

Correction TP26 :

C Travail à effectuer

1. Analyser la situation. (15 min*)

a. **ANALYSER** Le métal fer, à l'état solide, a une capacité thermique massique $c_{\text{fer}} = 444 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
Quelle est la capacité thermique d'un bloc de fer de masse $m_{\text{fer}} = 120 \text{ g}$?

$$C = c_f \times m = 444 \times 0,120 = 53,3 \text{ JK}^{-1}$$

b. **ANALYSER** Un calorimètre de capacité thermique C contient une masse m_{eau} d'eau. Cette eau et le calorimètre sont à la même température θ_i .
On introduit dans le calorimètre une masse m_{fer} de fer à la température θ' .
Lorsque l'équilibre thermique est atteint, l'ensemble est à la température finale θ_f .
Compléter le tableau ci-dessous.

	Température initiale	Température finale	Énergie échangée
Calorimètre	θ_i	θ_f	$Q_1 = C \cdot (\theta_f - \theta_i)$
Masse m_{eau} d'eau	θ_i	θ_f	$Q_2 = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_i)$
Masse m_{fer} de fer	θ'	θ_f	$Q_3 = m_{\text{fer}} \cdot c_{\text{fer}} \cdot (\theta_f - \theta')$

c. **ANALYSER** Si l'on suppose que le calorimètre est idéal et que toute l'énergie perdue par les corps qui se sont refroidis a été gagnée par ceux qui se sont réchauffés, quelle relation peut-on écrire entre les grandeurs Q_1 , Q_2 et Q_3 ?

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

2. Formuler et mettre en œuvre d'un protocole expérimental. (30 min)

ANALYSER Vous disposez d'un morceau de pierre placé dans un bain-marie à la température θ' , d'un calorimètre de capacité thermique C donnée, d'un thermomètre, d'une balance et de papier absorbant.
Proposer un protocole permettant de déterminer la capacité thermique massique c_{pierre} de la pierre.

Mettre une quantité d'eau adéquate dans le calorimètre (par exemple 300 mL, à vérifier) et mesurer la température lorsque l'équilibre thermique est atteint : c'est θ_i . Mettre ensuite le plus rapidement possible dans le calorimètre la pierre chauffée. Mesurer la température finale atteinte par le système {calorimètre, eau, pierre} lorsque l'équilibre thermique est atteint : c'est θ_f . A l'aide de la relation établie en 1.c, on peut en déduire c_{pierre} .

Appel n° 2 Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté.

RÉALISER Mettre en œuvre ce protocole. Noter les résultats des mesures.

(Le calorimètre disponible sur vos paillasses a une capacité thermique $C=183 \text{ J.K}^{-1}$)

Valeurs obtenues avec un volume de 300 mL d'eau soit 300g d'eau et une pierre de masse 68,3 g

$$\theta_i=18,7^\circ\text{C}, \theta'=91,2^\circ\text{C}, \theta_f=21,8^\circ\text{C}$$

3. Exploiter les résultats obtenus. (15 min)

- a. **VALIDER** En considérant que le calorimètre est idéal, déterminer la capacité thermique c_{pierre} de la pierre.

On trouve
$$c_p = \frac{(C + m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}}) \times (\theta_i - \theta_f)}{m_p \times (\theta_f - \theta_i)} = 940 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$$

- b. **VALIDER** Quelles sont les sources d'erreurs possibles sur cette détermination? Comment pourrait-on réduire l'incertitude sur la mesure de c_{pierre} ?

Les sources d'erreurs sont multiples. Des erreurs dues à la manipulation (baisse de température de la pierre entre le moment où elle est sortie du bain marie et sa plongée dans le calorimètre, mesures de températures avant les équilibres thermiques), et dues au matériel (calorimètre non parfait, précision des appareils de mesure –balance, thermomètre)...

Pour minimiser l'incertitude, on peut faire plusieurs mesures puis faire une étude statistique pour encadrer le résultat.

- c. **VALIDER** La capacité thermique massique du bois est d'environ $400 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Pour réaliser des économies d'énergie en suivant la technique présentée dans l'introduction de ce sujet, et toutes choses égales par ailleurs, vaut-il mieux avoir un plancher en bois de $3 \times 10^2 \text{ kg}$ ou un plancher en pierre de $3 \times 10^3 \text{ kg}$?

Capacité du sol en pierre : $mc_p = 3.10^3 \times 941 = 2,8.10^6 \text{ J/K}$

Capacité du sol en bois : $mc_b = 3.10^2 \times 400 = 1,2.10^5 \text{ J/K}$

Le document A nous indique que « Imzès matériaux mis en œuvre dans le stockage de l'énergie thermique doivent posséder une grande capacité thermique ». On en déduit que le plancher en pierre stocke mieux l'énergie que le plancher en bois.

Appel n° 3 Appeler le professeur pour lui présenter les résultats et conclusions.

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.