

CLASSE : Terminale

VOIE : ☑ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h03

EXERCICE 3 : 6 points

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☑ Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 3 : Le réfrigérateur

1. La température « idéale » d'une bouteille d'eau pour optimiser l'hydratation

Q1.

La convection est un transfert thermique dû au mouvement d'un fluide (liquide ou gaz).

Q2.

Le transfert thermique se fait du corps chaud vers le corps froid.

Bien que la température du système S (la bouteille d'eau), on suppose que celle-ci ai une température supérieure à celle de l'intérieure du réfrigérateur qui est de 7°C car le but d'un réfrigérateur est de refroidir.

Ainsi, le transfert thermique se fait du système S (corps chaud) vers l'air du réfrigérateur (corps froid).

Q3.

$$\theta(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$$

$$\theta(t=0) = Ae^{-\frac{0}{\tau}} + B$$

$$\theta(t=0) = A + B$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = Ae^{-\frac{\infty}{\tau}} + B$$

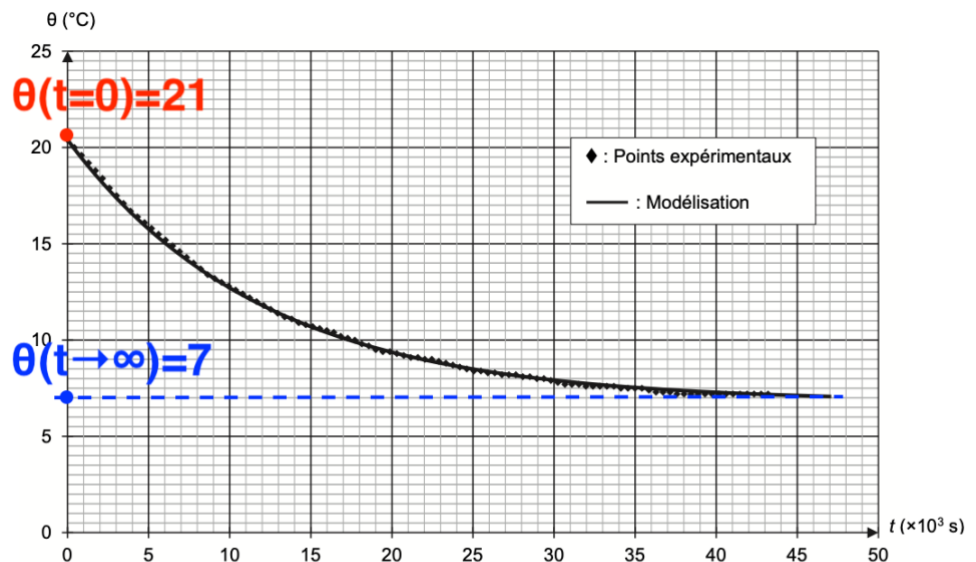
$$\theta(t \rightarrow \infty) = A \times 0 + B$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = B$$

Graphiquement

$$\theta(t=0) = 21^\circ\text{C}$$

$$\theta(t \rightarrow \infty) = 7^\circ\text{C}$$



Évolution de la température θ de S au cours du temps t

Ainsi :

$$B = 7^\circ\text{C}$$

$$A + B = 21^\circ\text{C}$$

$$A = 21 - B$$

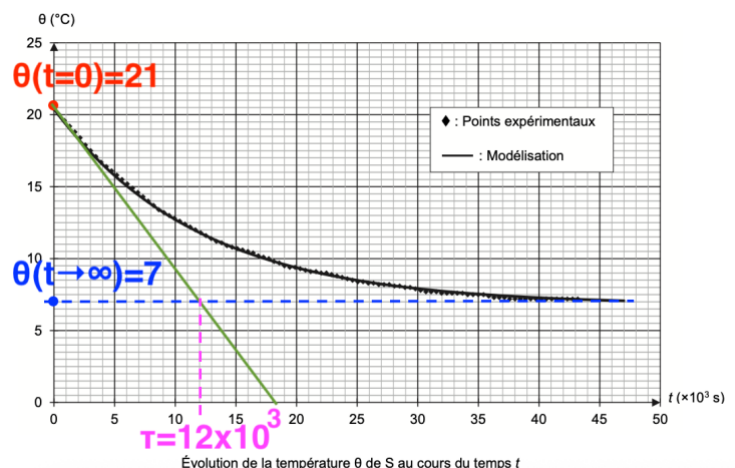
$$A = 21 - 7$$

$$A = 14^\circ\text{C}$$

Q4.

Graphiquement, Le temps τ caractéristique est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à l'origine et de l'asymptote T_{final}

$$\tau = 12 \times 10^3 \text{ s}$$



Évolution de la température θ de S au cours du temps t

Q5.

Premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = Q + W$$

$$\text{Or } W = 0$$

$$\text{Donc } \Delta U = Q$$

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

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

$$\text{Or } \Delta U = m_S \times c_S \times \Delta \theta$$

$$\text{et } \phi = \alpha \times (\theta_{\text{refri}} - \theta(t))$$

D'où

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

$$\alpha \times (\theta_{\text{refri}} - \theta(t)) = \frac{m_S \times c_S \times \Delta \theta}{\Delta t}$$

$$\frac{m_S \times c_S \times \Delta \theta}{\Delta t} = \alpha \times (\theta_{\text{refri}} - \theta(t))$$

$$\Delta \theta = \frac{\alpha \times (\theta_{\text{refri}} - \theta(t)) \times \Delta t}{m_S \times c_S}$$

Or

$$\Delta \theta = \theta(t + \Delta t) - \theta(t)$$

D'où

$$\theta(t + \Delta t) - \theta(t) = \frac{\alpha \times (\theta_{\text{refri}} - \theta(t)) \times \Delta t}{m_S \times c_S}$$

Or

$$\rho_S = \frac{m_S}{V_S}$$

$$\frac{m_S}{V_S} = \rho_S$$

$$m_S = \rho_S \times V_S$$

D'où

$$\theta(t + \Delta) - \theta(t) = \frac{\alpha \times (\theta_{\text{refri}} - \theta(t)) \times \Delta t}{\rho_S \times V_S \times c_S}$$

Q6.

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

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

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

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

$$(\theta_0 - \theta_{\text{refri}})e^{-\frac{t_{\text{ideale}}}{\tau}} = \theta_{\text{ideale}} - \theta_{\text{refri}}$$

$$e^{-\frac{t_{\text{ideale}}}{\tau}} = \frac{\theta_{\text{ideale}} - \theta_{\text{refri}}}{\theta_0 - \theta_{\text{refri}}}$$

$$\ln\left(e^{-\frac{t_{\text{ideale}}}{\tau}}\right) = \ln\left(\frac{\theta_{\text{ideale}} - \theta_{\text{refri}}}{\theta_0 - \theta_{\text{refri}}}\right)$$

$$-\frac{t_{\text{ideale}}}{\tau} = \ln\left(\frac{\theta_{\text{ideale}} - \theta_{\text{refri}}}{\theta_0 - \theta_{\text{refri}}}\right)$$

$$t_{\text{ideale}} = -\tau \times \ln\left(\frac{\theta_{\text{ideale}} - \theta_{\text{refri}}}{\theta_0 - \theta_{\text{refri}}}\right)$$

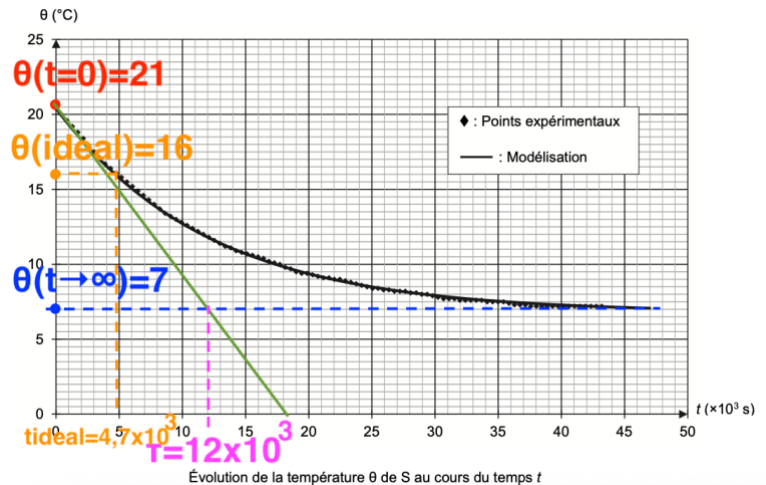
Q7.

$$t_{\text{ideale}} = -\tau \times \ln\left(\frac{\theta_{\text{ideale}} - \theta_{\text{refri}}}{\theta_0 - \theta_{\text{refri}}}\right)$$

$$t_{\text{ideale}} = -12 \times 10^3 \times \ln\left(\frac{16 - 6,8}{20,4 - 6,8}\right)$$

$$t_{\text{ideale}} = 4,7 \times 10^3 \text{ s}$$

Cette durée est cohérente avec le graphique de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.



2. Ouverture de la porte du réfrigérateur « B »

Mise en service du réfrigérateur

Q8.

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$\frac{P \times V}{T} = n \times R$$

$$\frac{P}{T} = \frac{n \times R}{V}$$

R est la constante des gaz parfaits

On fait l'hypothèse que le réfrigérateur constitue un système fermé, lorsque la porte est fermée : il n'échange pas de matière avec l'extérieur. Ainsi :

- n : la quantité de matière de gaz est constante
- V le volume de gaz dans le réfrigérateur est constant.

$$\frac{P}{T} = \text{Constant}$$

Ainsi, dans le cadre de cette hypothèse, le quotient P/T peut être considéré constant lors du refroidissement de l'air du réfrigérateur après la fermeture de la porte.

Q9.

$$\frac{P}{T} = \text{Constant}$$

Ainsi

$$\frac{P_{\text{finale}}}{T_{\text{finale}}} = \frac{P_0}{T_0}$$

$$P_{\text{finale}} = \frac{P_0}{T_0} \times T_{\text{finale}}$$

$$P_{\text{finale}} = \frac{1009,1 \times 10^2}{293} \times 277$$

$$P_{\text{finale}} = 9,540 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{finale}} = 954,0 \times 10^2 \text{ Pa}$$

Q10.

Remarque il y a une erreur (minime), il faut lire le résultat du calcul effectué à la question Q9 et non Q8.

Une raison possible de l'écart entre le résultat du calcul effectué à la question Q9 et la pression réellement mesurée est que l'hypothèse que le réfrigérateur constitue un système fermé est fausse.

Difficulté d'ouverture d'une porte de réfrigérateur juste après sa fermeture

Q11.

Après une durée $\Delta t = 3 \text{ s}$ (soit à un temps $4\,476 + 3 = 4\,479 \text{ s}$), la pression est de $1008,53 \times 10^2 \text{ Pa}$.

La pression à l'extérieur est de $1009,1 \times 10^2 \text{ Pa}$.

Ainsi, la pression à l'extérieur est supérieure à celle de l'intérieure : la résultante globale des forces est dirigée de l'extérieur vers l'intérieur.

C'est pourquoi, qu'il peut être difficile de rouvrir la porte du réfrigérateur après une durée $\Delta t = 3 \text{ s}$.

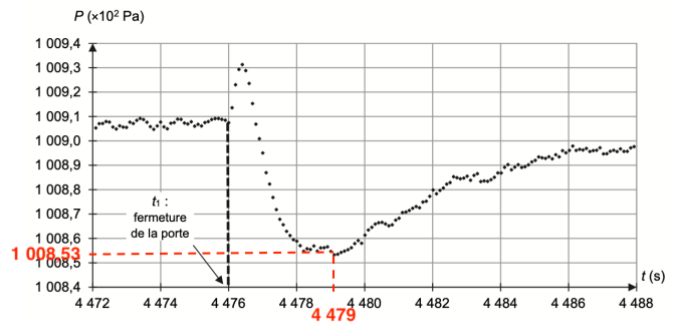


Figure 2. Évolution temporelle de la pression P de l'air intérieur du réfrigérateur S , avant et après fermeture de sa porte

Q12.

La résultante $\vec{F}$ des forces pressantes est dirigée l'extérieur vers l'intérieur du réfrigérateur.

$$F = \Delta P \times S$$

$$F = (1009,1 \times 10^2 - 1008,55 \times 10^2) \times 1,2$$

$$F = 66 \text{ N}$$

Cette force est faible et peut être compensée facilement en tirant sur la porte.