

Exercícios Extras - Cap. 4 e 7 (Eisberg and Resnick)

1. Problema Extra do Capítulo 4 (corresponde ao problema 22 da 2a. Edição em Inglês)

(a) Usando a fórmula generalizada de Balmer, mostre que uma série do hidrogênio identificada pelo inteiro m do estado inferior ocupa uma faixa de frequências dada por

$$\Delta\nu = cR_H / (m+1)^2.$$

(b) Qual é a razão entre as faixas da série de Lyman e da série de Pfund?

2. Problema Extra do Capítulo 4 (corresponde ao problema 25 da 2a. Edição em Inglês)

Um fóton ioniza um átomo de hidrogênio no seu estado fundamental. O elétron liberado recombina-se com um outro próton no primeiro estado excitado, emitindo um fóton de 466 Å. Quais são (a) a energia do elétron livre e (b) a energia do fóton original?

3. Qual é a razão entre a menor frequência da série de Lyman ($n_f = 1$) do espectro de emissão do átomo de H e a frequência da linha correspondente (mesmos números quânticos) do espectro de emissão de:

- (i) um íon de Li ($Z = 3$) duplamente ionizado e
- (ii) um positrônio (átomo constituído por um elétron e um pósitron)?

4. Problema Extra do Capítulo 7 (corresponde ao problema 13 da 2a. Edição em Inglês)

Considere a função de onda do átomo de hidrogênio ψ_{432} . Quais são (a) a energia total em eV; (b) o valor esperado (valor médio) da coordenada radial em Å; (c) o momento angular total; (d) a componente z do momento angular; (e) a incerteza no momento angular; (f) a incerteza na componente z do momento angular.

5. (a) Escreva quais são os possíveis valores dos números quânticos l e m_l para o nível de energia $n = 4$ do átomo de hidrogênio. Qual é a degenerescência do nível?

(b) Seja o estado com $n = 3$, $l = 2$ e $m_l = -2$ do átomo de hidrogênio

$$\psi_{32-2} = \frac{1}{162\sqrt{\pi}a_0^{3/2}} \frac{r^2}{a_0^2} e^{-r/3a_0} \sin^2 \theta e^{-2i\phi}.$$

(i) Qual o resultado de uma medida da energia total, do momento angular total e da componente z do momento angular?

(ii) Calcule $\hat{L}_x \psi_{32-2}$. O que você pode dizer a respeito de uma medida da componente x do momento angular? Justifique sua resposta.

Fórmulas:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{(4\pi\epsilon_0)\hbar^2}{me^2} = 0.529 \text{ \AA} \\ E_n &= -\frac{me^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 2\hbar^2 n^2} = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2} \\ \hat{L}_x &= i\hbar \left(\sin \phi \frac{\partial}{\partial \theta} + \cot \theta \cos \phi \frac{\partial}{\partial \phi} \right) \\ \hat{L}_y &= i\hbar \left(-\cos \phi \frac{\partial}{\partial \theta} + \cot \theta \sin \phi \frac{\partial}{\partial \phi} \right) \\ \hat{L}_z &= -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi} \\ \hat{L}^2 &= -\hbar^2 \left(\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right) \end{aligned}$$