

## Travaux Dirigés de Physique quantique Texte 1 - INTRODUCTION

### I – Science fiction

Monsieur Martin a une masse de  $80 \text{ kg}$ , et vit dans un monde imaginaire, Quantumland, où la constante de Planck vaut  $h = 100 \text{ Js}$ . Il se trouve dans son salon, une pièce carrée de  $5\text{m} \times 5\text{m}$  qui possède deux portes de  $70 \text{ cm}$  de largeur, situées sur le même mur à une distance de  $2\text{m}$ .

1. Calculer la longueur d'onde associée à Mr Martin sachant qu'il se déplace à une vitesse de  $1,1 \text{ ms}^{-1}$ .
2. Mr Martin peut-il se reposer dans son fauteuil ?
3. Quel phénomène subit Mr Martin lorsqu'il franchit une de ses portes pour se rendre dans la pièce voisine ?
4. Pour aller chercher un objet dans la pièce contigue, doit-il laisser une ou les deux portes ouvertes ?
5. Mr Martin a des diamants de  $1 \text{ carat} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$  dans une boîte cubique de  $20 \text{ cm}$  de côté. Peut-il contempler ses diamants en ouvrant la boîte ? A quelle vitesse vont-ils jaillir de celle-ci ?
6. Répondre aux mêmes questions pour un monde dans lequel la constante de Planck vaut  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ .

### I – Effet photoélectrique :

La cathode d'une cellule photoélectrique est recouverte d'une couche de césium. Le seuil photoélectrique du Césium est  $\lambda_0 = 0,662 \mu\text{m}$ .

#### PHOTOEMISSION ET POTENTIEL D'ARRET

1. Quelle est la fréquence seuil ?
2. Si on éclaire la photocathode avec une radiation  $\lambda = 0,7 \mu\text{m}$ , que se passe-t-il ?
3. Quelle est l'énergie minimale  $W_s$ , exprimée en Joules puis en électron-volt qui est nécessaire pour extraire un électron de la photocathode ?
4. Si la cathode est éclairée par un rayonnement monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0,560 \mu\text{m}$ , quelle est la vitesse maximale d'un électron au sortir de la cathode ?
5. Quel potentiel faut-il appliquer à la photocathode pour annuler le courant d'électrons ?

#### RENDEMENT QUANTIQUE

1. Quelle est l'expression du rendement quantique, probabilité qu'a un électron de fréquence  $\nu$  de provoquer l'émission d'un électron ?
2. On considère que lorsque la tension est suffisante, l'intensité devient indépendante du potentiel accélérateur et atteint une vitesse limite  $i_s$ , appelée courant de saturation. Pour un métal donné  $i_s$  est proportionnel à  $\phi$ :  $i_s = k(\nu) \phi$ , où  $k(\nu)$  est la sensibilité énergétique de la photocathode et  $\phi$  est le flux photonique (énergie lumineuse

transportée par seconde). Par quelle relation sont liés le rendement quantique et la sensibilité énergétique ?

### III – Ondes d'atomes

En 1931, Stern, Frisch et Estermann ont utilisé un jet d'atomes d'hélium pour bombarder la surface d'un cristal de  $LiF$ . La température du jet était de  $400\text{ K}$ .

1. Calculer l'énergie moyenne des atomes ainsi que leur vitesse quadratique moyenne.
2. Calculer l'ordre de grandeur de la longueur d'onde associée. Pouvaient-ils observer une figure de diffraction ?
3. Quelle doit être l'énergie des électrons donnant la même longueur d'onde ? Quelle serait leur vitesse ? Sous quelle différences de potentiel faut-il les accélérer ?
4. Si c'était des neutrons, quelle serait leur vitesse et leur énergie ? Pourrait-on utiliser les neutrons thermiques produits par un réacteur nucléaire ?