

Mécanique quantique – SMC (2014 – 2015)
Série N° 1

Exercice N°1 : Quantification

Est-ce qu'un système physique dont la *fréquence* est quantifiée est nécessairement quantique et possible seulement à l'échelle microscopique? Si non, pouvez-vous en nommer un exemple macroscopique (non-quantique)?

Exercice N°2

Calculer l'énergie d'un photon si :

a) $\lambda = 400 \text{ nm}$

b) $\lambda = 700 \text{ nm}$

On donne : $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Exercice N° 3

Pour que l'œil puisse percevoir une source ponctuelle dans l'obscurité, il faut que la rétine absorbe une énergie d'environ $3 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ de la radiation la plus intense ($\lambda = 550 \text{ nm}$).

A quel nombre de photons correspond ce seuil de vision?

Exercice N°4

La longueur d'onde moyenne d'un rayonnement d'une lampe à filament incandescent est de 1200 nm . Trouver le nombre de photons émis par unité de temps pour une lampe de 75 W .

Exercice N°5

L'intensité de la lumière solaire à la surface terrestre est environ 1400 W/m^2 .

Si l'énergie moyenne d'un photon est 2 eV ($\lambda = 600 \text{ nm}$), calculer le nombre de photons frappant une surface de 1 cm^2 à chaque seconde.

Exercice N°6

Le mouvement d'un corpuscule est parfaitement défini si on se donne : un nombre qui représente l'énergie de la particule et un vecteur qui représente l'impulsion de la particule. Sachant que ces grandeurs physiques sont données par :

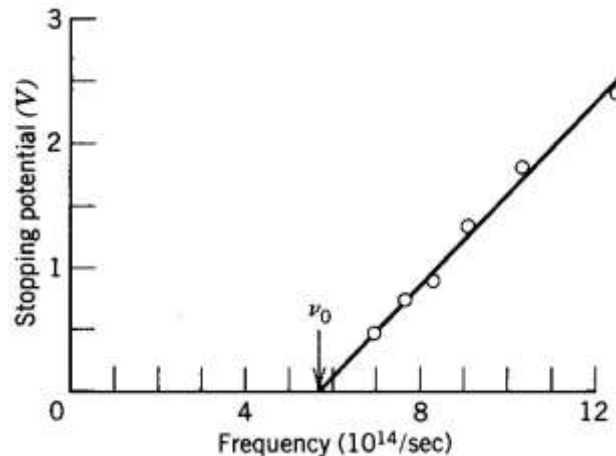
$$E = mC^2 \quad \text{et} \quad \vec{p} = m\vec{V} \quad \text{où} \quad m^2 = \frac{m_0^2}{1 - \frac{v^2}{C^2}}$$

Montrer que l'on a : $E^2 - p^2C^2 = m_0^2C^4$

Exercice N°7 : Effet photoélectrique

En classe, nous avons effectué l'expérience de Millikan sur l'effet photoélectrique. Les mesures expérimentales obtenues par Millikan sont illustrées à la figure ci-dessous. (Facteur de conversion : $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

- Tracez un schéma simple du montage expérimental et expliquez brièvement le principe de fonctionnement de l'expérience et sa contribution à la physique quantique.
- À partir des résultats ci-dessous, calculez la valeur de la constante de Planck, h , en J.s.
- Que vaut le travail d'extraction W , en eV, du métal utilisé?

**Exercice N° 8 : Effet photoélectrique**

1. Le seuil photoélectrique d'une photocathode en césium est $\lambda_0 = 0,6 \mu\text{m}$. Quelle est l'énergie d'extraction W_0 correspondante (en J et en eV) ?

On dirige sur la photocathode un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$, de flux lumineux constant dont la puissance $P = 1 \text{ w}$. Calculer :

- l'énergie cinétique maximale E_c des photoélectrons émis et comparer leur vitesse v à c (vitesse de la lumière dans le vide) ;
- la longueur d'onde λ associée à ces électrons en fonction de leur énergie de «repos» et de E_c .

2. À quel potentiel électrostatique faut-il soumettre ces électrons pour les amener à une énergie cinétique nulle ?

3. Quel est le rendement quantique η (pourcentage de photons qui réalisent l'extraction d'un électron) de la photocathode, si le courant photoélectrique a une intensité $I = 16,3 \text{ mA}$.

4. On dirige maintenant un faisceau parallèle de rayons X de longueur d'onde $\lambda = 0,1 \text{ \AA}$ sur la photocathode. Comparer la vitesse des photoélectrons émis avec C .

Données :

Masse de l'électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ Charge de l'électron : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$