



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituto de Física

Quinta lista de Mecânica Quântica II

Entrega: 02 de Outubro de 2014

prof. João Torres, monitor Felipe Monteiro

1ª Questão: Um rotator plano (que gira no plano XY) é composto de uma haste de massa desprezível de tamanho L e uma partícula de massa m e carga q . Existe um campo elétrico $\vec{E} = E_0 \hat{i}$ constante em todo o espaço. Calcule a correção de energia em primeira e segunda aproximações.

2ª Questão: Mostre que correção de energia do estado fundamental em primeira ordem para o átomo de Hélio quando levamos em conta a interação entre os elétrons é de cerca de 34 eV. Sugestão: utilize o teorema de adição de harmônicos esféricos

$$\frac{1}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|} = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{4\pi}{2l+1} \frac{r_{<}^l}{r_{>}^{l+1}} Y_{lm}^*(\theta_1, \phi_1) Y_{lm}(\theta_2, \phi_2)$$

onde $r_{>}$ denota a maior das duas distâncias r_1 e r_2 e $r_{<}$ a menor.

3ª 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.

4ª Questão: Um oscilador harmônico unidimensional é regido pelo hamiltoniano $H = H_0 + H_1$, onde

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

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