

TITRE : Capacité thermique de l'eau à pression constante

Étudiants : Naïa Corbineau / Marie Lucas / Timothée CHAUVIRE

LP associées : LP7 / LP13 / LP22

Bibliographie : Bellier 2^e édition 2004 pp 312-313
Duffait 2010 pp 279-281

Objectifs de la manipulation : ① Mesure de la masse en eau du calorimètre
② Mesure de la capacité thermique (Méthode)

Matériel & sécurité :

- 2 Voltmètres P69.2
- Bouillottes P101.28
- Calorimètre P103.47
- Thermocouple type K
+ P102.30
- Alimentation DC P53.20
- Balance P97.30

Spécificités du matériel, trucs et astuces :

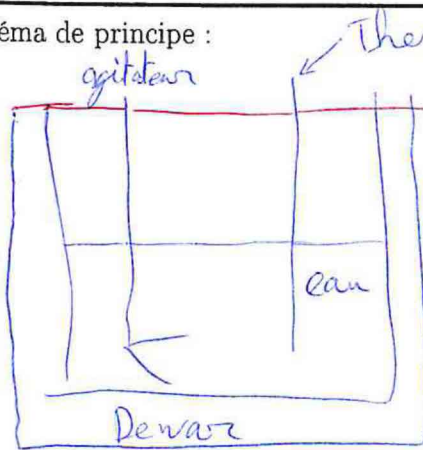
① bien attendre que le calorimètre soit stabilisé en température à cette température

On suppose ici que $P = \text{cte}$, il faut le vérifier : mesurer P au début et à la fin et vérifier qu'elle n'a pas changé (normalement c'est le cas sur la durée de la manipulation)

Consignes pour la prise de mesure :

- ①
- Peser une masse m_1 d'eau froide, la verser dans le calorimètre
 $\theta_1 \approx 20^\circ\text{C}$ ①
 - Peser une masse m_2 d'eau chaude, $\theta_2 \approx 80^\circ\text{C}$, la verser rapidement en agitant dans le calorimètre
 - Mesurer la température θ_3 à l'équilibre thermique.

Schéma de principe :



(c'est fermé, c'est le plus important)

Protocole, résultats et exploitation :

① Après bilan thermique :

$$(m_1 + m_c) C (\theta_3 - \theta_1) = m_2 C (\theta_2 - \theta_3)$$

$$\text{Donc } m_c = \frac{m_2 (\theta_2 - \theta_3) - m_1 (\theta_3 - \theta_1)}{\theta_3 - \theta_1}$$

Expérimentalement :

$$m_1 = 537,794 \text{ g}$$

$$m_2 = 264,710 \text{ g}$$

$$\theta_1 = 2,10^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = 84,0^\circ\text{C}$$

$$\theta_3 = 39,4^\circ\text{C}$$

Incertitude de type
associée lecture

$$u(m_1) = u(\text{reproductibilité}) + u(\text{linéarité})$$

$$u(\theta) = 1,1^\circ\text{C} \quad \begin{array}{l} \downarrow \\ \text{étalonnage} \\ \text{(constructeur)} \end{array}$$

$$\text{A.N.} = m_c = 103,84^\circ\text{C}$$

Protocole, résultats et exploitation :

Pour évaluer l'incertitude de type A (reproductibilité) on répète la mesure 5 fois :

n°	m_1	$\theta_1(^{\circ}C)$	$m_2(g)$	$\theta_2(^{\circ}C)$	$\theta_3(^{\circ}C)$	$m_c(g)$
1	537,794	21,0	264,71	84	39,4	104
2	353,509	20,9	259,50	90	47,2	69
3	304,801	20,9	256,70	78	44,4	62
4	363,795	20,5	266,75	86,5	45,3	79
5	338,381	21,0	283,26	75,6	43,9	54

Moyenne: 74

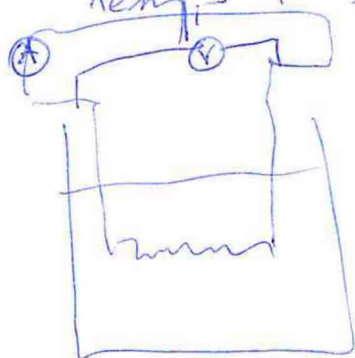
On peut estimer les incertitudes de la manière suivante :

$$u(m_c) = \frac{\text{std dev}(m_c)}{\sqrt{n}}$$

$$u(m_c) = 9$$

On trouve donc $m_c = 74 \pm 9 \text{ g}$ ($k=1, 63\%$)

- ② Avec le même calorimètre à Vase Dewar,
- Mesurer la valeur de la résistance (55Ω)
 - Avec l'alimentation à courant continu chauffer l'eau par la résistance et mesurer après un temps t l'élévation en T° .



on trouve: $R = 2,959 \Omega$

$$I = 0,532 \text{ A}$$

$$\Delta T = 22,8 - 20,5 = 2,3^{\circ}C$$

$$t = 48 \text{ min}$$

$$UI t = (M + m_c) C_{\text{eau}} \Delta T$$

Commentaires, questions, remarques :

$$\underline{\text{A.N.}}: c_{\text{eau}} = \frac{UIT}{(M+m_2)\Delta T} = 3,6 \dots \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$M = 476,3 \text{ g}$$

$$m_c = 74 \text{ g}$$

$$c_{\text{eau, théorique}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$$

On a négligé les pertes thermique (1° par minute) annoncées par le fabricant.

Pour améliorer la mesure, il faudrait réduire le temps de chauffe ^{protocole de} et appliquer une puissance de chauffe plus grande.