Bac 2026 Métropole Jour 2 **Correction © https://www.labolycee.org**
Spécialité physique-chimie

Exercice 2 – La yaourtière (5,5 points)

1. Fabrication des yaourts dans la yaourtière

Q1. Montrer que la valeur de l'énergie thermique $Q_{chauffage}$ qui doit être transférée au système {S} lors de l'étape A est voisine de $9{,}2\times10^4$ J.

D'après le premier principe, $\Delta U = W + Q$. or le système n'échange pas d'énergie sous forme de travail donc $\Delta U = Q$.

$Q_{chauffage} = C\cdot\Delta T = C\cdot(\theta_{fab} - \theta_{amb})$

$Q_{chauffage} = 4{,}0\times10^3 \times (43 - 20)$ *pour une différence de température inutile de convertir en kelvins*

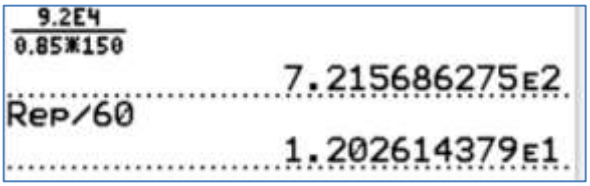
$Q_{chauffage} = 9{,}2\times10^4$ J

Q2. Calculer la durée Δt_A de l'étape A, en supposant que, pendant cette étape, 85 % de l'énergie électrique consommée par la yaourtière est fournie par transfert thermique au système {S}. En déduire que la durée Δt_B de l'étape B est de l'ordre de 7 heures et 50 minutes.

$$Q_{chauffage} = \phi\cdot\Delta t_A \text{ alors } \Delta t_A = \frac{Q_{chauffage}}{\phi}$$

Avec $\phi = \frac{85}{100}\cdot P_A$ ainsi $\Delta t_A = \frac{Q_{chauffage}}{0{,}85\cdot P_A}$

$$\Delta t_A = \frac{9{,}2\times10^4}{0{,}85\times150} = 7{,}2\times10^2 \text{ s} = 12 \text{ min}$$



Le sujet indique que la phase de chauffage dure 8 heures, il y a Δt_A = 12 minutes pour la phase A et Δt_B = 7h48min pour la phase B. Cette dernière durée est bien de l'ordre de 7 heures et 50 minutes.

1 kWh électrique	1 L de lait	2 g de ferments lactiques	1 pot de yaourt nature de grande distribution et de qualité comparable à celui fait maison
0,20 €	1,05 €	0,64 €	0,35 €

Q3. Estimer le prix de fabrication d'un yaourt fait maison. Discuter si l'argument lié au coût des yaourts maison est vérifié.

Il faut acheter 700 mL = 0,700 L de lait → coût = 0,700 × 1,05 € = 0,735 € = 0,74 €

2 g de ferments lactiques → coût = 0,64 €

Il faut chauffer pendant la phase A,

$E_A = P_A\cdot\Delta t_A$

$E_A = 150 \times 721{,}56 = 1{,}08\times10^5$ J $= 1{,}08\times10^2$ kJ $= 3{,}00\times10^{-2}$ kWh

Puis chauffer pendant la phase B,

$E_B = P_B\cdot\Delta t_B$

$E_B = 20 \times (7\times60\times60 + 48\times60) = 5{,}6\times10^5$ J $= 5{,}6\times10^2$ kJ $= 0{,}156$ kWh

On a donc une énergie de 0,186 kWh, ce qui coûte $0{,}186\times0{,}20 = 3{,}7\times10^{-2}$ € = 3,7 centimes = 4 centimes)

Avec 700 mL de lait, on a préparé 7 yaourts.

On divise par 7 on obtient alors (0,74 € + 0,64 € + 0,04€)/7 = 1,42€ /7 = 0,20 € par yaourt.

On réalise une économie de 15 centimes.

En pourcentage cela représente (15/35) = 0,43 = 43% donc oui l'argument lié au coût est vérifié.

2. Refroidissement des yaourts dans le réfrigérateur

Q4. Nommer les trois modes de transfert thermique permettant le refroidissement du système {P}.

Le système peut céder de la chaleur sous forme de rayonnement, par convection et par conduction.

Q5. Calculer la valeur du flux thermique initial Φ_0 cédé par le système {P} à l'instant initial $t = 0$ et indiquer, en justifiant, comment varie le flux thermique au cours du temps.

$\Phi = h \cdot S \cdot (\theta - \theta_{réfri})$

$\Phi_0 = h \cdot S \cdot (\theta_0 - \theta_{réfri})$

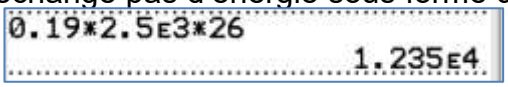
$\Phi_0 = 10 \times 0{,}019 \times (30 - 4{,}0) = 4{,}94\ W = 4{,}9\ W$

La température θ du système diminue une fois placé dans le réfrigérateur, ainsi la différence de température $(\theta - \theta_{réfri})$ est moins en moins grande donc le flux Φ diminue.

Q6. Indiquer la température du système {P} après un temps très long. Montrer que la valeur de l'énergie thermique perdue par le système {P} durant la phase de refroidissement est voisine de 12 kJ.

Après un temps très long le système atteint l'équilibre thermique, il est à la température du réfrigérateur $\theta = \theta_{réfri} = 4{,}0$ °C.

D'après le premier principe, $\Delta U = W + Q$. Or le système n'échange pas d'énergie sous forme de travail donc $\Delta U = Q$



$\Delta U = Q = m \cdot c_Y \cdot (\theta_{réfri} - \theta_0)$

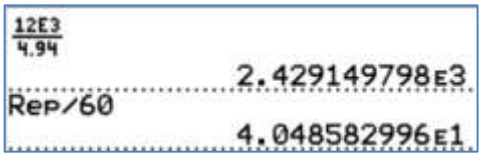
$\Delta U = 0{,}19 \times 2{,}5 \times 10^3 \times (4{,}0 - 30) = -1{,}2 \times 10^4\ J = -12 \times 10^3\ J = -12\ kJ.$

$\Delta U < 0$ le système a perdu de l'énergie, et on retrouve bien la valeur de 12 kJ.

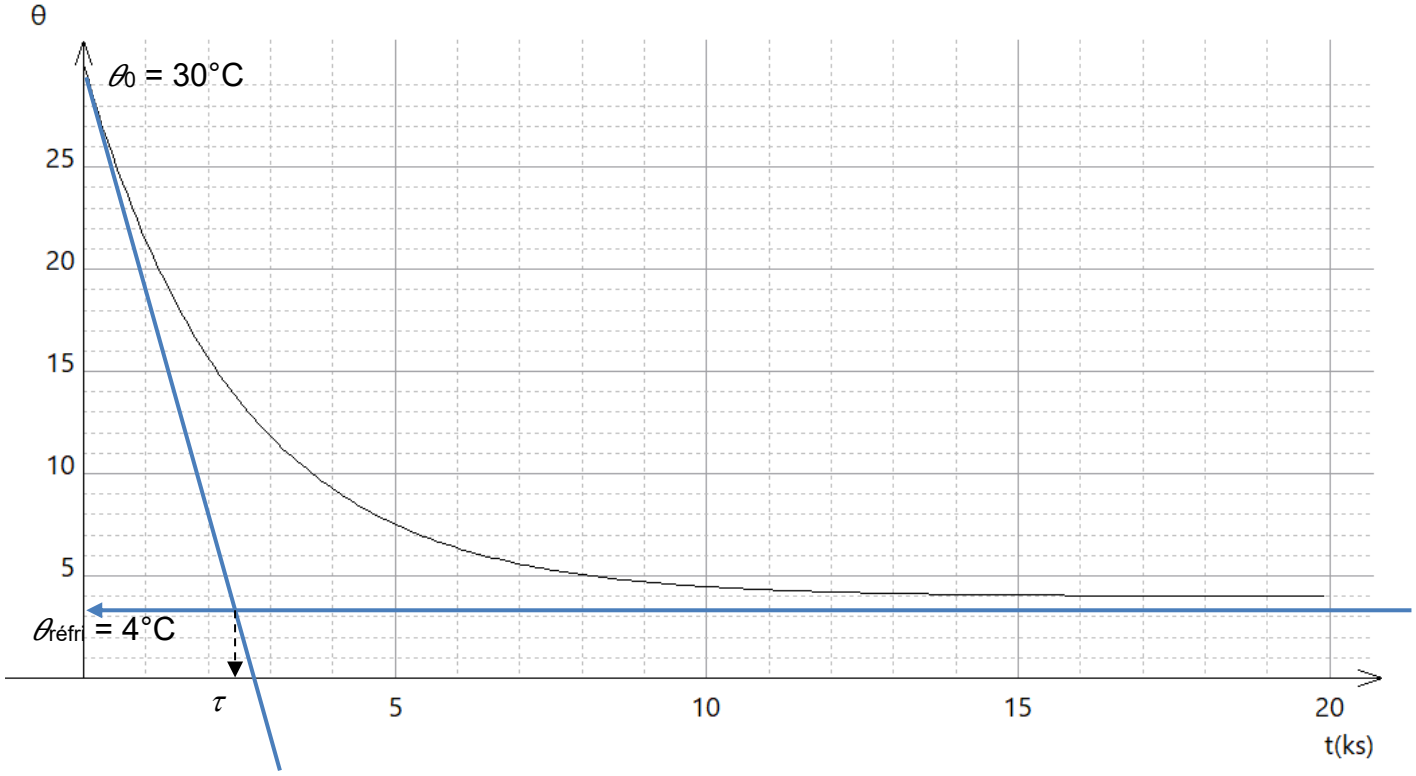
Q7. Calculer la durée Δt_0 qui serait nécessaire pour effectuer un transfert thermique de 12 kJ à la puissance Φ_0.

$$\phi_0 = \frac{Q}{\Delta t_0} \text{ donc } \Delta t_0 = \frac{Q}{\phi_0}$$

$$\Delta t_0 = \frac{12 \times 10^3\ J}{4{,}94\ W} = 2{,}5 \times 10^3\ s = 40\ min$$



Q8. Tracer l'allure de l'évolution de la température θ en fonction du temps en indiquant les températures initiale et finale ; faire apparaître une méthode graphique de détermination du temps caractéristique τ.



On trace la tangente, à la date t = 0 s, à la courbe représentative de la température. Elle coupe l'asymptote horizontale $\theta_{réfri}$ = 4°C à la date $t = \tau$.

Q9. Comparer la valeur de τ à celle de Δt_0 obtenue en Q7. Commenter.

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

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

On a trouvé précédemment qu'il fallait $\Delta t_0 = 2{,}5 \times 10^3$ s pour que l'équilibre thermique soit atteint.
Les deux valeurs sont égales. Mais comparer ces deux valeurs n'a pas beaucoup de signification.
Car ce n'est qu'au bout d'une durée égale à 5τ que le système atteint l'équilibre thermique, soit $1{,}25 \times 10^4$ s.
C'est cette dernière valeur qui devrait être comparée à Δt_0.

Cette correction est réalisée sans l'aide d'intelligence artificielle, elle peut cependant contenir des erreurs. Merci de nous les signaler à labolycee@labolycee.org