

I Exercices uniquement

T4 Second principe

II Cours et exercices

T5 Machines thermiques

- I **Introduction** : définition et performance, fonctionnement général et inégalité de CLAUSIUS, 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, présentation moteur à explosion (cycle de BEAU DE ROCHAS)

T6 Changements d'états

- I **Équilibres diphasés** : rappels états de la matière et vocabulaire des transitions de phase, diagramme (P,T) et systèmes monovariants + pression de vapeur saturante, diagramme (P,v) : construction d'une isotherme d'ANDREWS, présentation du diagramme, théorème des moments, application au stockage des fluides.
- II **Thermodynamique des transitions de phase** : enthalpies de changement d'état, représentation (T,Q) du chauffage d'une masse de glace, méthode de résolution et application à la calorimétrie ; entropie de changement d'état (démonstration) et application à la calorimétrie.
- III **Application aux machines thermiques** : présentation de l'intérêt, description d'une machine frigorifique et d'une pompe à chaleur (pas de calcul).

III Cours uniquement

AM3 Solides cristallins

- I **Description d'un cristal parfait** : variétés de solides (allotropiques), solides amorphes et cristallins ; modèle du cristal parfait et sphères dures : description d'un cristal (motif, réseau, maille), condition de contact des sphères dures et limites du modèle.
- II **Caractérisation des mailles classiques** : vocabulaire de caractérisation (population, coordinence, rayon, compacité, masse volumique) ; empilements non compacts (CS et CC) ; empilements compacts (HC rapidement, CFC).
- III **Sites interstitiels** : présentation, sites T, sites O et habitabilités.
- IV **Différents types de cristaux** : propriétés macroscopiques à décrire, cristaux métalliques et alliages, cristaux ioniques et stabilité (exemples NaCl, ZnS, CsCl), cristaux covalents, cristaux moléculaires.

IV Questions de cours possibles

T5 Machines thermiques

- ☆☆ [1] Présenter le principe général des machines thermiques grâce à un schéma de fonctionnement, et démontrer les deux relations utiles pour les machines à partir du premier et du second principe (inégalité de CLAUSIUS). Pourquoi ne peut-on pas réaliser de moteur monotherme ? Construire le diagramme de RAVEAU pour les machines dithermes, en précisant les domaines des moteurs et des réfrigérateurs.
- ☆☆ [2] Présenter le moteur ditherme, le réfrigérateur **ET** la pompe à chaleur, en différenciant les sens conventionnel et réel des échanges. Définir les coefficients de performance thermodynamique, et établir l'expression du théorème de CARNOT pour l'**UNE** d'entre elle, donner un ordre de grandeur des valeurs idéales et réelles pour **TOUTES** les machines.
- ☆☆ [3] Cycle de CARNOT : définir les transformations, traduire le vocabulaire associé, le dessiner dans un diagramme (P, V) en précisant et justifiant Q_{ch} et Q_{fr} , tracer le schéma de la machine. Définir le rendement, exprimer les travaux et transferts thermiques en fonction de $\alpha = V_B/V_A$, en déduire l'expression finale du rendement. Montrer ensuite à l'aide des expressions données de l'entropie que ce cycle est réversible par un bilan d'entropie.

T6 Changements d'états

- ☆☆ [4] Présenter les diagrammes (P, T). Pour celui de l'eau, tracer et expliquer une transformation isobare à $P = 1 \text{ bar}$ à partir de $T = 0 \text{ K}$, et une transformation isotherme à $T = 50^\circ\text{C}$. Qu'est-ce qu'un système monovariant ? Construire une isotherme d'ANDREWS du diagramme (P, v) en présentant l'expérience de cours, et présenter le diagramme (P, v) complet d'un équilibre liquide-gaz.
- ☆☆ [5] Énoncer et démontrer le théorème des moments. Présenter l'application et les précautions à prendre dans le cas du stockage de fluides.
- ☆☆ [6] Présenter les variations d'enthalpie et d'entropie lors d'une transition de phase. Démontrer la relation concernant l'entropie. Refaire la figure de l'évolution de la température d'une masse d'eau commençant à -20°C en fonction de l'énergie apportée. Application : 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 $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ et $\Delta h_{\text{fus}} = 330 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, puis l'entropie créée. On donne $\Delta S^{\text{cond}} = mc \ln(T_f/T_i)$.

AM3 Solides cristallins

- ☆☆ [7] Présenter le modèle du cristal parfait de sphères dures (condition de tangence). Réaliser alors la caractérisation des mailles cubiques simple et centrée (population, coordinence, rayon atomique, compacité, masse volumique).
- ☆☆ [8] Présenter la maille cubique faces centrées, puis réaliser sa caractérisation. Présenter et justifier alors l'existence des sites interstitiels. Donner les positions et la population des sites T et O de la structure CFC, et déterminer leurs habitabilités.
- ☆☆ [9] Présenter la définition, puis les propriétés microscopiques et leur correspondance macroscopiques de **deux types de cristaux parmi** les suivants :
 - ◇ Cristal métallique ; ◇ Cristal ionique ; ◇ Cristal covalent ; ◇ Cristal moléculaire.
- ☆☆ [10] Donner le critère de stabilité des cristaux ioniques. Donner la population/formule chimique, la coordinence, et démontrer le critère de stabilité d'un **ou plusieurs** des cristaux suivants :
 - ◇ Le chlorure de césium ; ◇ Le chlorure de sodium ; ◇ La blende (sulfure de zinc).