

I Exercices uniquement

T3 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.

II Cours et exercices

T4 Premier principe de la thermodynamique

- I **Énoncé du premier principe** : énoncé général et élémentaire, première loi de JOULE, cas particuliers.

Exercices

À partir de mardi, les exercices pourront porter sur tout le premier principe (avec calorimétrie **dont** changement d'état).

- II **Transformation monobare et enthalpie** : premier principe enthalpique et seconde loi de JOULE, capacités thermiques et relations associées, changement d'état et calorimétrie.

III Cours uniquement

T5 Second principe de la thermodynamique

- I **L'entropie** : description statistique, irréversibilité, second principe et cas particuliers.
- II **Expressions de l'entropie** : (HP) identités thermodynamique et expressions de dS ; phases condensées et application au mélange ; gaz parfait et application isochore ou isobare, loi de LAPLACE.

Données

Pour un système fermé, de température T , de pression P et de volume V subissant une transformation entre deux états d'équilibre (i) et (f), la variation d'entropie est :

◇ pour un gaz parfait,

$$\Delta S = C_V \ln \frac{P_f}{P_i} + C_P \ln \frac{V_f}{V_i} \quad \text{ou} \quad \Delta S = C_V \ln \frac{T_f}{T_i} + nR \ln \frac{V_f}{V_i} \quad \text{ou} \quad \Delta S = C_P \ln \frac{T_f}{T_i} - nR \ln \frac{P_f}{P_i}$$

◇ pour une phase condensée,

$$\Delta S = C \ln \frac{T_f}{T_i}$$

IV Questions de cours possibles

T4 Premier principe de la thermodynamique

- 1 Énoncer le premier principe de la thermodynamique pour un système en repos macroscopique, en version intégrale et élémentaire (Pt.T4.1). Préciser quels termes sont des fonctions d'état, lesquels ne le sont pas. Étudier les cas particuliers des transformations isochore, isotherme, isobare et adiabatique mécaniquement réversible (Ipt.T4.1).
- 2 Définir l'enthalpie d'un corps et ses propriétés (Df.T4.2). Démontrer ensuite l'expression du premier principe enthalpique en indiquant ses conditions d'application (Dm.T4.2).
- 3 Définir les capacités thermiques à volume et pression constantes dans le cas général (Df. T1.12 et Df.T4.3). Définir le coefficient adiabatique γ (Df.T4.4), démontrer la relation de MAYER (Dm.T4.4), donner les valeurs de C_V , C_P et γ pour un GP mono- et diatomique (Ipl.T4.2), établir les expressions de C_V et de C_P en fonction de n , R et γ (Dm.T4.4).
- 4 Présenter les variations d'enthalpie lors d'une transition de phase (Df.T4.5). Comment appelle-t-on une transformation de $\Delta h > 0$? < 0 (Ipt.T4.4)? Refaire la figure de l'évolution de la température d'une masse d'eau sous 1 bar commençant à -20°C en fonction de l'énergie apportée (Itp.T4.2).
- 5 (Ap.T4.5) 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 .
- 6 (Ap.T4.6) On place $m_0 = 40\text{ g}$ de glaçons à $T_0 = 0^\circ\text{C}$ dans $m_1 = 300\text{ g}$ d'eau à $T_1 = 20^\circ\text{C}$ à l'intérieur d'un calorimètre de capacité $C = 150\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. Déterminer la température d'équilibre T_f sachant que $\Delta h_{\text{fus}} = 330\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

T5 Second principe de la thermodynamique

- 7 Définir macro-état, micro-état et nombre de configuration (Df.T5.1). À partir de l'exemple des particules dans l'expérience de JOULE GAY-LUSSAC, présenter l'origine statistique de l'irréversibilité en traçant l'évolution de la probabilité des macro-états (I|A). Donner la formule de BOLTZMANN et l'interpréter (Df.T5.2, Itp.T5.1).
- 8 Présenter ce qu'on appelle une transformation réversible et irréversible (Ipt.T5.1) et donner des exemples (I|B et Ex.T5.1). Énoncer le second principe de la thermodynamique (Ipt.T5.2). Appliquer le second principe dans les cas particuliers des transformations cyclique, adiabatique, mono- et polytherme (Ipl.T5.1). Qu'est-ce qu'une transformation isentropique (Df.T5.3)?
- 9 Énoncer la loi de LAPLACE (sous ses 3 formes) en précisant ses conditions d'application (L.T5.1). Comment qualifier ces transformations en terme d'entropie (Df.T5.3)? À partir d'une expression de l'entropie pour un GP (rappelée par l'interrogatoire), démontrer l'une d'entre elle (Prv.T5.1). Retrouver les deux autres à partir de celle-ci (Dm. T3.5).
- 10 (Ap.T5.2) Soit un gaz parfait passant de l'état initial $I (T_i, P_i, V_i = V_0)$ à un état final $F (T_f, P_f, V_f)$ en le mettant en contact avec un thermostat de température $T_{\text{ext}} = T_f$.
 - ① Déterminer ΔS , S_{ech} et S_{cr} en fonction de C_V et $x = \frac{T_i}{T_f}$ pour une transformation isochore. Conclure réversibilité (ou non) de la transformation par un raisonnement mathématique, justifier physiquement.
 - ② Reprendre les questions pour une transformation **isobare** et monotherme.