

TP16 – Calorimétrie

La calorimétrie est une technique d'analyse et de caractérisation qui vise à mesurer les propriétés thermiques d'un échantillon de matière (capacités thermiques, énergies de changements d'état, etc.). Elle est aussi beaucoup utilisée en chimie pour étudier les variations d'énergie qui accompagnent les transformations chimiques. De nombreux types de calorimètres ont été développés au cours des deux siècles derniers.

societechimiquedefrance.fr

Objectifs

- Mettre en œuvre un capteur de température, par exemple avec l'aide d'un microcontrôleur.
- Mettre en œuvre une technique de calorimétrie.
- **Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure d'une capacité thermique.**

Étude préliminaire

- ✍ 1. Faire l'Ex. 7 du TD T2.

Valeur en eau du calorimètre

Lors des manipulations dans le calorimètre, les échantillons de matière échangent inévitablement de l'énergie thermique avec celui-ci. Sa capacité thermique doit donc être connue, sous peine de commettre une erreur systématique à chaque mesure. Plutôt que d'indiquer sa capacité thermique et puisque de nombreuses expériences impliquent de l'eau, on utilise la **valeur en eau du calorimètre**, notée μ , qui correspond à la masse d'eau qui aurait la même capacité thermique que le calorimètre et ses accessoires.

Méthode des mélanges

La méthode des mélanges consiste à mélanger dans le calorimètre une masse m_1 d'eau à température ambiante et une masse m_2 d'eau à température différente (chaude ou froide, peu importe). Toutes les températures (initiales et finale) doivent être mesurées.

- ✍ 2. À l'aide des résultats de l'étude préliminaire, exprimer la valeur en eau μ du calorimètre en fonction des grandeurs mesurées. Préparer le programme Python `tp16-melange.py` permettant d'estimer l'incertitude-type sur μ par une méthode de type Monte-Carlo.
- APP ANA
REA COM 3. Proposer et mettre en œuvre un protocole pour mesurer la valeur en eau du calorimètre par la méthode des mélanges.
- VAL 4. Discuter des sources d'incertitudes associées à cette méthode. Comment améliorer la mesure.

Méthode électrique

Cette méthode consiste à chauffer pendant une durée Δt une masse m d'eau par effet Joule, à l'aide d'une résistance chauffante parcourue par un courant d'intensité connue.

- ✎ 5. À l'aide des résultats de l'étude préliminaire, exprimer la valeur en eau μ du calorimètre en fonction des grandeurs mesurées. De même, préparer le programme Python `tp16-electrique.py`.
- APP ANA
REA COM
VAL 6. Proposer et mettre en œuvre un protocole pour mesurer la valeur en eau du calorimètre par la méthode électrique.
- VAL 7. Discuter des sources d'incertitudes associées à cette méthode et comparer quantitativement la valeur obtenues ici avec celle obtenue précédemment.

Identification de métaux

- APP ANA
REA VAL
COM 8. Proposer et mettre en œuvre un protocole pour identifier les trois métaux à votre disposition.

Documents

Document 1 – Matériel

- calorimètre et accessoires ;
- thermomètre et carte d'acquisition ;
- bouilloire et eau ;
- métaux ;
- résistance chauffante de 5Ω ;
- générateur DC ;
- multimètre ;
- câbles ;
- balance ;
- bécher 250 mL.

Document 2 – Capacités thermiques de quelques métaux

Métal	Aluminium	Cuivre	Fer	Laiton	Or	Zinc
$c \text{ (J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$	897	385	444	377	129	380

Document 3 – Calorimètre à vase Dewar



pierron.fr

Caractéristiques techniques

- Capacité : 700 mL
- Valeur en eau du calorimètre + agitateur : 14,7 g
- Capacité thermique : $61,6 \text{ J/}^\circ\text{C}$
- Pertes ou gains par rayonnement ou conduction : très faibles
- Chaleurs massiques : aluminium : $895 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$; verre : $778 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Dimensions : $\varnothing 170 \text{ mm}$ - hauteur : 215 mm - masse totale : 2,5 kg