

TP23 – Transition de phase

Objectifs

- Mettre en œuvre un capteur de température, par exemple avec l'aide d'un microcontrôleur.
- Mettre en œuvre une technique de calorimétrie.
- Utiliser une balance de précision.
- Comparer deux valeurs dont les incertitudes-types sont connues à l'aide de leur écart normalisé.

Valeur en eau du calorimètre

On rappelle la méthode des mélanges :

- placer une masse m_1 d'eau à température ambiante dans le calorimètre et relever sa température T_1 à l'équilibre ;
- ajouter une masse m_2 d'eau à une température différente T_2 ;
- mesurer la température finale à l'équilibre T_f .

- ✍ 1. Montrer que la valeur en eau μ du calorimètre est donnée par

$$\mu = -m_2 \frac{T_f - T_2}{T_f - T_1} - m_1.$$

- ✍ 2. Préparer le programme `tp23-valeur_en_eau.py` permettant d'exploiter les résultats de mesures et d'estimer l'incertitude-type associée.
- REA VAL 3. Mesurer la valeur en eau μ du calorimètre.

Enthalpie de fusion de l'eau

Dans la plupart des cas, les transitions de phase s'effectuent à pression ambiante et elles sont suffisamment lentes pour que l'équilibre mécanique soit vérifié à tout instant : on utilise donc l'enthalpie. La transition de phase s'accompagne d'une variation d'enthalpie, appelée enthalpie de transition de phase, ou enthalpie de changement d'état.

On s'intéresse ici à l'enthalpie massique de fusion $\Delta_{\text{fus}}h$ de l'eau :

- placer une masse m_ℓ d'eau dans le calorimètre et relever sa température à l'équilibre T_ℓ ;
- mesurer la masse m_s de la glace qui va être utilisée et relever la température T_s des glaçons ;
- introduire les glaçons préalablement séchés avec de l'essuie-tout dans le calorimètre ;
- relever la température finale T_f lorsque la glace est totalement fondue.

- ✍ 4. Exprimer l'enthalpie massique de fusion de la glace en fonction des grandeurs mesurées (cf. Chap. T4 App. 5).

- ✍ 5. Préparer le programme `tp23_enthalpie_fusion.py` permettant d'exploiter les résultats de mesures et d'estimer l'incertitude-type associée.

- REA VAL 6. Mesurer l'enthalpie massique de fusion $\Delta_{\text{fus}}h$ de l'eau.

- VAL 7. Estimer l'incertitude-type statistique (estimation de type A) à partir de l'ensemble des mesures de la classe.

- VAL 8. Comparer la valeur obtenue à la valeur tabulée (Doc. 2).

Documents

Document 1 – Matériel

- calorimètre et accessoires ;
- thermomètre et carte d'acquisition ;
- eau ;
- glace ;
- balance ;
- bouilloire.

Document 2 – Données thermodynamiques pour l'eau

On donne :

- la capacité thermique massique de l'eau solide : $c_s = 2,06 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- l'enthalpie massique de fusion de l'eau : $\Delta_{\text{fus}}h = 333,55 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.