| | |
|---|---|
| **CLASSE :** Terminale | **EXERCICE 3** : 6 points |
| **VOIE :** ☒ Générale | **ENSEIGNEMENT : physique-chimie** |
| **DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 1h03 | **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).

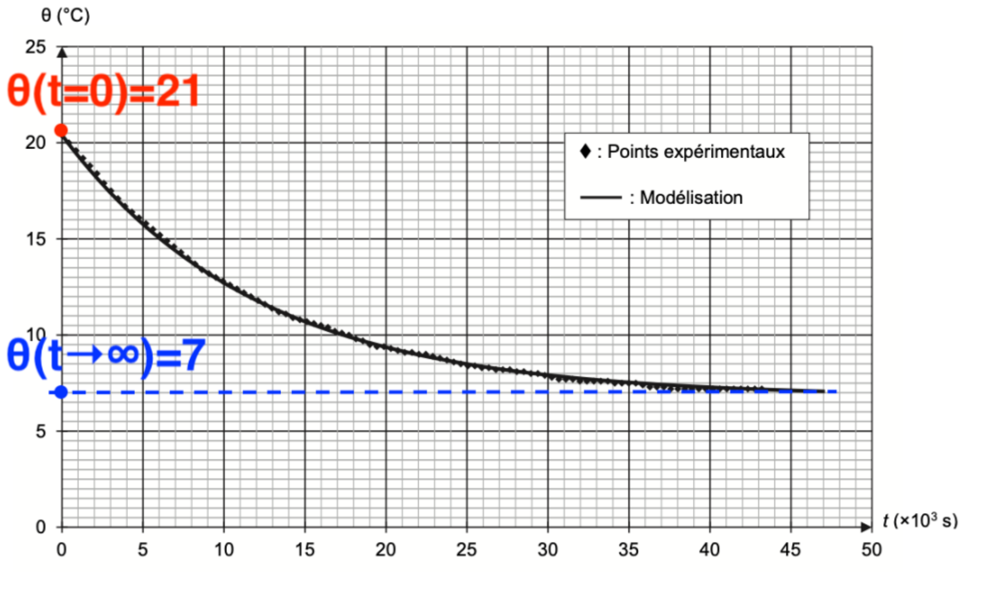
**Q2.**
Le transfert thermique se fait du corps chaud vers le corps froid.
Bien que la température du système S (la bouteille d'eau), on suppose que celle-ci ai une température supérieure à celle de l'intérieure du réfrigérateur qui est de 7°C car le but d'un réfrigérateur est de refroidir.
Ainsi, le transfert thermique se fait du système S (corps chaud) vers l'air du réfrigérateur (corps froid).

**Q3.**

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

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

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



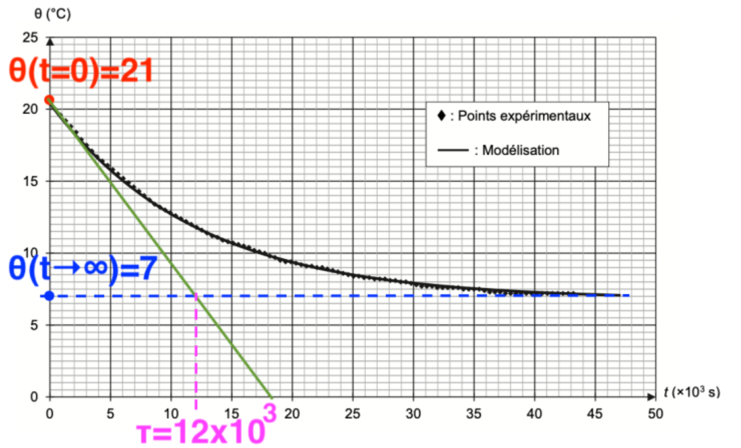
Évolution de la température θ de S au cours du temps *t*

Graphiquement
$\theta(t = 0) = 21\ °C$
$\theta(t \to \infty) = 7\ °C$

Ainsi :
$B = 7\ °C$
$A + B = 21\ °C$

$A = 21 - B$
$A = 21 - 7$
$A = 14\ °C$

**Q4.**
Graphiquement, Le temps τ caractéristique est l'abscisse du point d'intersection de la tangente à l'origine et de l'asymptote $T_{final}$
$\tau = 12 \times 10^3\ s$



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

**Q5.**

Premier principe de la thermodynamique :

$\Delta U = Q + W$

Or $W = 0$

Donc $\Delta U = Q$

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

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

Or $\Delta U = m_S \times c_S \times \Delta\theta$

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

D'ou

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

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

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

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

Or

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

D'où

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

Or

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

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

$m_S = \rho_S \times V_S$

D'où

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

**Q6.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

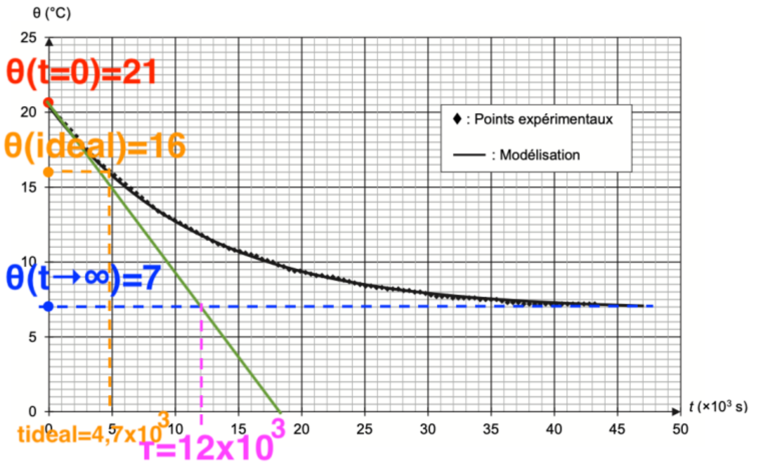
**Q7.**

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

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

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

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



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

**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.

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

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.**

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

Ainsi

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

$$P_{finale} = \frac{P_0}{T_0} \times T_{finale}$$
$$P_{finale} = \frac{1009{,}1 \times 10^2}{293} \times 277$$
$$P_{finale} = 9{,}540 \times 10^4 \ Pa$$
$$P_{finale} = 954{,}0 \times 10^2 \ Pa$$

**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 Δt = 3 s (soit à un temps 4 476 +3 = 4 479 s), la pression est de $1008{,}55 \times 10^2$ Pa.

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

Ainsi, la pression à l'extérieure 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 Δt = 3 s.

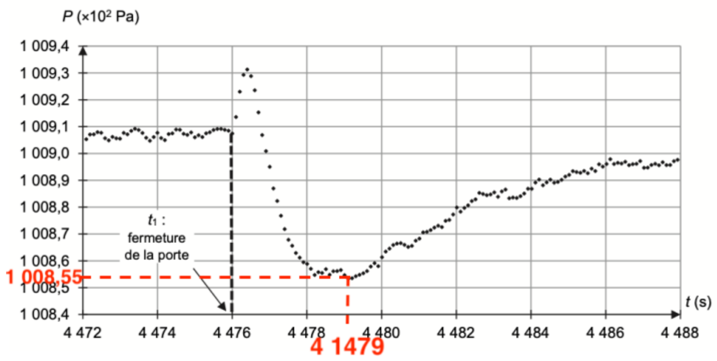



Figure 2. Évolution temporelle de la pression *P* de l'air intérieur du réfrigérateur S, avant et après fermeture de sa porte

**Q12.**

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

$$F = \Delta P \times S$$
$$F = (1009{,}1 \times 10^2 - 1008{,}55 \times 10^2) \times 1{,}2$$
$$F = 66 \ N$$

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