

Compte rendu de THERMODYNAMIQUE

Spécialité : **Physique fondamentale**

Mesure de C_x (Chaleurs spécifiques ou massiques) de
différents métaux

Par **Dometille BAUX - Loucif REMINI**

Groupe **G1B2**



Problématique et objectifs des mesures à réaliser

La calorimétrie est la science qui traite des mesures des quantités de chaleur échangée entre deux systèmes. L'objectif de ce TP est de mesurer les différentes chaleurs massiques en interaction entre deux systèmes, ici l'eau et un métal donné.

Pour ce faire, nous utilisons un calorimètre dans le but de minimiser les interactions avec l'extérieur et de réaliser des transformations "quasi-adiabatiques".

Afin d'optimiser la mesure de C_x d'un métal X , il est nécessaire de connaître la capacité calorifique du calorimètre car les mesures calorimétriques étant basées sur des échanges thermiques entre sous-systèmes dans le calorimètre, il faut prendre en compte ces échanges entre le contenant et le contenu, c'est le rôle de μ , grandeur qui modélise la valeur en eau du calorimètre.

$$C_{calorimetre} = \mu \times C_E \quad (1)$$

Comme expliqué précédemment, cette expérience se composera de deux parties distinctes mais dépendantes l'une de l'autre ; Dans un premier temps, nous déterminerons $C_{calorimetre}$ en utilisant la relation entre différentes grandeurs physiques :

$$u = m' \times \left(\frac{T_1 - T_F}{T_F - T_0} \right) - m \quad (2)$$

en introduisant deux masses d'eau dans le calorimètre, la première masse d'eau m à température ambiante T , on ajoute ensuite la seconde masse m' à température T , (avec $T_1 \gg T_0$). On note T_F la température maximale atteinte par le mélange

PROTOCOLE

Partie 1 :

- Introduire une masse $m \simeq 200\text{g}$ d'eau à température ambiante dans le calorimètre et le fermer.
- Agiter à l'aide de l'agitateur et mesurer avec un thermomètre (que l'on conservera durant toute la durée de l'expérience) la température T_0 .
- Prélever une seconde masse m' (du même ordre de grandeur $m' \simeq 200\text{g}$) d'eau chaude.
- Relever la masse et la température notée T_1 de cette nouvelle masse m' .
- Agiter le mélange dans le calorimètre après avoir ajouté m' à m et relever la température maximale atteinte T_F ;
- Répéter l'opération trois fois et rassembler les différentes mesures en précisant leurs incertitudes respectives :

$$m \pm \Delta m(\text{g}), T_0 \pm \Delta T_0(^{\circ}\text{C}), m' \pm \Delta m'(\text{g}), T_1 \pm \Delta T_1(^{\circ}\text{C}), T_F \pm \Delta T_F(^{\circ}\text{C}), \mu \pm \Delta \mu(\text{g}) \quad (3)$$

Mesures obtenues :

	m	Δm	T_0	ΔT_0	m'	$\Delta m'$	T_1	ΔT_1	T_F	ΔT_F	μ	$\Delta \mu$
Manip 1	200	4	19.8	0.5	202	4	80.4	0.5	42.7	0.5	70	18
Manip 2	200	4	22.3	0.5	203	4	73.3	0.5	44.7	0.5	60	30
Manip 3	201	4	23.4	0.5	205	4	73.5	0.5	45.8	0.5	50	20

Interprétation et compatibilité de u :

Manip1 : $\mu_1 = 70\text{g} \in I_1 = [52; 88]$

Manip2 : $\mu_2 = 60\text{g} \in I_2 = [30; 90]$

Manip3 : $\mu_3 = 70\text{g} \in I_3 = [30; 70]$

$\mu_1 \in (I_2 \text{ et } I_3)$, $\mu_2 \in (I_1 \text{ et } I_3)$, $\mu_3 \in (I_1 \text{ et } I_2)$ les valeurs sont compatibles, on choisit la valeur moyenne et avec le plus grand Δu_x , soit 60g.

Nous allons désormais déterminer les différentes C_x de 4 métaux à savoir : l'aluminium, le plomb, le fer et le cuivre. C_x , nous sera donné en fonction des paramètres μ , M , C_E , T_0 , T_1 , T_F , M_x , avec la relation :

$$C_x = \left(\frac{M + \mu}{M_x} \right) \times \left(\frac{T_F - T_0}{T_1 - T_F} \right) \times C_E \quad (4)$$

Partie 2 :

- Dans le même calorimètre introduite une masse d'eau notée M de l'ordre de 400g. Relever la valeur précise de M , agiter dans le calorimètre fermé et relever la température T_0 (à température ambiante) à l'aide d'un thermomètre.
- Peser la masse M_x du métal et l'introduire dans un bain thermostaté quelques minutes. Mesurer la température T_1 du bain que l'on considère égale à celle du métal réchauffé.
- Introduire le métal dans le calorimètre et agiter jusqu'à mesurer la température d'équilibre finale T_F .
- Déterminer les incertitudes de chaque mesure et calculer la valeur de C_x pour chaque métal. Les mesures sont regroupées dans un tableau.

Métal	m(g)	Δm (g)	$T_0(^{\circ}c)$	$\Delta T_0(^{\circ}c)$	M_x (g)	ΔM_x (g)	$T_1(^{\circ}c)$	$\Delta T_1(^{\circ}c)$	$T_F(^{\circ}c)$	$\Delta T_F(^{\circ}c)$
Aluminium	400	6	22.0	0.5	55	3	79.9	0.5	24.0	0.5
Plomb	400	6	20.6	0.5	224.0	4.2	79.9	0.5	21.3	0.5
Cuivre	400	6	21.3	0.5	155.0	3.6	79.9	0.5	23.3	0.5
Fer	400	6	23.1	0.5	165.0	3.7	79.9	0.5	25.2	0.5

TABLE 1 –

Calcul des C_x :

METAL	C_x trouvée	ΔC_x	C_x attendues
ALUMINIUM	1.25	0.88	0.92
PLOMB	0.10	0.10	0.13
CUIVRE	0.44	0.28	0.38
FER	0.51	0.31	0.46

TABLE 2 – Capacité calorifique massique des métaux

Conclusion

Pour chaque métal X , le C_x attendu appartient à l'intervalle expérimental $C_x \pm \Delta C_x$, les valeurs sont compatibles. Par ailleurs, nous remarquons que l'incertitude sur chaque valeur est très élevée et parfois du même ordre de grandeur que la valeur elle-même.