

Physique quantique Juin 09

I) Effet photoélectrique

*Masse des électrons $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, Constante de Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J.s
Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, vitesse de la lumière $c = 3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹*

Une photocathode en Lithium est utilisée dans une cellule photoélectrique. Le travail de sortie du Lithium sous vide est de 5 eV.

- 1) La cellule est éclairée à l'aide d'un faisceau généré par un laser He-Ne à une longueur d'onde $\lambda_1 = 632$ nm. Y a-t-il un courant électrique qui circule dans la cellule ? Justifier.
- 2) Dans une deuxième expérience la cellule est éclairée dans l'ultra-violet avec une radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 200$ nm. Calculer la tension seuil V_s de polarisation de la cellule qui annule le photo-courant.
- 3) La cellule est toujours soumise à la radiation de longueur d'onde λ_2 , calculer la valeur de la longueur d'onde λ associée aux électrons arrachés à la photocathode de Lithium.

II) Une mesure quantique

Vous avez effectué plusieurs mesures de la grandeur physique A sur un système quantique dans un état Ψ . Les seuls résultats possibles sont 1, 0 et -1 et la table suivante résume vos résultats :

A = 1	250000 fois
A = 0	160000 fois
A = -1	90000 fois

- 1) Écrire Ψ comme une combinaison linéaire, avec coefficients réels positifs, des fonctions d'ondes $\Psi_1, \Psi_0, \Psi_{-1}$, qui correspondent respectivement aux résultats de la mesure 1, 0, -1.
- 2) En utilisant l'expression de la fonction d'onde Ψ , calculer la probabilité d'obtenir comme résultat de la mesure :
 - a) 0 ;
 - b) 1 ou 0 ou -1.

III) Etat stationnaire d'énergie E

- 1) Rappeler l'équation de Schrödinger dépendante du temps, et la définition d'un état stationnaire d'énergie E. Simplifier l'équation de Schrödinger pour ce type d'états.

On se propose de déterminer les états stationnaires d'une particule matérielle de masse m soumise à un potentiel $V(x)$.

2) Dans le cas où $V(x)$ est une constante V_0 positive, quelque soit x , résoudre l'équation de Schrödinger pour $E > V_0$.

3) A quelles situations physiques correspondent les deux solutions mathématiques possibles de cette équation ? Justifier.

4) On rappelle l'expression de l'opérateur correspondant à la composante x de l'impulsion : $p_x = \frac{\hbar}{i} \frac{d}{dx}$. Donner l'action de cet opérateur sur les états de la question 3. Ces états sont-ils états propres de l'opérateur impulsion ?

5) Donner la relation entre impulsion et vecteur d'onde et montrer que l'on retrouve la relation de Louis de Broglie dans le cas d'un état décrit par l'une ou l'autre des solutions de la question 3.

6.) Le potentiel $V(x)$ est maintenant infini partout sauf dans une région de largeur a où il est nul. A quelle condition de continuité doivent satisfaire les solutions de la question 3.

7) Montrer que ces conditions conduisent à une discrétisation du vecteur d'onde et donc de l'énergie.