

**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  $\phi = 1.9 \text{ eV}$ .

- (A) Quel laser produira des photoélectrons avec la plus grande énergie?
- (B) Si  $\lambda_A = 620 \text{ nm}$  et  $\lambda_B = 410 \text{ nm}$ , quelles seront les énergies cinétiques  $K_{\max}$  respectives?
- (C) Calculez la vitesse des photoélectrons produits par  $\lambda_B$ , 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,  $mc^2 = 511 \text{ keV}$ )

**SOLUTIONS**

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

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

(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  $K = 1.12 \text{ eV}$  et  $mc^2 = 511000 \text{ eV}$ , on trouve  $\beta = 0.00209c$ ,  $v = 6.28 \times 10^5 \text{ m/s}$

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

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

$v = 6.27 \times 10^5 \text{ m/s}$ . 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.