

TP 3 : grandeurs thermodynamiques d'un micro-ordinateur

Groupe LTB

12 mars 2023

1 Objectifs

On cherche à déterminer la valeur des grandeurs physiques suivantes :

- La masse équivalente en eau m_{calo} d'un calorimètre
- La masse m , les dimensions spatiales et la capacité thermique C d'un micro-ordinateur Raspberry Pi 3

2 Matériel

- Raspberry Pi
- Alimentation continue
- Carte SYSAM
- Calorimètre

3 Manipulations

3.1 Séance 1

3.1.1 Masse en eau du calorimètre

On suit le protocole suivant pour déterminer m_{calo} .

1. Le laboratoire est initialement à la température $T_a = 20\text{ °C}$
2. On met dans le calorimètre $m_{\text{eau}} = 200\text{ g}$ d'eau chaude à $T_c = 52\text{ °C}$
3. On mesure après thermalisation (pas trop longue pour éviter les fuites thermiques) la température de l'eau $T_f = 47\text{ °C}$
4. La masse équivalente en eau du calorimètre est donnée par

$$m_{\text{calo}} = \frac{T_c - T_f}{T_f - T_a} m_{\text{eau}} = 37\text{ g}$$

En prenant $c_{\text{eau}} = 4,18\text{ kJ K}^{-1}\text{ kg}^{-1}$ on en déduit $C_{\text{calo}} = 167\text{ J/K}$.

3.1.2 Capacité thermique de l'ordinateur

On mesure les grandeurs I_{inst} , I_{eff} et T en fonction du temps avec 1000 points uniformément répartis sur une durée d'acquisition de 10 min (une mesure toutes les 600 ms).

1. Avant calculs, $\langle T \rangle_i = 18,98$ °C et la valeur moyenne de I_{inst} est de 288 mA
2. Lancement des calculs à $t = 1$ min
3. Fin des calculs à $t = 381,6$ s. Pendant les calculs, on a
 - la tension $U = 5$ V
 - l'intensité $\langle I_{\text{inst}} \rangle = 381$ mA
 - la puissance $\langle P \rangle = 1,90$ W
 - le travail électrique $W = 612$ J
4. Régime stationnaire de thermalisation : sur les 100 dernières secondes, $\langle T \rangle_f = 20,63$ °C

La valeur de C est obtenue par

$$C = \frac{W}{\langle T \rangle_f - \langle T \rangle_i} - C_{\text{calo}} = 204 \text{ J/K}$$

3.1.3 Masse de l'ordinateur

La grandeur donnée par le vendeur est $m = 45$ g.

Avec la valeur obtenue pour C , on en déduit la capacité thermique massique moyenne de l'ordinateur

$$c = \frac{C}{m} = 4,5 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$$

Commentaires :

- La valeur tabulée de la capacité thermique massique du silicium, composant principal des circuits imprimés est $c_{\text{silicium}} = 0,7 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
- La valeur tabulée de la capacité thermique massique du PVC (souple), qui compose la gaine des câbles connectés à l'ordinateur est $c_{\text{PVC}} = 0,9 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
- La masse donnée par le vendeur ne prend pas en compte l'enceinte en plastique (PCV rigide), ni les câbles (PVC souple) connectés à l'ordinateur