

Estrutura da Matéria II

1a LISTA

II/2018

- 1) Calcule, em elétron-volts, as energias dos três níveis, $n = 1, 2$ e 3 , do átomo de hidrogênio. Em seguida, calcule as frequências, em hertz, e os comprimentos de onda, em angstroms, dos fótons que podem ser emitidos pelo átomo em transições entre estes níveis. Em que região do espectro eletromagnético estão eles?
- 2) Calcule a posição na qual a densidade de probabilidade radial é máxima para o nível $n = 2$ e $l = 1$ do átomo de hidrogênio. Em seguida calcule o valor esperado da coordenada radial neste estado. Explique a diferença entre estes dois resultados.
- 3) Encontre o valor esperado \bar{V} da energia potencial no estado fundamental do átomo de hidrogênio. Mostre ainda que neste estado temos $E = \bar{V}/2$, onde E é a sua energia total. Use a relação $E = K + V$ para calcular o valor esperado \bar{K} da energia cinética do átomo neste estado e mostre que $\bar{K} = -\bar{V}/2$. Estas relações podem ser obtidas em qualquer estado, clássico ou quântico, em um potencial da forma $V(r) \propto -1/r$. Isso é muitas vezes chamado de o *teorema virial*.
- 4) Mostre que a soma das densidades de probabilidade para os níveis correspondentes a $n = 3$ do átomo de hidrogênio é esfericamente simétrica.
- 5) Considere a probabilidade de se encontrar o elétron do átomo de hidrogênio dentro de um cone de semiângulo $23,5^\circ$ cujo eixo é a direção \hat{z} ("região polar ártica"). Se o elétron fosse igualmente provável de ser encontrado em qualquer ponto do espaço, qual seria a probabilidade de encontrá-lo na região polar ártica? Suponha que o elétron esteja no estado

$n = 2$, $l = 1$ e $m_l = 0$ e recalcule a mesma probabilidade da questão anterior.

6) Todas as quatro funções $e^{im_l\varphi}$, $e^{-im_l\varphi}$, $\cos m_l\varphi$ e $\sin m_l\varphi$ são soluções da equação diferencial para a parte angular $\Phi(\varphi)$ da função de onda $\psi(\mathbf{r})$ do átomo de hidrogênio. Quais delas são autofunções do operador L_z ? Interprete seus resultados.

7) Supondo que um elétron se comporte como uma esfera de raio 10^{-15}m , use o módulo do spin $S = \sqrt{s(s+1)}\hbar = (3/4)^{1/2}\hbar$ para calcular a velocidade tangencial de um ponto situado do equador do elétron. Compare seu resultado com a velocidade da luz.

8) Em um experimento de Stern-Gerlach, são usados átomos de hidrogênio no estado fundamental com uma velocidade $v_x = 14,5 \text{ km/s}$. O campo magnético é paralelo ao eixo $\hat{\mathbf{z}}$ e seu gradiente máximo é $dB/dz = 600 \text{ T/m}$. Determine a aceleração máxima dos átomos do feixe. Se a largura da região onde existe campo é $\Delta x = 75\text{cm}$ e os átomos percorrem uma distância adicional de $1,25\text{m}$ até chegarem ao detector, determine a distância máxima entre as duas linhas nele observadas.