

## **Bombe calorimétrique**

### **Description du matériel et principe de la mesure**

On introduit une masse connue de matériau dans la bombe calorimétrique (cylindre en acier). On y installe un dispositif de mise à feu (fil au contact du combustible qui sera traversé au moment par un courant fort). On remplit la bombe de dioxygène (comburant) sous forte pression. On place la bombe en métal très conducteur de la chaleur dans un calorimètre rempli d'eau dont on peut mesurer la température. On connecte le dispositif de mise à feu et on met en route un système d'agitation de l'eau. On déclenche la mise à feu et on lit la variation de température de l'eau du calorimètre. On réalise l'expérience avec un étalon (acide benzoïque) de PCS connu et avec l'échantillon inconnu. Par comparaison, on déduit le Pouvoir Calorifique Supérieur de l'échantillon inconnu.

### **Etalonnage de la bombe avec de l'acide benzoïque**

On charge la coupelle de bombe avec une pastille d'acide benzoïque de masse  $m_b = 0,99$  g. On mesure  $L_1 = 10$  cm de fil que l'on dispose de façon à ce que par effet Joule, il initie la combustion de l'acide benzoïque. La bombe est chargée en dioxygène pur sous 30 bar. Elle est ensuite placée dans un calorimètre rempli d'eau. On appelle  $C$  la capacité thermique de l'ensemble calorimètre, eau et accessoires. L'objectif de l'étalonnage est de déterminer  $C$ , connaissant le pouvoir calorifique  $PC$  de l'acide benzoïque :  $PC_b = 26453 \text{ J.g}^{-1}$  et celui du fil  $PC_f = 9,5 \text{ J.cm}^{-1}$  (on compte les pouvoirs calorifiques positivement). Juste avant la mise à feu la température est  $\theta_1 = 21,02$  °C. Après la mise à feu la température maximale atteinte est  $\theta_2 = 23,63$ °C. Quand on démonte la bombe, on mesure  $L_2 = 1,8$  cm de fil non brûlé.

1. Donner l'expression littérale de la quantité de chaleur  $Q$  reçue par le calorimètre en fonction de  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$  et  $C$  (on ne fait aucune correction de température pour tenir compte de fuites qu'on considère donc comme négligeables).
2. Donner l'expression de  $Q$  en fonction de la masse d'acide benzoïque  $m_b$ , de  $PC_b$ , de  $L_1$ ,  $L_2$  et  $PC_f$ .
3. En déduire la valeur de  $C$  à 2% près.

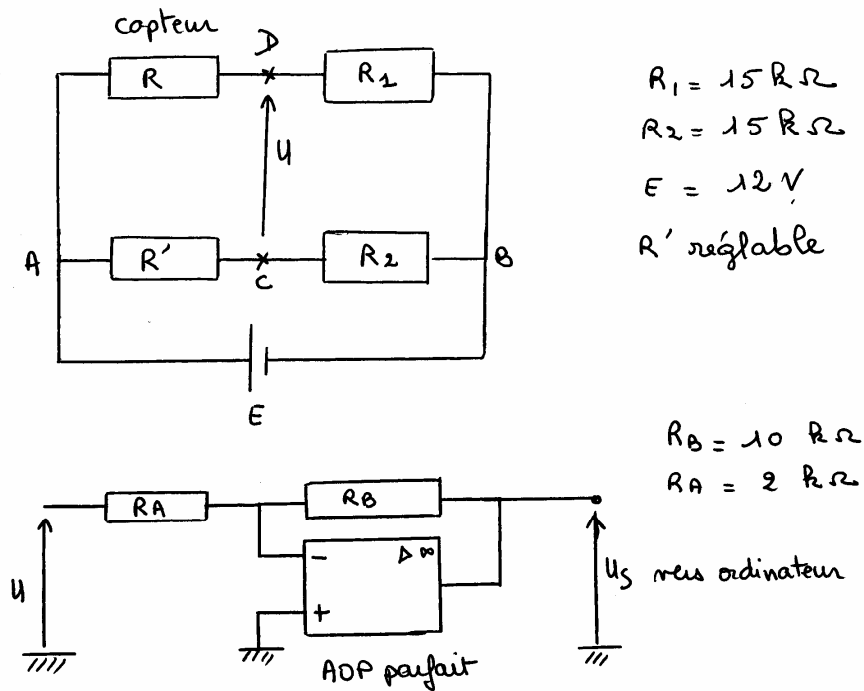
### **Détermination du pouvoir calorifique d'une matière plastique**

On refait l'expérience avec cette fois-ci un échantillon de plastique de masse  $m = 1,02$  g et de pouvoir calorifique  $PC$  inconnu. Le calorimètre et son contenu sont inchangés. On mesure :  $L_1 = 10$  cm ;  $L_2 = 2,1$  cm ;  $\theta_1 = 20,38$  °C et  $\theta_2 = 22,96$  °C.

4. Exprimer  $PC$  en fonction de  $m$ ,  $PC_f$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $C$  et  $\Delta\theta$ .
5. Application numérique à 3 % près.

## Conditionneur

La mesure de la température dans le calorimètre se fait à l'aide d'un capteur dont la résistance  $R$  est fonction affine de la température :  $R = a.\theta + b$  avec  $a$  et  $b$  constantes. Ce capteur est placé dans un pont de Wheatstone dont on mesure la tension de déséquilibre  $U$ . Cette tension est ensuite amplifiée et saisie par un ordinateur qui suit son évolution au cours du temps et détermine automatiquement  $\Delta\theta$  avec si nécessaire des corrections.



1. Le pont est d'abord équilibré pour une température  $\theta_{\text{ref}} = 0^\circ\text{C}$ . La résistance du capteur est alors  $R_{\text{ref}}$ . Etablir la relation entre  $R_{\text{ref}}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R'$ . En déduire  $R'$ .
2. Les résistances  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R'$  restent ensuite inchangées.
3. La température dans le calorimètre étant  $\theta \neq \theta_{\text{ref}}$ , la résistance du capteur est  $R = R_{\text{ref}} + \Delta R$ , le pont est maintenant déséquilibré. Exprimer  $U$  en fonction de  $E$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_{\text{ref}}$  et  $\Delta R$ .
4. Les variations de températures au cours des expériences étant très faibles, on peut négliger  $\Delta R$  devant  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_{\text{ref}}$ . Montrer qu'alors  $U$  peut se mettre sous la forme :  $U = k \Delta R$ . On explicitera  $k$ .
5. Montrer que  $U$  est proportionnelle à  $\theta$ .
6. Etablir la relation entre  $U$  et  $U_s$ . Montrer que  $U_s$  est proportionnelle à  $\theta$ .
7. Application numérique :  $\theta = 23,63^\circ\text{C}$ ,  $R_{\text{ref}} = 12,65 \text{ k}\Omega$ ,  $a = 100 \Omega^\circ\text{C}^{-1}$ . Calculer  $U_s$ .