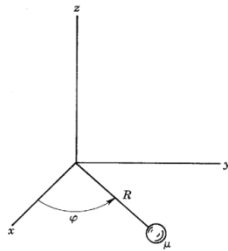


Lista de exercícios 5.

1. Prove que $\hat{L}_{opt}^2 \psi_{nlm_l} = l(l+1)\hbar^2 \psi_{nlm_l}$. (Sugestão: Use a equação diferencial satisfeita por $-\frac{1}{\sin\theta} \frac{d}{d\theta} \left(\sin\theta \frac{d\Theta}{d\theta} \right) + \frac{m_l^2 \Theta}{\sin^2\theta} = l(l+1)\Theta$.)
2. Uma partícula de massa μ está presa numa extremidade de uma barra rígida de massa desprezível e comprimento R . A outra extremidade da barra gira no plano x-y em torno de um suporte localizado na origem, e cujo eixo tem direção z. Esse "rotor rígido" bidimensional está representado na figura. (a) escreva uma expressão para a energia total do sistema em termos de seu momento angular L . (sugestão: tome o valor zero para a energia potencial constante e expresse a energia cinética em termos de L .) (b) introduzindo operadores apropriados na equação da energia, converta-a na equação de Schroedinger



$$-\frac{\hbar^2}{2I} \frac{\partial^2 \Psi(\varphi, t)}{\partial \varphi^2} = i\hbar \frac{\partial \Psi(\varphi, t)}{\partial t}$$

Figura. O rotor rígido movendo-se no plano x-y.

Onde $I = \mu R^2$ é a inércia de rotação, ou momento de inércia, e $\Psi(\varphi, t)$ é a função de onda escrita em termos da coordenada angular φ e do tempo t todo. (Sugestão: como o momento angular só tem direção z, $\hat{L} = \hat{L}_z$ e operador correspondente é $\hat{L}_{z op} = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi}$.)

3. Aplicando a técnica de separação de variáveis, descubra a equação de Schroedinger do rotor rígido 2 e obtenha (a) a equação de Schroedinger independente do tempo.

$$-\frac{\hbar^2}{2I} \frac{d^2 \Phi}{d\varphi^2} = E\Phi(\varphi)$$

e (b) a equação para a dependência temporal da função de onda

$$\frac{dT(t)}{dt} = -\frac{iE}{\hbar} T(t)$$

Nessas equações $E =$ constante de separação e $\Phi(\varphi)T(t) = \Psi(\varphi, t)$, a função de onda.

4. Mostre que uma solução particular da equação de Schroedinger independente do tempo para o rotor rígido do problema 3 é $\Phi(\varphi) = e^{im\varphi}$ Onde $m = \sqrt{2IE}/\hbar$.
5. Num átomo (neutro) no estado fundamental as camadas $n=1$ e $n=2$ estão totalmente preenchidas. Além disto, há oito elétrons na camada $n=3$. (a) Determine o número atômico deste átomo. (b) Quais são os valores possíveis do módulo do momento angular orbital e sua projeção sobre o eixo z para um elétron numa subcamada 3d? (c) Quais são os valores possíveis do módulo do momento angular do spin e sua projeção sobre o eixo z para um elétron?

6. Um átomo de potássio com número atômico $Z=19$ encontra-se no seu estado fundamental.
- (a) Escreva a configuração eletrônica do átomo. (b) Qual é o maior valor do módulo do momento angular (L) do elétron nesse átomo? (c) Quais são os possíveis valores para a componente z do momento angular (L_z) para os elétrons na subcamada $2p$? (d) Qual é o módulo angular de spin (S) do elétron de valência? Quais são os possíveis valores da componente z do spin S_z para esse elétron?