

Activités expérimentales

Détermination de l'énergie de changement d'état : la fusion de la glace

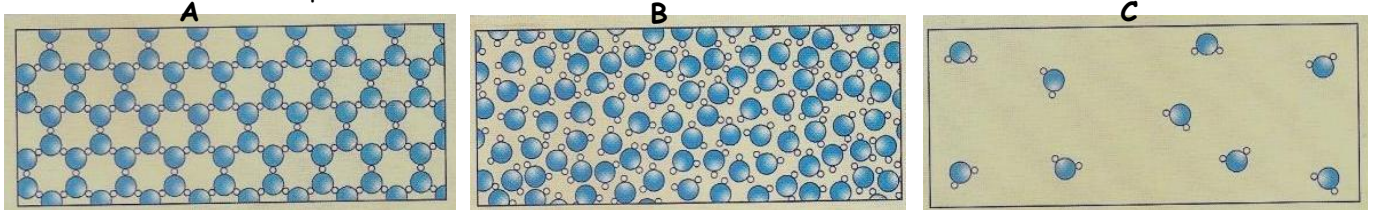
Objectifs :

- Déterminer une énergie de changement d'état.
- Interpréter à l'échelle macroscopique les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état.

I. Rappels : les trois états de la matière.

1. Description des états de la matière

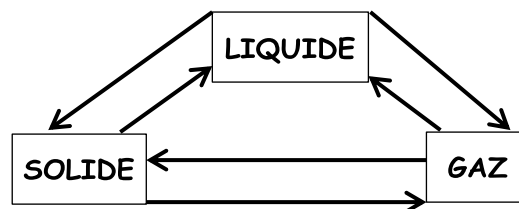
Les trois dessins suivants représentent de l'eau sous trois états différents.



- Indiquer à quel dessin correspond chaque état de la matière (solide, liquide, gaz).
- A l'aide des mots suivants, décrire chaque état de la matière : désordonné, mobile, compact, dispersé, immobile, ordonné.

2. Les changements d'état.

- A l'aide des mots suivants, compléter le diagramme des divers changements d'états : solidification, liquéfaction, sublimation, vaporisation, fusion, condensation.



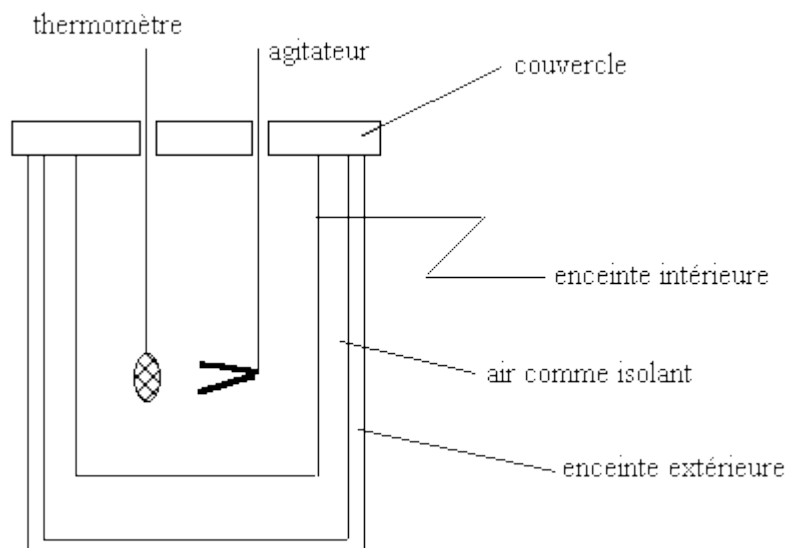
II. Détermination d'une énergie de changement d'état.

1. Principe de la manipulation.

Il existe des interactions (intermoléculaires) qui assurent la cohésion des molécules d'eau dans l'eau solide (glace). Quelle énergie doit on fournir pour vaincre ces interactions et ainsi former de l'eau liquide ?

Les mesures d'énergie thermique s'effectuent dans un calorimètre (il est isolé, il n'échange pas d'énergie avec l'extérieur).

Principe : Dans un calorimètre vous introduisez une masse m_1 d'eau à la température θ_i . Puis vous rajoutez une masse m_2 de glaçons à la température θ_{fus} et on laisse évoluer le mélange jusqu'à sa température finale d'équilibre θ_f .



Le calorimètre fourni de l'énergie thermique à l'eau (il en perd) :

$$E_{\text{cal}} = C \times |\theta_f - \theta_i| \quad C \text{ est la capacité thermique du calorimètre. } C = 32 \text{ J} \cdot \text{°C}^{-1}$$

L'eau fourni (cède) de l'énergie thermique, sa température diminue :

$$E_1 = m_1 \times C_{\text{eau}} \times |\theta_f - \theta_i| \quad \text{et } C_{\text{eau}} \text{ est la capacité thermique massique de l'eau.}$$

$$C_{\text{eau}} = 4,187 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$$

Au cours de cette manipulation les glaçons fondent et l'eau liquide formée s'échauffe jusqu'à la température θ_f .

L'énergie thermique reçue par les glaçons (nécessaire pour la fusion de la glace) vaut :

$$E_g = m_2 \times L_{\text{fus}} \quad \text{où } L_{\text{fus}} \text{ est l'énergie thermique massique (ou chaleur latente) de fusion de l'eau (que l'on cherche à déterminer).}$$

L'énergie thermique reçue par l'eau de fusion pour passer de θ_{fus} à θ_f est :

$$E_2 = m_2 \times C_{\text{eau}} \times |\theta_f - \theta_{\text{fus}}|$$

Le calorimètre est isolé, il n'échange pas d'énergie avec l'extérieur alors l'énergie reçue par les glaçons est égale à l'énergie fournie par le calorimètre et l'eau qu'il contient, soit :

$$E_{\text{cal}} + E_1 = E_g + E_2$$

On en déduit la valeur de l'énergie thermique massique de fusion de l'eau :

$$L_{\text{fus}} = \frac{C \times |\theta_f - \theta_i| + m_1 \times C_{\text{eau}} \times |\theta_f - \theta_i| - m_2 \times C_{\text{eau}} \times |\theta_f - \theta_{\text{fus}}|}{m_2}$$

2. Manipulations

- a. Mesurer la masse du calorimètre et de ses accessoires (thermomètre, agitateur, bouchon).

On note m la masse obtenue.

$$m = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b. Verser dans le calorimètre un volume $V_1 = 500 \text{ mL}$ d'eau. Peser l'ensemble et en déduire une valeur précise de la masse d'eau introduite m_1 .

$$m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

- c. Agiter un peu et attendre que la température de l'eau prenne une valeur constante $\theta_i = \underline{\hspace{2cm}}$

- d. Prendre 4 glaçons à $\theta_{\text{fus}} = 0 \text{ °C}$, les sécher avec du papier absorbant et les introduire rapidement dans le calorimètre. Agiter, laisser fondre et peser de nouveau l'ensemble afin d'en déduire la masse précise m_2 des glaçons :

$$m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

- e. Noter la température finale atteinte après agitation et stabilisation de la température $\theta_f = \underline{\hspace{2cm}}$

- f. Déterminer la valeur de l'énergie thermique massique de fusion : $L_{\text{fus}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$

- g. Comparer la valeur obtenue avec celle des autres groupes. Discuter des éventuels écarts.

- h. Interpréter la valeur obtenue en parlant du changement d'état, de l'effet à l'échelle macroscopique et éventuellement à l'échelle microscopique, d'un apport d'énergie thermique à un corps pur solide.