



# Universidade Federal do Rio de Janeiro

## Instituto de Física

### Primeira lista de Mecânica Quântica II

Entregar quinta, 19/11.

prof. João T. de Mello Neto

monitor: Felippo d'Angelis

#### 1ª Questão:

- a) Escreva os estados  $|j, m_j\rangle$  como combinação linear de  $|l, m_l\rangle|s, m_s\rangle$  para os estados degenerados  $n = 2$  do átomo de hidrogênio.
- b) Uma partícula de spin 1 e uma partícula de spin 2 estão em repouso numa configuração tal que o spin total é 3 e sua componente  $z$  é  $\hbar$ . Se você medir a componente  $z$  do momento angular da partícula de spin 2, que valores você pode obter e quais as probabilidades de cada um?

**2ª Questão:** Para um sistema com duas partículas idênticas, a função de onda

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = \Psi_{100}(r_1)\Psi_{200}(r_2)$$

onde

$$\begin{aligned}\Psi_{100}(r) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\beta^{3/2}e^{-\beta r} \\ \Psi_{200}(r) &= \frac{1}{4\sqrt{2\pi}}\beta^{3/2}(2 - \beta r)e^{-\beta r}\end{aligned}$$

é uma função de onda aceitável? Se as partículas possuem spin  $1/2$ , escreva funções de onda aceitáveis que incluam as funções de spin  $\chi_+(1, 2)$  e  $\chi_-(1, 2)$ .

**3ª Questão:** Suponha que dois férmions indistinguíveis de spin  $1/2$ , sem interação entre eles, estejam num poço quadrado unidimensional de comprimento  $L$ .

- a) Qual a energia do estado fundamental do sistema de duas partículas?
- b) Qual a função de onda do estado fundamental?
- c) Qual a energia do primeiro estado excitado do sistema?
- d) Qual a função de onda do primeiro estado excitado?
- e) Qual a degenerescência do primeiro estado excitado?

f) Discuta qualitativamente como as energias primeiro estado excitado mudam se considerarmos que as partículas interagem por meio de um potencial coulombiano.

g) Explique para a sua tia como as partículas não interagem (itens a-b) e no entanto a presença de uma partícula no poço afeta a outra!

**4ª Questão:** O núcleo de sódio tem spin  $3/2$  e momento magnético  $\vec{\mu}_{Na} = (g_{Na}e/2m_p)\vec{S}$ , onde a razão giromagnética é  $g_{Na} = 1,48$ . O núcleo do sódio é colocado num campo magnético constante na direção  $Z$ ,  $\vec{B}_0 = B_0\hat{z}$ . Um campo adicional perturbativo  $\vec{B}' = B_1\hat{z}$  é aplicado ao sistema. Encontre as correções de primeira ordem nas energias devido à perturbação.

**5ª Questão:** Um oscilador harmônico unidimensional é regido pelo hamiltoniano  $H = H_0 + H_1$ , onde

$$H_0 = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2x^2 \quad \text{e} \quad H_1 = Cx^3.$$

Encontre a correção na energia do estado fundamental devida à perturbação.