

Prova escrita de Física Quântica II

Primeira prova

27-10-2016

1. (7 pts.)

Considere duas partículas, de spin \vec{S}_1 e \vec{S}_2 , tal que $s_1 = 3/2$ e $s_2 = 1/2$, e que interagem entre si via um termo da forma:

$$H = \lambda \vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2$$

É sabido que o estado de momento angular do sistema pode ser escrito em duas bases diferentes: $|s_1, s_2; s_{z,1}, s_{z,2}\rangle$ ou $|j, j_z; s_1, s_2\rangle$, onde j é o número quântico do momento angular total associado a $\vec{J}^2 = (\vec{S}_1 + \vec{S}_2)^2$ e j_z o número quântico associado a J_z .

- (a) Indique quais os valores possíveis para o número quântico j , ou seja, quantas torres de momento angular existem
- (b) Encontre os valores próprios do hamiltoniano H introduzido acima. Faça um diagrama dos níveis de energia e indique a degenerescência de cada nível caso exista.
- (c) Determine a tabela dos coeficientes de Clebsch-Gordon que relacionam as duas bases anteriores.

2. (6 pts.)

Admita que num certo sistema existem dois estados degenerados $|\psi_1\rangle$ e $|\psi_2\rangle$ do hamiltoniano H_0 com energia E_0 . Se ligarmos uma perturbação H_1 essa degenerescência é levantada. Considerando que $\langle\psi_1|H_1|\psi_2\rangle = \langle\psi_2|H_1|\psi_1\rangle^* = V$ e $\langle\psi_1|H_1|\psi_1\rangle = \langle\psi_2|H_1|\psi_2\rangle = D$, calcule os níveis de energia não degenerados e os respectivos estados próprios.

3. (7 pts.)

O fundo de um poço de potencial infinito de largura b é alterado de modo a ficar com a forma

$$V(x) = \varepsilon \sin \frac{\pi x}{b}, \quad 0 \leq x \leq b.$$

- (a) Resolva a equação de Schrödinger para a partícula no poço infinito, no caso em que $V(x) = 0$.
- (b) Calcule a correcção à energia de todos os estados em primeira ordem em ε . Diga em que condição é que o seu cálculo faz sentido.
- (c) Calcule a correcção à energia do estado fundamental em segunda ordem em ε (deixe a soma sobre os números quânticos por efectuar).