FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

ÉPREUVE DE RATTRAPAGE

MODULE : PHYSIQUE STATISTIQUE

DURÉE : 01 HEURE 45 MINUTES.

EXERCICE 01 : (10 points)

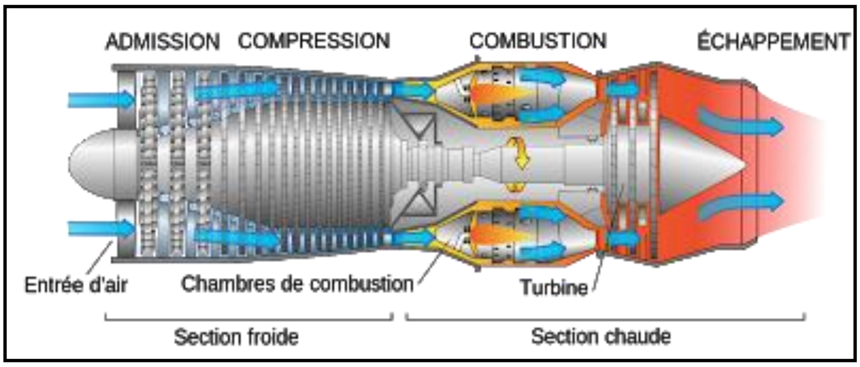
Dans un moteur à réaction, un gaz (assimilé à l'air supposé parfait et diatomique) parcourt un cycle que l'on considérera comme étant réversible.

- Le gaz pénètre dans le réacteur à la pression atmosphérique $p_1 = p_a$ et à la température ambiante $T_1 = T_a$ (état (1)).
- Il est ensuite comprimé adiabatiquement jusqu'à la pression $p_2 = 5p_a$, la température vaut alors T_2 (état (2)).
- Il rentre alors dans une chambre de combustion où sa température passe de T_2 à $T_3 = 4{,}5T_a$, la pression p_3 restant égale à p_2 (la sortie de la chambre de combustion est représentée par l'état (3)).
- Le gaz subit ensuite une détente adiabatique dans une turbine puis dans une tuyère jusqu'à $p_4 = p_1$ et T_4 (état (4)).
- Enfin, le gaz est rejeté avec la vitesse c (ce qui assure la propulsion) dans l'atmosphère extérieure où il se refroidit à la pression constante p_1 de T_4 à T_1 (retour à l'état (1)).

On considère que la vitesse du gaz est partout négligeable sauf à la sortie de la tuyère.

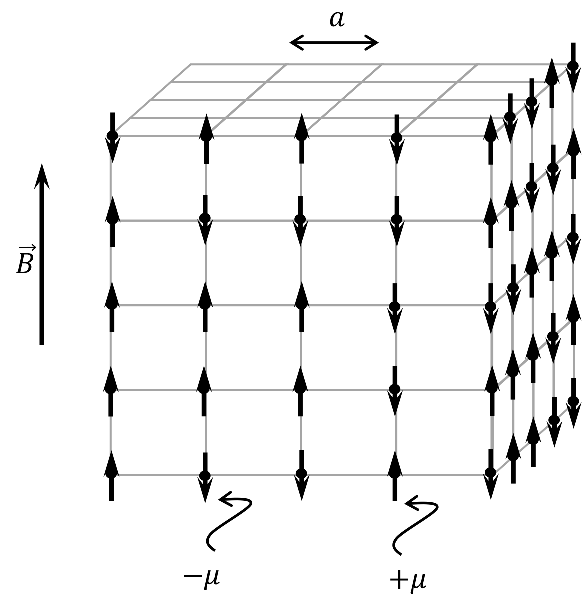
1. Tracer le cycle dans le diagramme de Clapeyron (V, p).
2. Trouver, en fonction de (p_a, T_a) , les expressions des variables thermodynamiques (p, V, T) pour chaque état et par mole de gaz $(n = 1)$ (faire un tableau récapitulatif).
3. Trouver, en fonction de (p_a, T_a), les expressions des échanges de chaleur Q_1^2 , Q_2^3 , Q_3^4 , Q_4^1, des travaux W_1^2 , W_2^3 , W_3^4 , W_4^1 et des variations d'énergie interne ΔU par mole de gaz $(n = 1)$ pour chaque transformation (faire un tableau récapitulatif).
4. Quelle est la vitesse c du gaz à la sortie de la tuyère ?
5. Quel est le rendement ρ du moteur, définit par ratio du travail cédé par le gaz durant le cycle par rapport à la chaleur fournie ?
6. Déterminer la variation d'entropie pour chaque transformation et en déduire la variation d'entropie sur le cycle complet ΔS_{Cycle}. Conclusion ?
7. Application Numérique : $p_a = 1\ atm = 101325\ Pascal$; $T_a = 290\ K$.

Pour rappel : La constante des gaz parfaits $R = 8{,}31\ J.K^{-1}mol^{-1}$.



EXERCICE 02 : (10 points)

Un solide paramagnétique est représenté par un ensemble de N particules sans interactions ayant des moments dipolaires magnétique de spins $(1/2)$ chacun, disposés sur un réseau cubique d'arrête a. A chaque particule noté (i) est associé un moment magnétique μ_i dont la projection sur un axe préférentiel (Oz) définit par un champ magnétique externe $\vec{B}$, ne peut prendre que deux valeurs $\mu_i = \pm\mu$. L'énergie d'une particule dont le moment magnétique est orienté suivant le champ $\vec{B}$ est notée $(-\epsilon = -\mu B)$. L'énergie d'une particule dont le moment magnétique est orienté dans le sens opposé au champ $\vec{B}$ est notée $(\epsilon = +\mu B)$. L'ensemble est plongé dans un thermostat et maintenu à une température T, sous l'effet de l'agitation thermique les dipôles magnétiques changent continuellement et de façon aléatoire leur orientation.



1. Quel est le nombre total de configurations possibles Ω_{tot} pour l'orientation des N moments dipolaires magnétique ?
2. Donner l'énergie totale $E(n)$, le moment magnétique total $M(n)$ et le volume total V de l'ensemble de N moments représentant le solide en fonction des données pour un état définit par n le nombre de particules dont le moment magnétique est orienté suivant le champ $\vec{B}$.
3. Quelle est le nombre de configuration possibles $\Omega(n)$ ou nous avons n particules dont le moment magnétique est orienté suivant le champ $\vec{B}$?
4. Exprimer l'entropie $S(n)$ de l'état macroscopique définit par n dans l'approximation de Stirling.
5. En déduire L'énergie du système en fonction de la température $E(T)$.
6. Trouver alors, la capacité calorifique à volume constant du système $C_V(T)$.
7. Calculer la pression p de l'ensemble, et en déduire l'équation d'état du système.