PGM DE COLLE n°22 MPI

Du 31/03 au 04/04

Chapitres concernés :		Cours	TD	TP
MPI	TP11. Interférences lumineuses	✓	✓	✓
	MQ2. Mécanique ondulatoire de Schrödinger	✓	✓	
	Capacités numériques (MPI-MP2I)	✓	✓	✓

Questions de cours :

MPI

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) 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 $\varphi(x)$.

3) 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.

4) 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 $T(E)$.

5) 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.

6) 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 $x > a$.

7) 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 ?

8) 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 ?

9) 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.

10) Capacité numérique : étude du stigmatisme d'une lentille demi-boule pour un point source à l'infini sur l'axe optique. Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de tracer les rayons émergeant de la lentille.

(*) au choix du colleur

11) Capacité numérique : résolution numérique de l'équation de Laplace à deux dimensions $\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = 0$ avec des conditions aux limites de type Dirichlet. V est un tableau de $nx \times ny$ éléments avec nx (resp^t ny) le nombre de points sur l'intervalle $[0, Lx]$ (resp^t $[0, Ly]$) où on cherche le potentiel. Décrire la méthode des différences finies : établir le schéma numérique explicite qui permet de calculer le potentiel $V[i][j]$ en (x_i, y_j) connaissant les potentiels en (x_{i-1}, y_j), (x_{i+1}, y_j), (x_i, y_{j-1}) et (x_i, y_{j+1}). Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de résoudre l'équation de Laplace par itérations successives.

MP2I-MPI (révisions des capacités numériques)

12) ChON1 – TP3 : En s'appuyant sur l'exemple suivant :

$$\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{\tau}u = \frac{1}{\tau}e \qquad \text{avec} \qquad \begin{cases} \tau = RC \\ e(t) \text{ un forçage quelconque mais connu} \end{cases}$$

décrire la méthode d'Euler pour résoudre numériquement une équation différentielle d'ordre 1.

Pour une ED d'ordre 2, en s'appuyant sur l'exemple suivant :

$$\ddot{x} + \frac{\omega_0}{Q}\dot{x} + {\omega_0}^2 x = {\omega_0}^2 x_{\text{éq}}$$

expliquer comment on la transforme en un système différentiel de 2 équations d'ordre 1 qu'on résout avec la méthode d'Euler.

Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de résoudre une équation différentielle du 1er ou du 2^{e} ordre (linéaire ou pas avec 2nd membre quelconque).

13) TP4A (suite): A partir de la fonction de transfert d'un filtre (*), établir le schéma numérique explicite pour effectuer le filtrage numérique d'un signal numérisé. Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est d'obtenir la sortie d'un filtre numérique.

14) TP4A suite : Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de calculer la transformée de Fourier discrète d'un signal numérique.

15) ChT2 – TP4B : Résolution numérique de l'équation de la diffusion thermique 1D : $\frac{\partial T}{\partial t} = D\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ pour $x \in [0, L]$ et pour $t \in [0, tf]$.

T est un tableau de $nx \times nt$ éléments avec nx (resp^t nt) le nombre de points (resp^t d'instants) sur l'intervalle $[0, L]$ (resp^t $[0, tf]$) où on cherche la température.

Décrire la méthode des différences finies : établir le schéma numérique explicite qui permet de calculer la température $T[k][i+1]$ en x_k à l'instant t_{i+1} connaissant les températures à l'instant t_i. Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de résoudre l'équation de la diffusion thermique 1D.

16) C^T de TP – TP3 : Décrire la démarche et construire un programme permettant d'obtenir une incertitude-type composée via une simulation Monte-Carlo (ex : détermination de la vergence d'une lentille via la relation de conjugaison : $v = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$). Compléter ou commenter un programme Python s'appuyant sur une simulation Monte-Carlo dont l'objectif est d'évaluer l'incertitude-type sur les paramètres (pente / ordonnée à l'origine) d'une droite modèle obtenue par régression linéaire.

17) Ch-TD M2 : Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de simuler une situation mécanique dans laquelle intervient au moins un changement de mode de glissement.

18) Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de tester les 2^{e} et 3^{e} lois de Kepler en exploitant des données astronomiques ou satellitaires.

19) Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de résoudre une équation par dichotomie.

20) Compléter ou commenter un programme Python dont l'objectif est de calculer une intégrale sur un segment par la méthode des rectangles.

(*) au choix du colleur