

Meccanica Quantistica

Carlo Oleari

15/9/2008

Svolgere in dettaglio i seguenti problemi. Scrivere in modo chiaro e ordinato le soluzioni.

Problema 1

Una particella di carica q senza spin si trova nello stato fondamentale ($n = 1$) di una buca di potenziale quadrata monodimensionale con pareti infinite, che si estende da $x = -a/2$ a $x = +a/2$. Al tempo $t = 0$ un campo elettrico uniforme \mathcal{E} è applicato lungo la direzione x . È lasciato agire per un tempo τ e poi rimosso. Usando la teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo al primo ordine, calcolare le probabilità P_2 e P_3 di trovare l'elettrone nei due autostati eccitati aventi $n = 2$ ed $n = 3$, per tempi $t > \tau$. Dire in dettaglio a quali vincoli devono sottostare i parametri del problema per la validità dell'applicazione della teoria delle perturbazioni.

Problema 2

Il mesone π^- (particella pseudoscalare, ovvero avente spin zero e parità intrinseca dispari) è inizialmente legato nello stato ad energia Coulombiana più bassa ad un deuterone d (un protone e un neutrone nello stato 3S_1 , avente parità intrinseca pari). Successivamente viene catturato dal deuterone e il sistema decade in una coppia di neutroni

$$\pi^- + d \rightarrow n + n .$$

1. Qual è il momento angolare orbitale della coppia di neutroni e lo spin totale?
2. Si supponga ora che il deuterone sia polarizzato al 100% con spin parallelo ad un dato vettore \mathbf{n} . Qual è la probabilità di trovare entrambi i neutroni con spin nella direzione opposta rispetto allo spin del deuterone?

3. E qual è invece la distribuzione angolare della probabilità di trovare un neutrone con spin opposto a quello iniziale del deuterone?

In questo processo la parità totale si conserva. Inoltre, supporre valida la separazione dei gradi di libertà di spin da quelli spaziali.

Si ricorda che la parità totale è data dal prodotto delle parità intrinseche e della parità derivante dai gradi di libertà spaziali. Inoltre, la notazione spettroscopica $^{2S+1}L_J$ identifica uno stato con momenti angolari atomici di spin, orbitale e totale pari a S , L e J , rispettivamente.

Problema 3

Una particella senza spin di massa m e carica q si muove in una regione dello spazio in cui è presente un campo magnetico costante parallelo all'asse z , $\mathbf{B} = B \mathbf{u}_z$.

1. Scrivere l'equazione di Schrödinger in coordinate cartesiane ortogonali e calcolare lo spettro dell'energia.
2. Discutere il moto della particella, interpretando i risultati sopra ottenuti. Suggerimento: analizzare i momenti cinetici...

N.B. Per evitare confusioni, indicare **tutte** le grandezze da considerarsi operatori con un cappuccio (es. \hat{H}).