TPC n°15 : Application du premier principe à la calorimétrie

« Comment utiliser le premier principe de la thermodynamique pour mesurer la capacité thermique de l'eau ? »

III. Travail à effectuer.

Pour répondre à la problématique, le protocole du document 6 va être réalisé.

S'APPROPRIER

Le système considéré est le système {eau + calorimètre et accessoires}.

1°- Les éléments en contact avec le système sont : la résistance, le thermomètre, l'air intérieur au calorimètre et l'air extérieur au calorimètre.

2°- Les transferts thermiques possibles sont :

- Transfert thermique Q_1 ***de la résistance vers l'eau du système***, ce transfert sera donc ***positif*** car reçu par le système.
- Transferts thermiques Q_2 et Q_3 ***du système vers l'air à l'intérieur*** et du calorimètre et ***du système vers le thermomètre*** car l'eau sera plus chaude que l'air, ces transferts seront ***négatifs*** car perdus par le système.
- Il n'y a pas de transfert possible entre le système et l'air extérieur puisque le calorimètre est isolé thermiquement.

Le transfert entre le système et l'air intérieur est négligeable car la différence de température entre l'air intérieur et l'eau est beaucoup plus faible qu'entre la résistance et l'eau.

3°- Seule l'eau échange de l'énergie avec l'extérieur donc $\Delta U_{syst} = \Delta U_{eau}$

D'après le 1er principe, $\Delta U_{syst} = Q$ car le système n'échange de l'énergie que sous forme de chaleur soit $\Delta U_{eau} = Q_1$

La chaleur provient intégralement de la résistance qui convertit intégralement l'énergie électrique reçue en chaleur grâce à l'effet joule. Donc $Q_1 = E_{th} = E_{elec} = P \times \Delta t = R \times I^2 \times \Delta t$

On en déduit $\boldsymbol{\Delta U_{eau} = R \times I^2 \times \Delta t}$

RÉALISER

- On mesure ***R = 4,0 Ω*** et ***m_{eau} = 503 g***

t (en s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480
θ (en °C)	20,3	20,4	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,5

ANALYSER

3°- On cherche la capacité thermique massique de l'eau.

On sait que l'eau est un système incompressible donc $\Delta U_{eau} = m_{eau}.c_{eau}.\Delta\theta = k \times \Delta\theta$

Pour déterminer c_{eau}, on peut donc tracer $\Delta U_{eau} = f(\Delta\theta)$ et déterminer le coefficient directeur $k = m_{eau}.c_{eau}$.

Connaissant m_{eau} on pourra en déduire la capacité thermique massique de l'eau.

<u>Remarque</u> : $\Delta U_{eau} = R \times I^2 \times \Delta t$ donc $R \times I^2 \times \Delta t = m_{eau}.c_{eau}.\Delta\theta$ soit $\Delta\theta = \frac{R.I^2}{m_{eau}.c_{eau}} \times \Delta t = k' \times \Delta t$

On peut donc également tracer $\Delta\theta = f(\Delta t)$ et déterminer k'. On peut alors en déduire c_{eau}.

VALIDER

Dans Latis-Pro, on rentre les valeurs de t et de θ.

Dans la feuille de calcul on calcule $\Delta\theta = \theta - \theta_i$ (en remplaçant θ_i par la valeur de la température à t = 0)

$\Delta t = t - 0 = t$

$\Delta U = R \times I^2 \times \Delta t$ (en remplaçant R et I par leur valeur ou en les définissant avant)

On trace $\Delta U_{eau} = f(\Delta\theta)$ et on modélise le nuage de points par une fonction linéaire.

On obtient ***k = 2063 J.K⁻¹***

$c_{eau} = \frac{k}{m_{eau}} = \frac{2063}{503.10^{-3}} = 4{,}10.10^3$ $J.K^{-1}.kg^{-1}$

4°- A l'aide des valeurs des différents groupes, on obtient $u(c_{eau}) = 5.10^2$ $J.K^{-1}.kg^{-1}$ soit $0{,}5.10^3$ $J.K^{-1}.kg^{-1}$

On en déduit $\boldsymbol{c_{eau} = 4{,}1.10^3}$ J.K⁻¹.kg⁻¹ avec $\boldsymbol{u(c_{eau}) = 0{,}5.10^3}$ J.K⁻¹.kg⁻¹

5°- Pour comparer à la valeur théorique, on calcule le z-score : $z = \frac{4{,}18.10^3 - 4{,}10.10^3}{0{,}5.10^3} = 0{,}2$ < 2 donc la mesure est cohérente avec la valeur théorique.