FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

ÉPREUVE SEMESTRIELLE

MODULE : PHYSIQUE STATISTIQUE
DURÉE : 01 HEURE 40 MINUTES.

EXERCICE 01 : (10 *points*)

On fait subir à une mole de gaz parfait monoatomique le cycle suivant.

Transformation $1 \longrightarrow 2$: Compression adiabatique.
Transformation $2 \longrightarrow 3$: Chauffage isochore.
Transformation $3 \longrightarrow 4$: Détente adiabatique.
Transformation $4 \longrightarrow 1$: Refroidissement isobare.

Toutes les transformations sont considérées comme réversibles.

1. Montrer que dans le cas d'un gaz parfait $C_p = C_V + R$.
2. Représenter ce cycle dans le diagramme de Clapeyron (V, p).
3. Calculer en fonction de C_p , C_V , R et des températures T_1 , T_2 , T_3 , T_4, les travaux W_1^2 , W_2^3 , W_3^4 , W_4^1 et les échanges de chaleur Q_1^2 , Q_2^3 , Q_3^4 , Q_4^1 sur chacune des branches du cycle. En déduire le travail total du gaz parfait W_{Cycle} et la quantité de chaleur totale Q_{Cycle} échangés durant le cycle.
4. Calculer la variation de l'entropie du gaz parfait pour chaque transformation et la variation de son entropie ΔS_{Cycle} sur tout le cycle.
5. Trouver en fonction des températures et de $\gamma = C_p/C_V$ le rendement moteur du cycle définit par ratio du travail restituée durant le cycle par rapport à la chaleur fournie $\eta = \left|W_{\text{Cycle}}/Q_2^3\right|$.

EXERCICE 02 : (10 *points*)

1. Expliquer du point de vue **microscopique** (moléculaire), pour quel raison l'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de la température.
2. Dans quel cas nous pouvons assimiler un gaz réel à un gaz parfait ?

Pour étudier un gaz parfait poly-atomique dans le cadre de la théorie cinétique des gaz, nous considérons toutes les molécules le composant comme des solides in déformables à six (06) degrés de liberté, nous négligerons donc les vibrations et les torsions des liaisons intramoléculaires. L'énergie cinétique de chaque molécule s'écrit dans ce cas

$$E_C = \frac{1}{2}m\left(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2\right) + \frac{1}{2}\left(I_1.\omega_1^2 + I_2.\omega_2^2 + I_3.\omega_3^2\right)$$

Où v_x, v_y, v_z sont les composantes de la vitesse de translation de la molécule, $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ les composantes de la vitesse angulaire de rotation suivant les axes principaux d'inertie et I_1, I_2, I_3 les moments d'inertie suivant ces mêmes axes.

En écrivant la fonction de distribution sous la forme $f\left(v_x, v_y, v_z, \omega_1, \omega_2, \omega_3\right) = A.e^{-\beta E_C}$.

3. Calculer A pour que cette fonction soit normée.
4. Calculer les valeurs moyennes de la vitesse de translation $\langle\vec{v}\rangle$ et de la vitesse de rotation $\langle\vec{\omega}\rangle$.
5. Trouver les valeurs moyennes $\langle v_i^2\rangle$ $(i = x; y; z)$ et $\langle\omega_j^2\rangle$ $(j = 1; 2; 3)$.
6. En déduire la capacité calorifique à volume constant C_V.
7. Quelle est alors la capacité calorifique à volume constant dans le cas d'un gaz parfait dont les molécules possèdent η degrés de liberté et dont l'énergie cinétique de ces molécules s'écrit sous forme quadratique ?

On donne : $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a.x^2}dx = \sqrt{\pi}/a^{1/2}$; $\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-a.x^2}dx = \sqrt{\pi}/2a^{3/2}$