

DEVOIR DE SYNTHÈSE N°2
(DUREE : 3h)

N.B: *Il sera tenu compte de la présentation des copies.
*L'usage des calculatrices est autorisé.

Exercice 1:

Un tube de longueur $L = 1\text{ m}$ et de section $S = 80\text{ mm}^2$ contient du Néon : gaz supposé parfait de masse molaire $M_{\text{Ne}} = 20,2\text{ g/mol}$, sous une pression $P=1\text{ KPa}$ et à la température $T = 300\text{ K}$.

1) Calculer :

- a- la masse du Néon contenue dans le tube.
- b- son énergie interne.
- c- la vitesse quadratique moyenne des molécules de Néon.

On ajoute dans le tube $0,4\text{ mg}$ d'Hélium. En considérant que la pression partielle d'un gaz donné est la pression exercée par les molécules en supposant qu'elles occupent le volume total du tube.

2) Calculer :

- a- la pression de l'Hélium.
- b- la vitesse quadratique moyenne des molécules d'Hélium.
- c- la pression totale ainsi que l'énergie interne totale du gaz dans le tube.

On rappelle que : la masse molaire de l'Hélium $M_{\text{He}} = 4\text{ g/mol}$.

La constante des gaz parfaits $R=8,32\text{ J/mol. K}$.

Exercice 2 :

Soit un tube en U de section S fermé à une extrémité en emprisonnant un gaz à la pression P . L'autre branche est à l'air libre de pression atmosphérique $P_0 = 10^5\text{ Pa}$. On donne $g=10\text{ m/s}^2$.

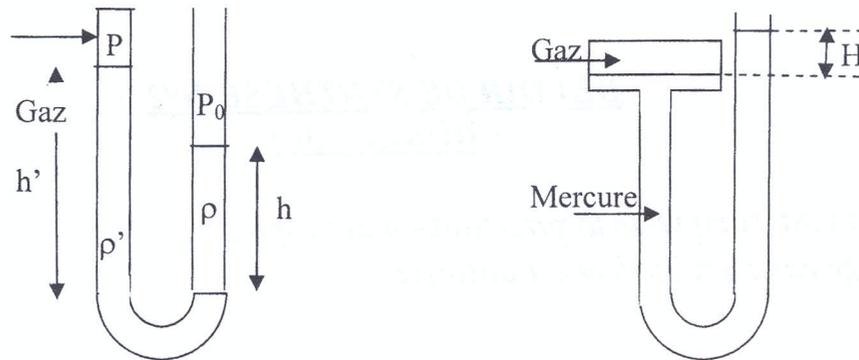
1) Le tube contient deux liquides non miscibles de masses volumiques ρ et ρ' .

Quelle est la relation entre P , P_0 , ρ , ρ' , g , h et h' hauteurs des liquides par rapport à la surface de séparation.

2) Le tube en U communique maintenant avec un réservoir fermé de section $S'=10S$ contenant du mercure de masse volumique $\rho_{\text{Hg}}=13600\text{ Kg/m}^3$. La branche fermée emprisonne un gaz à la pression $P = 1.36 P_0$. L'autre extrémité est en contact avec l'air.

a- Exprimer puis calculer la dénivellation H entre les deux surfaces libres du mercure.

- b- Exprimer puis calculer les déplacements du mercure dans le tube et le réservoir au moment où l'on ferme le réservoir.



Exercice 3 :

Dans une machine thermique, une quantité de gaz parfait décrit le cycle de transformations réversibles suivantes:

- AB : compression adiabatique de l'état A à l'état B
- BC : échauffement isobare de l'état B à l'état C
- CD : détente adiabatique de l'état C à l'état D
- DA : refroidissement isobare de l'état D à l'état initial A.

Données : $P_A=1\text{bar}$; $T_A=220\text{K}$; $V_A=1\text{ l}$; $P_B=5\text{bar}$; $T_C=440\text{K}$; $\gamma=1.4$ et $R=8,32\text{ J/mol. K}$.

- 1) Représenter ce cycle de transformations dans le diagramme (P,V). En déduire, en justifiant, la nature de la machine thermique.
- 2) Rappeler l'équation d'état des gaz parfaits puis calculer le nombre de moles ayant subi 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 .
- 4) Déterminer les expressions et les valeurs numériques des différents travaux échangés par le gaz au cours de chacune des quatre transformations du cycle. En déduire le travail échangé au cours du cycle.
- 5) Déterminer les expressions et les valeurs numériques des 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) Déterminer les expressions et les valeurs numériques pour chacune des quatre transformations du cycle des variations ΔU , ΔH et ΔS de l'énergie interne, de l'enthalpie et de l'entropie du gaz.
- 7) Vérifier les propriétés relatives aux variations de l'énergie interne, de l'enthalpie et de l'entropie du gaz au cours d'un cycle.
- 8) Calculer le rendement thermodynamique η de ce cycle.
- 9) Rappeler puis calculer l'expression du rendement η_c du cycle de Carnot fonctionnant entre une source chaude de température T_C et une source froide de température T_A . Conclure.

Exercice 4 :

Une mole de gaz parfait contenue dans un cylindre rigide vertical, de section constante S , est fermée par un piston mobile et de masse négligeable.

L'ensemble (cylindre + piston) est isolé thermiquement (adiabatique).

On désigne par $\gamma = \frac{C_{pm}}{C_{vm}}$ le rapport des capacités molaires du gaz supposées constantes et par R la constante des gaz parfaits.

On exprimera tous les résultats en fonction de P_0 , T_0 , R et γ .

A partir de l'état d'équilibre initial A (P_0 , V_0 , T_0), on procède de façon infiniment lente en déposant progressivement des masses très faibles de telle sorte que l'on atteigne une valeur totale des masses déposées égale à m . Le gaz atteint alors un nouvel état d'équilibre B ($P_B=2P_0$, V_B , T_B).

1)

a- Caractériser cette transformation.

b- Déterminer le volume V_B et la température T_B du gaz à l'état B en fonction des données.

c- Déterminer la variation d'énergie interne ΔU_1 , le travail des forces de pression W_1 et le transfert thermique Q_1 lors de cette transformation.

d- Exprimer la variation d'entropie ΔS_1 du gaz au cours de cette transformation.

e- Exprimer l'entropie créée Sc_1 et l'entropie échangée Se_1 par le gaz lors de cette transformation.

2) En partant du même état d'équilibre initial A, on pose brusquement sur le piston la même masse m , le gaz atteint alors un nouvel état d'équilibre C.

a- Caractériser cette transformation.

b- Déterminer les variables de l'état C : T_C , P_C et V_C en fonction des données.

c- Déterminer la variation d'énergie interne ΔU_2 , le travail des forces de pression W_2 et le transfert thermique Q_2 .

d- Exprimer la variation d'entropie ΔS_2 du gaz lors de cette transformation.

e- Exprimer l'entropie créée Sc_2 et l'entropie échangée Se_2 par le gaz lors de cette transformation.

3) En comparant les résultats des deux transformations, mettre en évidence les principales propriétés de l'énergie interne, du travail des forces de pression, du transfert thermique et de l'entropie.