

Tema 3 FÍSICA QUÀNTICA

2. a) La longitud d'ona associada a la radiació és:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{14}} = 600 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

Com la llum visible està compresa entre $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$, i el metall emet llum de 600 nm la seua radiació és visible.

b) L'energia transferida per la superfície en un minut és:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = 0,05 \cdot 60 = 3 \text{ J}$$

Com l'energia del fotó és: $E_{\text{fotó}} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 3,313 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ i l'energia està quantitzada, s'ha de verificar: $\Delta E = n \cdot E_{\text{fotó}}$

$$\text{Per tant: } n = \Delta E / E_{\text{fotó}} = 9,06 \cdot 10^{18} \text{ fotons}$$

3. a) Certa, ja que per a originar l'efecte fotoelèctric la energia dels fotons incidents ha de ser prou per a aconseguir extraure electrons del metall, superant aquests l'energia de retenció (pou energètic), la qual cosa es compleix ja que $\nu \geq \nu_0$.

b) Esta afirmació ha de matisar-se. L'emissió d'electrons es produeix a l'incidir sobre el metall fotons amb suficient energia per a arrancar-los ($\nu \geq \nu_0$). La quantitat d'electrons alliberats s'incrementa amb la intensitat de la llum incident, ja que les interaccions fotó-electró són proporcionals a la intensitat de llum.

c) Correcta, ja que el tipus de metall determina la freqüència llindar perquè s'origini l'efecte fotoelèctric.

4. Segons el model ondulatori a l'augmentar la intensitat de la llum incident, sobre el metall, augmenta l'energia transferida als electrons, per unitat de temps. Per això, seria d'esperar un augment en l'energia cinètica dels electrons alliberats, efecte que no es comprova.

En el model quàntic a l'augmentar la intensitat de llum s'incrementen les interaccions fotó-electró, sense variar l'energia del fotó. En conseqüència, ha de produir-se un augment del nombre d'electrons alliberats sense variar la seua energia cinètica màxima.

5. Si el treball d'extracció és major que l'energia transferida pel foto a l'electró, aquest no pot escapar del metall.

Al no estar tots els electrons retinguts amb la mateixa intensitat en el metall, al alliberar-la, com a conseqüència de l'energia transferida pel foto, la seua energia cinètica dependrà de l'energia que precisa per a escapar del metall. Per tant quant major siga l'energia de lligadura al metall menor serà l'energia cinètica d'alliberament, a l'interaccionar amb un tipus de fotó.

7. $E_{c \text{ MÀX}} = 2,112 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $E_{c \text{ MÀX}} = h \cdot (\nu - \nu_0)$; $\nu_0 = 8,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; $\Delta V_0 = 2,8 \text{ V}$

8. A l'augmentar la freqüència de la llum s'incrementa la energia dels fotons incidents. En conseqüència, els electrons adquireixen més energia cinètica a l'escapar del metall, el que dóna lloc a un augment de la intensitat de corrent elèctrica en la cèl·lula (els electrons tarden menys temps a superar l'espai entre les plaques). El potencial de tall augmenta amb el valor de la freqüència de la radiació segons l'equació:

$$\Delta V_0 = \frac{h \cdot (\nu - \nu_0)}{e}$$

9. Si comparem l'expressió experimental d'efecte Compton

$\lambda' - \lambda = 2,423 \cdot 10^{-12} \text{ m} (1 - \cos \theta)$ amb la deduïda s'ha d'interpretar el fenomen com un xoc elàstic entre dos partícules, una un fotó incident i l'altra un electró fàcil d'arrancar:

$$\text{¡Error! Marcador no definido. } \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

establim que perquè la interpretació siga estimada com correcta ha de complir-se

$$\lambda_c = \frac{h}{m_e \cdot c} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

i ja que es verifica, aquest fenomen contribueix a confirmar el caràcter corpuscular de la llum.

10. A partir de les equacions de Bohr es dedueix l'equació de Balmer, i comprovem que la constant empírica R_H coincideix pràcticament amb la constant teòrica deduïda:

$$R_H = \frac{|E_1|}{h \cdot c}$$

i amb això es confirma la validesa del model proposat per Bohr per a l'àtom d'hidrogen.

11. Al ser $v \ll c$, podem partir de les següents equacions de referència:

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad p = m \cdot v$$

que permeten establir:

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \frac{m^2 \cdot v^2}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p^2}{m}$$

I per això, la quantitat de moviment en funció de la seua energia cinètica és:

$$p = \sqrt{2 \cdot m \cdot E_C}$$

I la longitud d'ona de De Broglie és :

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot E_C}}$$

En el cas de comparar les longituds d'ones associades a un electró i a un neutró amb la mateixa energia cinètica, calculem:

$$\frac{\lambda_n}{\lambda_e} = \sqrt{\frac{m_n}{m_e}} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

12. A l'establir que $\lambda = 10^{-10} \text{ m}$ associem a l'electró una quantitat de moviment de:

$$p = \frac{h}{\lambda} = 6,626 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

i li correspon una energia cinètica de:

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot \frac{p^2}{m} = 2,41 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

A l'accelerar-se la partícula per l'acció d'un camp elèctric es verifica: $W_{\text{elèctric}} = e \Delta V = \Delta E_C$
I, aïllant:

$$\Delta V = \frac{\Delta E_C}{e} = \frac{2,41 \cdot 10^{-17} \text{ J}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 150,62 \text{ V}$$

13. És necessari ressaltar que:

- El principi s'aplica a qualsevol parella de magnituds les unitats del qual siguin J·s, les unitats d'h.
- Donat el valor molt xicotet d'h, les conseqüències del principi només seran d'importància en l'univers quàntic, el mateix que ocorre amb la dualitat assenyalada per De Broglie i concretada en l'equació: $\lambda \cdot p = h$.

14. Bohr afirma que les propietats ondulatoria i corpuscular d'un objecte quàntic constitueixen *aspectes complementaris* del seu comportament.

En principi, cal esperar que cap experiment pose en conflicte estos dos comportaments. En efecte, segons la mecànica quàntica, les idees de corpuscle i d'ona són *complementàries*, la qual cosa significa que la descripció completa dels fenòmens observables requereix que s'empren alternativament estes dos concepcions, però estos models, no obstant, no poden aplicar-se simultàniament.

Per això, en funció del fenomen estudiat devem aplicar un model o un altre, encara que per a justificar tots els fenòmens coneguts precisem d'ambdós models.