

**DEVOIR N°2 (Synthèse)**  
**(DUREE : 3h)**

**N.B:** On soignera la présentation et tout résultat sera justifié par un calcul littéral. La calculatrice est autorisée.

**Exercice 1**

Dans une machine thermique, une quantité de gaz parfait décrit de façon réversible le cycle de transformations suivant:

- AB : compression adiabatique de l'état A ( $P_A=1\text{bar}$ ,  $T_A=200\text{K}$ ,  $V_A=1\text{ l}$ ) à l'état B ( $P_B=5\text{bar}$ ).
- BC : échauffement isobare de l'état B à l'état C ( $T_C=440\text{K}$ ).
- CD : détente adiabatique de l'état C à l'état D
- DA : refroidissement isobare de l'état D à l'état initial A.

- 1) Représenter ce cycle de transformations dans le diagramme de Clapeyron. En déduire, en justifiant, la nature de la machine thermique.
- 2) Calculer le nombre de moles de gaz subissant les transformations décrites précédemment au cours du cycle.
- 3) Déterminer les expressions et les valeurs numériques des variables d'état macroscopiques  $P$ ,  $V$  et  $T$  pour les trois états B, C et D puis compléter le tableau suivant:

| Etat                | A | B | C | D |
|---------------------|---|---|---|---|
| P (Pa)              |   |   |   |   |
| T (K)               |   |   |   |   |
| V (m <sup>3</sup> ) |   |   |   |   |

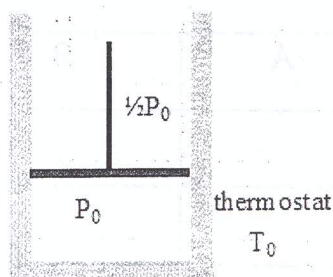
- 4) Calculer les différents travaux échangés par le gaz au cours de chacune des quatre transformations du cycle. En déduire le travail échangé au cours du cycle entier et vérifier la nature de la machine thermique.
- 5) Calculer les quantités de chaleur échangées par le gaz au cours de chacune des quatre transformations du cycle. En déduire la quantité de chaleur échangée par le gaz au cours du cycle.

- 6) Calculer pour chacune des quatre transformations du cycle, les variations  $\Delta U$  et  $\Delta S$  de l'énergie interne et de l'entropie.
- 7) Vérifier les propriétés relatives aux variations de l'énergie interne et de l'entropie du gaz au cours d'un cycle.
- 8)
  - a. Calculer le rendement thermodynamique  $\eta$  de ce cycle.
  - b. Calculer le rendement  $\eta_c$  du cycle de Carnot fonctionnant entre une source chaude de température  $T_C$  et une source froide de température  $T_A$ .
  - c. Justifier l'écart entre  $\eta$  et  $\eta_c$ .

On donne :  $\gamma=1.4$ ;  $R=8,32 \text{ J/mol. K}$ .

### Exercice 2

On considère une mole d'un gaz parfait diatomique enfermé dans un cylindre vertical, muni d'un piston de masse négligeable et couissant sans frottement. Les parois du cylindre et du piston sont perméables à la chaleur (diathermes). L'ensemble du système se trouve au contact d'un thermostat à la température  $T_0$ . Le volume initial du gaz est  $V_0$  et sa pression initiale est égale à  $P_0$ . Le piston est initialement bloqué par l'opérateur. La pression de l'atmosphère extérieure est maintenue à  $\frac{1}{2}P_0$  pendant toute l'expérience.

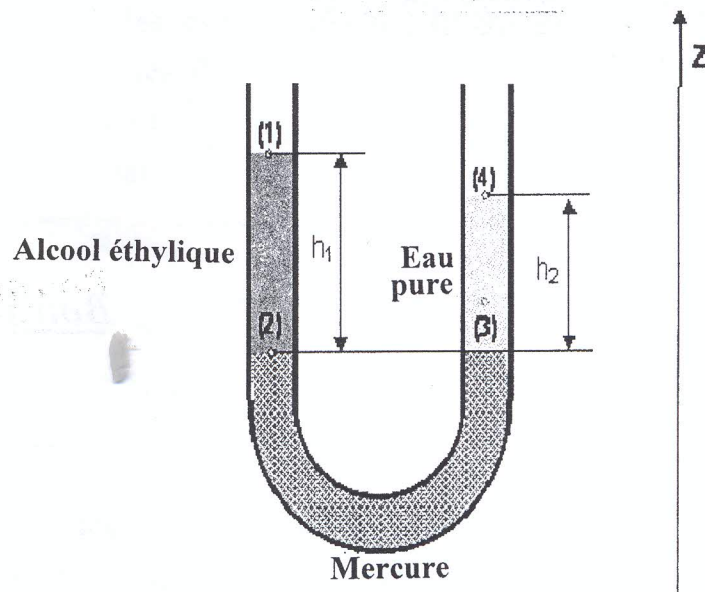


- 1) L'opérateur lâche brutalement le piston.
  - a. Caractériser cette transformation.
  - b. Déterminer les variables d'état macroscopiques  $T_1$ ,  $P_1$ ,  $V_1$  de l'état final respectivement en fonction de  $T_0$ ,  $P_0$  et  $V_0$ .
  - c. Exprimer la variation d'énergie interne  $\Delta U_1$ , le travail des forces de pression  $W_1$  et le transfert thermique  $Q_1$ .
  - d. Exprimer la variation d'entropie  $\Delta S_1$  du gaz lors de cette détente.
  - e. Exprimer l'entropie créée  $S_{c1}$  et l'entropie échangée  $S_{e1}$  par le gaz lors de cette détente.

- 2) Partant du même état initial, l'opérateur relâche très lentement le piston.
- Caractériser cette transformation.
  - Déterminer les variables d'état macroscopiques  $T_2$ ,  $P_2$ ,  $V_2$  de l'état final respectivement en fonction de  $T_0$ ,  $P_0$  et  $V_0$ .
  - Exprimer la variation d'énergie interne  $\Delta U_2$ , le travail des forces de pression  $W_2$  et le transfert thermique  $Q_2$ .
  - Exprimer la variation d'entropie  $\Delta S_2$  du gaz lors de cette détente.
  - Exprimer l'entropie créée  $S_{e2}$  et l'entropie échangée  $S_{e2}$  par le gaz lors de cette détente.
- 3) En comparant les résultats des deux détentes, mettre en évidence les principales propriétés de l'énergie interne, du travail des forces de pression et du transfert thermique.

### Exercice 3

Un tube en U contient du mercure sur une hauteur de quelques centimètres. On verse dans l'une des branches de l'alcool éthylique qui forme une colonne de liquide de hauteur  $h_1 = 30$  cm. Dans l'autre branche, on verse de l'eau pure, jusqu'à ce que les deux surfaces du mercure reviennent dans un même plan horizontal. On mesure alors la hauteur de la colonne d'eau  $h_2 = 24$  cm.



En appliquant la relation fondamentale de l'hydrostatique, calculer la masse volumique de l'alcool éthylique.

On donne : Masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

#### Exercice 4

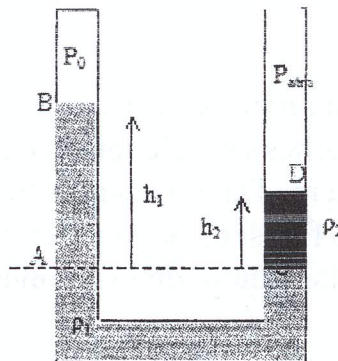
Un tube en U est rempli de deux liquides non miscibles de masses volumiques  $\rho_1 = 1000 \text{ kg m}^{-3}$  et  $\rho_2 = 13600 \text{ kg m}^{-3}$ . La branche de gauche, fermée à son extrémité, renferme un gaz à la pression  $P_0$  et la branche de droite est ouverte sur l'atmosphère de pression  $P_{\text{atm}}$ .

On donne :  $P_0 = 111\,600 \text{ Pa}$

$P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$ .

$g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- 1) Déterminer l'expression littérale de  $h_1$  en fonction de  $h_2$ ,  $P_0$ ,  $P_{\text{atm}}$ ,  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  et  $g$ .
- 2) calculer  $h_1$  si  $h_2 = 10 \text{ cm}$ .



**Bonne chance**