

TP 23 : Calorimétrie, le retour

Les points du programme :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure d'une grandeur thermodynamique énergétique (enthalpie de fusion et capacité thermique).
- Mettre en œuvre une technique de calorimétrie.
- Mesurer une température.

Objectif

- Mesurer l'enthalpie massique de fusion de l'eau Δh_{fus} .
- Mesurer la capacité thermique massique de l'acier inoxydable.

Dans toute la suite, on reprendra la capacité thermique du calorimètre que l'on a déterminé au TP précédent (moyenne sur toutes les mesures de la classe) :

- Groupe 1 : $C_{calo} = 254 \pm 44 \text{ J.K}^{-1}$
- Groupe 2 : $C_{calo} = 204 \pm 13 \text{ J.K}^{-1}$

1. Enthalpie de fusion de l'eau

Ce qui caractérise un changement d'état, d'un point de vue "absorption" ou "libération" de chaleur, c'est l'enthalpie massique de changement d'état. Nous allons essayer de mesurer celle de fusion de l'eau : $\Delta h_{fus}(T_0)$, donc pour le changement solide \rightarrow liquide, à la température $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

On donne la capacité thermique massique de l'eau liquide $c_{eau,l} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ et la capacité thermique massique de la glace $c_{glace} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Q1. À l'aide du calorimètre, du thermomètre, d'eau du robinet et de la glace, mettre au point un protocole qui permet d'obtenir une valeur de $\Delta h_{fus}(T_0)$.

Quelques indications pour vous guider :

- Ressortir le TP précédent, la méthode sera similaire.
- Soyez clair sur la démonstration des expressions théoriques : écrire l'état initial, l'état final, avec les températures, puis premier principe, etc...
- Prendre dans le calorimètre une masse d'eau de l'ordre de 200 g, et une masse de glace environ six fois moindre (30 g), pas beaucoup plus car sinon toute la glace ne fondra pas.
- Mettre d'abord l'eau et aller chercher la glace au dernier moment pour ne pas qu'elle fonde !

- Après accord de l'enseignant, réaliser ce protocole.
- Utiliser le script python disponible sur le cahier de prépa pour évaluer l'incertitude associée à votre mesure grâce à une simulation Monte-Carlo (justifier qu'une telle simulation est nécessaire en expliquant pour les formules simples de propagation des incertitudes ne peuvent pas être utilisées).
- Comparer votre résultat à la valeur tabulée qui vaut : $\Delta h_{fus}^{réf}(T_0) = 3,3 \cdot 10^5 \text{ J.kg}^{-1}$.

2. Capacité thermique massique d'un métal

Q2. À l'aide du calorimètre, du thermomètre, d'eau du robinet et d'une masse de métal à une température T_m , mettre au point un protocole qui permet d'obtenir une valeur de la capacité thermique massique de ce métal.

- Après accord de l'enseignant, réaliser ce protocole.
- Adapter le script python disponible sur le cahier de prépa pour évaluer l'incertitude associée à votre mesure grâce à une simulation Monte-Carlo (justifier qu'une telle simulation est nécessaire en expliquant pour les formules simples de propagation des incertitudes ne peuvent pas être utilisées).
- La masse est en acier inoxydable. Votre résultat est-il en accord avec les données sur les métaux fournies ci-dessous ?

Métal/Alliage	Plomb	Bismuth	Or	Platine	Etain	Argent
$c \text{ (J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	129	122	129	130	228	234
densité	11	9,8	19	21	7,3	10

Métal/Alliage	Laiton	Zinc	Cuivre	Nickel	Fer	Acier(1,5% C)	Aluminium
$c \text{ (J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	377	380	385	440	444	470	897
densité	8,9	7,1	9,0	8,3	7,9	7,7	2,7