

Programme des Khôlles PCSI₁

Du 6 au 12 avril 2026 : Semaine 26

Cours et exercices

révision M_7

Thermodynamique

Un peu de maths : Fonctions de plusieurs variables et gradient

- Savoir calculer les dérivées partielles pour une fonction de plusieurs variables. Connaitre la notation ∂ . Ne pas confondre les notations ∂ ; δ ; d .
- Exprimer la différentielle d'une fonction de plusieurs variables en fonction des dérivées partielles
- Connaitre la définition du gradient et savoir calculer ses coordonnées dans les 3 systèmes usuels
- Savoir exprimer le lien entre énergie potentielle et force en utilisant le gradient.

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).

Cours uniquement

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 $\vec{g} = -g\vec{e}_z$. Connaître 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. Connaître l'ordre de grandeur de la distance caractéristique qui apparait.
- 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 : $\rho\vec{g} - \overrightarrow{\text{grad}} p = \vec{0}$

Commentaires :

- * Prochains chapitres : thermodynamique puis induction
- * Si le cours est appris, l'élève a automatiquement la moyenne... et réciproquement.