'un atome de polonium.
- Exprimer puis calculer le volume V_{maille} de la maille cubique.
- Exprimer puis calculer le volume V_{atomes} occupé par les atomes de polonium dans une maille.
- En déduire la compacité du réseau cubique simple. L'exprimer en %.
- Un cristal de polonium est constitué de 1 million d'atomes de polonium-210, espèce chimique radioactive. Déterminer au bout de combien de jours ce cristal ne contiendra plus que 250 mille atomes de polonium-210.