

DEVOIR DE SYNTHESE N°2
(DUREE : 3h)

*N.B: *Il sera tenu compte de la présentation des copies.*

**L'usage des calculatrices est autorisé.*

Exercice 1

Le dioxygène O_2 et l'argon Ar sont supposés des gaz parfaits respectivement diatomique et monoatomique.

- 1) Le modèle du gaz parfait est très utilisé en thermodynamique. Rappeler les hypothèses de ce modèle.
- 2) Etablir puis calculer les vitesses quadratiques moyennes des molécules d'argon et de dioxygène à la température $T = 20^\circ C$.

On donne : $M_{O_2} = 16 \text{ g/mol}$; $M_{Ar} = 40 \text{ g/mol}$; Constante des gaz parfaits : $R = 8.32 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$

Exercice 2

On considère un gaz parfait diatomique enfermé dans un cylindre vertical, muni d'un piston de masse négligeable et coulissant sans frottement. Les parois du cylindre et du piston sont perméables à la chaleur. L'ensemble du système se trouve au contact d'un thermostat à la température $T_0 = 15^\circ C$. Le volume initial du gaz est égal à $V_0 = 12 \text{ l}$ et sa pression initiale est égale à $P_0 = 2 \text{ bar}$. 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) Exprimer en fonction des variables de l'état d'équilibre initial (T_0, P_0, V_0) et calculer pour cette transformation :
 - Les variables de l'état d'équilibre final (T_1, P_1, V_1) du gaz parfait,
 - la variation d'énergie interne ΔU_1 du gaz,
 - le travail des forces de pression W_1 échangé par le gaz,
 - le transfert thermique Q_1 échangé par le gaz,
 - La variation d'entropie ΔS_1 du gaz,
 - l'entropie créée par le gaz, conclure.
- 2) Partant du même état initial, l'opérateur relâche très lentement le piston.
 - a) Caractériser cette transformation.
 - b) Exprimer en fonction des variables de l'état d'équilibre initial (T_0, P_0, V_0) et calculer pour cette nouvelle transformation :
 - Les variables de l'état d'équilibre final (T_2, P_2, V_2) du gaz parfait,
 - la variation d'énergie interne ΔU_2 du gaz,

- le travail des forces de pression W_2 échangé par le gaz,
- le transfert thermique Q_2 échangé par le gaz,
- La variation d'entropie ΔS_1 du gaz,
- l'entropie créée par le gaz, conclure.

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.

On donne : Constante des gaz parfaits : $R=8.32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Rapport des capacités calorifiques de ce gaz : $\gamma=1,4$

Exercice 3

Dans une machine thermique, n moles d'air, gaz supposé parfait, décrivent de façon réversible le cycle de transformations suivant :

- Une compression adiabatique de l'état A ($P_A=1\text{bar}$, $T_A= 293\text{K}$) à l'état B ($P_B= 65 \text{ bar}$).
- Une détente isobare de l'état B à l'état C ($V_C = 0,3 \ell$).
- Une détente adiabatique de l'état C à l'état D ($V_D = 0,5 \ell$).
- Un refroidissement isochore de l'état D à l'état A.

1)

- Calculer le nombre de moles de gaz subissant les transformations décrites précédemment au cours du cycle.
- Déterminer les expressions et les valeurs numériques des variables d'état macroscopiques P , V et T pour les trois états A, B, C et D puis compléter le tableau suivant:

Etat	A	B	C	D
P (Pa)				
T (K)				
V (m^3)				

2) Exprimer littéralement et calculer pour les quatre transformations:

- les travaux des forces de pression échangés,
- les quantités de chaleur échangées,
- les variations d'énergie interne de l'air.

3) En déduire :

- les expressions et les valeurs numériques des quantités de chaleur Q_r reçue et Q_c cédée par le gaz parfait au cours du cycle.
- L'expression et la valeur numérique du travail total W_{cycle} échangé au cours du cycle entier. Préciser son signe.
- Vérifier la propriété relative à la variation d'énergie interne de l'air au cours d'un cycle.

4)

- Donner l'allure de ce cycle dans le diagramme de Clapeyron.

- b) Que représente la surface du cycle ?
 - c) En déduire, en justifiant, la nature de la machine thermique considérée.
- 5)
- a) Déterminer puis calculer le rendement de cette machine thermique.
 - b) Le comparer à celui d'un moteur thermique décrivant un cycle de Carnot fonctionnant entre deux sources de températures extrêmes T_A et T_C .
 - c) Justifier l'écart
- 6)
- a) Déterminer puis calculer pour chacune des quatre transformations du cycle, les variations ΔS de l'entropie du gaz.
 - b) En déduire la variation ΔS de l'entropie du gaz au cours du cycle entier. Conclure.

On donne : Constante des gaz parfaits : $R=8.32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

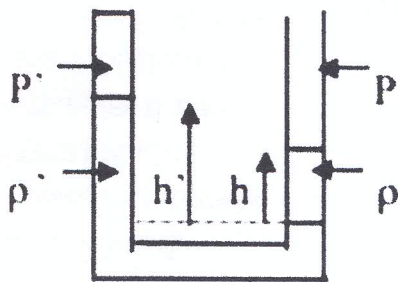
Rapport des capacités calorifiques de ce gaz : $\gamma=1,4$

Exercice 4

Soit un tube en U fermé à une extrémité en emprisonnant un gaz à la pression P' . L'autre extrémité est à l'air libre de pression atmosphérique P .

Le tube contient deux liquides non miscibles, de masses volumiques ρ et ρ' . Les hauteurs des liquides par rapport à la surface de séparation sont désignées par h et h' comme le montre la figure ci-dessous et g est l'accélération de la pesanteur.

- 1) Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique des fluides incompressibles pour les deux liquides.
- 2) Quelle est alors la relation entre P' , P , g , h , h' .



- 3) Que devient la relation précédente dans le cas où :
 - a) Le tube est ouvert aux deux extrémités à l'air libre de pression atmosphérique P .
 - b) Le gaz est remplacé par du vide et l'autre extrémité est toujours à l'air libre de pression atmosphérique P .

Bonne chance