

8. Si vuole ottenere l'emissione di elettroni da lastre metalliche di materiali diversi su cui incide una radiazione di frequenza $7,80 \cdot 10^{14}$ Hz. Determinare, motivando la risposta, quale tra i materiali in elenco è l'unico adatto allo scopo.

Materiale	Lavoro di estrazione
Argento	4,8 eV
Cesio	1,8 eV
Platino	5,3 eV

Individuato il materiale da utilizzare, determinare la velocità massima che può avere un elettrone al momento dell'emissione.

ESEMPIO SECONDA PROVA DI MATEMATICA E FISICA
pubblicato dal MIUR il 2 aprile 2019

Svolgimento

Quesito 8

Il metallo è illuminato con una radiazione di frequenza $f = 7,80 \cdot 10^{14}$ Hz. Perché possa verificarsi l'effetto fotoelettrico, occorre che la frequenza della radiazione sia maggiore o uguale alla frequenza di soglia f_0 che è tipica del metallo utilizzato.

La frequenza di soglia è infatti legata all'energia di estrazione W dalla relazione:

$$W = hf_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{W}{h}$$

in cui compare la costante di Planck h .

La frequenza di soglia per i tre metalli riportati in tabella è:

$$f_0(\text{Ag}) = \frac{W_{\text{Ag}}}{h} = \frac{(4,8 \text{ eV}) (1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV})}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,16 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_0(\text{Cs}) = \frac{W_{\text{Cs}}}{h} = \frac{(1,8 \text{ eV}) (1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV})}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 4,35 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f_0(\text{Pt}) = \frac{W_{\text{Pt}}}{h} = \frac{(5,3 \text{ eV}) (1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV})}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,28 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Quindi l'unico metallo adatto è il cesio.

Per la legge di Einstein dell'effetto fotoelettrico, l'energia cinetica massima con cui fuoriescono gli elettroni dal metallo è:

$$\begin{aligned} K_{\text{max}} &= hf - W = hf - hf_0 = h(f - f_0) \\ &= (6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (7,80 \cdot 10^{14} - 4,35 \cdot 10^{14}) \frac{1}{\text{s}} = 2,29 \cdot 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

e la velocità massima è:

$$K_{\text{max}} = \frac{1}{2} m_e v_{\text{max}}^2 \quad \Rightarrow \quad v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2K_{\text{max}}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (2,29 \cdot 10^{-19} \text{ J})}{9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 7,09 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Si può verificare che l'unità di misura nel calcolo precedente corrisponde effettivamente al metro al secondo:

$$\sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$