EXAMEN de PHYSIQUE QUANTIQUE

Durée 1h45 heure sans document

Pas de calculatrice

I - Questions de cours

Remplir le tableau ci-dessous en plaçant dans chaque case V (comme vrai) ou F (comme faux) pour chacune des questions de 1 à 10

1. Les photons transportent l'énergie de la lumière
2. Cette énergie est égale à mc^2, c vitesse de la lumière
3. L'effet photoélectrique est le choc entre un photon et un électron
4. L'effet Compton et l'effet photoélectrique sont les synonymes d'un même phénomène physique
5. C'est l'expérience des interférences d'Young qui a permis d'associer une onde à une particule
6. La probabilité de présence est égale au carré du module de la fonction d'onde
7. Le carré du module de la fonction d'onde représente la densité d'énergie du rayonnement
8. C'est pour tenir compte de la dispersion qu'on introduit la notion de train d'ondes
9. Vitesse de phase et vitesse de groupe sont des représentations de la même grandeur physique
10. Heisenberg a établi l'équation de Schrödinger

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

II - Exercice 1

1. Ecrire l'équation de Schrödinger correspondant à la situation d'une particule dans un puits de potentiel rectangulaire infiniment profond
2. Donner la solution de l'équation en considérant les conditions aux limites suivantes :

   en x= 0 et x = a, la fonction d'onde Ψ est nulle
3. En déduire les niveaux d'énergie.
4. La fonction d'onde étant de la forme $\Psi_n(x) = A \sin\frac{n\pi}{a}x$, calculer la constante A en écrivant la condition de normalisation de la fonction d'onde.
5. Tracer l'évolution de l'énergie pour les trois premiers niveaux n = 1, 2, 3.
6. En déduire l'évolution des probabilités de présence

III - Exercice 2

L'équation de Schrödinger des états stationnaires d'une particule qui se déplace dans un potentiel scalaire peut être obtenue en partant de l'équation de propagation des ondes.

Cette équation est de la forme : $\Delta \Psi = (1/v^2) \frac{\partial^2}{\partial t^2} \Psi$

1 – Rappeler la signification des différents termes de cette équation.

2 – On cherche une solution de l'équation de propagation sous la forme d'une fonction à variables séparées : $\Psi(x,y,z,t) = \phi(x,y,z)\, f(t)$.

Déterminer les équations différentielles que vérifient $\phi(x,y,z)$ et $f(t)$.

3 – Déterminer l'expression générale de la fonction $f(t)$

4 – On cherche une fonction $\phi(x,y,z)\, f(t)$ qui représente l'onde associée à une particule dont la densité de probabilité de présence ne dépend que des variables spatiales.

Déterminer l'expression de $f(t)$ en fonction de la longueur d'onde λ associée.

5 – Déterminer l'équation que vérifie $\phi(x,y,z)$ en fonction de λ.

6 – En utilisant la longueur d'onde de De Broglie, déterminer l'équation de Schrödinger des états stationnaires d'une particule mobile d'énergie potentielle U.