

Programme de colle semaine 19

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 $\underline{\psi}(x, t) = \underline{\phi}(x)e^{-iEt/\hbar}$. Dédurre 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.
9. Particule dans un puits infini: déterminer les fonctions d'onde et l'expression des énergies dans le puits.
10. Décrire l'effet tunnel et citer une application.

II. Exercices

Tout exercice de mécanique quantique.