

I Cours et exercices

Thermo. chapitre 1 – Description d'un système à l'équilibre

- I **Introduction** : ordres de grandeur, échelles de description.
- II **Grandeur d'état** : définition, température, pression, autres exemples, variables extensives et intensives, grandeurs massiques et volume molaire.
- III **Description d'un gaz** : comportement microscopique, loi du gaz parfait, diagramme de CLAPEYRON.
- IV **Cas des phases condensées** : définition, équation d'état, ordres de grandeur.

Thermodynamique chapitre 2 – Premier principe

- I **Vocabulaire** : système, transformations et exemples.
- II **Énergie interne** : définition, énergie interne gaz parfait, capacité thermique à volume constant, capacité thermique d'une phase condensée.
- III **Travail des forces de pression** : expression générale, cas particulier isochore et monobare, transformation quasi-statique (définition, exemples de diagrammes, corrélation avec l'aire sous la courbe; application cycle de LENOIR), travail électrique.
- IV **Transferts thermiques** : définition, différents types de transferts thermiques, cas particuliers (adiabatique, thermostat), loi de LAPLACE.
- V **Premier principe de la thermodynamique** : énoncé, application Q cycle de LENOIR.
- VI **Transformation monobare et enthalpie** : démonstration $H = U + PV$, introduction C_P : gaz parfait (γ , MAYER, C_V et C_P fonction de γ , lois de JOULE) et phases condensées; application calorimètre; retour sur principe du thermostat.

II Cours uniquement

Thermo. chapitre 3 – Second principe, machines thermiques

- I **L'entropie** : irréversibilité, second principe et cas particuliers, comment faire une transformation réversible, expressions de l'entropie : phases condensées, gaz parfait, démonstration lois des LAPACE.
- II **Machines thermiques** : introduction, principe général, machine monotherme.

III Questions de cours possibles

Chapitre 1

- 1 Représenter la distribution des vitesses des molécules d'un gaz et ses propriétés, définir la vitesse quadratique moyenne et la température cinétique.
- 2 Refaire l'exercice : On considère une bouteille de volume constant $V = 10 \text{ L}$ contenant de l'hélium, modélisé comme un gaz parfait monoatomique, à la pression $p = 2,1 \text{ bar}$ et à la température $T = 300 \text{ K}$. On donne $M_{\text{He}} = 4,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ et $\mathcal{N}_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

- a – Calculer la masse m d'hélium contenue dans la bouteille, et la densité particulière n^* , c'est-à-dire le nombre d'atomes par unité de volume.
- b – Calculer la vitesse quadratique moyenne u des atomes.
- c – À la suite de l'ouverture de la bouteille, la pression passe à $p' = 1,4$ bar et la température à $T' = 290$ K. Calculer la masse Δm de gaz qui s'est échappé de la bouteille.
- d – À quelle température T'' faudrait-il porter le gaz pour atteindre à nouveau la pression p ?

Chapitre 2

- [3] Présenter le vocabulaire de la thermodynamique : système isolé, fermé, ouvert ; transformations, transformations isochore, monotherme, isotherme, monobare, isobare, **adiabatique** et **quasi-statique**. Définir l'énergie interne d'un système et l'échelle à laquelle elle se définit, puis déterminer l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique et diatomique, en justifiant les facteurs numériques.
- [4] Définir les capacités thermiques à volume et pression constantes dans le cas général. En citant les lois de JOULE, donner leurs expressions pour un gaz parfait monoatomique. Introduire la capacité thermique d'une phase condensée et justifier, avec une application numérique, qu'on n'utilise qu'une capacité thermique pour les phases condensées.
- [5] Établir l'expression générale du travail des forces de pression. Préciser la nature du système (moteur, récepteur) selon le signe de W . Présenter le lien avec l'aire sous la courbe d'un diagramme de CLAPEYRON, et mettre en évidence la dépendance de W au chemin suivi. Donner la valeur ou l'expression de W pour une transformation isochore, pour une transformation monobare, et pour une transformation quasi-statique isotherme d'un gaz parfait.
- [6] Cycle de LENOIR : pour une mole de gaz parfait à $P_A = 2 \times 10^5$ Pa et $V_A = 14$ L, on effectue les transformations suivantes de manière quasi-statique :
 - a) chauffage isochore jusqu'à $P_B = 4 \times 10^5$ Pa ;
 - b) détente isotherme jusqu'à $V_C = 28$ L ;
 - c) refroidissement isobare jusqu'au retour à l'état initial.
 Calculer P , V et T à chaque étape, puis représenter ce cycle sur un diagramme de CLAPEYRON, et calculer les travaux associés aux transformations AB, BC et CA et sur le cycle. Conclure sur la nature du système. Comment la repérer graphiquement ?
- [7] Énoncer les 3 lois de LAPLACE en précisant leurs conditions d'application. À partir d'une expression de l'entropie pour un GP (rappelée par l'interrogatoire), démontrer l'une d'entre elle. Retrouver les deux autres à partir de celle-ci. Application : on prend 20 L de gaz à $T = 293$ K et à 1 bar. Sous les conditions d'application précédentes, on le comprime jusqu'à un volume de 10 L. Calculer la pression et la température, connaissant $\gamma = 1,4$.
- [8] Énoncer le premier principe de la thermodynamique, en détaillant les termes. Préciser lesquels sont des fonctions d'état, lesquels ne le sont pas. Démontrer ensuite l'expression de l'enthalpie dans les conditions requises et réécrire le premier principe dans ces conditions.
- [9] Calorimétrie : dans un calorimètre parfaitement isolé de capacité thermique $C = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, on place $m_1 = 150$ g d'eau à $T_1 = 298$ K. On ajoute $m_2 = 100$ g de cuivre à $T_2 = 353$ K. 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 . Définir alors ce qu'est un thermostat et comment justifier leur existence.

Chapitre 3

- [10] Présenter ce qu'on appelle une transformation irréversible. Énoncer alors le second principe de la thermodynamique et son lien avec l'irréversibilité. Que peut-on dire dans le cas particulier d'un cycle ? pour un système isolé ? Comment obtenir une transformation réversible : exemple et vocabulaire associé (deux conditions).