Física Cuántica. 3° Físicas. Grupo 34

Curso 2000-01. Examen Extraordinario. 18 Diciembre 2001

1. Un haz de radiación electromagnética de intensidad $I = 0.3$ Wm^{-2} y longitud de onda $\lambda = 465$ nm incide sobre una placa de cesio con función de trabajo $\phi_0 = 1.93$ eV y superficie 1 cm^2. La corriente fotoeléctrica generada es de 0.2 μA. Calcular la eficiencia del proceso fotoeléctrico y el potencial de frenado necesario para que no circule corriente. ¿Cuál es la longitud de onda máxima de la luz necesaria para arrancar un fotoelectrón?

[Ayuda: $hc = 12398\,\text{Å}\,\text{eV}$.]

Junio 2000 → Ej. 1

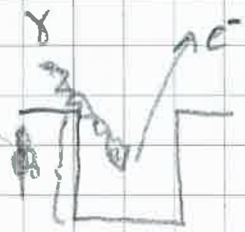
2. Un protón moviendose en un nucleo puede describirse como una partícula de masa m confinada a un pozo unidimensional de paredes infinitas y anchura a. Supongamos que el protón se halla en un estado tal que la probabilidad de que al medir su energía se obtenga un valor mayor que $\frac{8\hbar^2\pi^2}{2ma^2}$ es cero.
a) ¿Entre qué valores está comprendida la energía media del protón?
b) Si en $t = 0$ el valor esperado de la energía es $\langle E\rangle = \frac{5\hbar^2\pi^2}{4ma^2}$ y el valor medio del momento es $\langle P\rangle = \frac{8\hbar}{3a}$, ¿Cuál es su función de onda?
c) Escribir la función de onda para $t_* = \frac{2ma^2}{3\hbar\pi}$. Calcular los valores medios de la energía y del momento para ese tiempo. Discutir el significado físico de t_*.

[Ayuda: Los autovalores del pozo infinito de anchura a son: $E_n = \frac{\hbar^2\pi^2}{2ma^2} n^2$, $n = 1, 2, 3, \ldots$ La masa del protón es $m = 938.3$ MeV/c^2 y la anchura del pozo es $a = 5$ fm. La constante de Planck satisface $\hbar c = 197.33$ MeV fm.]

$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu$

Diciembre 2001

1. Haz de radiación, $I = 0{,}3\ W/m^2$; $\lambda = 465\ nm$, $\phi_0 = 1{,}93\ eV$ y $A = 1\ cm^2$. Corriente de $0{,}2\ \mu A$. Eficiencia y V_0 para parar la corriente



Para esta radiación cada fotón tiene una energía:

$$E_\gamma = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E_\gamma = 2{,}66\ eV$$

En el cesio, si estudiamos un área de $1\ cm^2$, la cantidad de fotones impactando será:

$$I_t = 0{,}3 \frac{W}{m^2} \cdot 10^{-4}\ m^2 \Rightarrow I_t = 0{,}3 \cdot 10^{-4}\ J \Rightarrow$$
1s

$$\Rightarrow E_t = 1{,}87 \cdot 10^{14}\ eV$$

$$n^\circ \gamma = \frac{E_t}{E_\gamma} = 7{,}04 \cdot 10^{13}\ \text{fotones}$$

Ahora, de esos fotones los únicos que arrancan electrones son:

1s

$$n^\circ e^- = \frac{0{,}2 \cdot 10^{-6}\ C}{1{,}602 \cdot 10^{-19}\ C} \Rightarrow n^\circ e^- = 1{,}25 \cdot 10^{12}\ \text{electrones.}$$

Por tanto, la eficiencia en % se escribe como:

$$\frac{n^\circ e^-}{n^\circ \gamma} \cdot 100 \Rightarrow \boxed{Ef = 1{,}77\%}$$

El potencial de frenado lo calcularemos cómo $eV_0 = K_{max} =$

$$= \underbrace{h\nu}_{E_\gamma} - \phi_0 \Rightarrow V_0 = \frac{E_\gamma - \phi_0}{e} \Rightarrow \boxed{V_0 = 0{,}73\,V}$$

La λ_{max} para arrancar un fotoelectrón (que tendría $K=0$) se escribiría cómo:

$$\frac{hc}{\lambda_{max}} = \cancelto{0}{K} + \phi_0 \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{hc}{\phi_0} \Rightarrow \lambda_{max} = 0{,}64\,\mu m$$

(Ultravioleta)

---

2. Un protón en un núcleo, infinito, anchura a. Probabilidad de $E > \frac{8\hbar^2\pi^2}{2ma^2}$ nula.

$$E_n = \frac{\hbar^2\pi^2}{2ma^2} n^2$$