

**CLASSE** : Terminale

**VOIE** :  Générale

**DURÉE DE L'EXERCICE** : 0h58

**EXERCICE 2** : 5,5 points

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ** : PHYSIQUE-CHIMIE

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui « type collègue »

### EXERCICE 2 : La yaourtière

#### 1. Fabrication des yaourts dans la yaourtière

##### Q1.

$$Q = \Delta U = C \times (\theta_f - \theta_0)$$

$$Q = C \times (\theta_{fab} - \theta_{amb})$$

$$Q = 4,0 \times 10^3 \times (43 - 20)$$

$$Q = 9,2 \times 10^4 \text{ J}$$

##### Q2.

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\Phi \times \Delta t = Q$$

$$\Delta t = \frac{Q}{\Phi}$$

Or

$$\Phi = P_{el}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{P_{el}}$$

Or 85 % de l'énergie électrique consommée par la yaourtière est fournie par transfert thermique au système

$$P_{el} = \frac{85}{100} \times P_A$$

$$\Delta t_A = \frac{Q}{\frac{85}{100} \times P_A}$$

$$\Delta t_A = \frac{9,2 \times 10^4}{\frac{85}{100} \times 150}$$

$$\Delta t_A = 7,2 \times 10^2 \text{ s}$$

$$\Delta t_A = 12 \text{ min}$$

D'après le sujet, la phase de chauffage dure 8h

$$\Delta t_{chauffage} = \Delta t_A + \Delta t_B$$

$$\Delta t_A + \Delta t_B = \Delta t_{chauffage}$$

$$\Delta t_B = \Delta t_{chauffage} - \Delta t_A$$

$$\Delta t_B = 8h - 12 \text{ min}$$

$$\Delta t_B = 7h 48 \text{ min}$$

Ainsi, la durée  $\Delta t_B$  de l'étape B est de l'ordre de 7 heures et 50 minutes.

##### Q3.

Calculons l'énergie dépensée pendant la phase A :

$$P_A = \frac{E_A}{\Delta t_A}$$

$$\frac{E_A}{\Delta t_A} = P_A$$

$$E_A = P_A \times \Delta t_A$$

$$E_A = 150 \times \frac{10}{60}$$

$$E_A = 25 \text{ Wh}$$

Calculons l'énergie dépensée pendant la phase B :

$$P_B = \frac{E_B}{\Delta t_B}$$

$$\frac{E_B}{\Delta t_B} = P_B$$

$$E_B = P_B \times \Delta t_B$$

$$E_B = 20 \times \left(7 + \frac{50}{60}\right)$$

$$E_B = 157 \text{ Wh}$$

Calculons le cout en électricité :

$$\text{Cout}_{\text{elec}} = (25 + 157) \times 10^{-3} \times 0,20$$

$$\text{Cout}_{\text{elec}} = 3,64 \times 10^{-2} \text{ €}$$

Calculons le cout en lait :

1,05 €	1 L
Cout <sub>lait</sub>	700mL

$$\text{Cout}_{\text{lait}} = \frac{700 \times 10^{-3} \times 1,05}{1\text{L}}$$

$$\text{Cout}_{\text{lait}} = 0,735 \text{ €}$$

Calculons le cout de fabrication :

$$\text{Cout} = \text{Cout}_{\text{elec}} + \text{Cout}_{\text{lait}} + \text{Cout}_{\text{ferments}}$$

$$\text{Cout} = 3,64 \times 10^{-2} + 0,735 + 0,64$$

$$\text{Cout} = 1,41 \text{ €}$$

Calculons le cout pour 1 yaourt :

Cout <sub>7 yaourts</sub> = 1,41 €	7 yaourts
Cout <sub>1 yaourt</sub>	1 yaourts

$$\text{Cout}_{1 \text{ yaourt}} = \frac{1,41 \times 1}{7}$$

$$\text{Cout}_{1 \text{ yaourt}} = 0,20 \text{ €}$$

Comparons avec le prix d'un yaourt du commerce :

$$\frac{\text{Prix}_{1 \text{ yaourt commerce}}}{\text{Cout}_{1 \text{ yaourt}}} = \frac{0,35}{0,20} = 1,8$$

Le prix d'un yaourt du commerce est près de 2 fois plus élevé que cout de fabrication d'un yaourt maison. Ainsi, l'argument lié au cout est vérifié.

## 2. Refroidissement des yaourts dans le réfrigérateur

### Q4.

Les trois modes de transfert thermique permettant le refroidissement du système sont :

- Conduction
- Convection
- Rayonnement

### Q5.

$$\phi = h \cdot S(\theta - \theta_{\text{refri}})$$

$$\phi_0 = h \cdot S(\theta_0 - \theta_{\text{refri}})$$

$$\phi_0 = 10 \times 0,019 \times (30 - 4,0)$$

$$\phi_0 = 4,9 \text{ W}$$

Comme la température  $\theta$  diminue au cours du temps, l'écart  $(\theta - \theta_{\text{refri}})$  diminue et ainsi, le flux thermique diminue au cours du temps.

**Q6.**

Après un temps très long la température du système est celle du réfrigérateur soit

$$\theta_{(t \rightarrow \infty)} = \theta_{\text{refri}} = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta U = m \times c_Y \times \Delta \theta$$

$$\Delta U = m \times c_Y \times (\theta_{\text{refri}} - \theta_0)$$

$$\Delta U = 0,19 \times 2,5 \times 10^3 \times (4,0 - 30)$$

$$\Delta U = -1,2 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\Delta U = -12 \text{ kJ}$$

Le signe négatif indique une perte d'énergie.

Ainsi, l'énergie perdue durant la phase de refroidissement est voisine de 12kJ.

**Q7.**

$$\phi_0 = \frac{|\Delta U|}{\Delta t}$$

$$\phi_0 \times \Delta t_0 = |\Delta U|$$

$$\Delta t_0 = \frac{|\Delta U|}{\phi_0}$$

$$\Delta t_0 = \frac{|-12 \times 10^3|}{4,9}$$

$$\Delta t_0 = 2,4 \times 10^3 \text{ s}$$

$$\Delta t_0 = 40 \text{ min}$$

**Q8.**

$$\theta(t) = (\theta_0 - \theta_{\text{refri}})e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t = 0) = (\theta_0 - \theta_{\text{refri}})e^{-\frac{0}{\tau}} + \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t = 0) = (\theta_0 - \theta_{\text{refri}}) \times 1 + \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t = 0) = \theta_0 - \theta_{\text{refri}} + \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t = 0) = \theta_0$$

$$\theta(t = 0) = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = (\theta_0 - \theta_{\text{refri}})e^{-\frac{\infty}{\tau}} + \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = (\theta_0 - \theta_{\text{refri}}) \times 0 + \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = \theta_{\text{refri}}$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Graphiquement, Le temps  $\tau$  caractéristique est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à l'origine et de l'asymptote  $\theta_{\text{final}}$

**Q9.**

$$\tau = \frac{m \times c_Y}{h \times S}$$

$$\tau = \frac{0,19 \times 2,5 \times 10^3}{10 \times 0,019}$$

$$\tau = 2,5 \times 10^3 \text{ s}$$

$$\tau = 41 \text{ min}$$

La valeur de  $\tau$  est proche de  $\Delta t_0$  obtenue a la question Q7.