

**1. a)** El potencial de frenada està relacionat amb l'energia cinètica màxima dels fotoelectrons segons

$$E_c = qV = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 0,950 = 1,522 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

i del balanç d'energia de l'efecte fotoelèctric

$$hf = hf_0 + E_c$$

podem trobar el treball d'extracció

$$hf_0 = hf - E_c = h \frac{c}{\lambda} - E_c = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{2,998 \cdot 10^8}{560 \cdot 10^{-9}} - 1,522 \cdot 10^{-19} = 2,025 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

d'on segueix immediatament el valor de la freqüència llindar

$$f_0 = \frac{2,025 \cdot 10^{-19}}{6,626 \cdot 10^{-34}} = 3,057 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

**b)** A longituds d'ona més grans els correspon freqüències més petites ja que

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

i com que l'energia del fotons és directament proporcional a la freqüència

$$E = hf$$

podem concloure que no es produirà efecte fotoelèctric. En el cas que la freqüència sigui més gran que la llindar, llavors sí que es produirà efecte fotoelèctric.

**2. a)** La funció de treball del material es pot calcular com

$$\begin{aligned} hf_0 &= hf - E_c \\ &= h \frac{c}{\lambda} - E_c \\ &= 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{2,998 \cdot 10^8}{23,7 \cdot 10^{-9}} - 47,7 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \\ &= 7,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

que en eV es pot escriure com

$$7,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 4,62 \text{ eV}$$



b) A partir de

$$hf_0 = 7,4 \cdot 10^{-19} \rightarrow f_0 = \frac{7,4 \cdot 10^{-19}}{6,626 \cdot 10^{-34}} = 1,117 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

i finalment

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{1,117 \cdot 10^{15}} = 2,684 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

El llindar de longitud d'ona és característic de cada material i no depèn de la potència de la radiació incident. Si l'energia dels fotons és suficient per produir efecte fotoelèctric sobre un material, augmentar la potència només farà augmentar el nombre de fotoelectrons emesos, no la seva energia cinètica.

**3. a)** El balanç d'energia de l'efecte fotoelèctric s'escriu com

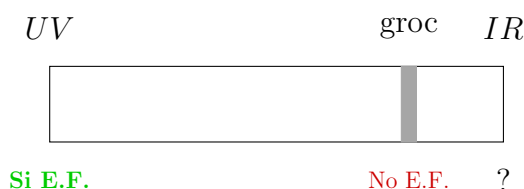
$$hf = hf_0 + E_c$$

d'on es veu que la relació entre l'energia cinètica i la freqüència no és lineal (és afí)

$$E_c = hf - hf_0$$

i per tant, el fet que la freqüència dels fotons incidents sigui el doble no garanteix que l'energia cinètica dels fotoelectrons també ho sigui.

4. Podem fer un esquema per aclarir la situació



Podem concloure que al il·luminar amb llum vermella no es produirà efecte fotoelèctric ja que la freqüència (i per tant, energia) d'aquesta radiació és menor que la de la groga.

**5. a)** La freqüència associada als fotons val

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{632,8 \cdot 10^{-9}} = 4,74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Calculem l'energia total que arriba al metall

$$W = Pt = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 0,015 J$$

dividim entre l'energia d'un fotó obtindrem la quantitat total de fotons emesos en 5 segons

$$\frac{0,015}{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 4,74 \cdot 10^{14}} = 4,78 \cdot 10^{16} \text{ fotons}$$

b) Calculem el treball d'extracció en *joule*

$$1,8 \text{ eV} \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 2,884 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Ara, a partir del balanç d'energia

$$hf = hf_0 + E_c$$

podem calcular l'energia cinètica

$$E_c = hf - hf_0 = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 4,74 \cdot 10^{14} - 2,884 \cdot 10^{-19} = 2,567 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

i la velocitat com

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,567 \cdot 10^{-20}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 2,374 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

El potencial de frenada es pot calcular sabent que està relacionat amb l'energia cinètica dels fotoelectrons emesos, llavors

$$q_{e^-} V_f = E_c \rightarrow V_f = \frac{E_c}{q_{e^-}} = \frac{2,567 \cdot 10^{-20}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 0,16 \text{ V}$$