

Programme de khôlles de physique-chimie, semaine du 06/04/2026

Chapitre 19 et TD19 : Équilibre thermodynamique

Chapitre 20 et TD20 : Premier principe de la thermodynamique. Bilans d'énergie

Notions et contenus :

- ▷ Échelles microscopique, mésoscopique et macroscopique.
- ▷ Système thermodynamique.
- ▷ État d'équilibre d'un système soumis aux seules forces de pression.
- ▷ Pression, température, volume : équation d'état.
- ▷ Grandeur extensive, grandeur intensive.
- ▷ Exemples du gaz parfait et d'une phase condensée indilatable et incompressible.
- ▷ Exemples d'un gaz réel aux faibles pressions et d'une phase condensée peu compressible et peu dilatable.
 - ▷ Énergie interne d'un système Énergie interne du gaz parfait monoatomique. Énergie interne des gaz parfaits polyatomiques.
 - ▷ Capacité thermique à volume constant d'un gaz parfait.
 - ▷ Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'une phase condensée considérée incompressible et indilatable.
 - ▷ Corps pur diphasé en équilibre. Diagramme de phases (P, T).
 - ▷ Cas de l'équilibre liquide-vapeur : diagramme de Clapeyron (P, v), titre en vapeur.
 - ▷ Transformation thermodynamique subie par un système. Évolutions isochore, monotherme, isotherme, monobare, isobare.
 - ▷ Travail des forces de pression. Transformations isochore, monobare.
 - ▷ Transfert thermique. Transformation adiabatique. Thermostat, transformations monotherme et isotherme.
 - ▷ Premier principe de la thermodynamique.
 - ▷ Enthalpie d'un système. Capacité thermique à pression constante dans le cas du gaz parfait et d'une phase condensée incompressible et indilatable.
 - ▷ Enthalpie associée à une transition de phase : enthalpie de fusion, enthalpie de vaporisation, enthalpie de sublimation.

Capacités exigibles :

- ▷ Définir l'échelle mésoscopique et en expliquer la nécessité.
- ▷ Identifier un système ouvert, un système fermé, un système isolé.
- ▷ Calculer une pression à partir d'une condition d'équilibre mécanique. Dédire une température d'une condition d'équilibre thermique.
 - ▷ Utiliser l'équation d'état des gaz parfaits, l'interpréter à l'échelle microscopique.
 - ▷ Comparer, à l'aide de réseaux d'isothermes expérimentales en coordonnées de Clapeyron ou d'Amagat, le comportement d'un gaz réel au modèle du gaz parfait.
 - ▷ Citer quelques ordres de grandeur de volumes molaires ou massiques dans les conditions usuelles de pression et de température.
 - ▷ Exprimer l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique en fonction de la température. Exploiter la propriété $U_m = U_m(T)$ pour un gaz parfait.
 - ▷ Exploiter la propriété $U_m = U_m(T)$ pour une phase condensée incompressible et indilatable.
 - ▷ Analyser un diagramme de phases expérimental (P,T).
 - ▷ Proposer un jeu de variables d'état suffisant pour caractériser l'état d'équilibre d'un corps pur diphasé soumis aux seules forces de pression.
 - ▷ Positionner les phases dans les diagrammes (P, T) et (P, v).
 - ▷ Déterminer la composition d'un mélange diphasé en un point d'un diagramme (P, v).

- ▷ Évaluer le travail des forces de pression par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable.
- ▷ Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron.
- ▷ Distinguer qualitativement les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement.
- ▷ Identifier, dans une situation expérimentale, le ou les systèmes modélisables par un thermostat.
- ▷ Proposer de manière argumentée le modèle limite le mieux adapté à une situation réelle entre une transformation adiabatique et une transformation isotherme.
- ▷ Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan énergétique faisant intervenir travail et transfert thermique.
- ▷ Exploiter l'extensivité de l'énergie interne.
- ▷ Distinguer le statut de la variation d'énergie interne du statut des termes d'échange.
- ▷ Calculer le transfert thermique sur un chemin donné connaissant le travail et la variation de l'énergie interne.
- ▷ Exprimer le premier principe sous forme de bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et dans l'état final.
- ▷ Exprimer l'enthalpie molaire $H_m(T)$ du gaz parfait à partir de son énergie interne.
- ▷ Justifier sur un exemple que l'enthalpie molaire H_m d'une phase condensée peu compressible et peu dilatable peut être considérée comme une fonction de l'unique variable T .
- ▷ Citer l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.
- ▷ Exploiter l'extensivité de l'enthalpie et réaliser des bilans énergétiques en prenant en compte des transitions de phases.

Exemples de questions de cours :

- ▷ Échelles de description de la matière.
- ▷ Modèle du gaz parfait.
- ▷ Différents types de diagrammes en thermodynamique.
- ▷ Grandeurs extensives et intensives.
- ▷ Théorème des moments pour un corps pur diphasé à l'équilibre liquide-vapeur.
- ▷ Modes de transfert thermique.
- ▷ Premier principe de la thermodynamique.
- ▷ Enthalpie.

Remarques aux colleurs :

- ▷ Pour une grandeur X , la grandeur molaire associée est notée X_m et la grandeur massique x .