CORRECTION 1

Centres étrangers 2 2022 Jour 1 **Correction © https://labolycee.org**

Spécialité physique-chimie

EXERCICE C. RAFRAÎCHIR UNE BOISSON (5 pts, 53 minutes)

Mots-clés : premier principe de la thermodynamique, loi de Newton de la thermique

1. En appliquant le premier principe de la thermodynamique au système {canette + boisson} entre l'état initial à la température θ_i et l'état final à la température θ_f, exprimer la variation ΔU de l'énergie interne du système en fonction de *C*, θ_i et θ_f.

$\Delta U = W + Q$, or $W = 0$

$\Delta U = Q = C.(\theta_f - \theta_i)$

2. Calculer la valeur de cette variation d'énergie interne au cours du refroidissement du système {canette + boisson} depuis la température ambiante jusqu'à la température finale θ_f = 5 °C.

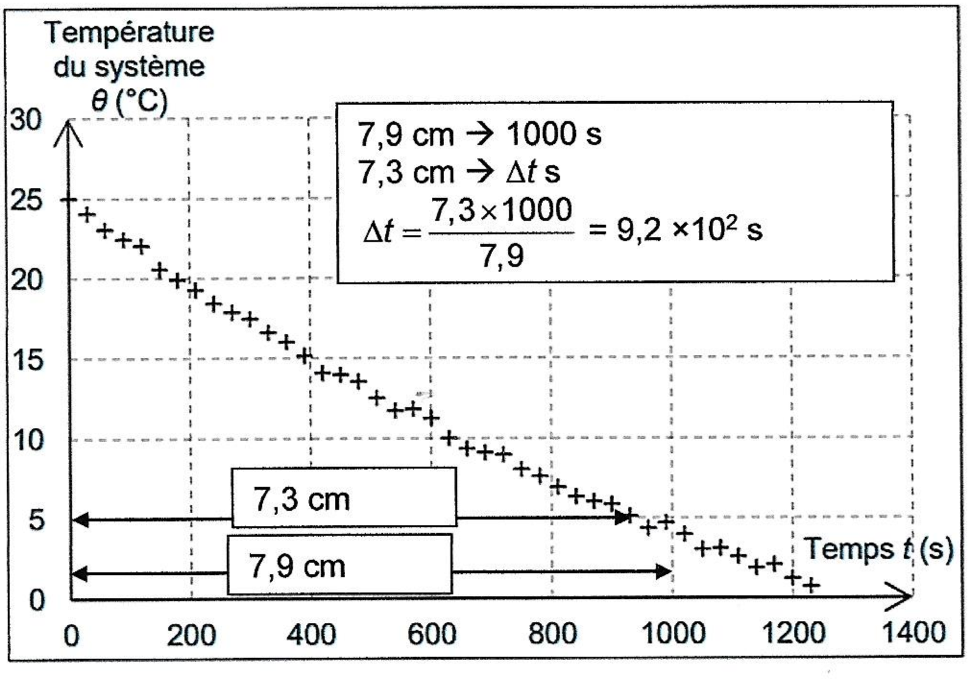
$\Delta U = C.(\theta_f - \theta_i)$

$\Delta U = 1{,}50\times10^3 \times (5 - 25) = -\,3{,}0\times10^4$ J = – 30 kJ

3. Commenter le signe du résultat obtenu et interpréter celui-ci en termes d'énergie microscopique.

La variation d'énergie interne est négative car le système {canette + boisson} cède de l'énergie sous forme de chaleur au milieu extérieur. L'agitation des atomes et molécules constituant le système diminue au fur et à mesure du refroidissement. L'énergie cinétique microscopique du système diminue.

4. Déterminer graphiquement la durée Δt nécessaire au refroidissement du système jusqu'à la température θ_f = 5 °C.



7,9 cm → 1000 s
7,3 cm → Δt s

$$\Delta t = \frac{7{,}3\times1000}{7{,}9} = 9{,}2\times10^2 \text{ s}$$

5. En formulant, dans un premier temps, l'hypothèse d'un flux thermique Φ constant au cours du refroidissement du système, calculer la valeur de ϕ. On prendra ΔU = −30 kJ pour la valeur de la variation d'énergie interne.

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{\Delta U}{\Delta t}$$

$$\phi = \frac{-30\times10^3}{9{,}2\times10^2} = -\,33 \text{ W}$$

CORRECTION 2

6. Interpréter la courbe donnant l'évolution du flux thermique en fonction de l'écart de température (figure 2). Exploiter la courbe afin d'estimer la valeur du coefficient d'échange thermique surfacique *h* ; commenter.

La courbe est une droite passant par l'origine, ce qui indique la proportionnalité entre ϕ et $(\theta_{\text{th}} - \theta)$.

$\phi = k.(\theta_{\text{th}} - \theta)$

Cette relation est en accord avec
$\Phi = h.S.(\theta th - \theta)$
en posant $k = h.S$.

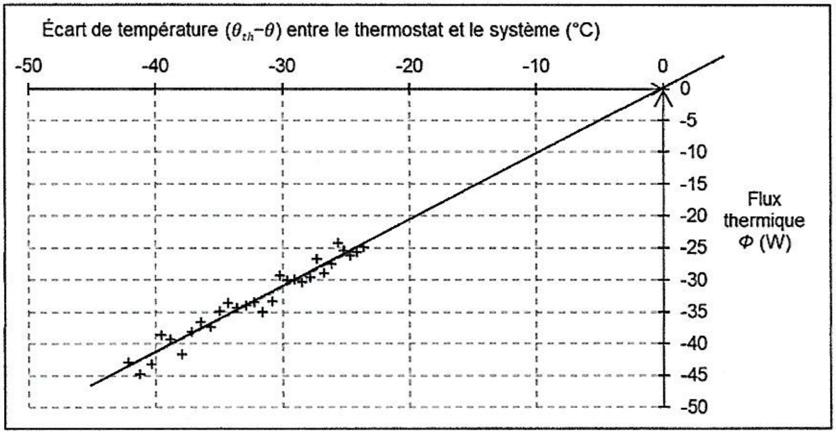


Figure 2 : Évolution du flux thermique en fonction de l'écart de température

$h = \dfrac{k}{S}$ où k est le coefficient directeur de la droite.

On calcule k avec le point de coordonnées (–40°C ; –42 W) $k = \dfrac{-42\ \text{W}}{-40\ °\text{C}}$.

$$h = \frac{\frac{42}{40}}{3{,}1\times10^{-2}\ \text{m}^2} = 34\ \text{W.°C}^{-1}.\text{m}^{-2}$$

Cette valeur est bien comprise dans l'intervalle 5 à 50 $\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$ annoncé dans les données de l'exercice.

7) $\theta(t) = (\theta_i - \theta_{th}) \times e^{\left(-\frac{hS}{c} \times t\right)} + \theta_{th}$

pour $t = 0\,s$ $\quad \theta(t=0s) = (\theta_i - \theta_{th}) \times \underbrace{e^0}_{=1} + \theta_{th}$

$\theta(t=0s) = \theta_i - \theta_{th} + \theta_{th}$

$\theta(t=0s) = \theta_i$

$t \to \infty$ $\quad \theta(t=\infty) = (\theta_i - \theta_{th})\underbrace{e^{(-\infty)}}_{=0} + \theta_{th}$

$\theta(t=\infty) = \theta_{th}$

La température diminue selon une décroissance exponentielle de θ_i à θ_{th}.

Définir et évaluer le temps caractéristique τ :

dans l'exponentielle $e^{-\left(\frac{hS}{c} \times t\right)}$ $\quad \frac{hS}{c}t = \frac{t}{\left(\frac{c}{hS}\right)}$

t est comparé à $\frac{c}{hS}$

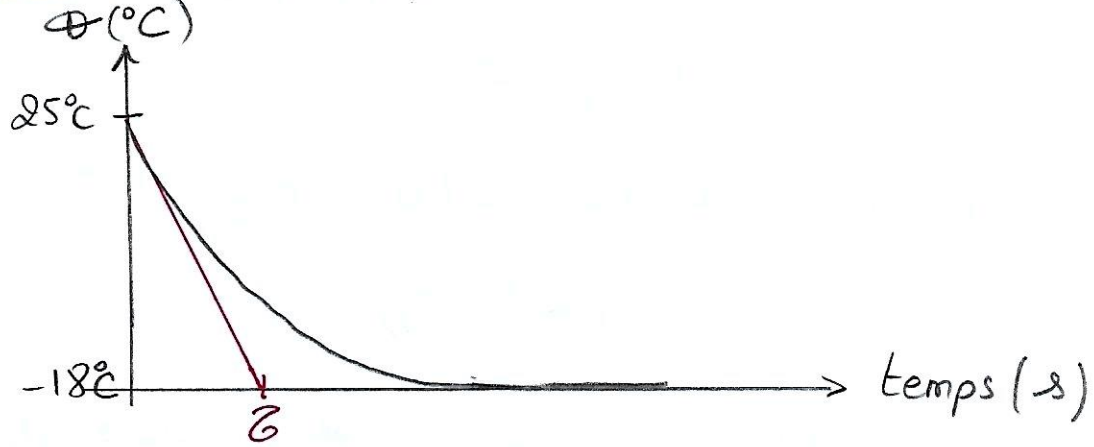
(vu en seconde pour comparer deux grandeurs on divise l'une par l'autre)

et on appellera τ le temps caractéristique par rapport auquel on compare t, soit

$$\tau = \frac{c}{hS}$$

d'où $\tau = \frac{1{,}50 \times 10^3}{34 \times 3{,}1 \times 10^{-2}} = \underline{1{,}4 \times 10^{-3}\,s}$

8) $\theta(t)$ varie de θ_i jusqu'à θ_{fr} de façon exponentielle donc on devrait avoir le graphique complet qui ressemble à ceci :



en traçant la tangente à l'origine on devrait pouvoir lire graphiquement la valeur de τ.
Mais le graphique de la figure 1 ne descend pas jusqu'à -18 °C.

Par contre on sait que le coefficient directeur de la tangente à l'origine peut s'écrire : $k = \dfrac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$ avec les points

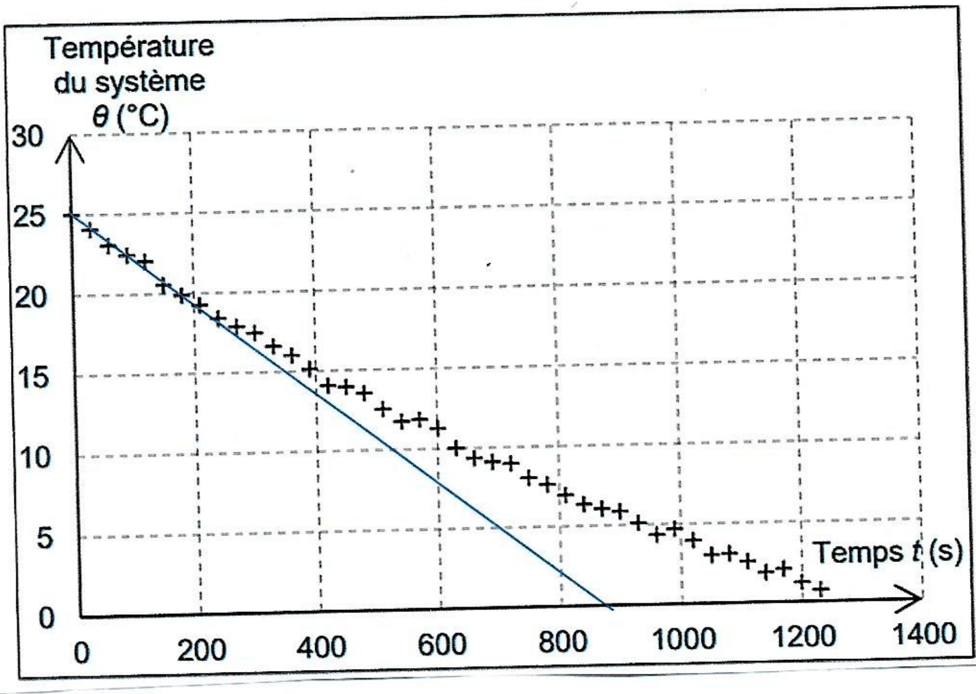
$$A \begin{cases} x_A = \tau \text{ s} \\ y_A = -18\ °C \end{cases} \qquad B \begin{cases} x_B = \quad \text{s} \\ y_B = 25\ °C \end{cases}$$

$$\text{d'où } k = \frac{25-(-18)}{0-\tau} = -\frac{43}{\tau} \text{ d'où } \boxed{\tau = -\frac{43}{k}}$$

calculons k graphiquement sur la tangente à la l'origine

$$A \begin{cases} x_A = 0 \text{ s} \\ y_A = 25\ °C \end{cases} \qquad B \begin{cases} x_B = 700 \text{ s} \\ y_B = 5\ °C \end{cases}$$

CORRECTION 4



$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{5-25}{700-0} = -2,86 \times 10^{-2} \text{ °C/s}$$

$$\text{d'où } \quad \tau = -\frac{43}{-2,86 \times 10^{-2}} = \underline{1,5 \times 10^{3} \text{ s}}.$$

On obtient une valeur proche de celle calculée à la question 7 - la différence peut venir du manque de précision sur les lectures graphiques.