

Calorimétrie

L'objectif de ce TP est de réaliser quelques mesures calorimétriques.

Ce TP s'appuie sur le travail effectué lors du chapitre § THD 3 Autour du premier principe. Les relations notées (*) sont celles qu'il faut savoir retrouver et les heures mentionnées sont données à titre purement indicatif de façon à permettre l'évaluation de l'importance relative des différentes parties.

I) Enthalpie de changement d'état de la glace ⌚

1°) Approche théorique et notations

- Montrez que lorsqu'on met une masse m de glace fondante (donc à la température $T_0 = 0,0 \text{ °C}$) dans une masse m_i d'eau à la température initiale T_i , l'enthalpie massique de fusion de la glace ℓ_f s'écrit :

$$\ell_f = \frac{m_i c_e (T_i - T_f) + m c_e (T_0 - T_f)}{m} \quad \text{où} \quad c_e = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

2°) Expérience

- Pesez le vase avec ses instruments (hors thermomètre).
- Versez de l'eau (environ à mi-hauteur) et pesez le tout. Prenez de l'eau à environ 35 °C .
- Allez chercher de la glace (l'équivalent d'un verre à eau usuel) et attendez qu'elle se mette à fondre ; ne la plongez dans le vase que lorsque la glace se met à fondre et prenez soin de l'essuyer avant.
- ¿? Pourquoi faut-il attendre que la glace commence à fondre ?
Pourquoi faut-il l'essuyer avant de l'introduire dans le vase ?
- Suivez l'évolution de la température avec le thermomètre et notez la température la plus basse atteinte.
- ¿? Pourquoi la température évolue-t-elle encore après avoir atteint T_f ?
- Calculez ℓ_f et comparez avec la valeur tabulée $\ell_f = 335 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

II) Capacité thermique de métaux

1°) Avec un calorimètre ⌚

i. Approche théorique et notations

- Montrez que lorsqu'on met une masse m d'un corps solide à la température T_1 dans une masse m_i d'eau à la température initiale T_i , la capacité thermique c du métal s'écrit, avec T_f la température d'équilibre :

$$c = \frac{m_i (T_f - T_i)}{m (T_1 - T_f)} c_e \quad \text{où} \quad c_e = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

ii. Expérience

- Faites chauffer une grande quantité d'eau avec les échantillons de métaux et pendant ce temps préparer le vase en y versant de l'eau à environ 20 °C .
- Lorsque la température se stabilise vers les 80 °C à 90 °C , prenez un échantillon de métal et introduisez-le dans le vase de mesure.
- Suivez l'évolution de la température avec le thermomètre et notez la température la plus haute atteinte.
- ¿? Pourquoi la température évolue-t-elle encore après avoir atteint T_f ?
- Calculez c et comparez avec la valeur tabulée $c_{\text{Cu}} = 385,5 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $c_{\text{Fe}} = 450,0 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $c_{\text{Al}} = 894,5 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- Si vous avez le temps, recommencez avec les autres échantillons.

2°) Avec de la glace fondante ⌚



Il est conseillé de réaliser cette expérience plutôt en fin de séance afin de disposer de glace dont on peut presque être sûr qu'elle est fondante.

i. Approche théorique et notations

- Montrez que lorsque l'on place une masse m de métal de capacité thermique massique c de température T_1 en présence d'un excès de glace fondante (ie. à $T_0 = 0,0 \text{ °C}$) une masse m_0 d'eau solide passe à l'état liquide avec :

$$m_0 = \frac{m c (T_1 - T_0)}{\ell_f} \quad \text{où} \quad \ell_f \text{ est l'enthalpie de fusion de l'eau}$$

ii. Expérience

- Prenez un bon morceau de glace fondante et essuyez-le.
- Tarez un récipient.
- Posez sur ce morceau de glace un morceau de métal chaud de température T_1 connue en recueillant l'eau liquide dans le récipient taré.
- Lorsque le métal a fini de faire fondre la glace, pesez rapidement l'eau recueilli et déduisez-en sa capacité thermique massique.
- Refaites cette expérience pour les deux autres types de métaux et commentez.

III) Valeur en eau du calorimètre ⌚

1°) Approche théorique et notations

- Montrez que lorsqu'on met une masse m_1 d'eau à la température T_1 dans une masse m_i d'eau à la température initiale T_i , la valeur en eau du calorimètre s'écrit, avec T_f la température d'équilibre :

$$m_{\text{eau}} = m_1 \frac{T_1 - T_f}{T_f - T_i} - m_i$$

2°) Expérience

- Faites chauffer de l'eau à environ 40 °C.
- Pendant ce temps préparer le vase en y versant de l'eau à environ 20 °C sur un peu moins de moitié de hauteur.
- Lorsque l'eau chaude est prête, versez environ 20 cL d'eau.
- Suivez l'évolution de la température avec le thermomètre et notez la température la plus haute atteinte.

3°) Exploitation

¿? *Compte-tenu de la capacité thermique du calorimètre, comment sont changés les résultats précédents tant théoriquement que numériquement ?*

- Faites les calculs et commentez.