

Détermination de la capacité thermique massique du granite

Doc. 13,6

§1 Objectif

On trouve sur la page Wikipedia dédiée au [granite](#) : « Le granite et ses roches associées forment l'essentiel de la croûte continentale de la planète. C'est un matériau résistant, très utilisé en construction, dallage, décoration, sculpture, sous l'appellation granit.

Le granite est le résultat du refroidissement lent, en profondeur, de grandes masses de magma [...].

De manière plus anecdotique, *le granite peut aussi servir d'alternative aux glaçons pour refroidir les boissons. Contrairement aux glaçons, la pierre ne fond pas et ne risque donc pas de dénaturer le goût de la boisson par dilution. [...]* ».

L'objectif de cette séance est d'essayer de comprendre cette dernière phrase : au-delà de la non modification du goût, quelle caractéristique du granite permet son utilisation en remplacement d'un glaçon ?

§2 Détermination de la capacité thermique du calorimètre

Un calorimètre est un appareil destiné à mesurer les *échanges d'énergie thermique*. Cet échange peut se produire entre plusieurs corps, mettre en jeu des *changements d'état* ou des *réactions chimiques*. **Le calorimètre constitue un système thermodynamique isolé**, ce qui implique qu'il n'y a pas d'échange de matière et d'énergie (travail ou chaleur) avec le milieu extérieur. Néanmoins, cela ne signifie pas qu'il n'existe aucun transfert d'énergie entre les différents corps contenus dans le calorimètre (*objets de l'étude, accessoires et parois du calorimètre, ...*).

Wikipedia

Une partie de l'énergie échangée par les corps placés dans un calorimètre sert à modifier la température de ce dernier. Il est donc nécessaire de déterminer avant toute expérience la capacité thermique C du calorimètre.

§2.1 Protocole expérimental

- Élever un volume d'eau environ égal à 60 mL à une température de 50 °C.
Noter m_2 la masse de cette « eau chaude » et θ_2 sa température.
- Verser dans le calorimètre un volume d'eau environ égal à 100 mL à la température ambiante.
Noter m_1 la masse de cette « eau froide » et θ_1 sa température.
- Verser rapidement l'eau chaude dans le calorimètre. Couvrir et agiter (doucement).
- Noter θ_3 la température d'équilibre.

§2.2 Exploitation

Donnée. Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

Q1. Élaborer un raisonnement qui permet de déterminer la capacité thermique C du calorimètre.

Le système étudié est : { masse m_1 d'eau + masse m_2 d'eau + parois internes du calorimètre }.
Puisque ce système est isolé,

$$\Delta U(\text{eau froide}) + \Delta U(\text{eau chaude}) + \Delta U(\text{calorimètre}) = 0$$

et, puisque tous les corps peuvent être considérés comme incompressibles,

$$m_1 c_{\text{eau}} (\theta_3 - \theta_1) + m_2 c_{\text{eau}} (\theta_3 - \theta_2) + C (\theta_3 - \theta_1) = 0$$

Finalement

$$C = \frac{m_1 c_{\text{eau}} (\theta_3 - \theta_1) + m_2 c_{\text{eau}} (\theta_3 - \theta_2)}{\theta_1 - \theta_3}$$

Q2. Calculer la valeur de la capacité thermique C du calorimètre.

- Eau froide : $m_1 = 105,1 \text{ g}$, $\theta_1 = 19,0^\circ \text{C}$;
- Eau chaude : $m_2 = 76,5 \text{ g}$, $\theta_2 = 38,5^\circ \text{C}$;
- Température d'équilibre : $\theta_3 = 26,5^\circ \text{C}$.

$$C = \frac{105,1 \text{ g} \times 4,18 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \times (26,5^\circ \text{C} - 19,0^\circ \text{C}) + 76,5 \text{ g} \times 4,18 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \times (26,5^\circ \text{C} - 38,5^\circ \text{C})}{19,0^\circ \text{C} - 26,5^\circ \text{C}}$$

$$C = 72,3 \text{ J} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}.$$

Q3. On trouve dans la littérature la valeur $C_{\text{theo}} = 70 \text{ J} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$. Est-elle en accord avec le résultat expérimental obtenu ?

§3 Détermination de la capacité thermique massique du granite

§3.1 Protocole

- Peser le morceau de granite. Noter m_2 sa masse.
- Le plonger pendant 15 min environ dans de l'eau bouillante.
- Verser dans le calorimètre un volume d'eau environ égal à 100 mL à la température ambiante.
Noter m_1 la masse de cette « eau froide » et θ_1 sa température.
- Transvaser rapidement le morceau de granite de l'eau chaude au calorimètre. Couvrir et agiter (doucement).
- Noter θ_3 la température d'équilibre.

§3.2 Exploitation

Q4. Élaborer un raisonnement qui permet de déterminer la capacité thermique C du calorimètre.

Q5. Calculer la valeur de la capacité thermique massique c_s du granite.

Q6. On trouve dans la littérature la valeur $c_s = 790 \cdot 10^{-3} \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Est-elle en accord avec le résultat expérimental obtenu ?

Q7. Expliquer en quoi la valeur de la capacité thermique massique du granite est importante pour le refroidissement (ou le chauffage) de la boisson.