

TD0 – Premier principe

1 Cycle décrit par un gaz parfait

L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par $p_A = 2 \times 10^5$ Pa et $V_A = 14$ L. On fait subir successivement à ce gaz les transformations réversibles suivantes :

- a. $A \rightarrow B$: détente isobare qui double son volume,
 - b. $B \rightarrow C$: compression isotherme qui le ramène à son volume initial,
 - c. $C \rightarrow A$: refroidissement isochore qui le ramène à son état initial.
1. À quelle température s'effectue la compression isotherme ? En déduire la pression maximale atteinte.
 2. Représenter le cycle de transformations dans le diagramme (p, V) .
 3. Calculer les travaux et quantités de chaleur échangés par le système au cours du cycle en fonction de p_A , V_A et $\gamma = C_p/C_v = 7/5$ (supposé constant dans le domaine de températures étudié).
 4. Vérifier $\Delta U = 0$ pour le cycle.

2 Compressions d'un gaz parfait

Un cylindre, muni d'un piston mobile sans frottement, de surface S et de masse négligeable, contient un quantité $n = 1$ mol d'hélium, assimilable à un gaz parfait, à la température initiale de 300 K. Les parois du cylindre et du piston sont calorifugées. La pression atmosphérique vaut 1×10^5 Pa.

1. Donner la valeur initiale des variables d'état (p_0, V_0, T_0) de l'hélium.
2. Soit p_1 la pression du gaz à l'équilibre lorsqu'on exerce une force F sur le piston de façon à comprimer l'hélium. Calculer le rapport $x = p_1/p_0$.
3. Le gaz dans l'enceinte est comprimé en plaçant "d'un seul coup" une masse m sur le piston. Qu'observe t'on ? L'état final du gaz est défini par (p_1, V_1, T_1) . Exprimer les rapports V_1/V_0 et T_1/T_0 en fonction de x et γ (le coefficient adiabatique).
4. Le gaz est cette fois-ci comprimé en plaçant lentement et successivement sur le piston de petites masselottes jusqu'à atteindre la masse m . L'état final du gaz est défini par (p_2, V_2, T_2) . Lors d'une telle transformation, le produit pV^γ est constant. Exprimer les rapports V_2/V_0 et T_2/T_0 .

3 Extensivité de l'énergie interne

Un réservoir R_1 de volume V_1 contient un gaz parfait diatomique à la température T_1 sous une pression p_1 . Un réservoir R_2 de volume V_2 contient un gaz parfait diatomique à la température T_2 sous une pression p_2 . Ces deux réservoirs sont parfaitement isolés du milieu extérieur. Deux transformations sont proposées :

- a. R_1 et R_2 sont mis en contact et se mettent en équilibre thermique. Les volumes V_1 et V_2 sont demeurés invariants pendant la transformation.

- b. R_1 et R_2 sont mis en contact et se mettent en équilibre thermique. Les pressions p_1 et p_2 sont demeurées invariantes pendant la transformation.

Données : $V_1 = 10 \text{ L}$, $V_2 = 5 \text{ L}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $T_2 = 350 \text{ K}$, $p_1 = 4 \text{ bar}$ et $p_2 = 8 \text{ bar}$.

Dans chaque cas,

1. Préciser l'état du fluide après la transformation décrite (pression, volume et température),
2. Calculer la quantité de chaleur et le travail échangés,
3. Calculer la variation d'énergie interne des deux gaz.

4 Transformations de gaz parfait

Une mole de gaz parfait à c_p et c_v constants subit les transformations réversibles suivantes :

1. $A \rightarrow B$: compression isochore avec $p_B = 2p_A$,
2. $B \rightarrow C$: dilatation isobare avec $V_C = 2V_A$,
3. $C \rightarrow D$: détente isotherme avec $V_D = 3V_A$,
4. $D \rightarrow E$: détente adiabatique réversible avec $V_E/V_D = (4/3)^{1/\gamma}$ avec γ le coefficient isentropique.

On demande de:

1. Exprimer p_E en fonction de p_A .
2. Tracer ces transformations dans un diagramme de Clapeyron.
3. Pour chacune des transformations, donner l'expression du travail échangé, de la quantité de chaleur échangée et de la variation d'énergie interne.
4. Exprimer le travail, la quantité de chaleur et la variation d'énergie interne au cours de la transformation de A à E en fonction de T_A et T_E .
5. Sur le diagramme de la question 2, hachurer en bleu la surface correspondante au travail reçu au cours de la transformation $ABCDE$. Indiquer si ce travail est positif ou négatif.