



FSC 5506 - Estrutura da Matéria I

2a. Lista de exercícios

1. O comprimento de onda de uma certa linha da série de Balmer é 379,1 nm. A que transição corresponde esta linha?
2. Em uma amostra que contém hidrogênio, entre outros elementos, quatro linhas espectrais são observadas no infravermelho com comprimentos de onda de 7460 nm, 4654 nm, 4103 nm e 3741 nm. Qual destas linhas não pertence a nenhuma das séries do espectro de hidrogênio?
3. Uma folha de ouro com 2,0 μm é utilizada para espalhar partículas alfa com energia de 7,0 MeV. Qual a fração das partículas incidentes cujo ângulo de espalhamento é maior que 90° ? (b) Qual a fração cujos ângulos de espalhamento estão compreendidos entre 45° e 75° ? (Para o ouro $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$, $M = 197 \text{ g/mol}$.)
4. Qual é a razão do número de partículas por unidade de área do detector com um ângulo de espalhamento de 10° e com um ângulo de espalhamento de 1° ? (b) Qual é a razão entre o número de partículas com um ângulo de espalhamento de 30° e com um ângulo de espalhamento de 1° .
5. No caso de partículas alfa com uma energia de 7,7 MeV, qual o valor do parâmetro de impacto para que uma das partículas sofra uma deflexão de 2° em uma folha de ouro?
6. Qual a distância de máxima aproximação r_d entre um núcleo de ouro e uma partícula alfa de 5,0 MeV? 7,7 MeV? 12 MeV?
7. Qual a energia necessária para que uma partícula alfa atinja a superfície de um núcleo de Al, cujo raio é de 4 fm?
8. Se uma partícula alfa sofre uma deflexão de $0,01^\circ$ a cada colisão, quantas colisões são necessárias para que o valor *rms* da deflexão seja 10° ? (Use o resultado do problema estatístico da caminhada aleatória unidimensional, segundo o qual o valor *rms* da deflexão é igual ao módulo das deflexões individuais multiplicado pela raiz quadrada do número de deflexões.) Compare este resultado com o número de camadas atômicas em uma folha de ouro com 10^{-6} m de espessura, supondo que a espessura de cada átomo é de 0,1 nm = 10^{-10} m.
9. Se o momento angular da Terra em seu movimento em torno do Sol fosse quantizado como o do átomo de hidrogênio, qual seria o número quântico da Terra? Qual seria a energia liberada em uma transição para o nível de energia imediatamente inferior? Essa energia (emitida possivelmente na forma de onda gravitacional) seria fácil de detectar? Qual seria o raio da nova órbita? (O raio da órbita da Terra é de $1,50 \times 10^{11}$ m.)
10. Em média, um átomo de hidrogênio permanece em um estado excitado cerca de 10^{-8} s antes de sofrer uma transição para um estado de menor energia. Quantas revoluções um elétron no estado $n = 2$ faz em 10^{-8} s?
11. Um múon pode ser capturado por um próton para formar um átomo muônico. O múon é uma partícula idêntica ao elétron, exceto pela massa, que é $106,7 \text{ MeV}/c^2$. (a) Calcule o raio da primeira órbita de Bohr de um átomo muônico. (b) Calcule o valor absoluto da energia no estado fundamental. (c) Qual é o menor comprimento de onda da série de Lyman para este átomo?
12. No átomo de lítio ($Z = 3$), dois elétrons estão na órbita $n = 1$ e o terceiro na órbita $n = 2$.

(Segundo o princípio de Exclusão de Pauli, apenas dois elétrons podem ocupar a órbita $n = 1$). O valor aproximado da energia de interação entre os elétrons internos e o elétron externo pode ser obtido escrevendo-se a energia do elétron externo na forma $E = -Z'^2 (E_1/n^2)$ onde $E_1 = 13,6$ eV, $n = 2$ e Z' é a carga nuclear efetiva, que é menor do que 3 por causa do efeito de blindagem dos dois elétrons internos. Use o valor experimental da energia de ionização do átomo de lítio, 5,39 eV, para calcular Z' .

13. Desenhe em escala um diagrama de níveis de energia para o átomo de hidrogênio, mostrando os níveis correspondentes a $n = 1, 2, 3, 4$ e ∞ . Mostre no diagrama: (a) o limite da série de Lyman; (b) a linha H_{β} ; (c) a transição entre o estado cuja energia de ligação (energia necessária para remover o elétron do átomo) é 1,51 eV e o estado cuja energia de excitação é 10,2 eV; (d) o comprimento de onda limite da série de Paschen.
14. Um átomo de hidrogênio em repouso no laboratório emite a radiação α da série de Lyman. (a) Calcule a energia cinética de recuo do átomo. (b) Que fração da energia de excitação do estado $n = 2$ é transformada em energia de recuo do átomo? (Use a lei de conservação do momento.)
15. Qual é o raio da órbita $n = 1$ do íon C^{5+} ? Qual é a energia do elétron nesta órbita? Qual é o comprimento de onda da radiação emitida pelo C^{5+} na transição α da série de Lyman?
16. O par elétron-pósitron pode formar um sistema semelhante ao átomo de hidrogênio que é denominado positrônio. Calcule (a) as energias dos três primeiros estados e (b) os comprimentos de onda das linhas a e b da série de Lyman do positrônio. (A observação destas linhas é considerada uma "assinatura" da formação do positrônio.)