

Átomos

1. Um elétron de um átomo tem $m_l = +4$. Para esse elétron, determine: (a) o valor de l , (b) o menor valor possível de n , e (c) o número de valores possíveis de m_s .
2. Um campo magnético é aplicado a uma esfera uniforme de ferro, de raio $R = 2$ mm, que flutua livremente no espaço. O momento magnético da esfera inicialmente é nulo, mas o campo alinha 12% dos momentos magnéticos dos átomos (ou seja, 12% dos momentos magnéticos dos elétrons fracamente ligados da esfera, que correspondem a um elétron por átomo de ferro). A soma dos momentos magnéticos desses elétrons alinhados constitui o momento magnético intrínseco da esfera, μ . Qual é a velocidade angular ω induzida na esfera pelo campo?
3. Considere o elétron como sendo um objeto esférico sólido clássico de raio 1.1×10^{-17} m. Calcule a velocidade de rotação de um ponto do elétron em seu equador. Discuta o resultado obtido. Dica: Lembre-se que o momento de inércia de uma esfera sólida é $I = (2/5) mr^2$. Dados: $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, $\hbar = 1.05 \times 10^{-34}$ J.s.
4. Um átomo de H no estado fundamental se desloca 80 cm perpendicularmente a um campo magnético vertical não uniforme cujo gradiente é $dB/dz = 1.6 \times 10^2$ T/m. (a) Qual é o módulo da força exercida pelo campo magnético sobre o átomo devido ao momento magnético do elétron, que é aproximadamente 1 magneton de Bohr? (b) Qual é a distância vertical percorrida pelo átomo nos 80 cm de percurso, se está se movendo com uma velocidade aproximada de 1.2×10^5 m/s?
5. Determine (a) o menor e (b) o maior valor do ângulo semiclássico entre o vetor momento angular de spin do elétron e o campo magnético em um experimento de Stern-Gerlach. Não se esqueça de que o momento angular orbital do elétron de valência do átomo de prata é zero.
6. Suponha que no experimento de Stern-Gerlach, executado com átomos neutros de prata, o campo magnético \mathbf{B} tenha um módulo de 0.5 T. (a) Qual é a diferença de energia entre os átomos de prata nos dois subfeixes? (b) Qual é a frequência da radiação que induziria transições entre esses dois estados? (c) Qual é o comprimento de onda da radiação? (d) Em que região do espectro eletromagnético essa radiação está situada?
7. Em um experimento de ressonância magnética nuclear (NMR), a frequência da fonte de RF é 34 MHz e a ressonância dos átomos de H da atmosfera é observada quando a intensidade do campo magnético \mathbf{B}_{ext} do eletroímã é 0.78 T. Suponha que \mathbf{B}_{int} e \mathbf{B}_{ext} são paralelos e que a componente μ_z do momento magnético do próton é 1.41×10^{-26} J/T. Qual é o módulo de \mathbf{B}_{int} ?
8. O estado fundamental do átomo de hidrogênio, é, na verdade, um par de estados muito próximos, já que o elétron está sujeito ao campo magnético \mathbf{B} do próton (núcleo). Em consequência, existe uma energia potencial associada à orientação no momento magnético μ do elétron em relação a \mathbf{B} , e podemos dizer que o spin do elétron está para cima (estado de maior energia) ou para baixo (estado de menor energia) em relação ao campo. Quando o elétron é excitado para o estado de maior energia, pode passar espontaneamente para o estado de menor energia invertendo a orientação do spin e emitindo um fóton com um comprimento de onda de 21 cm. (Esse processo é muito comum na Via Láctea e a radiação de 21 cm, que pode ser detectada com o auxílio de radiotelescópios, revela a existência de nuvens de H no espaço sideral.) Qual é o módulo B do campo magnético efetivo experimentado pelo elétron no estado fundamental do átomo de H?

9. Sete elétrons são confinados em um poço de potencial unidimensional infinito de largura L . qual é a energia do estado fundamental do sistema, em múltiplos de $h^2/8mL^2$? Suponha que os elétrons não interagem, e não se esqueça de levar em conta o spin.

10. A Figura 1 mostra o diagrama de níveis de energia de um elétron em um átomo fictício simulado por um poço de potencial unidimensional infinito de largura L . O número de estados degenerados em cada nível está indicado na figura: “não” = não degenerado também se aplica ao estado fundamental); “duplo” = 2 estados; triplo = 3 estados. Suponha que o poço de potencial contenha 11 elétrons. Desprezando a interação entre eles, que múltiplo de $h^2/8mL^2$ corresponde à energia do 1º estado excitado do sistema de 11 elétrons?

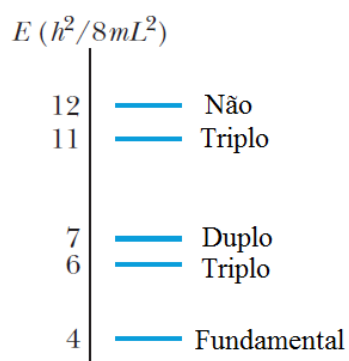


Figura 1. Problema 10.

11. Uma caixa cúbica de dimensões $L_x = L_y = L_z = L$ contém 8 elétrons. (a) Qual é a energia do estado fundamental do sistema, em múltiplos de $h^2/8mL^2$? (b) E do 2º estado excitado? (c) Construa um diagrama de níveis de energia para os primeiros quatro níveis de energia do sistema.

12. Dois dos três elementos de um átomo de lítio têm números quânticos (n, l, m_l, m_s) iguais a $(1, 0, 0, +1/2)$ e $(1, 0, 0, -1/2)$. Que números quânticos são possíveis para o 3º elétron se o átomo se encontra (a) no estado fundamental; (b) no 1º estado excitado?

13. Considere os elementos selênio ($Z = 34$), bromo ($Z = 35$) e criptônio ($Z = 36$). Nessa região da tabela periódica, as subcamadas dos estados eletrônicos são preenchidas na seguinte ordem: $1s\ 2s\ 2p\ 3s\ 3p\ 3d\ 4s\ 4p\ \dots$. Determine, para cada um destes três elementos: (a) a última subcamada ocupada, e (b) o número de elétrons que ocupam essa subcamada.

14. Na Figura 2, os raios X são produzidos quando elétrons de 35 keV incidem em um alvo de molibdênio ($Z = 42$). Se o mesmo potencial de aceleração é usado e o alvo é substituído por um alvo de prata ($Z = 47$), determine os novos valores de (a) λ_{\min} ; (b) do comprimento de onda da linha K_α ; (c) do comprimento de onda da linha K_β . Os níveis K , L e M do átomo de prata são 25.51, 3.56 e 0.53 keV.

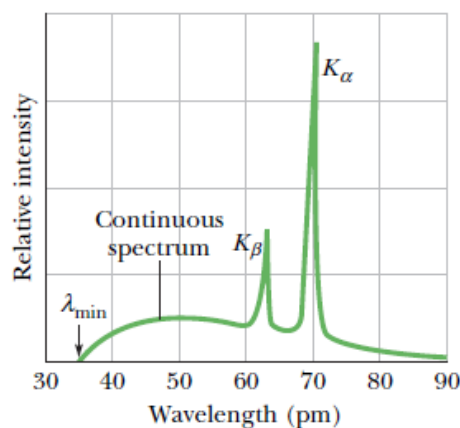


Figura 2. Problema 14

15. Um elétron de 20 keV atinge o repouso depois de sofrer duas colisões com átomos de um alvo (suponha que os átomos permanecem estacionários). O comprimento de onda do fóton emitido na 2ª colisão é 130 pm maior que o do fóton emitido na 1ª colisão. (a) Qual é a energia cinética do elétron após a 1ª colisão? Determine (b) o comprimento de onda λ_1 e (c) a energia E_1 do 1º fóton, e (d) o comprimento de onda λ_2 e (e) a energia E_2 do 2º fóton.

16. Um laser de He-Ne emite luz com um comprimento de onda de 632.8 nm e uma potência de 2.3 mW. Quantos fótons são emitidos por segundo pelo laser?

17. Um laser pulsado emite luz com um comprimento de onda de 694.4 nm. A duração dos pulsos é 12 ps e a energia por pulso é 0.15 J. (a) Qual é o comprimento dos pulsos? (b) Quantos fótons são emitidos em cada pulso?

18. A Figura 3 mostra os níveis de energia de dois tipos de átomo. Os átomos A estão em um tubo e os B em outro. As energias (em relação ao estado fundamental) estão indicadas, assim como o tempo médio de vida dos átomos em cada nível. Todos os átomos são excitados inicialmente para níveis mais altos que os mostrados na figura. Em seguida, os átomos decaem, passando pelos níveis da figura, e muitos ficam “presos” em certos níveis, o que resulta em uma inversão de população e na possibilidade da existência do efeito laser. A luz emitida por A ilumina B e pode causar emissão estimulada por parte de B. Qual é a energia por fóton dessa emissão estimulada?

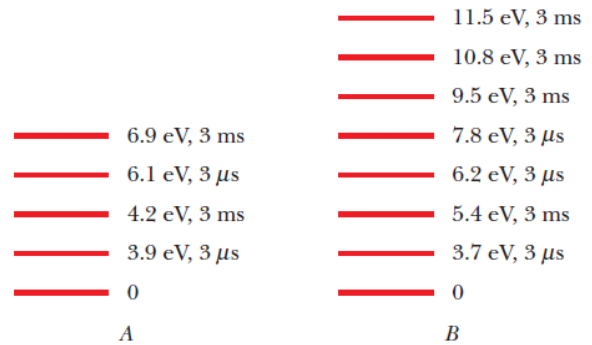


Figura 3. Problema 18.

19. O meio ativo de um laser que produz fótons com um comprimento de onda de 694 nm tem 6 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro. (a) Considere o meio como uma cavidade óptica ressonante semelhante a um tubo de órgão fechado. Quantos nós possui uma onda estacionária ao longo do eixo do laser? (b) Qual teria que ser o aumento Δf da frequência do laser para que a onda estacionária tivesse mais um nó? (c) Mostre que Δf é igual ao inverso do tempo que a luz leva para fazer uma viagem de ida e volta ao longo do eixo do laser. (d) Qual seria o aumento relativo da frequência, $\Delta f/f$? O índice de refração do meio ativo (um cristal de rubi) é 1.75.

Lista 7 - Átomos

1. a)4 b)n = 5 c)±1/2
2. 4,27 10⁻⁵rad/s
3. 0,13m/s
4. a) 15 10⁻²²N b) 2 10⁻⁵
- 5.a) 54,7 graus b)125,3 graus
6. a) 5,78 10⁻⁵eV b)125,3 graus c)2,1cm d)Entre micro-ondas
7. 19,4mT
8. 51mT
9. 44 unidades
10. 66 unidades
11. a) 42 unidades b)45 unidades
12. a)n = 2; l = 0; m_l = 0; m_s = ±1/2 b) n = 2; l = 1; m_l = ±1 e 0; m_s = ±1/2
13. Z = 34: a)4p b)4
Z = 35: a)4p b)5
Z = 36: a)4p b)6
14. a) 35,4pm b) 56,49pm c) 49,64pm
15. a) 5,7KeV b)87pm c) 14,3KeV d)217pm
e) 5,7KeV
16. 7,3 10¹⁵ fótons/s
17. a) 3,6mm b) 5,24 10¹⁷ fóton
18. 3eV
19. a) 3,03 10⁵ nós b) 1,43 10⁹ s⁻¹ d)3,3 10⁻⁶