

Chapitres concernés :

		Cours	TD	TP
MP	TP11. Polarisation / interférences lumineuses	✓	✓	✓
	EM8. Rayonnement dipolaire électrique et diffusion	✓	✓	
	O4. Interférences à N ondes - Réseaux	✓	✓	
	MQ1. Introduction à la physique quantique	✓	✓	
	MQ2. Mécanique ondulatoire de Schrödinger	§ A, B et C		
	T5. Thermodynamique statistique	§ A, B et C.1		
MPSI	Mouvements à force centrale Solides cristallins	✓	✓	✓

Questions de cours :

MP

- 1) ChEM5-TP11B : Définir « **direction de polarisation** » et « **onde polarisée rectilignement / circulairement** ». Définir « **polariseur** », décrire l'effet d'un polariseur et citer la loi de Malus. Préciser comment distinguer expérimentalement une onde polarisée rectilignement d'une onde polarisée circulairement.
- 2) ChO2-TP11B : Décrire le protocole permettant de déterminer la longueur d'onde d'un LASER avec le dispositif des fentes d'Young.
- 3) ChO3-TP11C-D : Décrire le protocole permettant de déterminer l'indice optique du verre d'une lamelle de microscope avec l'interféromètre de Michelson en coin d'air et éclairé en lumière blanche.
- 4) ChO4 : Après avoir établi les expressions de la vibration lumineuse complexe résultant de la superposition de N ondes et de l'éclairement résultant, montrer que la demi-largeur des pics principaux de la courbe d'intensité en fonction du déphasage vaut $2\pi/N$.
- 5) ChEM8 : Diffusion d'une onde telle que $\vec{E}_i = E_0 \cos(\omega t - kx) \vec{u}_z$ par une molécule de taille a dans le cadre du modèle de la charge élastiquement liée, avec $\lambda \gg a$: exploiter l'équation du mouvement du nuage d'électrons de valence de charge $-q$ pour établir l'expression du moment dipolaire induit :

$$\vec{p} = -p_0 \cdot \cos(\omega t + \psi) \vec{u}_z \text{ avec } p_0(\omega) = \frac{q^2 E_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \left(\frac{\omega_0 \omega}{Q}\right)^2}}$$

Commenter et identifier les domaines de résonance et de Rayleigh.

- 6) ChEM8 : Citer les propriétés de l'onde diffusée dans le domaine de Rayleigh (structure et puissance). Expliquer le bleu du ciel pendant la journée et le rouge du soleil couchant. Justifier que dans certaines directions d'observation, la lumière diffusée par l'atmosphère est polarisée. Donnée : champ rayonné par un dipôle oscillant $\vec{E}(M, t) = -\frac{\mu_0 \omega^2 \sin(\theta)}{4\pi r} \cdot p_0 \cdot \cos(\omega t - kr + \psi) \vec{u}_\theta$.
- 7) ChMQ1 : Dualité onde-particule pour la matière : Décrire une expérience (fentes d'Young) mettant en évidence le comportement ondulatoire de la matière et donner la relation de De Broglie. Pour une particule matérielle, présenter le critère distinguant les cas où les effets quantiques se manifestent et où ils sont négligeables.
- 8) ChMQ1+2 : Notion de fonction d'onde : définition, interprétation probabiliste. Pour un problème unidimensionnel : donner l'équation de Schrödinger. Donner l'interprétation probabiliste des interférences de matière avec les fentes d'Young. Définir « **état stationnaire** », établir l'équation vérifiée par la partie spatiale $\varphi(x)$ de la fonction d'onde et l'expression de la partie temporelle de la fonction d'onde, montrer que la densité de probabilité est indépendante du temps. Citer les propriétés de $\varphi(x)$.
- 9) ChMQ2 : Pour une particule libre non localisée, montrer que les fonctions d'onde solutions correspondant aux états stationnaires s'écrivent $\psi(x, t) = Ae^{-i(\omega t \pm kx)}$. Etablir la relation de dispersion puis la relation de De Broglie. Interpréter la difficulté de normalisation des fonctions d'onde $\psi(x, t) = Ae^{-i(\omega t \pm kx)}$. Faire le lien entre localisation spatiale d'une particule, paquet d'ondes et inégalité de Heisenberg. Donner l'expression du vecteur densité de courant de probabilité associé à une particule libre.

(*) au choix du colleur

- 10) ChMQ2 : Citer des exemples physiques pouvant être modélisés par une marche de potentiel : $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 : \text{zone I} \\ V_0 > 0 & \text{si } x > 0 : \text{zone II} \end{cases}$. Soit une particule d'énergie $E > V_0$, indiquer le comportement classique puis déterminer les fonctions d'onde solutions et commenter. Définir les coefficients de réflexion R et de transmission T en utilisant les courants de probabilités. Commenter les courbes $R(E)$ et $T(E)$.
- 11) ChMQ2 : On considère une marche de potentiel : $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 : \text{zone I} \\ V_0 > 0 & \text{si } x > 0 : \text{zone II} \end{cases}$. Soit une particule d'énergie $0 < E < V_0$, indiquer le comportement classique puis déterminer les fonctions d'onde solutions. Caractériser la fonction d'onde dans la zone II. Introduire la profondeur de pénétration et tracer la densité de probabilité de présence dans la zone II. Commenter.
- 12) ChMQ2 : Citer des exemples physiques pouvant être modélisés par une barrière de potentiel : $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 \text{ ou } x > a \\ V_0 > 0 & \text{si } x \in]0, a[: \text{zone II} \end{cases}$. Soit une particule d'énergie $0 < E < V_0$, indiquer le comportement classique puis tracer l'allure de la densité de probabilité de présence pour $x > 0$. Définir « **effet tunnel** » et donner qualitativement l'influence de la hauteur ou de largeur de la barrière de potentiel sur le coefficient de transmission dans la zone $x > a$.
- 13) ChMQ2 : États stationnaires d'une particule dans un puits de potentiel infini $V(x) = \begin{cases} +\infty & \text{si } x < 0 \text{ ou } \text{si } x > a \\ 0 & \text{si } x \in]0, a[\end{cases}$. Etablir les solutions et les niveaux d'énergie de la particule confinée. Avec quels autres domaines de la physique, cette situation est-elle analogue ?
- 14) ChT5 : Modèle de l'atmosphère isotherme : établir la relation fondamentale de la statique des fluides et l'intégrer en précisant les hypothèses pour établir la variation de la pression avec l'altitude.
- 15) ChT5 : Modèle de l'atmosphère isotherme : établir l'expression de la probabilité qu'une molécule se trouve entre z et $z+dz$ et identifier le facteur de Boltzmann. Généralisation : citer les hypothèses portant sur le système pour exploiter la loi de probabilité de Boltzmann et donner la probabilité pour une particule d'un tel système d'être dans un état d'énergie E .
- 16) ChT5 : Système à niveaux d'énergie discrets et non dégénérés : exprimer la fonction de partition en faisant le lien avec la condition de normalisation ; exprimer la population $\langle N_i \rangle$ d'un état d'énergie E_i et discuter de la valeur du rapport $\frac{\langle N_i \rangle}{\langle N_j \rangle}$ en fonction de la température.

MPSI (liste non exhaustive de QC)

- 17) Définir « force **centrale** » et donner des exemples. Soit un point M soumis à une force centrale, montrer que le moment cinétique est conservé. Donner les deux conséquences de la conservation du moment cinétique.
- 18) Énoncer les lois de Kepler et les adapter pour l'étude d'un satellite planétaire.
- 19) Mouvement circulaire d'un point M soumis à l'interaction gravitationnelle exercée par un point O. Prouver que le mouvement est uniforme et établir l'expression de la vitesse. Prouver la 3^e loi de Kepler. Établir la relation entre l'énergie mécanique et le rayon de la trajectoire. Altitude d'un satellite géostationnaire.
- 20) Définir « force **newtonienne** » et donner des exemples. Soit un point M soumis à une force newtonienne attractive, établir l'expression de l'énergie potentielle effective. Préciser la nature du mouvement et le type de trajectoire en fonction de la valeur de l'énergie mécanique.
- 21) Citer les interactions assurant la cohésion à l'état solide en précisant l'ODG de l'énergie potentielle d'interaction et donner la catégorie de solides cristallins correspondants.
- 22) Solide métallique : Structure cristalline Cubique Faces Centrées (CFC) : représentation ; relation paramètre de maille – rayon métallique ; population ; coordinence ; compacité ; expression de la masse volumique.
- 23) Localiser, dénombrer les sites tétraédriques et octaédriques d'une maille CFC et déterminer leur habitabilité.
- 24) Sur un exemple (*) de solide métallique / ionique / covalent / moléculaire, savoir relier le paramètre de maille au rayon métallique / ionique / covalent / de Van der Waals. Pour cet exemple, savoir déterminer la population, la coordinence, la compacité et la masse volumique.

(*) au choix du colleur