

TP détermination de la capacité calorifique massique d'un métal

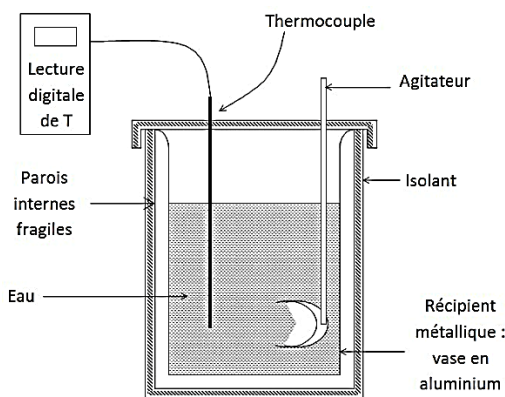
Matériel

- un calorimètre et ses instruments ;
- un thermomètre
- une balance ;
- des pièces métalliques de différents métaux ;
- éprouvette graduée de 500 mL + béccher de 250 mL
- eau à température ambiante (robinet)
- une pince en bois et manique ;
- plaque chauffante + bain-marie
- chiffon pour sécher la pièce métallique
- statif + pince + noix pour suspendre la pièce métallique

Objectif de la manipulation et compétences évaluées :

- Utiliser un calorimètre et voir son intérêt (**compétence s'approprier APP**)
- Déterminer la **capacité thermique** du calorimètre C_{cal} (en $J.K^{-1}$) (**compétence ANA et REA**)
- Déterminer la **capacité thermique massique** d'un métal inconnu $c_{m\acute{e}tal}$ (en $J.kg^{-1}.K^{-1}$) (**compétence ANA et REA**)
- Déduire de valeurs tabulées de capacités thermiques massiques quel est le métal étudié (**compétence VAL**)
- Avoir un regard critique sur les résultats expérimentaux et conclure (**compétence ANA et COM**)
- *Les parties avec une astérisque * et en italique doivent être cherchées avant le TP (compétence s'approprier APP)*

I. Dispositif expérimental



Calorimètre adiabatique

Le calorimètre est comme une "bouteille thermos", ceci afin de diminuer les pertes thermiques : l'instrument devient alors presque un calorimètre adiabatique. Il est constitué d'une **paroi isolante**, d'un récipient dans lequel on versera les liquides, d'un couvercle qu'on veillera à bien fermer et d'un agitateur permettant d'accélérer l'équilibre thermique.

Un *calorimètre* est un système isolé donc *adiabatique* à l'intérieur duquel les transformations effectuées s'accompagneront donc d'un bilan thermique nul.

La qualité des résultats dépendra de la façon dont vous mettrez tout en œuvre pour diminuer les pertes thermiques avec l'extérieur.

Pour chauffer les liquides, on utilise une bouilloire ou une plaque électrique. La température est relevée à l'aide d'un thermomètre à thermocouple avec lecture digitale sur un boîtier : utiliser la précision $0,1^{\circ}C$.

*** Quelle hypothèse peut-on faire sur les échanges thermiques Q entre l'intérieur et l'extérieur du calorimètre ?**

$Q = \dots\dots\dots$

*** Que vaut le travail échangé W entre le milieu extérieur du calorimètre et l'intérieur du Calorimètre ?**

$W = \dots\dots\dots$

II. Manipulation

1. Détermination de la capacité calorifique du calorimètre C_{cal}

Dans le calorimètre, introduire m_{eau} grammes (pas plus de 100g environ) d'eau à la température ambiante.

Noter la température d'équilibre T_i .

$m_{eau} = \dots\dots\dots$

$T_i = \dots\dots\dots$

Préparer une masse $m_{eau\ chaude}$ (pas moins de 200g) d'eau chaude à une température T_0 comprise entre 25°C et 40°C. Noter T_0 puis verser dans le calorimètre.

$m_{eau\ chaude} = \dots\dots\dots$

$T_0 = \dots\dots\dots$

Homogénéiser le mélange en l'agitant.

Noter la nouvelle température d'équilibre T_f (elle correspond à la température minimale atteinte dans le calorimètre) et déterminer la masse totale d'eau pour connaître précisément la masse d'eau tiède versée.

$T_f = \dots\dots\dots$

Donnée : capacité calorifique massique de l'eau $c_{eau} = 4,19 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

*** Exprimer la chaleur Q_1 reçue par l'eau chaude en fonction de $m_{eau\ chaude}$, c_{eau} , T_0 et T_f ;**

.....

*** Exprimer la chaleur Q_2 reçue par le calorimètre et l'eau à température ambiante m_{eau} , c_{eau} , C_{cal} , T_i et T_f ;**

.....

*** Exprimer la variation d'énergie interne ΔU de l'ensemble {calorimètre + eau chaude + eau température ambiante} en fonction de Q_1 et Q_2 .**

.....

*** Le calorimètre étant supposé idéal, en déduire l'expression de la capacité calorifique du calorimètre C_{cal} .**

.....

Calculer C_{cal}

.....

La détermination de C_{cal} est importante pour la suite, c'est pourquoi, on vous demande de réaliser deux mesures de C_{cal} (étapes 1, 2, 3 et 4) puis de faire la moyenne des 2 résultats pour la suite du TP. Si nécessaire, éliminer un des deux résultats.

Faire vérifier la valeur de C_{cal} auprès de l'enseignant.

2. Détermination de la capacité thermique massique d'un métal $c_{\text{métal}}$



Choisir un morceau de métal et déterminer sa masse $m_{\text{métal}}$

$m_{\text{métal}} = \dots\dots\dots$

Le porter à la température $T_0 = 100^\circ\text{C}$ en le mettant dans l'eau du bain-marie ou dans l'étuve (attendre suffisamment longtemps). Il ne faut pas que ce morceau de métal touche le fond du bain-marie (qui n'est pas à 100°C).

Mettre une masse m_{eau} d'eau à température ambiante dans le calorimètre.

$m_{\text{eau}} = \dots\dots\dots$

Noter la température T_i de l'eau.

$T_i = \dots\dots\dots$

Immerger le morceau de métal dans l'eau du calorimètre.

Homogénéiser en agitant.

Relever T_f à l'équilibre thermique.

$T_f = \dots\dots\dots$

*** Exprimer la quantité de chaleur Q_1 reçue par le métal en fonction de $m_{\text{métal}}$, $c_{\text{métal}}$, T_f et T_0 ;**

.....

*** Exprimer la quantité de chaleur Q_2 reçue par le calorimètre et l'eau à température ambiante en fonction de m_{eau} , c_{eau} , c_{cal} , T_f et T_i ;**

.....

*** Exprimer la variation d'énergie interne ΔU de l'ensemble {métal + calorimètre + eau} en fonction de Q_1 et Q_2 .**

.....

*** En déduire l'expression de la capacité thermique massique du métal $c_{\text{métal}}$ en fonction de T_f , T_0 , T_i , m_{eau} , c_{eau} , c_{cal} et $m_{\text{métal}}$**

.....

.....

.....

Calculer la capacité calorifique massique du métal $c_{\text{métal}}$

.....

.....

.....

3. Exploitation des résultats et conclusion

On donne dans le tableau suivant les valeurs de capacités thermiques massiques de différents matériaux.

Matériaux de construction	Chaleur massique c_p	
	J/kg/K	Wh/kg/K
Pierres	1000	0,278
Bétons et mortiers	1000	0,278
Plâtre	1000	0,278
Terre cuite	1000	0,278
Bois	1600	0,444
OSB	1700	0,472
Panneaux de particules bois	1700	0,472
Liège	1560	0,433
Paille comprimée	1400	0,389
Laine de roche	1030	0,286
Laine de verre	1030	0,286
Polystyrène	1450	0,403
Polyuréthane	1400	0,389
Polyisocyanurate	1400	0,389
Laine de chanvre	1600	0,444
PVC	1900	0,528
Asphalte	1000	0,278
Bitume	1000	0,278
Aluminium	880	0,244
Bronze	380	0,106
Laiton	380	0,106
Cuivre	380	0,106
Fer, fonte, acier	450	0,125
Zinc	380	0,106
Caoutchouc	1400	0,389
Verre	750	0,208
Air	1004	0,279
Dioxyde de carbone	820	0,228
Argon	519	0,144
Glace	2000	0,556
Eau liquide	4185	1,163

Déduire des valeurs précédentes quel est le matériau étudié ?

Calculer le z-score $z = \frac{|c_{th} - c_{exp}|}{u(c_{exp})}$ en prenant $u(c_{exp}) = 5 \times 10^1 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et conclure.

.....

.....

.....

Que pensez-vous de qualité de la mesure effectuée ? Donnez quelques sources d'erreurs expérimentales

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....