

- 1) Toute la thermodynamique : diffusion thermique et machines thermiques (premier et second principes industriels).
- 2) Révision d'oxydoréduction de MPSI : équilibrage réactions d'oxydoréduction, potentiels de Nernst, calculs de constantes d'équilibre et fonctionnement de piles électrochimiques.
- 3) Statique des fluides et physique statistique en cours et exercices.
- 4) Révisions d'optique géométrique de MPSI. Début de l'optique physique (cours de seconde année) en question de cours uniquement.

PHYSIQUE STATISTIQUE

I. Éléments de statique des fluides

- Champ des pression dans un fluide
- Relation fondamentale de la statique des fluides dans le champ de pesanteur.
- Exemple d'un liquide incompressible et indilatable.
- Application : équilibre d'un gaz parfait isotherme dans le champ de pesanteur uniforme.
- Le facteur de Boltzmann. Probabilité de trouver une molécule donnée du gaz entre z et $z + dz$. Constante de Boltzmann $k_B = R/N_A$.
- **Généralisation** : dans un système formé de $N \gg 1$ particules (atomes ou molécules) sans interactions (indépendantes) et en équilibre thermique avec un thermostat à la température T , la probabilité qu'une particule possède une énergie ε est proportionnelle au facteur de Boltzmann $e^{-\varepsilon/k_B T}$.

IV. Statistiques quantiques

- Système formé de $N \gg 1$ particules indépendantes avec des énergies quantifiées $\varepsilon \in \{\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_K\}$. $\varepsilon =$ variable aléatoire discrète dont les réalisations ε_k sont affectées des probabilités $P(\varepsilon_k) = C e^{-\varepsilon_k/k_B T}$.
- Fonction de partition $Z(\beta)$. Approximations basse et haute température.
- Énergie moyenne $\langle \varepsilon \rangle$ d'une particule, variance $V(\varepsilon)$ et écart-type $\Delta\varepsilon$. Expression en fonction de $Z(\beta)$.
- Cas particulier de deux niveaux d'énergie.
- Énergie totale E du système de N particules. Valeur moyenne (Espérance) $\langle E \rangle$, écart-type ΔE et fluctuation relative. Énergie interne U et capacité thermique à volume constant C_V .

V. Statistiques classiques

- Probabilité pour que le point représentatif e de la particule dans l'espace des phases appartienne à un élément de volume $d\tau_\varphi$. Normalisation de la probabilité : expression classique de la fonction de partition $Z(\beta)$.
- Valeur moyenne (Espérance) $\langle g \rangle$ d'une grandeur mécanique classique et écart-type Δg .
- Cas particulier de l'énergie : $\langle \varepsilon \rangle = -\frac{d \ln Z(\beta)}{d\beta}$ et $\Delta \varepsilon = \frac{d^2 \ln Z(\beta)}{d\beta^2}$.
- Degré de liberté quadratique et théorème d'équipartition de l'énergie
- Application au calcul de l'énergie interne des gaz parfaits monoatomique et diatomique.
- Application au calcul de l'énergie interne d'un solide. Loi de Dulong et Petit.

LOIS GÉNÉRALES DE L'OPTIQUE PHYSIQUE

I. Propriétés géométriques de la lumière

- Milieu THI. Principe de propagation rectiligne. Rayon lumineux.
- Notion de source ponctuelle.
- Indice optique. Rappel des lois de Snell-Descartes.
- Principe du retour inverse

II. La vibration lumineuse (signal lumineux)

- Approximation scalaire de l'optique : vibration lumineuse $a(M, t)$. Principe de superposition.
- Origine physique de l'émission lumineuse. Modèle monochromatique $a(t) = A_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$. Fréquence, longueur d'onde dans le vide.
- Chemin optique Surfaces d'onde. Théorème de Malus. Exemples.
- Propagation de l'onde lumineuse. Coefficients de réflexion et de transmission sur une interface entre deux milieux THI. Cas d'un miroir. Expression du signal lumineux $a(M, t)$ en un point M en fonction de celui émis par le point source S (noté $a(t)$).

QUESTIONS DE COURS

1. Potentiel de Nernst. Expression du potentiel de Nernst d'un couple Ox/Réd à toute température, puis à 25°C.
2. Établir la relation fondamentale de la statique des fluides dans le champ de pesanteur. L'appliquer à un gaz parfait isotherme à la température T .
3. Statistiques quantiques : fonction de partition $Z(\beta)$ et sa relation avec $\langle \varepsilon \rangle$ et $\Delta\varepsilon$. Approximations basse et haute température.
4. Statistiques classiques : définir un degré de liberté quadratique et énoncer le théorème d'équipartition de l'énergie. L'appliquer à un gaz parfait monoatomique et à un gaz parfait diatomique (dans ce dernier cas : indiquer juste le nombre de degré de libertés quadratiques de translation et de rotation, sans apprendre par cœur l'expression de l'énergie cinétique) pour calculer $\langle \varepsilon \rangle$ ainsi que l'énergie interne U du gaz.
5. Énoncer les trois lois de Snell-Descartes.
6. Définir le chemin optique entre une source ponctuelle et un point M . Définir une surface d'onde (SO). Énoncer le théorème de Malus. L'illustrer sur quelques exemples.