

Estrutura da Matéria II

2a LISTA

II/2018

- 1) O campo de um magneto é dado por $B = 0.02 + 0.0115z^2$ onde B é medido em tesla e z é a distância em cm ao polo norte do magneto. Um momento magnético de intensidade 1.34×10^{-23} amp-m² está a 8.00 cm do polo norte e está direcionado a 40° da direção de B . Calcule o torque no dipolo magnético, a força que atua neste dipolo e a energia produzida se o dipolo fica paralelo ao campo.

- 2) Prove que os únicos valores possíveis do número quântico j da série $j = l+1/2, l-1/2, l-3/2, \dots$ que satisfazem à desigualdade $\sqrt{j(j+1)} \geq |\sqrt{l(l+1)} - \sqrt{s(s+1)}|$ com $s = 1/2$ são $j = l + 1/2$ e $l - 1/2$, se $l \neq 0$, e $j = 1/2$ se $l = 0$.

- 3) Considere os estados com $l = 4$ e $s = 1/2$. Para o estado com os valores máximos de j e m_j , calcule (a) o ângulo entre \mathbf{L} e \mathbf{S} , (b) o ângulo entre $\boldsymbol{\mu}_l$ e $\boldsymbol{\mu}_s$ e (c) o ângulo entre \mathbf{J} e o eixo $\hat{\mathbf{z}}$.

- 4) Verifique que as paridades das funções de onda de um elétron no átomo de hidrogênio ψ_{300} , ψ_{310} , ψ_{320} e ψ_{322} são determinadas por $(-1)^l$.

- 5) Considere o elemento de matriz do momento de dipolo elétrico de uma partícula carregada em um poço quadrado infinito. Usando as autofunções conhecidas deste problema, analise a expressão resultante e argumente se deve ou não haver regra de seleção para as transições entre níveis de energia neste potencial. Em caso afirmativo, quais seriam elas?

- 6) Considere um sistema de dois elétrons, ambos com $l = 1$ e $s = 1/2$. (a) Ignorando

o spin, quais são os possíveis números quânticos para o momento angular orbital total $\mathbf{L} = \mathbf{L}_1 + \mathbf{L}_2$? (b) Quais são os possíveis valores do número quântico S para o spin total $\mathbf{S} = \mathbf{S}_1 + \mathbf{S}_2$? (c) Usando os resultados anteriores determine os possíveis números quânticos j para $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$. (d) Quais são os possíveis números quânticos j_1 e j_2 para o momento angular total de cada partícula? Use os resultados de (d) para calcular os possíveis valores de j a partir de j_1 e j_2 . Compare com o resultado de (c).

7) Se o elétron $3s$ do sódio não penetrasse na região interna do átomo, sua energia seria $-13.6/n^2 = -1.51$ eV. A penetração interna faz com que o elétron enxergue uma carga efetiva maior e, portanto, sua energia seja menor. Use o valor experimental do potencial de ionização, 5.14 eV, para calcular o valor de Z_{ef} para o elétron $3s$ do sódio.

8) Se o elétron externo do lítio se movesse na órbita de Bohr correspondente a $n = 2$, a carga central efetiva seria $Z_{efe} = 1e$ e a energia do elétron seria $-13.6/4$ eV = -3.4 eV. Use este fato para calcular a carga central efetiva Z_{ef} do ponto de vista do elétron externo do lítio. Suponha que ele se mova em uma órbita de raio $r = 4a_0$.

9) Ignorando efeitos relativísticos, a camada $n = 3$ dos átomos de um elétron apresenta cinco níveis de energia correspondendo aos estados $3^2S_{1/2}$, $3^2P_{1/2}$, $3^2P_{3/2}$, $3^2D_{3/2}$, $3^2D_{5/2}$. Determine os desdobramentos causados pelo efeito spin-órbita nos níveis $3P$ e $3D$ do hidrogênio.