

**Devoir de Contrôle n°2**

**Epreuve de Physique**

- L'usage des calculatrices est autorisé.
- Les exercices sont indépendants.
- Les résultats littéraux devront être encadrés.
- Toute application numérique ne comportant pas d'unité sera considérée comme fausse.
- Les résultats littéraux non homogènes entraîneront la perte de tous les points de la question.

*N. B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.*



*On donne la constante des gaz parfaits :  $R = 8,32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .*

**EXERCICE 1**

Une enceinte placée dans un thermostat à  $T_o = 273\text{K}$  contient  $n$  moles d'hélium (gaz parfait monoatomique).

1. A l'instant initial, la température de l'hélium est  $T_i = 300 \text{ K}$ . L'hélium subit une évolution isochore.
  - 1.1. Calculer l'énergie thermique échangée au cours cette évolution. Déduire l'entropie échangée  $S_e$ .
  - 1.2. Calculer l'entropie créée  $S_c$ . Conclure.
2. Maintenant, la température de l'hélium est initialement égale à  $T_e = T_o = 273 \text{ K}$ . On abaisse le volume de l'hélium de  $V$  jusqu'à  $V/2$  de manière isotherme et réversible.
  - 2.1. Calculer la variation de l'entropie  $\Delta S$  au cours de cette transformation.
  - 2.2. Vérifier que l'entropie créée  $S_c$  est nulle dans ce cas.

## EXERCICE 2

Une masse gazeuse, constituée de  $n$  moles de gaz parfait diatomique ( $\gamma=1.4$ ), décrit le cycle réversible ABCA suivant :

\* AB est une isotherme à la température  $T_1=T_A=T_B$ .

\* BC est une isochore qui fait passer le système de  $T_B$  à  $T_C=T_2$ .

\* CA est une adiabatique.

1. Compléter le tableau suivant :

	A	B	C
P	$P_A=2.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$P_B= ?$	$P_C= ?$
V	$V_A=1 \text{ l}$	$V_B=2 \text{ l}$	$V_C=2 \text{ l}$
T	$T_A=375 \text{ K}$	$T_B=375 \text{ K}$	$T_C= ?$

- Dessiner le cycle dans le diagramme de Clapeyron et donner sa nature.
- Exprimer littéralement et calculer pour chaque transformation le travail  $W$  et la chaleur  $Q$  échangés par le gaz avec l'extérieur.
- En déduire le travail  $W_{\text{cycle}}$  et la quantité de chaleur  $Q_{\text{cycle}}$  échangés par le gaz au cours du cycle.
- Calculer le rendement  $r_m$  du cycle ABCA.
- Comparer la valeur obtenue avec celle d'un cycle de Carnot  $r_c$  fonctionnant entre les températures  $T_1$  et  $T_2$ . Conclure.

## EXERCICE 3

Une pompe à chaleur fonctionne entre deux sources : une nappe souterraine qui constitue la source froide et l'eau du circuit de chauffage qui constitue la source chaude. Le fluide utilisé dans cette pompe à chaleur est de l'air assimilable à un gaz parfait de capacité thermique molaire à pression constante  $C_{pm} = 29,1 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ . Le rapport des capacités thermiques

molaires à pression constante  $C_{pm}$  et à volume constant  $C_{vm}$  vaut  $\gamma = 1,4$ . L'air de la pompe à chaleur décrit le cycle de transformations réversibles suivant :

- Passage de l'état initial A, à l'état B par une compression adiabatique dans un compresseur.

état A : pression :  $P_A = 1,0 \cdot 10^5$  Pa, volume  $V_A$ , température  $T_A = 298$  K ;

état B : pression :  $P_B = 2,2 \cdot 10^5$  Pa, volume  $V_B$ , température  $T_B$ .

- Passage de l'état B à l'état C par une transformation isobare pendant laquelle l'air échange avec la source chaude une quantité de chaleur  $Q_1$ . La température de l'état C est  $T_C = 340$  K.

- Passage de l'état C à l'état D par une détente adiabatique.

L'état D : pression  $P_D = P_A$ , température  $T_D$ .

- Passage de l'état D à l'état A par une transformation isobare pendant laquelle l'air échange avec la source froide une quantité de chaleur  $Q_2$ .

On effectuera les calculs relatifs à une mole d'air.

1. Calculer les volumes  $V_A$  et  $V_B$ .
2. Calculer les températures  $T_B$  et  $T_D$ .
3. Présenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron
4. Pour ce cycle décrit par une mole d'air, calculer :
  - a. les quantités de chaleur  $Q_1$  et  $Q_2$ .
  - b. le travail  $W$  reçu au cours de la totalité du cycle.
5. L'efficacité  $\varepsilon$  de la pompe à chaleur est le rapport de la quantité de chaleur reçue par la source chaude au cours d'un cycle décrit par l'air et du travail reçu par l'air au cours de ce même cycle. Exprimer  $\varepsilon$  en fonction de  $Q_1$  et  $W$ . Calculer sa valeur.

~~~~~