



## MANIPULATION N°05

### La Capacité thermique massique (Chaleur Spécifique)

#### 1 - Introduction :

La capacité thermique massique à pression constante est la quantité d'énergie qu'il faut fournir à un kilogramme du corps considéré pour élever sa température de un degré K (ou °C), tout en maintenant sa pression constante.

L'unité du système international est donc le joule par kilogramme kelvin,  $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ . La détermination des valeurs des capacités thermiques des substances relève de la calorimétrie.

Remarques : on définit également des capacités thermiques molaires (valeurs rapportées à l'unité de matière, c'est-à-dire 1 mole ; il convient de distinguer les capacités à volume constant et les capacités à pression constante (la différence étant particulièrement importante pour les gaz).

- Capacité thermique massique de différentes substances : (à pression constante)

Substance	Phase	Capacité thermique massique $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Air (sec)	gaz	1005
Aluminium	solide	897
Cuivre	solide	385
Fer	solide	444
Or	solide	129
Eau	gaz	1850
Eau	liquide	4180
Eau	solide (0 °C)	2060
Éthanol	liquide	2460
Butanol	liquide	2650
Azote	gaz	1042
Hélium	gaz	5190
Hydrogène	gaz	14300
Oxygène	gaz	920

- La capacité calorifique d'un calorimètre est en général assez faible de l'ordre de quelques dizaines de Joules. C'est une grandeur expérimentale que l'on détermine à partir de mesures et de calculs du type de ceux décrits au paragraphe "Exemples de calculs calorimétriques, Calcul de la température finale d'un système lors du mélange de 2 liquides miscibles".
- La quantité de chaleur échangée  $dQ$  pour une variation de température  $dT$  d'un corps est proportionnelle à la masse  $m$  du corps et à sa chaleur massique  $c$ . ( $\delta Q = m \cdot c \cdot dT$ )

#### 2- But du travail :

- 1- Détermination de la capacité calorifique du calorimètre.
- 2- Détermination de la capacité thermique massique de quelques éléments,

### 3- Partie Expérimentale :

#### 1- Détermination de la Capacité calorifique du calorimètre ( $C_{cal}$ ) :

- a) Dans le calorimètre, introduire  $m_1=50$  g d'eau à la température ambiante. Noter la température d'équilibre  $T_1$  (Eau + Calorimètre).
- b) Ajouter  $m_2=50$  g d'eau tiède à la température  $T_2$  ( $25^\circ\text{C} < T_2 < 40^\circ\text{C}$ ). Noter  $T_2$ .
- c) Noter la nouvelle température  $T_f$  (température minimale atteinte dans le calorimètre)(Eau a la Température  $T_1$  + Calorimètre + Eau a la Température  $T_2$ ).
- d) Déterminer ( $C_{cal}$ ) La Capacité Calorifique d'un Calorimètre sachant que :
- la quantité de chaleur  $Q_2$  cédée par l'eau chaude est  $Q_2 = m c_{eau} (T_f - T_2)$ .
  - la quantité de chaleur  $Q_{cal}$  reçue par le calorimètre +  $Q_1$  reçue par l'eau froide.  

$$Q_{cal} + Q_1 = \mu c_{cal} (T_f - T_1) + m_1 c_{eau} (T_f - T_1) = (\mu + m_1) c_{eau} (T_f - T_1)$$
  - Et le système isolé permet d'écrire : ( $\sum Q_i = 0$ )  $\Rightarrow Q_1 + Q_{cal} + Q_2 = 0$

$C_{cal}$  : la capacité calorifique du calorimètre en Joule par Kelvin ( $J \cdot K^{-1}$ ).  
 $c_e$  : la capacité calorifique massique de l'eau liquide, soit  $4180 J \cdot K^{-1} \cdot Kg^{-1}$ .  
 $\mu$  : la masse équivalente en eau du calorimètre en kilogramme (kg).

#### 2- Détermination de la capacité thermique massique de quelques échantillons :

Nous avons un groupe de substances (éléments) que nous voulons identifier en calculant leur chaleur spécifique (massique).

- a) On prend le calorimètre précédent dont on a calculé la **capacité calorifique** et on place dans chaque expérience **50 ml d'eau distillée** à une température ( $T_1$ )
- b) A chaque fois que nous mettons une masse ( $m_2$ ) de la substance à identifier dans le calorimètre à la même température initiale ( $T_2$ ).

le tableau suivant résume les expériences réalisées:

Échantillon	$m_1$ g	$m_2$ g	$T_1$ °C	$T_2$ °C	$T_f$ °C	$c_e$ $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	$C_{cal}$ $J \cdot K^{-1}$	$C_{élément}$	Élément (substance)
1	0.05	0.05	61	19		4180			
2	0.05	0.05	61	19		4180			
3	0.05	0.05	61	19		4180			
4	0.05	0.05	61	19		4180			
5	0.05	0.05	61	19		4180			
6	0.05	0.05	61	19		4180			

- c) Trouver la **relation** qui permet de calculer la chaleur spécifique.
- d) Pour chaque échantillon, calculez la **chaleur spécifique** et **identifiez le type** (nature) de substance.