

DEVOIR N°2 (SYNTHESE)
(DUREE :3h)

Questions de cours :

- 1) La thermodynamique classique est basée sur deux principes essentiels : donner un énoncé clair de ces deux principes. Quelles conséquences simples peut-on en déduire pour un système isolé ?
- 2) Le modèle du gaz parfait est très utilisé en thermodynamique. Quelles sont les hypothèses de ce modèle?
- 3) Rappeler l'équation d'état d'un gaz parfait.
- 4) Le modèle de Van Der Waals reproduit mieux le comportement d'un gaz réel. L'équation d'état pour une mole s'écrit :

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad \text{où } a, b \text{ et } R \text{ sont des constantes.}$$

- a) Calculer les coefficients thermo élastiques pour le gaz de Van Der Waals.
- b) Vérifier la relation qui existe entre ces coefficients.
- 5) Un système thermodynamique formé par une mole de gaz parfait est caractérisé par des fonctions d'état telles que l'énergie interne U et l'enthalpie H .
- a) Qu'est-ce qu'une fonction d'état ?
- b) Donner l'expression de ces fonctions pour un gaz parfait monoatomique.

Exercice 1:

Un tube de longueur L et de section S contient du Néon : gaz supposé parfait, de masse molaire M_{Ne} , sous une pression P et à la température T .

1) Calculer :

- a- Le nombre de moles du Néon dans le tube ainsi que sa masse.
- b- L'énergie interne du Néon.
- c- La vitesse quadratique moyenne v_{Ne}^* , des molécules de Néon.

On ajoute dans le tube 0,4 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 v_{He}^* des molécules d'Hélium.
- c- La pression totale ainsi que l'énergie interne totale du gaz dans le tube.

Données : $M_{\text{He}} = 4 \text{ g/mol}$, $M_{\text{Ne}} = 20,2 \text{ g/mol}$,
 $R = 8,32 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$,
 $L = 100 \text{ cm}$, $S = 0.80 \text{ cm}^2$,
 $P = 10^3 \text{ Pa}$ et $T = 300 \text{ K}$.

Exercice 2 :

On considère le cycle d'Ericsson composé des transformations réversibles suivantes :

- 1-2 : compression isotherme telle que $T_1 = T_2$
- 2-3 : détente isobare telle que $P_2 = P_3$
- 3-4 : détente isotherme telle que $T_3 = T_4$ ($T_3 > T_1$)
- 4-1 : compression isobare telle que $P_4 = P_1$ ($P_1 < P_2$)

Ce cycle a été appliqué à des moteurs, destinés à la propulsion navale, dans lesquels de l'air considéré comme un gaz parfait parcourt le cycle dans le sens moteur.

- 1) Représenter dans le diagramme de CLAPEYRON ce cycle de transformations. Justifier sa nature.
- 2) Exprimer, en fonction de n , R , γ , T_1 , T_3 , P_1 et P_2 , le travail et la chaleur reçus par le gaz parfait au cours des quatre étapes suivantes :
 - a) W_{1-2} et Q_{1-2} pour la transformation $1 \rightarrow 2$;
 - b) W_{2-3} et Q_{2-3} pour la transformation $2 \rightarrow 3$;
 - c) W_{3-4} et Q_{3-4} pour la transformation $3 \rightarrow 4$;
 - d) W_{4-1} et Q_{4-1} pour la transformation $4 \rightarrow 1$.
- 3) En déduire, en fonction de n , R , γ , T_1 , T_3 , P_1 et P_2 , l'expression :
 - a) de la quantité de chaleur Q_r reçue par le système au cours du cycle ;
 - b) de la quantité de chaleur Q_c cédée par le système au cours du cycle ;
 - c) du travail total W échangé avec le milieu extérieur. Préciser son signe ;
 - d) du rendement η de ce cycle moteur.
- 4) Calculer, en fonction de n , R , γ , T_1 , T_3 , P_1 et P_2 , la variation d'entropie ΔS qui accompagne chaque transformation de ce cycle.
- 5) En déduire la variation d'entropie ΔS_{cycle} relative à ce cycle.

Exercice 3 :

Soit une mole d'un gaz parfait renfermée dans un cylindre sous la pression P_1 à la température T . Pour simplifier, on suppose que la pression P_1 est exactement équilibrée par un piston de masse m_0 et que l'espace au-dessus du piston (le milieu extérieur) est vide. Le cylindre à parois diathermes, laissant passer la chaleur, est immergé dans un thermostat qui maintient la température T .

- 1) Nous ajoutons progressivement sur le piston des masses très petites dont la somme soit égale à m ($m = 2m_0$). Le système est alors dans un nouvel état d'équilibre final. Déterminer au cours de cette transformation :
 - a) La chaleur échangée par le gaz
 - b) La variation d'entropie du gaz

c) l'entropie créée par le gaz

2) Le système étant dans son état initial, on lâche brutalement la masse m sur le piston, le système atteint alors un autre état d'équilibre.

Déterminer au cours de cette transformation :

a) La chaleur échangée par le gaz

b) La variation d'entropie du gaz

c) L'entropie créée par le gaz

Données : $T=300\text{K}$ et $R=8.32\text{J/mol.K}$

Exercice 4:

Un tube en U, fermé à une extrémité, contient deux liquides non miscibles : de l'essence de masse volumique ρ_e , entre les surfaces (1) et (2), distantes de h , et du mercure de masse volumique ρ_m , entre les surfaces (2) et (3), distants de h' . La surface à l'air libre étant à la pression atmosphérique P_0 .

1) Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique pour les deux liquides.

2) Déterminer la pression du gaz emprisonné dans la branche fermée du tube.

3) Calculer cette pression.

Données : $\rho_e = 700 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_m = 13600 \text{ kg/m}^3$,

$h = 728 \text{ mm}$, $h' = 15 \text{ mm}$,

$P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$.

