

Compito di Istituzioni di Fisica Teorica
Anno Accademico 2001-2002. Sessione Estiva
11-7-2002

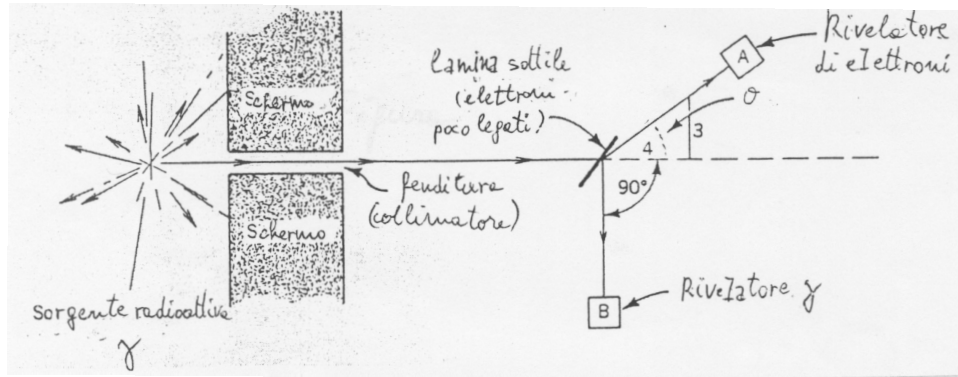
1. Dato un pendolo semplice di lunghezza ℓ e massa m , si indichi con θ l'angolo da esso formato rispetto alla verticale.
 - a) Scrivere l'Hamiltoniana H del sistema e sviluppare il potenziale $V(\theta)$ in serie di potenze di θ .
 - b) Calcolare le autoenergie di H_0 , l'Hamiltoniana che si ottiene da H arrestandosi al termine in θ^2 .
 - c) Calcolare, con il metodo perturbativo al primo ordine, la correzione all'energia dello stato fondamentale di H_0 che si ottiene quando si considera anche il termine successivo dello sviluppo di $V(\theta)$, cioè il termine in θ^4 .

2. Si consideri il moto di un elettrone (massa m e carica e) in un potenziale centrale del tipo (detto potenziale di Yukawa):

$$V(r) = -\frac{e^2}{r} \exp(-\lambda r), \quad \lambda > 0 \quad (1)$$

Scrivere l'equazione di Schrödinger indipendente dal tempo per la parte radiale e mostrare che essa ha le stesse soluzioni asintotiche (cioè per $r \rightarrow 0$ e per $r \rightarrow \infty$) dell'equazione radiale dell'atomo di idrogeno. Determinare i livelli energetici e le corrispondenti autofunzioni al primo ordine in λ .

3. Nella transizione verso il livello con energia *di eccitazione* $E = 10.19 \text{ eV}$ un atomo di idrogeno emette un fotone con lunghezza d'onda $\lambda = 4890 \text{ \AA}$. Determinare l'energia di legame dell'elettrone nello stato iniziale ed i numeri quantici principali (n) dello stato iniziale e finale. Schematizzare la transizione ottenuta in un diagramma dei livelli energetici dell'atomo di idrogeno.



4. Una sorgente radioattiva emette fotoni di alta energia (γ) che vengono rivelati con l'apparato schematizzato in figura. I γ incidono su una lamina sottile (bersaglio) dove elettroni debolmente legati vengono espulsi e rivelati ad un angolo θ , con $\tan \theta = 3/4$, in coincidenza col fotone diffuso a 90° . Determinare l'energia dei fotoni incidenti in unit  dell'energia a riposo dell'elettrone.

Si raccomanda di svolgere ciascun quesito su un foglio separato.