

FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

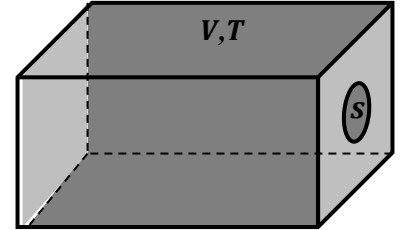
ÉPREUVE DE RATRAPAGE

MODULE : PHYSIQUE STATISTIQUE

DURÉE : 01 HEURE 30 MINUTES.

EXERCICE 01 : (06 points)

Une enceinte rigide de volume V contient un gaz parfait monoatomique maintenu à une température T . Cette enceinte est percée par un petit trou de surface s donnant sur du vide, de telle manière qu'une quantité du gaz peut s'échapper à travers ce trou.



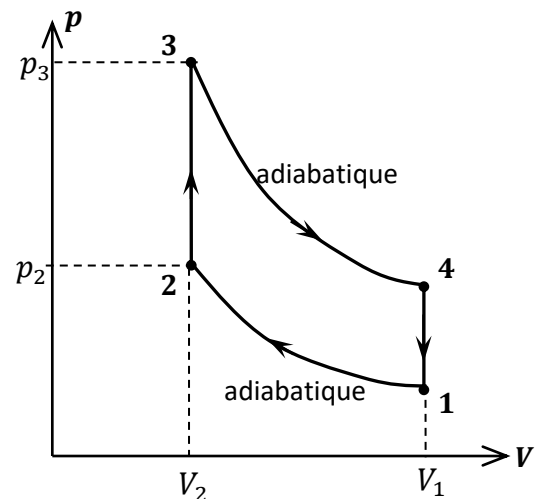
1. En utilisant la distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann, trouver le nombre de particules dN_s qui s'échappe à travers la surface s durant un temps dt .
2. En déduire la loi donnant le nombre de particules N contenus dans l'enceinte.

EXERCICE 02 : (07 points)

Dans la figure ci-contre, on fait subir à une mole de gaz parfait monoatomique un cycle dit " cycle air standard d'Otto". Les transformations $(1 \rightarrow 2)$ et $(3 \rightarrow 4)$ sont adiabatiques et toutes les transformations supposée réversibles.

1. Indiquer les chemins au cours desquels de la chaleur est absorbée ou évacuée. Justifiez.
2. Calculer les quantités de chaleur absorbée et évacuée en fonction de T_1, T_2, T_3 et T_4 .
3. Quels sont les chemins pour lesquels il y a échange de travail ? précisez les quantités (en fonction de T_1, T_2, T_3 et T_4) pour chacun d'eux.
4. Calculez le rendement du travail défini par :

$$\eta = \frac{\text{travail fourni par le moteur}}{\text{chaleur absorbée}}$$



Exprimer η en fonction de V_1 et V_2 . Quelle relation doit exister entre V_1 et V_2 pour donner un rendement de 90% ? Est-ce possible pour une voiture réelle ?

EXERCICE 03: (07 points)

On considère un cristal composé de N atomes indépendants et discernables. Chaque atome peut être dans trois états distincts. Dans chacun de ces états, l'atome possède un moment magnétique m_z différent suivant l'axe (OZ) défini par un champ magnétique externe $\vec{B} = B \cdot \vec{e}_z$.

Dans le premier état $m_z = +1$; dans le deuxième état $m_z = 0$; dans le troisième état $m_z = -1$.

L'énergie de chaque atome est donné par : $\epsilon = -\alpha B m_z$.

Où α est une constante. (α et B sont positifs)

1. Discuter qualitativement quel sera l'état de plus basse énergie.
2. Calculer la fonction de partition Z des N atomes.
3. Trouver l'énergie interne U du système de N atomes et en déduire l'aimantation moyenne M_z .
4. Montrer que dans le cas où B est petit, M_z est proportionnelle à B . Le coefficient de proportionnalité est appelé susceptibilité magnétique χ .

$$M_z = \chi B \quad \text{Pour } B \ll 1.$$

Calculer χ . Comment se comporte χ quand la température tend vers 0 ?

5. Calculer l'énergie libre F et l'entropie S du système. Discuter les valeurs limites de $S(T)$ quand $T \rightarrow \infty$ et $T \rightarrow 0$.