TP de thermodynamique n°1 : Calorimétrie

I - Objectifs :

– Se familiariser avec le matériel calorimétrique
– Mesurer les grandeurs usuelles en calorimétrie

II - Définitions

Si on met un corps chaud au contact d'un corps froid, il se produit un transfert thermique ; ce transfert s'arrête quand l'équilibre est atteint. Dans ce cas, la quantité de chaleur prise par le corps froid au corps chaud est égale à celle cédée par le corps chaud au corps froid. Si on opère à P_{ext} = Cte, la variation d'enthalpie du système constitué par les deux corps est nulle (en l'absence de pertes thermiques).
Quand la température d'un corps passe de T à T + dT, à pression constante, sa variation d'enthalpie est

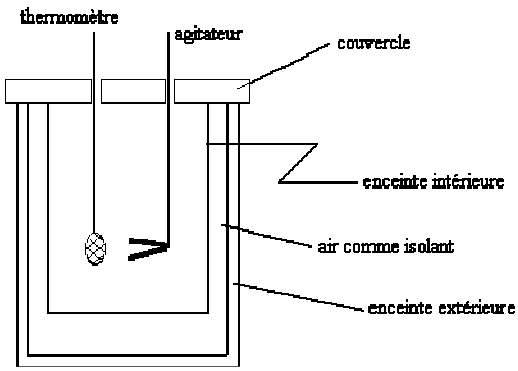
$$dH = m.c.dT = \delta Q$$

c étant sa capacité thermique massique à pression constante et δQ étant le transfert thermique (ou la quantité de chaleur) échangée avec l'extérieur. Si c = Cte,

$$\Delta H = mc.(T_2 - T_1)$$

III - Le calorimètre

Il existe plusieurs types de calorimètre (à glace, à résistance …). Celui utilisé dans le TP sera le calorimètre adiabatique de Berthelot.



Un calorimètre est un dispositif destiné à mesurer les échanges de chaleur (calor = chaleur / mètre = mesure). Il isole thermiquement le système de l'extérieur, et est en général constitué d'un simple isolant, par exemple du polystyrène (bouteille thermos), ou mieux, de vide. Si le calorimètre est parfait, on peut supposer qu'il n'y a aucun transfert thermique avec l'extérieur : les transformations y sont adiabatiques. On y place un thermomètre pour suivre l'évolution de la température du système, et on suppose que la pression est toujours égale à la pression atmosphérique extérieure.

En tant que solide, le calorimètre est capable de capter et de stocker de l'énergie. On appellera µ la valeur en eau du calorimètre. La capacité thermique du calorimètre est donc $C_{calorimetre} = \mu c_e$, avec $c_e = 4.18\ J.g^{-1}.K^{-1}$, la capacité thermique massique de l'eau.

IV - Détermination de la valeur en eau du calorimètre

1°) Principe

Un conducteur métallique de résistance R est immergé dans un liquide de masse m et de capacité thermique massique $c_{liquide}$. L'ensemble est placé dans un calorimètre de capacité thermique $C_{calorimètre}$. Lorsque le conducteur, sous la tension continue U, est parcouru par le courant d'intensité I pendant l'intervalle de temps Δt, il cède le transfert thermique :

$$Q = U.I.\Delta t = R\ I^2\Delta t = \frac{U^2}{R}\Delta t$$

2°) Manipulation

- Mettre m_{eau} = 800 g d'eau dans le vase calorimètrique. Mettre en place le thermomètre, bien agiter pendant 15 s, puis lire la température sur le thermomètre.
- Mesurer la résistance du conducteur ohmique chauffant avec un ohmmètre.
- Immerger le conducteur ohmique chauffant.
- Brancher directement le conducteur chauffant sur les bornes 0 et 12 V continue de l'alimentation, on commandera l'alimentation avec l'interrupteur général situé derrière l'appareil. Déclencher le chronomètre et mettre en route l'alimentation pendant 10 minutes, en agitant de temps en temps l'eau. Toutes les 2 minutes, bien agiter le liquide pendant 15 s pour être sûr de l'homogénéïté de la température et mesurer de nouveau la température. Arrêter l'alimentation au bout de 10 minutes.

t (min)	0	2	4	6	8	10
Δt (s)						
θ (°C)						
ΔT (K)						

- Comment évolue la température en fonction du temps ? Que cela signifie-t-il?

3°) Exploitation

- Tracer la courbe qui représente l'évolution de ΔT en fonction de Δt.

La capacité thermique de l'eau est $c_{eau} = 4{,}18\ J.K^{-1}.g^{-1}$.

- Déterminer la capacité thermique du calorimètre.
- En déduire µ la valeur en eau du calorimètre.

V - Détermination de la capacité thermique massique d'un solide

On dispose plusieurs types de solides : du duralumin, du laiton, du teflon et du plexiglas. Pour mesurer la capacité calorifique de ces solides, on adopte une méthode semblable à celle utilisée dans la partie précédente.

Chaque groupe travaillera avec un solide. Mon groupe travaille avec ……..…… .

1°) Manipulation

- Mettre m_{eau} = 400 g d'eau dans le vase calorimètrique.
- Mesurer la masse de 3 ou 4 morceaux du solide que vous devez étudier :

m_{solide} = ……. .

- Placer les morceaux de solide dans l'eau. Veiller à ce qu'ils soient complètement immergés.
- Mettre en place le thermomètre, bien agiter pendant 15 s, puis lire la température sur le thermomètre.
- Mesurer la résistance du conducteur ohmique chauffant avec un ohmmètre.

- Immerger le conducteur ohmique chauffant.
- Vérifier que la totalité du solide est immergée.
- Brancher directement le conducteur chauffant sur les bornes 0 et 12 V continue de l'alimentation, on commandera l'alimentation avec l'interrupteur général situé derrière l'appareil. Déclencher le chronomètre et mettre en route l'alimentation pendant 10 minutes, en agitant de temps en temps l'eau. Toutes les 2 minutes, bien agiter le liquide pendant 15 s pour être sûr de l'homogénéïté de la température et mesurer de nouveau la température. Arrêter l'alimentation au bout de 10 minutes.

t (min)	0	2	4	6	8	10
Δt (s)						
θ (°C)						
ΔT (K)						

2°) Exploitation

- Tracer la courbe qui représente l'évolution de ΔT en fonction de Δt.

La capacité thermique de l'eau est c_{eau} = 4,18 $J.K^{-1}.g^{-1}$.

- Déterminer la capacité thermique du solide étudié.
- Comparer à la valeur indiquée dans la littérature à pression atmosphérique et 0°C et conclure sur la précision de la mesure.

Solide	Duralium	Laiton	Plexiglas	Teflon
Capacité thermique massique ($J.g^{-1}.K^{-1}$)	0,945	0,377	1,47	1,00