FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

ÉPREUVE SEMESTRIELLE

MODULE : PHYSIQUE STATISTIQUE

DURÉE : 01 HEURE 30 MINUTES.

EXERCICE 01 : (05 *points*)

La figure 1. représente le cycle de Carnot dans le plan (p, V), ce cycle fonctionne entre deux températures $T_1 > T_2$. Dans ce problème, la machine fonctionne en utilisant un gaz parfait monoatomique.

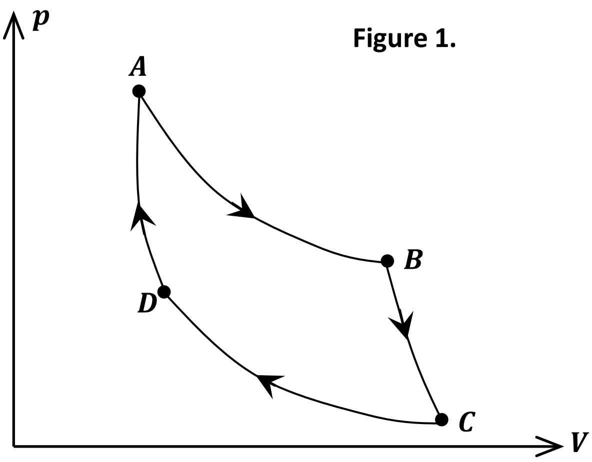
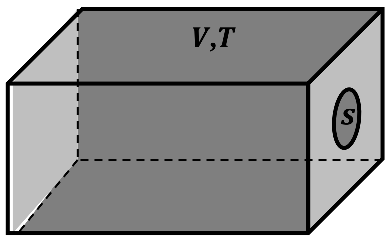


Figure 1.

1. Quelles parties du cycle sont isothermes et quelles parties sont adiabatiques.
2. Représenter le cycle de Carnot dans le plan (T, S). Indiquer quels points de cette figure correspondent aux points de la figure 1.
3. Durant quelle partie du cycle a-t'on des échanges de chaleurs ? Spécifier si la chaleur est absorbée ou donnée. Calculer les quantités de chaleur absorbée Q_1 et donnée Q_2 en fonction des températures et des volumes.
4. Montrer que $\frac{V_B}{V_A} = \frac{V_C}{V_D}$.
5. Calculer le travail W fourni pendant un cycle complet. Conclusion.

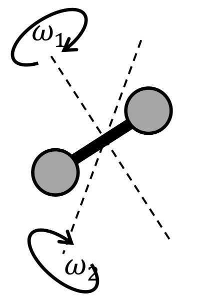
EXERCICE 02 : (07 *points*)

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.
3. En considérant que le trou est assez petit pour que la transformation soit très lente et que le système soit en équilibre à tout instant t, trouver l'expression de la pression p et l'énergie du système U en fonction du temps.

EXERCICE 03 : (08 *points*)



Dans le cas d'un gaz parfait diatomique l'énergie cinétique d'une particule s'écrit :

$$E_C = \frac{1}{2}m\left(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2\right) + \frac{1}{2}I(\omega_1^2 + \omega_2^2)$$

$E_{CT} = \frac{1}{2}m\left(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2\right)$: énergie cinétique de translation.

$E_{CR} = \frac{1}{2}I(\omega_1^2 + \omega_2^2)$: énergie cinétique de rotation suivant deux axes (figure ci-contre).

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

1. Calculer A pour que cette fonction soit normée.
2. Calculer les valeurs moyennes de la vitesse de translation $\langle\vec{v}\rangle$ et de la vitesse de rotation $\langle\vec{\omega}\rangle$.
3. Calculer les valeurs moyennes $\langle v_i^2\rangle$ $(i = x; y; z)$ et $\langle\omega_j^2\rangle$ $(j = 1; 2)$.
4. En déduire la relation donnant l'énergie interne $U(T)$ en fonction de la température.
5. Calculer la capacité calorifique à volume constant C_V.