Thermodynamique 1S – Contrôle des connaissances

Tous documents autorisés. Pour les questions où une application numérique est demandée, il est demandé de donner une **expression littérale** préalablement.

1 Questionnaire choix multiple à réponse unique (2 points)

Aucun point de pénalité ne sera appliqué en cas de mauvaise réponse.

1. L'enthalpie est définie par
   a. $H = U - PV$;
   b. $H = PV - U$;
   c. $H = U + PV$;
   d. $H = TS - PV$.
2. La loi $PV^\gamma =$ constante caractérise une transformation
   a. isenthalpique d'un gaz parfait ;
   b. adiabatique et réversible d'un gaz parfait ;
   c. isochore d'un gaz parfait ;
   d. isobare d'un gaz parfait.
3. La première loi de Joule stipule que pour un gaz parfait
   a. $\mathrm{d}H = C_P \mathrm{d}T$;
   b. $\mathrm{d}U = C_V \mathrm{d}T$;
   c. $\mathrm{d}H = C_V \mathrm{d}P$;
   d. $\mathrm{d}U = C_P \mathrm{d}P$.
4. La relation de Mayer s'écrit pour un gaz parfait
   a. $C_P + C_V = nR$;
   b. $C_P / C_V = nR$;
   c. $C_P - C_V = nR$;
   d. $C_V - C_P = nR$.

2 Travail et gaz de van der Waals (4 points)

L'équation d'état d'un gaz dit de van der Waals est :

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = nRT$$

où (a, b) sont des constantes caractéristiques du gaz considéré.

a. Exprimer la pression en fonction de la température T et du volume V.

b. On considère une transformation quasi-statique isotherme (T_0) qui fait passer le gaz d'un état (P_i, V_i) à un état (P_f, V_f). Exprimer le travail W reçu lors de cette transformation.
c. On considère cette-fois ci que la transformation est brutale. En déduire l'expression du travail en fonction des données initiales (P_i, V_i) et finales (P_f, V_f).

3 Cycle monotherme (5 points)

$n = 1\,\mathrm{mol}$ d'un gaz monoatomique supposé parfait subit le cycle suivant :

1. Transformation adiabatique de l'état A à l'état B ;
2. Transformation isochore de l'état B à l'état C ;
3. Transformation isotherme de l'état C à l'état A.

Toutes les transformations sont *quasi-statiques*. On donne $V_A = 10\,\mathrm{l}$, $P_A = 1 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$, $T_A = 300\,\mathrm{K}$ et $V_B = 20\,\mathrm{l}$. On donnera les expressions littérales des quantités demandées ci-après uniquement en fonction de ces quantités (V_A, P_A, T_A, V_B) et de $\gamma = C_P/C_V$.

a. Exprimer P_B, T_B, V_C, P_C et T_C. Tracer le cycle dans le diagramme de Clapeyron. Applications numériques.
b. Calculer les quantités de travail (W_1, W_2 et W_3) et de chaleur (Q_1, Q_2 et Q_3) reçues par le gaz au cours des trois transformations. Applications numériques.
c. Calculer les quantités de travail (W_{tot}) et de chaleur (Q_{tot}) reçues par le système pendant tout le cycle. Applications numériques. Ces résultats sont-il cohérents ?

Données

- Coefficient adiabatique : $\gamma = 5/3$,
- Constante des gaz parfaits : $R = 8.314\,\mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$.

4 Compression d'un gaz parfait (9 points)

On comprime $n = 1\,\mathrm{mol}$ d'un gaz parfait de l'état initial $P_0 = 1\,\mathrm{bar}$, $T_0 = 18\,°\mathrm{C}$ à la pression $P_1 = 2.5\,\mathrm{bar}$ selon les transformations suivantes :

1. La compression est isotherme,
2. La compression est adiabatique et réversible,
3. La compression est réalisée au moyen d'une pression extérieure constante égale à P_1 de façon adiabatique,
4. La compression est réalisée au moyen d'une pression extérieure constante égale à P_1 de façon isotherme.

Déterminer pour chaque mode de compression

- La nature de la transformation (quasi-statique ou brutale),
- La température et le volume du système à l'état final,
- La variation d'énergie interne,
- Le travail et la chaleur échangés.

Données

- Coefficient adiabatique : $\gamma = 7/5$,
- Constante des gaz parfaits : $R = 8.314\,\mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$.