

I Cours et exercices

T1 Description d'un système à l'équilibre

- I **Introduction** : ordres de grandeur, échelles de description.
- II **Système** : définition, grandeurs d'état (intensive, extensives, massique et molaire) et fonction d'état, grandeurs usuelles : température, pression, énergie interne, capacité thermique.
- III **Équilibre thermodynamique** : définition, exemple, conditions d'équilibres thermique et mécanique.
- IV **Description d'un gaz** : modélisation, loi du gaz parfait et pertinence expérimentale (diagrammes d'AMAGAT et de CLAPEYRON), énergétique (température cinétique, énergie interne et capacité thermique), vitesse quadratique moyenne.
- V **Phases condensées** : modélisation, équation d'état, énergétique (énergie interne, capacité thermique).

T2 Échanges d'énergie des transformations thermodynamiques

- I **Moyens d'échange d'énergie** : limite du TEM, travail des forces de pression, transfert thermique (définition, types de transferts, thermostat)
- II **Types de transformations** : condition sur l'évolution (quasi-statique), sur le milieu extérieur (monobare, monotherme), sur les grandeurs du système (isochore, isobare, isotherme) ; calcul du travail dans chaque cas et application importance du choix d'un système.
- III **Cas particuliers** : transformation cyclique (sens de parcours et signe du travail, application cycle de LENOIR), transformation adiabatique (définition, distinction avec isotherme, loi de LAPLACE et travail), résumé.

Exercices

Les exercices peuvent faire intervenir le premier principe, mais de manière simple (pas d'enthalpie, pas de calorimétrie), du style du cycle de LENOIR.

II Cours uniquement

T3 Premier principe de la thermodynamique

- I **Énoncé du premier principe** : énoncé général, première loi de JOULE, cas particuliers, premier principe entre deux états voisins.
- II **Transformation monobare et enthalpie** : enthalpie et premier principe, seconde loi de JOULE, capacités thermiques et relations associées, calorimétrie.

III Questions de cours possibles

T1 Description d'un système à l'équilibre

- 1 Donner la définition de la température cinétique en fonction du degré de liberté D (Df.T1.19). Déterminer alors l'énergie interne d'un gaz parfait mono- puis diatomique en fonction de R qu'on reliera à deux autres constantes (Pt.T1.6, Ap.T1.4 et Dm.T1.1). En déduire les capacités thermiques C_V^{mono} et C_V^{dia} (Df.T1.12 et Ipt.T1.2).

T2 Échanges d'énergie des transformations thermodynamiques

- 2 Présenter les transformations de la thermodynamique : système isolé, fermé, ouvert (Df.T1.3); transformations (Df.T2.1), quasi-statique (spécifier mécaniquement réversible et thermiquement réversible), monobare, monotherme, isochore (exemple), isobare (exemple), isotherme, adiabatique (Df.T2.5 à 10 et 12). Expliquer la différence entre adiabatique et isotherme (Ipt.T2.2, Intp.T2.3 et Ex.T2.9). Tracer sur un même schéma les transformations isochore, isobare, isotherme et adiabatique (Fig.T2.7) en justifiant la raideur de cette dernière (Ipt.T2.3).
- 3 (Ap.T2.1) Soit une enceinte indéformable, séparée en deux compartiments par une cloison étanche et mobile. Le premier a pour état initial (T_i, P_i, V_i, n) , le second $(T_i, 2P_i, V_i, 2n)$. Une cale bloque initialement la cloison mobile. On enlève la cale et on place l'enceinte dans un environnement à température T_0 .
- a – Faire un schéma.
- b – Quelles sont les variables d'état des gaz dans l'état d'équilibre final ?
- c – Qualifier la transformation selon le système étudié.
- 4 Démontrer la valeur ou l'expression de \mathcal{W}_p pour une transformation monobare, isochore puis isobare d'abord (Pt.T2.3, 4 et 5), isotherme ensuite (en fonction des volumes d'abord puis des pressions, Pt.T2.7 et Dm.T2.3 et vérifier son signe selon le l'évolution du volume), et adiabatique mécaniquement réversible d'un gaz parfait ensuite (Pt.T2.9 et Dm.T2.6).
- 5 (Ap.T2.2) Cycle de LENOIR : pour une mole de gaz parfait à $P_A = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$ et $V_A = 14 \text{ L}$, on effectue les transformations suivantes de manière quasi-statique :
- a – Chauffage isochore jusqu'à $P_B = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- b – Détente isotherme jusqu'à $V_C = 28 \text{ L}$;
- c – Refroidissement isobare jusqu'au retour à l'état initial.

Représenter ce cycle sur un diagramme de WATT et en déduire le signe du travail total. Calculer P , V et T à chaque étape puis calculer les travaux associés aux transformations AB, BC et CA et sur le cycle. Conclure sur la nature du système. (Ap.T3.1) Déterminer ensuite les variations d'énergie interne puis les transferts thermiques de chaque transformation.

T3 Premier principe de la thermodynamique

- 6 Énoncer le premier principe de la thermodynamique, en version intégrale et différentielle (Pt.T3.1 et 2). Préciser quels termes sont des fonctions d'état, lesquels ne le sont pas. Étudier les cas particuliers des transformations isochore, isotherme, isobare et adiabatique (Ipt.T3.1).
- 7 Définir l'enthalpie d'un corps et ses propriétés (Df.T3.2). Démontrer ensuite l'expression du premier principe enthalpique en indiquant ses conditions d'application (Pt.T3.3 et Dm.T3.1).
- 8 Définir les capacités thermiques à volume et pression constantes dans le cas général (Df.T1.12 et Df.T3.3). Définir le coefficient adiabatique γ (Df.T3.4), démontrer la relation de MAYER (Pt.T3.4 et Dm.T3.2), donner les valeurs de C_V , C_P et γ pour un GP mono- et diatomique (Ipl.T3.2), établir les expressions de C_V et de C_P en fonction de n , R et γ (Pt.T3.2 et Dm.T3.3).
- 9 Présenter les deux lois de JOULE (Loi.T3.1 et 2). Démontrer succinctement la seconde loi de JOULE pour les phases condensées et les gaz parfaits (Pv.T3.1). Présenter alors l'utilisation des capacités thermiques (Ipt.T3.2 et Fig.T3.1).
- 10 (Ap.T3.5) Dans un calorimètre parfaitement isolé de masse en eau $m_0 = 24 \text{ g}$, on place $m_1 = 150 \text{ g}$ d'eau à $T_1 = 298 \text{ K}$. On ajoute $m_2 = 100 \text{ g}$ de cuivre à $T_2 = 353 \text{ K}$. Faire un schéma. Sachant que $c_{\text{Cu}} = 385 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ et $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, déterminer T_f .