

Programme de colle semaine 18

I. Savoir faire en mécanique quantique

L'équation de Schrödinger $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U(x)\psi = i\hbar\frac{\partial \psi}{\partial t}$ et l'expression de la fonction d'onde d'un état stationnaire $\underline{\psi}(x, t) = \underline{\phi}(x)e^{-iEt/\hbar}$ sont données aux élèves.

1. Savoir calculer une longueur d'onde de De Broglie et conclure sur la manifestation ou non du comportement ondulatoire de la particule.
2. Décrire l'expérience des fentes d'Young qui a montré la nature ondulatoire des particules et utiliser le principe de superposition des fonctions d'onde pour l'interprétation.
3. Etude d'un état stationnaire:
 - 3.a. Donner la définition d'un état stationnaire.
 - 3.b. On donne la fonction d'onde d'un état stationnaire $\underline{\psi}(x, t) = \underline{\phi}(x)e^{-iEt/\hbar}$. Dédire de l'équation de Schrödinger donnée, l'équation différentielle vérifiée par $\phi(x)$.
 - 3.c. Dans le cas où $E > U$. Est-ce un état accessible du point de vue de la mécanique classique? Du point de vue de la mécanique quantique, exprimer $\phi(x)$ puis $\underline{\psi}(x, t)$ et interpréter.
 - 3.d. Dans le cas où $E < U$. Est-ce un état accessible du point de vue de la mécanique classique? Du point de vue de la mécanique quantique, exprimer $\phi(x)$ puis $\underline{\psi}(x, t)$ et interpréter.
4. Savoir en quoi consiste la normalisation d'une fonction d'onde.
5. Savoir écrire les équations de continuité de $\phi(x)$.
6. Savoir utiliser l'expression du vecteur densité de courant de probabilité.
7. Enoncer le principe d'incertitude d'Heisenberg en précisant sa signification.
8. Déterminer la fonction d'onde d'un état stationnaire d'une particule libre en déduire la relation de dispersion, les vitesses de phase et de groupe.

II. Exercices

Tout exercice simple étudiant une particule dans un potentiel $U(x)$ uniforme par morceaux (du type des exercices du TD1, on n'a pas encore étudié l'effet tunnel).

Tout exercice de propagation d'ondes avec dispersion et absorption. Cas particulier des ondes dans un métal de conductivité γ et des ondes dans un plasma sans ou avec collisions.

Exercices sur la réflexion et la transmission d'une onde électromagnétique arrivant sous incidence normale sur un dioptre séparant deux milieux d'indices différents.