

FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

**ÉPREUVE DE RATTRAPAGE**

MODULE : PHYSIQUE STATISTIQUE

DURÉE : 01 HEURE 30 MINUTES.

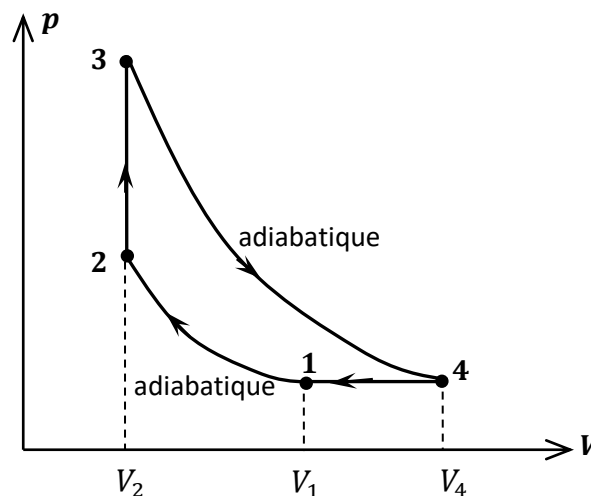
**EXERCICE 01 : (07 points)**

1. A partir de la fonction de distribution de Maxwell-Boltzmann des gaz parfait, calculer la fonction de distribution  $\tilde{f}(v)$  du module de la vitesse. Tracer qualitativement la courbe  $\tilde{f}(v)$ .
2. Pour quelle valeur de la vitesse, notée  $v_m$ , cette fonction est elle maximale ? (Cette vitesse est aussi appelée vitesse thermique  $v_{th} = v_m$ ).
3. Retrouver la vitesse quadratique moyenne  $v^* = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$ .
4. Calculer la valeur moyenne du module de la vitesse  $\langle v \rangle = \bar{v}$ .
5. Montrer qu'à une température donnée, on a  $v_m \leq \langle v \rangle \leq v^*$ .

On donne :  $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$

**EXERCICE 02 : (07 points)**

Une mole de gaz parfait de capacité calorifique  $C_V$  constante parcourt le cycle moteur suivant.



1. Rappeler la définition du potentiel thermodynamique  $G(T, p)$  dépendant de  $T$  et  $p$  et écrire sa différentielle  $dG$ .
2. Ecrire la différentielle  $dS$  de  $S$  en fonction de  $dT$  et  $dp$ . Faites un changement de variables pour l'écrire en fonction de  $dT$  et  $dV$ .
3. En utilisant l'équation d'état des gaz parfaits, retrouvez la relation entre  $C_p$  et  $C_V$ .
4. Calculer en fonction de  $C_p$ ,  $C_V$ ,  $R$  et des températures  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  et  $T_4$  les travaux et échanges de chaleur sur chacune des branches du cycle.
5. On rappelle que  $\gamma = C_p/C_V$ . Calculer l'efficacité moteur  $\eta = -W_{\text{cycle}}/Q_{23}$  de ce cycle en fonction de  $\gamma$  et des températures.

**Questions de cours : (06 points)**

1. Définir la théorie cinétique des gaz.
2. Donner l'expression de la fonction de distribution de Maxwell-Boltzmann dans le cas d'un **gaz quelconque**. Quelle est la signification de cette fonction ?
3. Rappeler l'expression de la fonction de distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann dans le cas d'un **gaz parfait**. Quelle est la signification de cette fonction ?
4. Écrire la condition de normalisation et expliquer pourquoi la théorie cinétique de Maxwell-Boltzmann est une théorie classique.
5. Comment calculer la valeur moyenne d'une grandeur cinétique à partir de la fonction de distribution des vitesses de Maxwell-Boltzmann ?
6. Expliquer, qualitativement, pourquoi le vecteur vitesse moyen d'une molécule de gaz parfait est nul dans la théorie cinétique de Maxwell-Boltzmann. La valeur moyenne du module de la vitesse est-elle aussi nulle ? Pourquoi ?