



PREMIERE SPECIALITE
Physique et chimie

CHAPITRE T3
COHESION DE LA MATIERE ET MISCIBILITE
ACTIVITE 18 : Cohésion solides ioniques

CORRECTION

Objectifs

Expliquer cohésion solides ioniques grâce aux interactions

PRESENTATION

Le chlorure de sodium plus couramment appelé le sel est un solide ionique.

A travers de cette activité nous allons répondre à la question :

Comment expliquer la cohésion de ce solide ionique ?



DOCUMENTS

DOC 1 : Qu'est-ce qu'un solide ionique ?

Le sel de cuisine est constitué de chlorure de sodium solide, de formule NaCl.

Ce solide se dissout facilement dans l'eau, pour former une solution aqueuse ionique contenant les ions chlorure Cl⁻ et les ions sodium Na⁺. Le solide est, lui aussi, constitué des mêmes ions.

Au début du xx^e siècle, l'utilisation des rayons X a permis de mettre en évidence un agencement tri-dimensionnel régulier des ions chlorure Cl⁻ et des ions sodium Na⁺ sur de longues distances (Fig. 1).

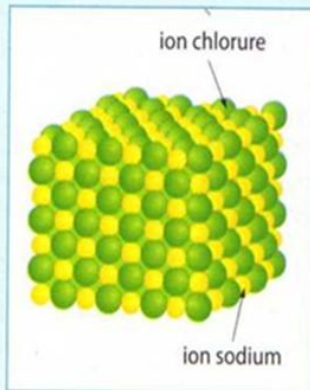


Fig. 1 L'empilement des ions dans le chlorure de sodium.

On peut décrire cette structure par un empilement de cubes élémentaires. Deux modèles de représentation des cubes élémentaires sont utilisés :

- un modèle compact, où les ions sont assimilés à des sphères rigides (Fig. 2 a) ;
- un modèle éclaté, où seul le centre des ions est représenté (Fig. 2 b).

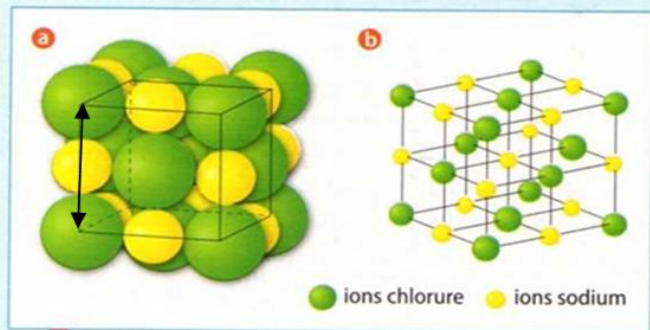


Fig. 2 Modèle compact a) et éclaté b) d'un cube élémentaire.

DOC 2 : Quelques renseignements sur les ions Na⁺ et Cl⁻ et la Loi de Coulomb

Tous les ions portent des charges multiples de la charge élémentaire e. La charge de l'ion sodium est : $q_{Na^+} = e = 1,6 \times 10^{-19} C$, celle de l'ion chlorure est : $q_{Cl^-} = -e = -1,6 \times 10^{-19} C$.

Le rayon de l'ion sodium est $r_{Na^+} = 97 \text{ pm}$ et celui de l'ion chlorure, $r_{Cl^-} = 181 \text{ pm}$ ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$).

Les ions sodium et chlorure étant chargés électriquement, on peut calculer l'intensité de la force s'exerçant entre deux ions A et B grâce à la loi de Coulomb :

$$F_{AB} = k \cdot \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{r^2} \text{ avec } k = 9,0 \times 10^9 \text{ U.S.I.}$$

r est la distance entre les centres des deux ions, en mètre, q_A et q_B les charges des ions A et B, en coulomb, k une constante.


QUESTIONS

- 1- A partir de la figure 2a, **indiquer** si les ions sodium sont en contact avec d'autres ions sodium et de même pour les ions chlorures

Non chaque Na⁺ est entouré que de Cl⁻ et chaque Cl⁻ n'est entouré que de Na⁺

- 2- A partir de la figure 2b **préciser** combien d'ions Cl⁻ touchent un ion Na⁺ et faire de même pour l'ion Cl⁻

Un ion Na⁺ est entouré de 6 ions Cl⁻ et Un ion Cl⁻ est entouré de 6 ions Na⁺

3-	<p>Les ions Na^+ et Cl^- tendent-ils à s'attirer ou se repousser. Justifier</p> <p>S'attirer car charges contraires</p>
4-	<p>Exprimer puis calculer la distance notée r entre le centre d'un ion Cl^- et le centre d'un ion Na^+ en fonction de r_{Na^+} et r_{Cl^-}</p> <p>$r = r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-} = 97 + 181 = 278 \text{ pm} = 2,78 \times 10^{-10} \text{ m}$</p>
5-	<p>Exprimer puis calculer l'intensité de la force électrostatique $F_{\text{Na}^+/\text{Cl}^-}$ s'exerçant entre un ion Cl^- et un ion Na^+</p> $F_{\text{Na}^+/\text{Cl}^-} = k \cdot \frac{ e \times (-e) }{r^2}$ $= 9,0 \cdot 10^9 \times \frac{ 1,6 \cdot 10^{-19} \times -1,6 \cdot 10^{-19} }{(2,78 \cdot 10^{-10})^2}$ $= \underline{3,0 \cdot 10^{-9} \text{ N}}$
6-	<p>A partir de la figure 2a exprimer puis calculer la longueur d'une arête du cube notée L en fonction de r_{Na^+} et r_{Cl^-}.</p> $L = r_{\text{Cl}^-} + 2r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-} = 2 \times 97 + 2 \times 181 = \underline{556 \text{ pm}}$ $L = \underline{5,56 \cdot 10^{-10} \text{ m}}$
7-	<p>En utilisant le théorème de Pythagore, exprimer puis calculer la longueur d'une diagonale notée D d'une face du cube.</p> <p>En déduire la distance $d(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-)$ séparant les centres de 2 ions chlorures Cl^-</p>  $D^2 = L^2 + L^2 \text{ soit } D = L\sqrt{2} = 556\sqrt{2}$ $D = 786 \text{ pm}$ $\text{soit } d(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-) = \underline{393 \text{ pm}}$
8-	<p>Exprimer puis calculer l'intensité de la force électrostatique $F_{\text{Cl}^-/\text{Cl}^-}$ s'exerçant entre un ion Cl^- et un ion Cl^-</p> $F(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-) = K \cdot e^2 / d^2(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-)$ $= 9,0 \times 10^9 \times (1,6 \times 10^{-19})^2 / (3,93 \times 10^{-10})^2 = \underline{1,5 \times 10^{-9} \text{ N}}$
9-	<p>Comparer $F(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-)$ et $F(\text{Cl}^-/\text{Na}^+)$</p> $F(\text{Cl}^-/\text{Na}^+) = \underline{3,0 \times 10^{-9} \text{ N}}$ $F(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-) = \underline{1,5 \times 10^{-9} \text{ N}}$ $F(\text{Cl}^-/\text{Na}^+) / F(\text{Cl}^-/\text{Cl}^-) = \underline{3,0 \times 10^{-9} / 1,5 \times 10^{-9} = 2,0}$
10-	<p>Conclure en complétant la phrase suivante qui explique la cohésion du solide ionique.</p> <p>La force attractive entre Cl^- et Na^+ est 2.0 fois plus importante que la force répulsive entre Cl^- et Cl^- ce qui explique la cohésion du solide ionique entre les différents ions qui le constituent.</p>