

Les interactions dans la matière

🎓 Capacités exigibles

- ☐ Expliquer la cohésion des cristaux ioniques.
- ☐ Décrire la liaison métallique comme un empilement d'ions positifs baignant dans un "nuage électronique".
- ☐ Citer les ordres de grandeur des distances caractéristiques.

📊 Niveaux

- ♥ À savoir refaire!
- ★ Niveau de base
- ★★ Niveau intermédiaire
- ★★★ Niveau avancé

🔧 Méthode

Objectif : Convertir une énergie exprimée en joules (J) en kilojoules par mole ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$).

📁 Données

- Énergie individuelle : E_{ind} , exprimée en joules (J), représente l'énergie d'une interaction.
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, nombre de particules dans une mole.
- Facteur de conversion : $1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$.

1. Multiplier par N_A : Calculer l'énergie pour une mole de particules en multipliant E_{ind} par N_A :

$$E_{\text{mole}} = E_{\text{ind}} \times N_A.$$

2. Convertir en kilojoules : Diviser l'énergie totale en joules par 1000 pour obtenir l'énergie en kilojoules :

$$E_{\text{mole, kJ}} = \frac{E_{\text{mole}}}{1000}.$$

Formule finale :

$$E_{\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{E_{\text{ind}} \times N_A}{1000}.$$

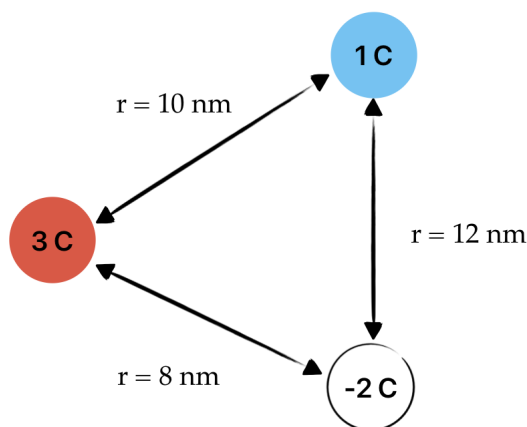
Exercice 1 Calculs d'énergie potentielle électrostatique



Deux charges $q_1 = +2 \mu\text{C}$ et $q_2 = -3 \mu\text{C}$ sont séparées par une distance $r = 0,5 \text{ m}$.

Q1 Exprimer puis calculer l'énergie potentielle électrostatique.

On considère maintenant le système suivant :



🕒 Rappel

Dans un système comportant plusieurs charges $q_1, q_2, \dots, q_n$, l'énergie potentielle totale est la somme des énergies potentielles entre toutes les paires de charges :

$$E_{\text{pot, total}} = \sum_{i < j} k_e \frac{q_i \cdot q_j}{r_{ij}},$$

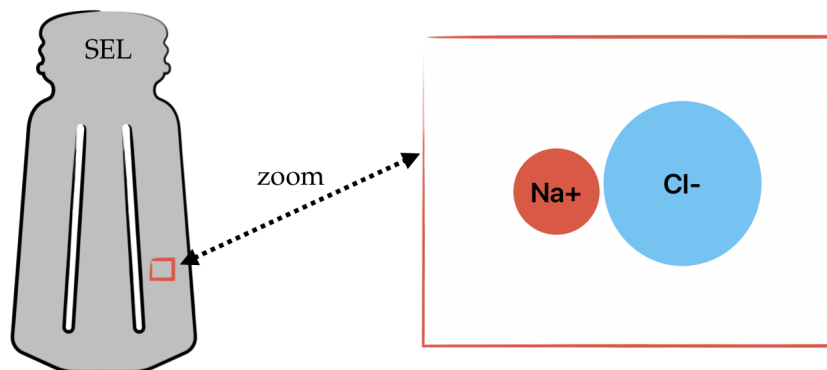
où r_{ij} est la distance entre les charges q_i et q_j .

Q2 Exprimer puis calculer l'énergie potentielle du système.

Exercice 2 Molécule ionique simple



Le chlorure de sodium (NaCl), couramment appelé sel, est un composé ionique essentiel à la vie et largement utilisé dans l'industrie. Il est principalement extrait sous forme de sel gemme ou obtenu par évaporation de l'eau de mer. En chimie industrielle, le NaCl sert de matière première dans la production de soude caustique (NaOH) et de chlore (Cl_2) via le procédé d'électrolyse.



Données

- L'énergie de liaison ionique dans une mole de NaCl est de $787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- La distance interionique dans le cristal de NaCl est $2,8 \text{ \AA}$ ($2,8 \times 10^{-10} \text{ m}$).
- La charge élémentaire e vaut $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- La permittivité du vide ϵ_0 vaut $8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$.

- Q1** La liaison en question est-elle une liaison forte ?
- Q2** Rappelez l'expression de l'énergie potentielle électrostatique entre deux charges q_1 et q_2 séparées par une distance r .
- Q3** Calculez l'énergie électrostatique (en joules) entre un ion Na^+ et un ion Cl^- dans le cristal.
- Q4** Exprimez cette énergie en joules pour une seule interaction entre Na^+ et Cl^-

Exercice 3 Molécule ionique à trois atomes



Considérons une molécule ionique, l'ion CO_2^- , formée d'un atome de carbone (C) et de deux atomes d'oxygène (O_1 et O_2). Les deux atomes d'oxygène sont chacun situés à une ($r = 1,2 \times 10^{-10} \text{ m}$) de l'atome de carbone.

Données

- L'atome de carbone porte une charge partielle $-q_C = -0,4e$,
- Chaque atome d'oxygène porte une charge partielle $+q_O = +0,2e$.
- La charge élémentaire e vaut $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- La permittivité du vide ϵ_0 vaut $8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$.
- La constante d'Avogadro $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

- Q1** Écrivez l'expression de l'énergie potentielle électrostatique totale dans la molécule en tenant compte des interactions entre :
- le carbone et chaque oxygène ($\text{C} \leftrightarrow \text{O}_1$ et $\text{C} \leftrightarrow \text{O}_2$),
 - les deux atomes d'oxygène ($\text{O}_1 \leftrightarrow \text{O}_2$).

- Q2** Calculez l'énergie potentielle totale (en J) pour une molécule d' CO_2^- , puis pour une mole de CO_2^- en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$