

I Cours et exercices

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, capacités thermiques et relations associées, calorimétrie.

T4 Second principe de la thermodynamique

- I **L'entropie** : statistique et entropie de BOLTZMANN, irréversibilité et causes.
- II **Second principe** : énoncé, cas particuliers (cyclique, adiabatique, monotherme, polytherme, isentropique)
- III **Expressions de l'entropie** : (HP) identités thermodynamique et expressions de dS , phases condensées et application au mélange, gaz parfait, loi de LAPLACE.
- IV **Applications** : méthode de bilans d'entropie, application gaz parfait en transformation isochore monotherme puis et isobare monotherme.

II Cours uniquement

T5 Machines thermiques

- I **Introduction** : définition et performance, équations de fonctionnement, machines monothermes.
- II **Machines dithermes** : diagramme de RAVEAU, moteur ditherme, machines frigorifiques et pompes à chaleur, théorèmes de CARNOT.
- III **Applications** : cogénération, cycle moteur de CARNOT.

III Questions de cours possibles

T3 Premier principe de la thermodynamique

- 1 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).
- 2 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).
- 3 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).

T4 Second principe de la thermodynamique

- ✱ 4 Définir macro-état, micro-état et nombre de configuration (Df.T4.1). 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.T4.2, Itp.T4.1).
- 5 Présenter ce qu'on appelle une transformation réversible et irréversible (Pt.T4.1) et donner des exemples (I|B et Ex.T4.1). Énoncer le second principe de la thermodynamique (Pt.T4.2). Appliquer le second principe dans les cas particuliers des transformations cyclique, adiabatique, mono- et polytherme (Ipl.T4.1). Qu'est-ce qu'une transformation isentropique (Df.T4.3) ?
- 6 On définit $T = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V$ et $P = -\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$. Démontrer alors la première identité de la thermodynamique (Df.T4.4), puis l'expression de la variation d'entropie à partir de la première identité (Pt.T4.3). Démontrer l'expression de ΔS^{cond} et une expression de $\Delta S^{\text{G.P.}}$ (Pt.T4.4 et 5, Dm.T4.1 et 2).
- 7 Énoncer la loi de LAPLACE (sous ses 3 formes) en précisant ses conditions d'application (L.T4.1). Comment qualifier ces transformations en terme d'entropie (Df.T4.3) ? À partir d'une expression de l'entropie pour un GP (rappelée par l'interrogatoire), démontrer l'une d'entre elle (Prv.T4.1). Retrouver les deux autres à partir de celle-ci (Dm. T2.5).
- 8 (Ap.T4.2) Soit un gaz parfait passant de l'état initial I à l'état final F en contact avec un thermostat à $T_{\text{ext}} = T_f$. Pour une transformation isochore, déterminer l'entropie créée et tracer l'expression obtenue avec $x = \frac{T_i}{T_f}$, et conclure sur la nature de la transformation.

T5 Machines thermiques

- 9 Présenter le principe général des machines thermiques grâce à au schéma et aux 2 relations de fonctionnement (Pt et Dm.T5.1). Pourquoi ne peut-on pas réaliser de moteur monotherme (Dm.T5.2) ? Construire le diagramme de RAVEAU pour les machines dithermes, en précisant les domaines des moteurs et des réfrigérateurs (Pt et Dm.T5.3).
- 10 Présenter le moteur ditherme, le réfrigérateur ou la pompe à chaleur (au choix de l'interrogatoire), en différenciant les sens conventionnel et réel des échanges sur le schéma de fonctionnement (Ipt.T5.1, 2 ou 3). Définir son coefficient de performance thermodynamique, et établir l'expression du théorème de CARNOT associé (Pt et Dm.T5.4, 5 et 6) puis un ordre de grandeur des valeurs idéales et réelles (Odg.T5.1, 2 et 3).
- ✱ 11 (Ap.T5.1) Cycle de CARNOT : définir les transformations, traduire le vocabulaire associé, le dessiner dans un diagramme (P, V) , trouver le travail total (on admet l'expression du travail pour une isotherme quasi-statique : $\mathcal{W}_{\text{isoT}} = -nRT_{\text{iso}} \ln(V_f/V_i)$), la chaleur échangée et l'expression finale du rendement.