PGM DE COLLE n°22 MP

Du 31/03 au 04/04

Chapitres concernés :

		Cours	TD	TP
MP	TP11. Interférences lumineuses	✓	✓	✓
	MQ2. Mécanique ondulatoire de Schrödinger	✓	✓	
	T5. Thermodynamique statistique	✓		
MPSI	Solides cristallins	✓	✓	✓

Questions de cours :

MP

1) ChO3-TP11C-D : Avec l'interféromètre de Michelson en lame d'air, décrire le protocole permettant de déterminer (*) la largeur de la raie verte du Mercure ou l'écart du doublet jaune du Sodium.

2) ChO4-TP11F : Avec le goniomètre à réseaux, décrire le protocole permettant de déterminer la longueur d'onde d'une raie d'une lampe spectrale (détermination directe connaissant le pas du réseau ou détermination par étalonnage).

3) ChMQ2 : 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 $\varphi(x)$.

4) 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 Heiseinberg. Donner l'expression du vecteur densité de courant de probabilité associé à une particule libre.

5) 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 $T(E)$.

6) 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.

7) 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 $x > a$.

8) ChMQ2 : États stationnaires d'une particule dans un puits de potentiel infini $V(x) = \begin{cases} +\infty & \text{si } x < 0 \text{ ou si } x > a \\ 0 & \text{si } x \in]0, a[\end{cases}$. Etablir les solutions et les niveaux d'énergie de la particule confinée. Avec quels autres domaines de la physique, cette situation est-elle analogue ?

9) ChMQ2 : Citer les effets purement quantiques observés pour une particule confinée sur $[0, a]$. En exploitant l'inégalité de Heiseinberg spatiale, retrouver l'ODG de l'énergie de confinement. Qualitativement, que peut-on dire pour un puits de potentiel de hauteur finie ?

10) ChMQ2 : Établir l'expression de la densité de probabilité de présence de la particule dans le cas d'une superposition de deux états stationnaires ; interpréter le résultat.

(*) au choix du colleur

11) 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.

12) 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.

13) 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. Exprimer l'énergie moyenne d'une particule puis celle du système ; exprimer les fluctuations d'énergie d'une particule via l'écart quadratique énergétique. Montrer que les fluctuations relatives de l'énergie du système diminuent quand la taille du système augmente.

14) ChT5 : Système à 2 niveaux d'énergies $\pm$ ε : citer des exemples de systèmes modélisables par un système à deux niveaux. Déterminer les populations de chaque niveau et l'énergie moyenne du système et commenter leurs évolutions avec la température.

15) ChT5 : Système à 2 niveaux d'énergies $\pm$ ε : relier les fluctuations d'énergies à la capacité thermique à volume constant du système. Donnée : énergie moyenne du système $\langle E \rangle = -N.\varepsilon.th\left(\frac{\varepsilon}{k_B T}\right)$.

16) ChT5 : Système de N particules dans un puits de potentiel infini unidimensionnel. Les niveaux d'énergie s'écrivent $E_n = n^2 \cdot E_1$ pour $n \in \mathbb{N}^*$ avec $E_1 = \frac{h^2}{8ma^2}$ et on considère $E_1 \ll k_B T = \frac{1}{\beta}$. Sachant que $\int_0^\infty e^{-x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$, montrer que la fonction de partition $Z \approx a \cdot \sqrt{\frac{2\pi m}{h^2 \beta}}$ et en déduire l'expression de l'énergie moyenne du système. Confronter ce résultat au théorème de l'équipartition de l'énergie.

17) ChT5 : En quoi consiste « l'approximation classique » ? Définir « degré de liberté **quadratique** » et énoncer le théorème d'équipartition de l'énergie et les hypothèses associées. Pour un gaz parfait monoatomique ou diatomique ou pour un solide (*) aux températures usuelles, dénombrer les degrés de libertés énergétiques quadratiques indépendants et en déduire la capacité thermique molaire.

MPSI (liste non exhaustive de QC)

18) 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.

19) Solide métallique : Structure cristalline Cubique Faces Centrées (CFC) : représentation ; relation paramètre de maille – rayon métallique ; population ; coordinence ; compacité ; expression de la masse volumique.

20) Localiser, dénombrer les sites tétraédriques et octaédriques d'une maille CFC et déterminer leur habitabilité.

21) 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