

Série 5: Energie de cohésion des solides

Exercice 1 : Energie de cohésion du bromure de sodium (Extrait contrôle final 2015-2016)

1. la signification de chaque terme :

- R_0 étant la distance entre premiers proches voisins à l'équilibre (0,5pt) ;
- α la constante de Madelung qui dépend de la structure de NaBr (0,5pt) ;
- ρ paramètre dans le potentiel de Born-Meyer (0,5pt), il a la dimension d'une longueur et il mesure le rayon d'action de l'interaction répulsive dans le potentiel de Born-Meyer (0,5pt). Il est déterminé à partir des mesures expérimentales du module de compressibilité B . (0,5pt)

Note: A l'examen les formules seront données par contre il faut connaître la signification de chaque terme apparaissant dans la formule. Cette question représente 31% de la note totale de l'exercice!

2. Vérification de l'homogénéité (1 pt):

$$[U_{tot}] = [F \cdot d] = [m \cdot a \cdot d] = \mathbf{ML^2T^{-2}}$$

$$\left[\frac{N\alpha q^2}{4\pi\epsilon_0 R_0} \left(1 - \frac{\rho}{R_0} \right) \right] = \left[\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \right] \left[\frac{1}{R_0} \right] = [F \cdot d^2] L^{-1}$$

$$\left[\frac{N\alpha q^2}{4\pi\epsilon_0 R_0} \left(1 - \frac{\rho}{R_0} \right) \right] = M \cdot LT^{-2} \cdot L^2 \cdot L^{-1} = \mathbf{ML^2T^{-2}}$$

La formule est bien homogène, puisque les deux termes de l'égalité ont la même dimension. On peut aussi utiliser les unités (**uniquement la moitié de la note**):

$$\left[\frac{N\alpha q^2}{4\pi\epsilon_0 R_0} \left(1 - \frac{\rho}{R_0} \right) \right] = \frac{N \cdot m^2 \cdot C^{-2} \cdot C^2}{m} = N \cdot m = J$$

3. L'énergie potentielle s'écrit (1 pt) :

$$U_{tot} = -\frac{2N_A\alpha e^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(1 - \frac{2\rho}{a} \right)$$

$$U_{tot} = -2 \times N_A \times \alpha \times e^2 \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{1}{a} \left(1 - \frac{2\rho}{a} \right)$$

4. Valeur numérique:

$$U_{tot}$$

$$= -2 \times 6,022 \times 10^{23} \times 1,747565 \times (1,60 \times 10^{-19})^2 \times 9,00 \times 10^9 \\ \times \frac{1}{5,978 \times 10^{-10}} \left(1 - \frac{2 \times 0,328 \times 10^{-10}}{5,978 \times 10^{-10}} \right)$$

$$U_{tot}(NaBr) = -7,22186904 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E(NaBr) = -U_{tot}(NaBr)$$

$$E(NaBr) = 7,22186904 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E(NaBr) = 722 \text{ kJ (2 pts)}$$

5. On calcule l'écart relatif entre les deux valeurs (ne doit pas être exprimé avec plus de deux chiffres) :

$$E(NaBr) = 7,22186904 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E(NaBr) = 172,524344 \text{ kcal}$$

L'écart relatif avec la valeur expérimentale:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{174,1 - 172,524344}{174,1} = 0,91\% (0,5 \text{ pt})$$

Conclusion (1 pt)

Les faibles écarts relatifs entre les valeurs calculées et les valeurs expérimentales confirment la validité du modèle utilisé pour le calcul des énergies de cohésion des cristaux ioniques. En effet, les faibles électronégativités des cations et les fortes électronégativités des anions font que la **cohésion des cristaux ioniques** peut s'expliquer grâce à des **interactions coulombiennes** entre des particules ponctuelles chargées. La principale **contribution** à l'**énergie de liaison des cristaux ioniques** est d'origine électrostatique; on l'appelle **énergie de Madelung**.