

PROBLEMA 1

Su una superficie metallica viene prodotto un effetto fotoelettrico utilizzando una sorgente di potenza $P = 10 \text{ mW}$, posta alla distanza $d = 1 \text{ m}$, che irraggia uniformemente nello spazio.

L'energia necessaria per estrarre un elettrone dal metallo è $W_0 = 4 \text{ eV}$.

Supponendo che l'energia assorbita da un atomo sia quella che cade su una sezione massima dell'atomo ($r \approx 10^{-10} \text{ m}$), determinare quanto tempo deve trascorrere affinché venga emesso il primo elettrone.

La massima sezione dell'atomo vale:

$$S = \pi r^2 \text{ m}^2 = 3,14 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2.$$

Tenendo presente che l'energia irraggiata dalla sorgente si distribuisce uniformemente su una sfera di raggio crescente con centro nella sorgente stessa, l'intensità I della radiazione (ovvero l'energia per unità di tempo e per unità di superficie) a distanza $d = 1 \text{ m}$ vale:

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} = 7,96 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2.$$

Sull'atomo giunge perciò una potenza

$$P' = I \cdot S = (7,96 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2) \cdot (3,14 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2) = 2,5 \cdot 10^{-23} \text{ W}.$$

Poiché $W_0 = 4 \text{ eV} = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, affinché l'atomo immagazzini questa energia bisogna attendere un tempo

$$t = W_0/P' = (6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}) / (2,5 \cdot 10^{-23} \text{ W}) = 2,56 \cdot 10^4 \text{ s}.$$

Ovvero poco più di 7 ore !!!

PROBLEMA 2

Per avere un'idea dell'ordine di grandezza delle onde associate alle particelle calcoliamo la lunghezza d'onda di un elettrone che viaggia alla velocità di 1000 km/s e quella di un velocista di massa 60 kg che

corre alla velocità di 10 m/s . Da $\lambda = \frac{h}{mv}$ si ricava:

$$\lambda_{\text{elettrone}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^6} \cong 7,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{uomo}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{70 \cdot 10} \cong 9,5 \cdot 10^{-37} \text{ m}.$$

PROBLEMA 3

Una palla da baseball di massa $m = 0,140 \text{ g}$, si muove lungo l'asse x . Ad un certo istante viene misurata la sua posizione $x = 0,500 \text{ m}$ con un'incertezza $\Delta x = 0,001 \text{ m}$. con quale precisione si riesce a misurare la velocità della palla?

Poiché $p = mv$, utilizzando il principio di indeterminazione si ha:

$$\Delta v = \frac{\Delta p}{m} \geq \frac{\hbar/\Delta x}{m} = \frac{h}{2\pi m \Delta x} = 7,50 \cdot 10^{-31} \text{ m/s}$$

valore decisamente piccolo.

PROBLEMA 4

Si vuol confinare un elettrone, di massa $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, in una scatola lunga $1,00 \cdot 10^{-14}$ m (approssimativamente la misura del nucleo atomico). Quanto vale la velocità dell'elettrone se esso fosse confinato in questa scatola ?

Come nel problema precedente:

$$\Delta v = \frac{\Delta p}{m} \geq \frac{\hbar/\Delta x}{m} = \frac{h}{2\pi m \Delta x} = 1,15 \cdot 10^{10} \text{ m/s}$$

poiché l'incertezza sulla velocità è superiore della velocità della luce non è possibile confinare un elettrone nel nucleo di un atomo.

PROBLEMA 5

Si vuol confinare un elettrone, di massa $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg, in un atomo di dimensioni $\Delta x = 1,00 \cdot 10^{-10}$ m. Quanto vale la velocità dell'elettrone ?

Come nel problema precedente:

$$\Delta v = \frac{\Delta p}{m} \geq \frac{\hbar/\Delta x}{m} = \frac{h}{2\pi m \Delta x} = 1,15 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

poiché l'incertezza sulla velocità è minore della velocità della luce un elettrone può esistere all'interno di un atomo.