

# Premier principe : bilans d'énergie

## Plan du cours

### I Transformations d'un système thermodynamique

- I.1 Définition
- I.2 Vocabulaire de description des transformations
- I.3 Influence du choix du système

### II Énergie échangée au cours d'une transformation

- II.1 Nature des échanges et conventions
- II.2 Travail des forces de pression
- II.3 Transfert thermique

### III Conservation de l'énergie au cours d'une transformation

- III.1 Premier principe de la thermodynamique
- III.2 Énergie interne des systèmes modèles
- III.3 Capacité thermique à volume constant
- III.4 Exemple : échauffement isochore d'un gaz
- III.5 Exemple : échauffement d'un gaz sans transfert thermique

### IV Enthalpie

- IV.1 Intérêt et définition
- IV.2 Enthalpie des systèmes modèles, capacité thermique à pression constante
- IV.3 Calorimétrie
- IV.4 Enthalpie de changement d'état

## Ce que vous devez savoir et savoir faire

- ▷ Savoir identifier un système fermé et les caractéristiques de la transformation qu'il subit.
- ▷ Connaître et utiliser le vocabulaire usuel des transformations thermodynamiques : isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme, quasi-statique.
- ▷ Compter algébriquement les échanges d'énergie.
- ▷ Calculer le travail des forces de pression par découpage en transformations élémentaires et sommation sur un chemin donné ne dépendant que d'une seule variable d'état.
- ▷ Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Watt ( $P, V$ ).
- ▷ Connaître et utiliser l'expression du travail des forces de pression extérieure dans le cas d'une transformation isochore et d'une transformation monobare.
- ▷ Distinguer qualitativement les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement.
- ▷ Reconnaître une transformation adiabatique.
- ▷ 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.
- ▷ Établir pour un système un bilan énergétique faisant intervenir travail  $W$  et transfert thermique  $Q$ .
- ▷ Exploiter les propriétés d'extensivité, d'additivité et le caractère de fonction d'état de l'énergie interne.
- ▷ Distinguer le statut de la variation d'énergie interne du statut des termes d'échange.
- ▷ Calculer le transfert thermique  $Q$  sur un chemin donné connaissant le travail  $W$  et la variation d'énergie interne  $\Delta U$ .
- ▷ Exprimer l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique à partir de l'interprétation microscopique de la température.
- ▷ Savoir que  $U_m$  ne dépend que de  $T$  pour un gaz parfait et pour une phase condensée indilatable et incompressible (première loi de Joule) et savoir que ce résultat est restreint à ces modèles.
- ▷ Calculer une variation d'énergie interne à partir d'une capacité thermique.
- ▷ Définir l'enthalpie d'un système.
- ▷ Savoir que  $H_m$  ne dépend que de  $T$  pour un gaz parfait et pour une phase condensée indilatable et incompressible (deuxième loi de Joule) et savoir que ce résultat est restreint à ces modèles.

- ▷ Calculer une variation d'enthalpie à partir d'une capacité thermique.
- ▷ Connaître l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.
- ▷ Calculer une variation d'enthalpie à partir de tables thermodynamiques.
- ▷ 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 l'état final.
- ▷ Définir l'enthalpie de changement d'état.
- ▷ Exploiter les propriétés d'extensivité, d'additivité et le caractère de fonction d'état de l'enthalpie.
- ▷ Réaliser des bilans enthalpiques incluant des transitions de phase à l'aide de transformations auxiliaires.

---

## Questions de cours pour les colles

---

- ▷ Définir le vocabulaire usuel des transformations : isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme, quasi-statique, adiabatique. Vous pouvez vous référer au dictionnaire mis en ligne sur le site de la classe.
- ▷ Énoncer **complètement** le premier principe en termes d'énergie interne, c'est-à-dire non seulement le bilan énergétique mais aussi les propriétés de  $U$ .
- ▷ Établir l'expression de l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique en fonction de la température. **Les hypothèses du modèle sont plus importantes que le détail des calculs.**
- ▷ Définir l'enthalpie d'un système et donner ses propriétés. 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 l'état final.
- ▷ Dans le cas d'un gaz parfait, exprimer  $C_P$  et/ou  $C_V$  à partir du coefficient isentropique  $\gamma$  et de la relation de Mayer : exercice C5.
- ▷ Définir la valeur en eau d'un calorimètre. Procéder à un bilan calorimétrique dans un cas simple : exercice C6 (cas moins simples en exercice).
- ▷ Définir l'enthalpie de changement d'état. Procéder à un bilan enthalpique avec changement d'état dans un cas simple : exercice C7 (cas moins simples en exercice).