DM de physique n° 23

Exercice 1 : Cycle d'un gaz parfait

Un gaz parfait diatomique est initialement dans l'état A de pression $P_A = 1\,\text{bar}$, température $T_A = 300\,\text{K}$ et volume $V_A = 1,0\,\text{L}$. On lui fait subir la succession de transformations suivantes :

- compression adiabatique et quasi-statique jusqu'à la pression $P_B = 5\,\text{bar}$ (état B) ;
- refroidissement isobare jusqu'à ce que la température revienne à sa valeur initiale T_A (état C) ;
- détente isotherme jusqu'à ce que le gaz revienne dans l'état A.

Au cours des transformations $B \to C$ et $C \to A$ le gaz est en contact avec un thermostat de température T_A.

1. Représenter le chemin suivi sur un diagramme (P,V). Le cycle est-il moteur ou récepteur ? Justifier.
2. Calculer les volumes V_B et V_C ainsi que la température T_B.
3. Calculer le transfert thermique reçu au cours de chaque étape du cycle.
4. Calculer le travail reçu sur un cycle.

Exercice 2 : Fuites thermiques d'un réfrigérateur

On s'intéresse à l'évolution de la température, supposée uniforme, à l'intérieur d'un réfrigérateur. Elle est susceptible de varier dans le temps et sera notée $T(t)$.
Le réfrigérateur est installé dans une cuisine de température T_c constante. On suppose qu'il y a un équilibre mécanique permanent entre l'intérieur du réfrigérateur et l'atmosphère extérieure de pression constante.
La capacité thermique à pression constante de l'intérieur du réfrigérateur est $C_P = 3 \cdot 10^5\,\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$.
Pour évaluer les fuites thermiques du réfrigérateur, on le débranche à l'instant $t = 0$ alors que l'intérieur du réfrigérateur est à une température initiale T_f. La puissance thermique **algébriquement reçue** par l'intérieur du réfrigérateur à travers les parois est modélisée par : $\mathscr{P}_\text{th} = \lambda(T_\text{c} - T)$ où λ est une constante.

1. Justifier le signe de λ à l'aide d'un argument physique simple.

On souhaite déterminer les variations de la température interne du réfrigérateur au cours du temps. Pour cela on réalise un bilan d'énergie sur un intervalle de temps infinitésimal $\text{d}t$, pour le système constitué de l'intérieur du réfrigérateur.

2. Exprimer le transfert thermique infinitésimal δQ reçu pendant $\text{d}t$.
3. En appliquant le premier principe de la thermodynamique sous forme infinitésimale, montrer que $T(t)$ est solution d'une équation différentielle qui s'écrit sous la forme suivante :

$$\frac{\text{d}T}{\text{d}t} + \frac{T}{\tau} = \frac{T_\infty}{\tau}$$

avec τ et T_∞ à exprimer en fonction de λ, C_P et T_c.
4. En déduire l'expression de $T(t)$ pour tout instant $t \geq 0$.
5. La figure 1 représente le graphe de T en fonction du temps. En déduire la valeurs numériques de T_f et T_c en expliquant la démarche.
6. La figure 2 représente le graphe de la grandeur $\ln\left(\frac{T-T_\text{c}}{T_\text{f}-T_\text{c}}\right)$ en fonction du temps t (il y a une erreur de signe en ordonnées). Exploiter le graphique pour déterminer numériquement λ. Préciser l'unité retenue pour λ.

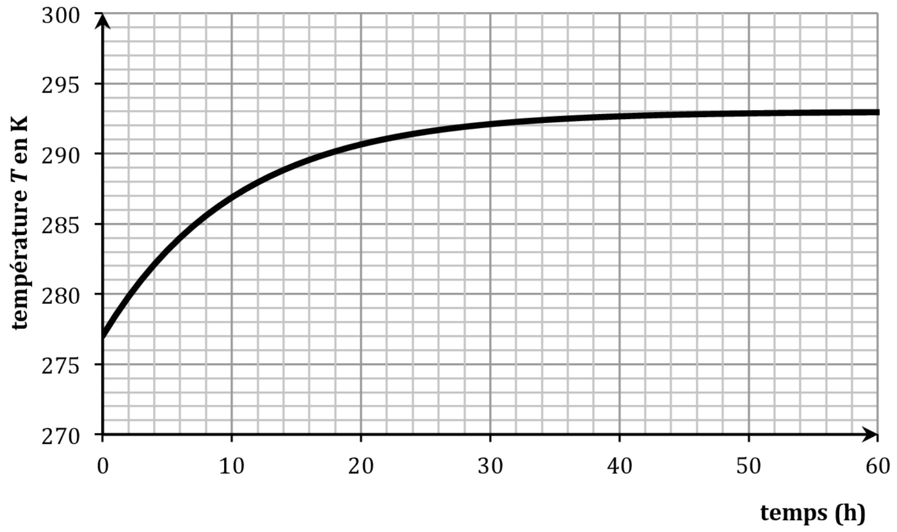

FIGURE 1

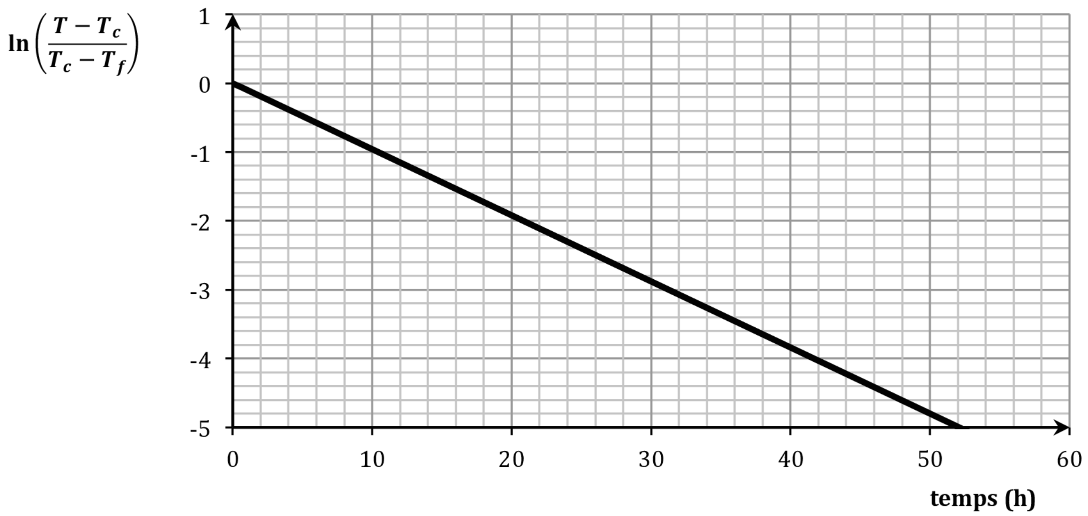

FIGURE 2