

PHYSQ 271 – Introduction à la physique moderne
Quiz 4 – 16 octobre 2012 Solutions

Effet photoélectrique

Deux lasers, A et B, tels que $\lambda_A > \lambda_B$, sont utilisés pour produire des photoélectrons à l'aide d'une surface de césium, dont le travail d'extraction vaut $\phi = 1.9$ eV.

- (A) Quel laser produira des photoélectrons avec la plus grande énergie?
- (B) Si $\lambda_A = 620$ nm et $\lambda_B = 410$ nm, quelles seront les énergies cinétiques K_{\max} respectives?
- (C) Calculez la vitesse des photoélectrons produits par λ_B , en utilisant la formule relativiste et la formule non-relativiste de l'énergie cinétique.
- (D) Quelle est la longueur d'onde maximale pour laquelle des photoélectrons seront émis du césium?
- (E) Quelle longueur d'onde serait nécessaire pour que les photoélectrons produit avec le césium aient $K_{\max} = mc^2$? (Rappel: pour l'électron, $mc^2 = 511$ keV)

SOLUTIONS

(A) $K_{\max} = hf - \phi = \frac{hc}{\lambda} - \phi$ montre que K_{\max} est inversement proportionnel à λ . Rép. λ_B

(B) $K_{\max} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda} - \phi$ donne $K_A = 0.10$ eV, $K_B = 1.12$ eV.

(C) Relativiste: De $K = (\gamma - 1)mc^2$, on trouve $\gamma = \frac{K}{mc^2} + 1$. De plus $\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$. Avec $K = 1.12$ eV et $mc^2 = 511000$ eV, on trouve $\beta = 0.00209c$, $v = 6.28 \times 10^5$ m/s

Non-relativiste: $K = \frac{1}{2}mv^2$ donne $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$.

Avec $K = 1.12$ eV $\times \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{\text{eV}} = 1.792 \times 10^{-19} \text{ J}$ et $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, on obtient

$v = 6.27 \times 10^5$ m/s. L'approximation non-relativiste est donc assez bonne.

(D) $\frac{hc}{\lambda_{\max}} - \phi = 0$ donne $\lambda_{\max} = \frac{hc}{\phi} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{1.9 \text{ eV}} = 653 \text{ nm}$

(E) $K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - \phi$ donne $\lambda = \frac{hc}{K_{\max} + \phi} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{511000 + 1.9 \text{ eV}} = 2.43 \times 10^{-3} \text{ nm} = 2.43 \times 10^{-12} \text{ m}$

Ce sont des rayons gamma.