

Esame di Applicazioni di Meccanica Quantistica

e di Istituzioni di Fisica Teorica per la laurea quadriennale

Prova scritta del 24/3/2005

Problema 1

Si consideri un atomo di He in cui gli elettroni si trovino: uno nello stato con $n = 1$ e l'altro nello stato con $n = 2$, $l = 1$.

- a) Trascurando l'interazione fra i due elettroni e gli effetti della struttura fine, ma tenendo conto dello spin e dell'identità delle particelle, si dica qual è l'energia di questo livello, qual è la sua degenerazione e si scrivano le corrispondenti autofunzioni.
- b) Supponiamo che gli elettroni siano soggetti all'interazione

$$H_1 = A(l_1 + l_2) \cdot (s_1 + s_2),$$

dove l_i e s_i sono gli operatori di momento angolare orbitale e di spin dei due elettroni, in unità \hbar . Si dica come il livello dato all'inizio si separa per effetto di questa interazione.

- c) Consideriamo i due elettroni non interagenti fra loro, che occupano gli stati $|100\rangle$ e $|210\rangle$ e che sono nello stato di singoletto di spin. Supponiamo che essi siano soggetti all'interazione $H_1 = A z_1 z_2$. Si calcoli la correzione del livello di energia (considerato non degenere) al primo ordine perturbativo.

Problema 2

Un'onda elettromagnetica interagisce con un atomo d'idrogeno nello stato fondamentale per un tempo T . L'onda e.m. è data, in termini del potenziale vettore, da

$$A = A_0 \epsilon \cos(k \cdot x - \omega t),$$

dove ϵ è il versore di polarizzazione lineare, che supponiamo sia diretto lungo l'asse z e tale che $\epsilon \cdot k = 0$, e $\omega = ck$.

- a) Si scriva l'hamiltoniana d'interazione H' nell'approssimazione di dipolo elettrico, in cui $e^{ik \cdot x} \simeq 1$.
- b) Si scriva l'ampiezza di transizione al primo ordine verso gli stati del livello $n = 2$ e si dica quali sono gli elementi di matrice diversi da zero che permettono la transizione.
- c) Si calcoli in particolare l'elemento di matrice $\langle 210 | H' | 100 \rangle$ usando la relazione $\langle 2lm | p | 100 \rangle = im\omega_{21} \langle 2lm | x | 100 \rangle$, dove ω_{21} è la frequenza di Bohr della transizione.
- d) Si calcoli la probabilità di transizione verso lo stato $|210\rangle$.

↓
morte!