

# Programme des Khôlles PCSI<sub>1</sub>

Du 28 avril au 4 mai 2025 : Semaine 27

## Cours et exercices

$T_1$  : De la mécanique à la thermodynamique

- Définition d'un système thermodynamique, algébrisation des échanges.
- Définition de paroi calorifugé-diatherme, système isolé-fermé-ouvert
- Définition de paramètres d'état extensif/intensif
- Connaitre quelques ordre de grandeurs de volume molaire/masse volumique
- Notion d'échelle mésoscopique
- Définition de la vitesse quadratique moyenne, du libre parcours moyen. Quelques ordres de grandeurs du libre parcours moyen.
- Définition de la pression. Calcul de la pression dans le cas d'un modèle simplifié en faisant un bilan de quantité de mouvement. Les étapes du raisonnements tel qu'il a été fait en cours sont les suivantes :
  1. Choix d'un système pertinent.
  2. Nombre de particules dans le système.
  3. Variation de qdm pour une particule lors d'un choc élastique
  4. Variation de qdm pour le système, puis force de la paroi sur le système.
  5. Force du système sur la paroi, puis pression
- Température cinétique (pour un GPM)
- Connaitre l'équation d'état du GP et être capable de l'utiliser.
- Énergie interne d'un GPM en fonction de la température.
- Définition de  $C_v$  en tant que dérivée partielle de  $U$ ,  $C_v$  pour un GPM.
- 1ère loi de Joule : l'énergie interne molaire d'un GP (monoatomique ou pas) ne dépend que de la température.
- Approximation des phases condensées indilatables et incompressibles, capacité thermique.
- Savoir exprimer la variation d'énergie interne pour un GP ou une phase condensée en fonction de la capacité thermique et de la variation de température (dans les cas où  $C$  ne dépend pas de  $T$ ).

$T_2$  : Statique des fluides

- Définition d'une force de pression, savoir que les forces de pression sont surfaciques.
- Savoir établir la relation fondamentale de la statique des fluides dans le cas d'un champ de gravité  $\vec{g} = -g\vec{e}_z$ . Connaitre la relation sous la forme  $dp = \rho\vec{g} \cdot d\vec{l}$  pour s'adapter au cas où l'axe n'est pas ascendant.
- Savoir que pour intégrer la relation, il y a deux cas : fluides incompressibles et fluide compressibles.
- Cas des fluides incompressibles : savoir intégrer et utiliser la relation fondamentale
- Exemple de l'atmosphère isotherme : établir la relation entre la masse volumique et la pression savoir exprimer  $p(z)$  en intégrant la relation fondamentale. Connaitre l'ordre de grandeur de la distance caractéristique qui apparaît.
- Distribution de Boltzmann : savoir que la probabilité de trouver une particule dans un état d'énergie  $E_i$  dans un système thermostaté à  $T$  est proportionnel au facteur de Boltzmann  $\exp\left(-\frac{E_i}{k_B T}\right)$ . Savoir que les niveaux d'énergies les plus bas sont donc ceux qui seront statistiquement les plus peuplés.
- Calcul des forces de pression par intégration.
  - Savoir réaliser des intégrales à plusieurs dimensions dans des cas simples.
  - Choisir un système de coordonnées adapté au problème.
  - Être capable de donner les éléments de surface élémentaires dans les différents systèmes de coordonnées.
  - Comprendre la notion de composante utile et la déterminer grâce à des considérations de symétrie.
  - Savoir calculer la force de pression sur une surface non plane en utilisant la notion de composante utile.
- Théorème d'Archimède pour un objet immobile (démonstration et énoncé)
- Équivalent volumique des forces de pressions :  $\vec{f}_v = -\overrightarrow{\text{grad}} p$
- Équation locale de la statique des fluides :  $\rho\vec{g} - \overrightarrow{\text{grad}} p = \vec{0}$

## Cours uniquement en semaine 27

$T_3$  : Premier principe

- (Pas de changement d'état pour le moment, à venir dans un prochain chapitre)
- Savoir définir un système thermodynamique, exploiter les conditions imposées par le milieu extérieur pour déterminer l'état d'équilibre final.
- Utiliser le vocabulaire usuel : évolutions isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme.
- Travail des forces de pression. Cas particulier des transformations isochore ou monobare. Savoir calculer le travail 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.
- Transfert thermique. Cas des transformations adiabatique. Notion de thermostat. 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 isotherme et une transformation adiabatique.

- Premier principe de la thermodynamique. Définir un système **fermé** et établir pour ce système un bilan énergétique faisant intervenir travail  $W$  et transfert thermique  $Q$ . Savoir exploiter l'extensivité de l'énergie interne. Distinguer le statut de la variation de l'énergie interne du statut des termes d'échange.
- Savoir calculer le transfert thermique  $Q$  sur un chemin donné connaissant le travail  $W$  et la variation d'énergie interne.
- Fonction enthalpie. Capacité thermique à pression constante. Cas particulier du GP et de la phase condensée incompressible et indilatable. Savoir exprimer  $H_m(T)$  pour un GP à partir de l'énergie interne. Comprendre pourquoi l'enthalpie d'une phase condensée peu compressible et peu dilatable peut être considérée comme une fonction de l'unique variable  $T$ .
- 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.
- Connaitre et savoir utiliser les relations de Laplace pour un gaz parfait d'exposant  $\gamma$  (sans démonstration). (En connaitre une et savoir retrouver les autres).
- Savoir résoudre un exercice de calorimétrie (sans changement d'état pour le moment) et connaitre l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.
- Savoir utiliser le premier principe industriel fourni.

---

**Commentaires :**

- ★ Si le cours est appris, l'élève a automatiquement la moyenne... et réciproquement.