

Prova scritta di Introduzione alla Fisica Quantistica

28 Giugno 2005

1.) Dimostrare che l'energia cinetica di un elettrone emesso da un atomo di idrogeno che ha assorbito un fotone di lunghezza d'onda $\lambda = 600 \text{ \AA}$, vale 7.1 eV.

(Si ricorda che l'energia di ionizzazione dell'atomo di idrogeno vale 13.6 eV.)

2.) Un elettrodo di potassio di area $A = 1.5 \text{ cm}^2$ è posto ad una distanza $d = 25 \text{ cm}$ da una sorgente di luce che emette una potenza $P_0 = 1.0 \text{ Watt}$. La luce è monocromatica e di frequenza maggiore della frequenza di soglia del potassio. Il lavoro di estrazione del potassio vale $\phi = 2.21 \text{ eV}$.

a) Quanto vale la frequenza di soglia del potassio?

b) Quanti fotoelettroni al secondo può emettere al massimo la superficie di potassio?

c) Se la luce incidente (ultravioletta) ha lunghezza d'onda $\lambda = 2500 \text{ \AA}$, qual'è il valore massimo dell'energia cinetica dei fotoelettroni emessi?

d) Se la lunghezza d'onda della luce incidente viene fatta variare dello 0.4 %, trovare la corrispondente variazione del potenziale di arresto.

3.) Un elettrone libero possiede un'energia cinetica $E = 5.0 \text{ eV}$. Incontra una barriera di potenziale rettangolare di altezza $V_0 = 6.0 \text{ eV}$ e spessore $L = 0.70 \text{ nm}$ (moto unidimensionale). a) qual'è la lunghezza d'onda di de Broglie dell'elettrone incidente? (confrontarla con L); b) scrivere l'equazione di Schroedinger per le tre regioni rilevanti il processo ed indicarne le possibili soluzioni; c) in particolare scrivendo $\psi(x) = A_3 e^{-k'x} + A_4 e^{k'x}$ come funzione d'onda della regione della barriera, trovare l'espressione per k' ed il suo valore numerico; d) supponendo che il rapporto tra i moduli quadri delle funzioni d'onda trasmessa ed incidente (coefficiente di trasmissione) si possa scrivere $T \approx 16 E/V_0 (1 - E/V_0) \times e^{-2k'L}$, determinare T (quali le sue unità di misura?); quanti elettroni dovranno urtare la barriera perchè (in media) uno possa attraversarla? e) quanto varrebbe T se, invece di elettroni, si considerassero protoni incidenti sulla barriera ed aventi la stessa energia cinetica? Discutere il risultato.

————— costanti/ combinazioni utili/ conversioni

velocità della luce nel vuoto: $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/sec}$

costante di Planck: $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Joule}\cdot\text{sec} = 4.136 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{sec}$

cost. di Boltzmann: $K_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ Joule}/^\circ\text{K}$;

massa dell'elettrone: $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$; ovvero $m_e c^2 = 0.511 \text{ MeV}$

massa del protone: $m_p \approx 1836 m_e$.

$k_e e^2 = 1.44 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$; $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ Joule}$; $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 10^5 \text{ fm}$

$h \cdot c = 19.865 \times 10^{-26} \text{ Joule}\cdot\text{m} = 12.41 \times 10^3 \text{ eV} \cdot \text{\AA}$.