

Mecânica Quântica — 7600022

Oitava Lista — Para praticar para a prova do dia 13/6/2017

1. Complete o quadro a seguir com n , os denominadores das energias e os gráficos das funções $F(\rho)$

$k = 2$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$
$k = 1$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$
$k = 0$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$	$E = \frac{-1}{n^2} \text{Ha}$ $n =$
	$\ell = 0$	$\ell = 1$	$\ell = 2$

- Mostre que, se a função de onda $\varphi_{k,\ell}(r, \theta, \phi)$ for normalizada, então $\int |F_{k,\ell}(\rho)|^2 d\rho = 1$.
- Encontre, a menos da constante de normalização, as funções $F_{k,\ell}(\rho)$ para $\ell = 0$ e $k = 0, 1$ e 2 .
- Mostre, por um argumento simples, que as funções $F_{0,0}$ e $F_{0,1}$ não podem ser ortogonais. Isso significa que $\varphi_{k=0,\ell=0,m=0}$ e $\varphi_{k=0,\ell=1,m=0}$ são não ortogonais? Justifique sua resposta.
- Calcule o valor médio esperado para a energia potencial do átomo de hidrogênio em seu estado fundamental. Compare com a energia do estado fundamental.
- A energia do estado fundamental do átomo de He é $E_{He} = -2.9\text{Ha}$. Qual é a energia necessária para extrair um de seus dois elétrons *Dica: encontre a energia do estado fundamental do átomo de He ionizado, isto é, com dois prótons e um elétron.*
- Pense no átomo de Li ($Z = 3$) como contendo dois elétrons (com spins opostos) no estado $n = 1, \ell = 0$ e mais um elétron no estado $n = 2, \ell = 0$. Este último elétron fica em média relativamente distante do núcleo e assim

pode ser visto como um elétron que rodeia uma carga líquida de um próton (na verdade, a carga de três prótons, parcialmente cancelada pela dos dois elétrons no estado $n = 1, \ell = 0$). Estime a energia necessária para extrair o elétron no estado $n = 2, \ell = 0$.

8. Estime a energia de cada um dos elétrons no estado $n = 1, \ell = 0$ no átomo de Ne ($Z = 10$). Ignore a repulsão entre os dois elétrons.
9. A probabilidade de encontrar o elétron no átomo de H entre as distâncias $r = \rho a_0$ e $r + dr = (\rho + d\rho)a_0$ do núcleo é proporcional a $|F(\rho)|^2 d\rho$ (mais precisamente, é $a_0 |F(\rho)|^2 d\rho$). Encontre a distância onde a densidade de probabilidade $|F(\rho)|^2$ é máxima no estado estado da questão anterior.
10. Qual é a probabilidade de encontrar o elétron no estado fundamental do átomo de H dentro de uma esfera de raio a_0 centrada no núcleo?