

Primeira Lista de Exercícios de Física Moderna II

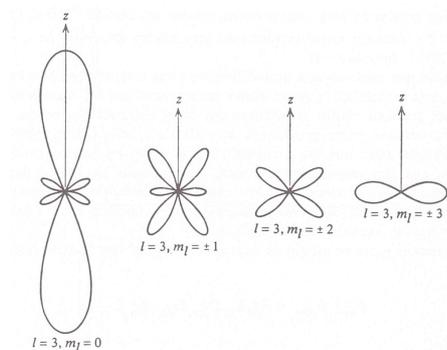
O átomo de um elétron

1. Considere a equação de Schroedinger tridimensional:

(a) escreva o operador laplaciano em coordenadas esféricas

(b) a partir desse resultado, escreva a equação de Schroedinger tridimensional em coordenadas esféricas

2. A partir da distribuição da densidade de probabilidade em função do angulo θ dada na figura abaixo para 4 estados diferentes do átomo de um elétron, relacione a posição mais provável do elétron em cada estado com os números quânticos l e m .



Aprimorando a descrição do átomo de um elétron

3. Por que não podemos definir exatamente o valor do momento angular na mecânica quântica?

4. Mas afinal, o que é o spin do elétron? Ele é compatível com uma rotação dessa partícula em torno do próprio eixo? Por quê?

5. Mostre que o momento de dipolo magnético de um elétron em um átomo precessiona em torno da direção de um campo magnético uniforme com a frequência:

$$\omega = \frac{g\mu_b}{\hbar} \cdot B$$

6. Enumere os valores de j e m_j para os estados com $l=3$ e $s=1/2$

Átomo de 2 elétrons

7. É possível distinguir duas partículas do mesmo tipo (dois elétrons, dois prótons, etc.) do ponto de vista da mecânica quântica? Por quê? Em que situação a distinção seria possível?

8. Discuta porque o princípio de exclusão de Pauli explica uma energia potencial menor no átomo de dois elétrons quando os *spins* dos elétrons estão no mesmo sentido.

9. Mostre que para um sistema com 3 partículas a função de onda abaixo é de fato anti-simétrica e a constante de normalização está correta.

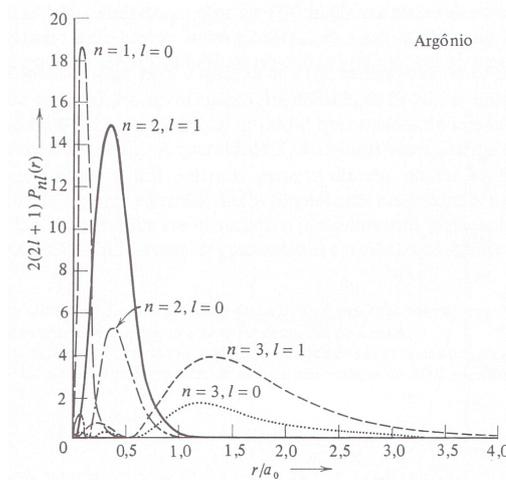
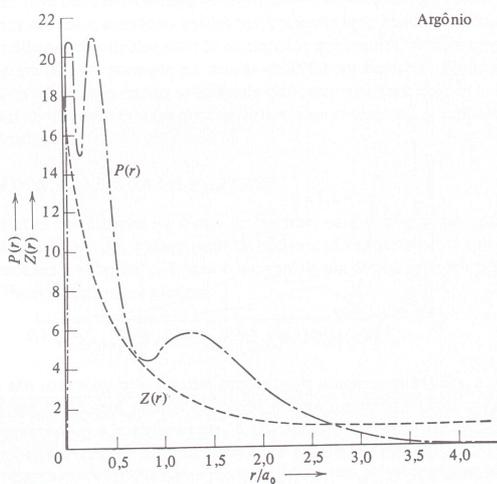
$$\psi_A = \frac{1}{\sqrt{3!}} [\psi_\alpha(1)\psi_\beta(2)\psi_\gamma(3) + \psi_\beta(1)\psi_\gamma(2)\psi_\alpha(3) + \psi_\gamma(1)\psi_\alpha(2)\psi_\beta(3) - \psi_\gamma(1)\psi_\beta(2)\psi_\alpha(3) - \psi_\beta(1)\psi_\alpha(2)\psi_\gamma(3) - \psi_\alpha(1)\psi_\gamma(2)\psi_\beta(3)]$$

Átomos de muitos elétrons

10. A partir da figura abaixo a esquerda, estime o valor de Z_n para o átomo de Argônio para $n = 1, 2$ e 3 segundo os cálculos de Hartree. Em seguida estime os valores do raio esperado considerando que:

$$\bar{r} \approx \frac{n^2 a_0}{Z_n}$$

Em seguida, compare com a figura à direita. O que podemos concluir?



11. Por que no caso de um átomo com vários elétrons na camada mais externa não é possível utilizar os números quânticos m_l e m_s de cada elétron para representar os estados quânticos? Explique.

12. A camada mais externa do átomo de Mg ($n=3$) apresenta 2 elétrons.

(a) desenhe um esquema do diagrama de níveis de energia especificando os números quânticos de todos os estados possíveis do átomo de Mg quando os dois elétrons estão nesse estado 3p.

(b) refaça esse diagrama de níveis porém para o caso em que um elétron se encontra no estado 3p e outro no estado 4s

13. Calcule a diferença de energia dos estados tripleto do exemplo acima.