

Programme de colle semaine 21-22 (s14-15) :

En bref :

- Introduction à la thermodynamique (pas de changement de phase)
- Statique des fluides
- Énergie échangée par un système (travail des forces de pression uniquement)

Notions du programme de PCSI au programme de la semaine :

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| 1. Descriptions microscopique et macroscopique d'un système à l'équilibre | |
| Échelles microscopique, mésoscopique, et macroscopique. Libre parcours moyen. | Définir l'échelle mésoscopique et en expliquer la nécessité. Connaître quelques ordres de grandeur de libres parcours moyens. |
| Description des caractères généraux de la distribution des vitesses moléculaires d'un gaz (homogénéité et isotropie). Vitesse quadratique moyenne. Pression cinétique. | Utiliser un modèle unidirectionnel avec une distribution discrète de vitesse pour montrer que la pression est proportionnelle à la masse des particules, à la densité particulaire et à la vitesse quadratique moyenne au carré. |
| Température cinétique. Exemple du gaz parfait monoatomique : $E_c = 3/2kT$ | Calculer l'ordre de grandeur d'une vitesse quadratique moyenne dans un gaz parfait. |
| Système thermodynamique. | Identifier un système ouvert, un système fermé, un système isolé. |
| 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. | Calculer une pression à partir d'une condition d'équilibre mécanique. Déduire une température d'une condition d'équilibre thermique. Connaître quelques ordres de grandeur de volumes molaires ou massiques dans les conditions usuelles de pression et de température. Connaître et utiliser l'équation d'état des gaz parfaits. |
| Énergie interne d'un système. Capacité thermique à volume constant dans le cas du gaz parfait. | Exprimer l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique à partir de l'interprétation microscopique de la température. Savoir que $U_m = U_m(T)$ pour un gaz parfait. |
| Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'une phase condensée considérée incompressible et indilatable. | Savoir que $U_m = U_m(T)$ pour une phase condensée incompressible et indilatable. |
| Approximation des phases condensées peu compressibles et peu dilatables. | Interpréter graphiquement la différence de compressibilité entre un liquide et un gaz à partir d'isothermes expérimentales. |
| Du gaz réel au gaz parfait. | Comparer le comportement d'un gaz réel au modèle du gaz parfait sur des réseaux d'isothermes expérimentales en coordonnées de Clapeyron ou d'Amagat. |
| Éléments de statique des fluides dans un référentiel galiléen. | |
| Forces surfaciques, forces volumiques. | Distinguer le statut des forces de pression et des forces de pesanteur. |
| Statique dans le champ de pesanteur uniforme : relation $dp/dz = -\rho g$. | Connaître des ordres de grandeur des champs de pression dans le cas de l'océan et de l'atmosphère. Exprimer l'évolution de la pression avec l'altitude dans le cas d'un fluide incompressible et homogène et dans le cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait. |

| | |
|---|--|
| Facteur de Boltzmann. | S'appuyer sur la loi d'évolution de la densité moléculaire de l'air dans le cas de l'atmosphère isotherme pour illustrer la signification du facteur de Boltzmann. Approche documentaire : reconnaître un facteur de Boltzmann ; comparer $k_B T$ aux écarts d'énergie dans un contexte plus général. |
| Résultante de forces de pression. Poussée d'Archimède. | Exprimer une surface élémentaire dans un système de coordonnées adaptées. Utiliser les symétries pour déterminer la direction d'une résultante de forces de pression. Évaluer une résultante de forces de pression. Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède. Exploiter la loi d'Archimède. |
| Équivalent volumique des forces de pression. Équation locale de la statique des fluides. | Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient. Établir l'équation locale de la statique des fluides. |
| 2. Énergie échangée par un système au cours d'une transformation | |
| Transformation thermodynamique subie par un système. | Définir le système 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 de forces de pression. Transformations isochore, monobare. | 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 de Clapeyron. |

Détail du plan de cours :

Cours 16 : Système thermodynamique à l'équilibre

- Description de la matière : état de la matière, agitation thermique et libre parcours moyen, échelles de description, description thermodynamique d'un système
- Théorie cinétique des gaz : distribution de vitesses (vitesse moyenne, vitesse quadratique moyenne)
- Description microscopique de la température et de la pression
- Pression cinétique
- Limite de validité du modèle du gaz parfait
- Équilibre thermodynamique : définition, condition d'équilibre, équation d'état
- Aspect énergétique : énergie interne, cas du GP, cas du gaz de VdW
- Énergie interne des phases condensées
- Variation d'énergie interne à volume constant

Cours 17 : Statique des fluides

- Actions mécaniques sur les fluides : forces surfaciques et volumiques
- Pression dans un fluide à l'équilibre : Définition, équation fondamentale de la statique des fluides
- Statique des fluides homogènes et incompressibles : champ de pression, applications

- Statique des fluides homogènes compressibles : cas des GP. Modèle isotherme et à gradient de température de l'atmosphère
- Résultante des forces de pression, barrages : pression subie par une paroi, centre de poussée

Cours 18 : Énergie échangée par un système

- Transformation thermodynamique : vocabulaire usuel, influence du choix du système
- Échange d'énergie mécanique par le travail des forces de pression : Travail élémentaire, cas d'un fluide en écoulement, Diagramme de Clapeyron