

Mecânica Quântica I (4300403)

Prof. Dr. Sylvio Canuto

Lista de exercícios IIIB - Átomo de Hidrogênio

- Encontre $\langle r \rangle$ e $\langle r^2 \rangle$ para um elétron no estado fundamental do átomo de hidrogênio. Expresse sua resposta em termos do raio de Bohr;
 - Encontre $\langle x \rangle$ e $\langle x^2 \rangle$ para um elétron no estado fundamental do átomo de hidrogênio;
 - Encontre $\langle x^2 \rangle$ no estado $n = 2, l = 1, m = 1$.
- Qual é o valor mais provável de r no estado fundamental do átomo de hidrogênio?
- Considere o nível de energia correspondente a $n = 3$ do átomo de hidrogênio. Faça uma tabela dos possíveis valores do número quântico l , e dos possíveis valores correspondentes do número quântico m para cada l . Qual a degenerescência do nível $n = 3$?
- Considere agora que, além de $n = 3$, fixamos também $l = 2$. Obtenha a função de onda radial R e normalize-a.
- Ainda para $n = 3$ e $l = 2$, considere o estado com $m = 0$.
 - Escreva a função de onda ψ_{320} e normalize-a;
 - Escreva a probabilidade de, no estado ψ_{320} , encontrar o elétron na posição (r, θ, ϕ) dentro do volume infinitesimal $d^3r = r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi$.
- No mesmo estado ψ_{320} , qual a probabilidade de encontrar o elétron entre r e $r + dr$ para quaisquer ângulos θ e ϕ ?
- Qual o raio mais provável de se encontrar o elétron no estado ψ_{320} ?
- Qual o raio médio correspondente ao estado ψ_{320} ?
- Se o estado ψ_{320} decai no estado ψ_{211} emitindo um fóton, qual é a energia desse fóton em eV ? Qual é o correspondente comprimento de onda desse fóton em Å (Ångström)?
- Construa a função de onda espacial ψ para o hidrogênio no estado $n = 3, l = 2, m = 1$. Expresse sua resposta somente como uma função de r, θ, ϕ e a_0 (raio de Bohr);
 - Cheque que esta função de onda está devidamente normalizada, calculando integrais apropriadas em r, θ, ϕ .

11. a) Construa a função de onda para o hidrogênio no estado $n = 4, l = 3, m = 3$. Expresse sua resposta como função das coordenadas esféricas r, θ, ϕ ;
- b) Encontre o valor esperado de r nesse estado.
12. Um átomo de hidrogênio está em um estado que é combinação linear de estados estacionários $n = 2, l = 1, m = 1$ e $n = 2, l = 1, m = -1$, ou seja,

$$\psi(\vec{r}, 0) = \frac{1}{\sqrt{2}}(\psi_{211} + \psi_{21-1}) \quad (1)$$

- a) Construa $\psi(\vec{r}, 0)$ o mais simplificado possível;
- b) Encontre o valor esperado da energia potencial $\langle V \rangle$. Ela depende do tempo? Dê a fórmula e o valor numérico, em eV .