

$$\Delta T_{\text{eau froide}} = T_{\text{fin}} - T_{\text{in}}$$

$$\Delta T_{\text{eau chaude}} = T_{\text{fin}} - T_{\text{in}}$$

$$T_{\text{in}} = 18,8^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_{\text{fin}} - T_{\text{in}}$$

Exemples

Mélange de 50 g eau @ 0° C dans 450 g eau

$$m_{\text{eau froide (g)}} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{\text{eau froide}} + m_{\text{eau chaude (g)}} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{\text{eau chaude}} = 0$$

$$T_{\text{fin}} = \frac{m_{\text{eau chaude (g)}} T_{\text{eau chaude}} + m_{\text{eau froide (g)}} T_{\text{eau froide}}}{m_{\text{eau chaude (g)}} + m_{\text{eau froide (g)}}} = \frac{450 \times () + 50 \times 0}{450 + 50} = \frac{450 \times ()}{500} = 0.9(88) = 16,9^\circ\text{C}$$

Mesure: 16,9 °C

Mesure de capacité calorifique 54 g Al @ 100° C dans 200 g eau @ T_{in}

$$\Delta T_{\text{Al}} = T_{\text{fin}} - T_{100^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T_{\text{eau}} = T_{\text{fin}} - T_{\text{in}}$$

$$m_{\text{Al (g)}} \times c_{\text{Al}} \times \Delta T_{\text{Al}} + m_{\text{eau (g)}} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{\text{eau}} = 0$$

$$c_{\text{Al}} = -\frac{m_{\text{eau (g)}} \times c_{H_2O} \times \Delta T_{\text{eau}}}{m_{\text{Al (g)}} \times \Delta T_{\text{Al}}} = \frac{200 \times 1 \times (29 - 17)}{54 \times (100 - 27)} \text{ cal/g/K} = 0,9 \text{ cal/g/K}$$

$$T_{\text{in}} = 18,7^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{fin}} = 22,7^\circ\text{C}$$

Rappel définition : 1 cal $\Leftrightarrow \Delta T = 1^\circ\text{C}$ pour 1 g d'eau

$$Q_{\text{cal}} = C_{H_2O} \Delta T_{\circ\text{C},\text{K}}$$

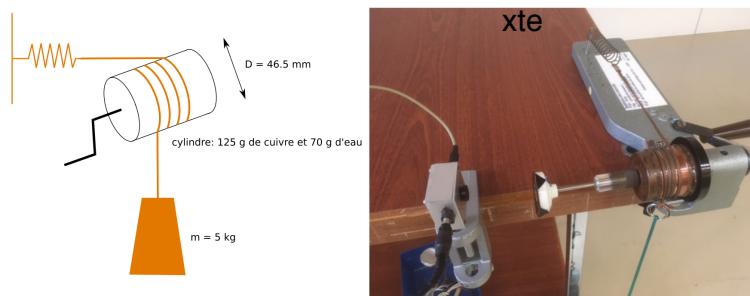
$$C_{H_2O} = 1 \text{ cal/g/K} = 1000 \text{ cal/kg/}^\circ\text{C}$$

La valeur "officielle" est $c_{\text{Al}} = 0,21 \text{ cal/g/K}$

Equivalence travail-chaleur, Joule-calorie

- La première expérience de cours que vous avez vue utilise un dispositif comme celui représenté dans la figure ci-dessous. L'énergie mécanique du frottement de la tresse en cuivre est transformée en chaleur : le calorimètre constitué d'un cylindre de cuivre contenant de l'eau tourne contre le ruban de cuivre tressé. La chaleur produite est mesurée par l'élévation de température du calorimètre, que l'on lit à l'aide du thermomètre installé dans le calorimètre.

Voir aussi les vidéos <http://www.youtube.com/watch?v=1-Szk9gK7Tk> et <http://www.youtube.com/watch?v=gqKddxO9OhY>.



On donne la capacité calorifique massique de l'eau ($c_{eau} = 1 \text{ cal/g/}^{\circ}\text{C}$) et du cuivre ($c_{Cu} = 0.092 \text{ cal/g/}^{\circ}\text{C}$)

1. Calculer le travail dissipé sur 50 tours
2. Calculer la chaleur échangée en utilisant la valeur de ΔT mesurée
3. Calculer le rapport $W_{\text{mécanique}}/Q_{\text{cal}}$
2. La seconde expérience est constituée d'un volume d'huile visqueuse contenu dans un récipient isolé thermiquement de l'extérieur. En brassant le liquide, on observe une augmentation de la température, due aux forces de frottement dans le liquide. L'énergie électrique utilisée pour faire fonctionner le moteur est dissipée sous forme de chaleur.



On donne la puissance à vide ($U(V) \times I(A) = 10.8 \text{ W}$) et la capacité calorifique de l'ensemble ($C = 137.28 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$).

1. Calculer le travail électrique
2. Calculer la chaleur échangée en utilisant la valeur de ΔT mesurée

3. Calculer le rapport $W_{électrique}/Q_{cal}$
3. Commenter les résultats obtenus

Solution

1. 1. Le travail dissipé sur 50 tours est donné par :

$$W_{mécanique} = 50 \text{ N} \times 50 \text{ tours} \times \pi \times 46.5 \text{ mm} = 365 \text{ J}$$

2. La capacité calorifique de l'ensemble est donnée par

$$C = 70 \text{ g}_eau \times 1 \text{ cal/g/}^{\circ}\text{C} + 125 \text{ g}_Cu \times 0.092 \text{ cal/g/}^{\circ}\text{C} = 84 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$$

$$50 \text{ tours donnent } \Delta T = 18.6 \text{ }^{\circ}\text{C} - 17.5 \text{ }^{\circ}\text{C} = 1.1 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ donc } Q_{cal} = C \times \Delta T = 92.4 \text{ cal}$$

$$3. W_{mécanique}/Q_{cal} = 3.95 \text{ J/cal}$$

2. 1. La puissance en fonctionnement est donnée par

$$6.3 \text{ V} \times 5.4 \text{ A} = 34 \text{ J}$$

Et donc le travail électrique :

$$W_{électrique} = \Delta P \times t = (34 - 10.8) \text{ W} \times 60 \text{ s} = 1392 \text{ J}$$

2. $\Delta T = 20.9 \text{ }^{\circ}\text{C} - 19.4 \text{ }^{\circ}\text{C} = 1.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, donc la chaleur échangée est donnée par

$$Q_{cal} = C \times \Delta T = 205.9 \text{ cal}$$

$$W_{électrique}/Q_{cal} = 6.76 \text{ J/cal}$$

3. On a trouvé des valeurs qui se rapprochent de la valeur actuelle de la mesure de l'équivalent mécanique de la calorie : $W/Q = 4.185 \text{ J/cal}$.

Remarque : la mesure de Joule fut très précise pour l'époque : il obtint une valeur de 4.155 J/cal.