Efeito fotoeléctrico, Espectros Electrónicos, Modelo de Bohr, Equação de De Broglie, Princípio de Incerteza de Heisenberg, Equação de Schrödinger

1. A energia mínima necessária à remoção de electrões do metal magnésio, ^{12}Mg, é de 738 kJ mol^{-1}.

1.1 Determine a energia cinética de um electrão ejectado da superfície do magnésio se sobre ele incidir radiação electromagnética de frequência ν= 2,63x10^{16}Hz. (101.12 eV)

1.2 Indique, Justificando, o valor lógico da seguinte afirmação:

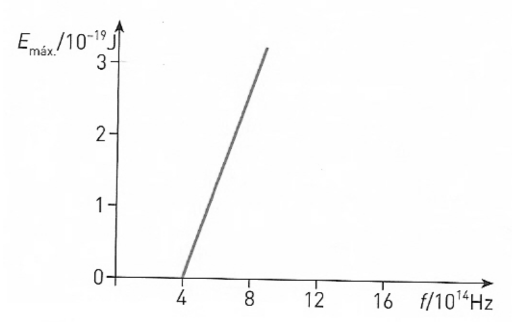
"Quanto maior for a intensidade da radiação incidente num metal, maior será a energia cinética de cada electrão ejectado por efeito fotoeléctrico".

2. Os electrões podem ser emitidos de uma superfície metálica por emissão fotoeléctrica. O gráfico mostra como varia a energia cinética máxima dos fotoelectrões emitidos por um determinado metal, quando nele incide radiação electromagnética com os comprimentos de onda indicados.

2.1 Utilizar o gráfico para calcular a quantidade de energia necessária à remoção do electrão do metal. (2.65 x 10^{-19} J)

2.2 Calcular o comprimento de onda máximo capaz de remover um fotoelectrão. (750 nm)

2.3 Descrever o efeito do aumento de intensidade da radiação incidente.



3. Calcule a energia de um mole de fotões se o comprimento de onda da correspondente radiação é:

3.1 600 nm (199.38 kJ mol^{-1}) **3.2** 200 nm (598.13 kJ mol^{-1}) **3.3** 150 pm (797502.13 kJ mol^{-1}) **3.4** 1 cm (11.96 J mol^{-1})

4. Deduza as equações para o raio da órbita, para a velocidade e para energia do electrão num átomo de hidrogénio, utilizando os postulados de Bohr.

5. A energia correspondente à primeira risca da série de Balmer, no espectro de emissão do átomo de hidrogénio, é 3,03x10^{-19}J. Com base nesta informação, selecione a opção correta.

A. No átomo de hidrogénio, a energia do electrão no nível n=2 é -3,03x10^{-19}J.

B. No átomo de hidrogénio, a energia do electrão no nível n=3 é 3,03x10^{-19}J.

C. No átomo de hidrogénio, a diferença entre a energia do electrão no nível n=2 e a energia no nível n=1 é de -3,03x10^{-19}J.

D. A energia cinética do electrão fora da ação do núcleo do átomo de hidrogénio é de 3,03x10^{-19}J.

E. No átomo de hidrogénio, a diferença entre a energia do electrão no nível n=3 e a energia no nível n=2 é 3,03x10^{-19}J.

6. Observou-se que um átomo emite radiação electromagnética a 100 nm, 125 nm e 500 nm. Considerações teóricas indicam que há apenas dois estados excitados envolvidos.

6.1 Explique porque se observam três riscas.

6.2 Quanto acima do estado fundamental está a energia de cada estado excitado? (1.99×10^{-18} J e 1.59×10^{-18} J)

7. Um átomo de hidrogénio, no estado fundamental foi irradiado com fotões de energia igual a $1{,}75\times10^{-18}$J. A que nível passou o electrão? Justifique.

8. Usando a teoria de Bohr:

8.1 Calcule a energia de ionização de um átomo hidrogénio. (13.61 eV)

8.2 Calcule a energia cinética de um electrão arrancado a um átomo de hidrogénio com luz de comprimento de onda igual a 90 nm. (2.72×10^{-20} J)

9. Considere dois átomos de hidrogénio, A e B. O electrão do primeiro átomo (A) está numa órbita de Bohr correspondente a n=1. O electrão do segundo átomo (B) está na órbita correspondente a n=4.

9.1 Qual dos átomos tem uma configuração electrónica de estado fundamental?

9.2 Em qual dos átomos o electrão se move com maior velocidade?

9.3 Qual das órbitas tem um raio maior?

9.4 Qual dos átomos tem menor energia potencial?

9.5 Qual dos átomos tem maior energia de ionização?

10. Explique, com base na interpretação de Louis de Broglie, o significado do terceiro postulado de Bohr.

11. Com base no modelo de Bohr:

11.1 Calcule a energia libertada quando um átomo de hidrogénio decai do estado com número quântico principal n=3 para o estado com número quântico principal n=2. (3.03×10^{-19} J)

11.2 Calcule a frequência da luz emitida. (4.57×10^{14} Hz)

11.3 Calcule o número de onda da luz emitida. (15242 cm^{-1})

12. Escreva uma expressão para o comprimento de onda da radiação emitida por um ião He^+ quando decai de um estado excitado com n=4 para um estado excitado com n=3. A expressão deve dar o comprimento de onda em função da massa do electrão (m_e) e da sua carga (e), de π e das constantes ε_0 (permissividade do vácuo) e c (velocidade da luz). Calcule o valor numérico do comprimento de onda da radiação emitida em nanometros.

13. Considere o átomo de sódio (Na=11) .

13.1 Calcule a 1ª energia de ionização do átomo de sódio usando o modelo de Bohr (considere que cada electrão do cerne blinda um protão). (2.42×10^{-19} J)

13.2 Calcule a energia de ionização, admitindo que a carga nuclear não é afectada pela presença dos electrões do cerne do átomo. (Se Z = 11, EI = 2.93×10^{-17} J)

13.3 Compare os valores calculados nas alíneas anteriores com o valor experimental (5.14 eV). Calcule o factor de blindagem (α) dado que $Z_{eff}=Z-\alpha N$, em que Z é o número de protões e N o número de electrões do cerne. (0.92)

14. Calcule o comprimento de onda associado:

14.1 A uma bola de pingue-pongue com a massa de 2.0 g ao ser rebatida com uma velocidade de 5.0 ms^{-1}. (6.65×10^{-32} m)

14.2 A um electrão com energia cinética de 10 keV. (1.2×10^{-11} m)

14.3 Comente os resultados obtidos em 14.1 e 14.2.

15. A velocidade de um projétil de massa 1.0 g é conhecida com a aproximação de 1×10^{-6} ms^{-1}. Calcular a incerteza mínima na posição do projétil. (5.27×10^{-26} m)

16. Estimar a incerteza mínima na velocidade de um electrão no átomo de hidrogénio (considere 100 pm o diâmetro do átomo). (~ 576 kms^{-1})

17. Calcular a incerteza mínima na velocidade de uma bola com 500g, que está a uma distância de no mínimo 1.0 μm de um certo ponto. (1.1×10^{-28} $m.s^{-1}$)

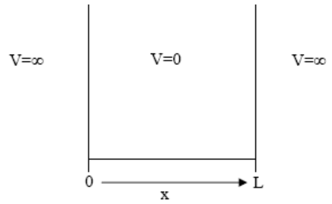
18. Qual a incerteza mínima de um projétil de 5.0 g cuja velocidade está entre 350.00001 ms^{-1} e 350.00000 $m.s^{-1}$? (1×10^{-27} m)

19. Calcule a incerteza no valor da velocidade de um electrão que descreve uma órbita a 1.4×10^{7} $m.s^{-1}$, considerando que a incerteza na posição corresponde ao comprimento de onda do fotão que com ele colide:400 nm. (145 $m.s^{-1}$).

20. Calcule a probabilidade de encontrar uma partícula de massa m numa caixa de potencial unidimensional de comprimento L = a, entre os pontos 0 e a/2. (0.5)

21. Se dividimos em duas partes iguais uma caixa de potencial unidimensional, a probabilidade de encontrar a partícula em cada uma delas é a mesma para quaisquer número quântico n?

22. Considere uma partícula numa caixa unidimensional de tamanho L representada na figura. O potencial (V) nas paredes e fora da caixa é infinito. Dentro da caixa o potencial é zero.



A equação de Schrödinger a uma dimensão relaciona a energia da partícula com as suas propriedades ondulatórias: $\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\psi=0$.

22.1 Verifique se as funções de onda do tipo , $\psi=\sqrt{\frac{2}{L}}sen\frac{n\pi}{L}x$ com n =1,2,3,...,∞ , cumprem as condições fronteira para o sistema.

22.2 Qual o significado físico da função $\psi^2=\frac{2}{L}sen^2\frac{n\pi}{L}x$

22.3 Como a segunda derivada de $\psi=\sqrt{\frac{2}{L}}sen\frac{n\pi}{L}x$ em ordem a x é $\frac{d^2\psi}{dx^2}=-\sqrt{\frac{2}{L}}\frac{n^2\pi^2}{L^2}sen\frac{n\pi}{L}x$ calcule uma expressão para os valores possíveis de energia para a partícula na caixa.

22.4 Qual é o valor da energia da partícula no estado de menor energia?

23. Suponhamos a molécula do hexatriino, molécula linear de comprimento L = 0.73 nm.

23.1 Calcular a energia dos quatro primeiros níveis dum electrão com liberdade de movimento pela molécula. (n = 1 → 1.13×10^{-19}J; n = 2 → 4.52×10^{-19}J; n = 3 → 1.01×10^{-18}J; n = 4 → 1.81×10^{-18}J)

23.2 Calcular a frequência da luz necessária para promover o electrão do terceiro ao quarto nível. (1.19×10^{15})

23.3 Comparar os resultados com o obtido para uma bola de 1g de massa contida numa caixa monodimensional de 10 cm.

24. Verifique em que condições a função de onda Asen(kx) + Bcos(kx) pode ser solução da equação de Shrödinger aplicada a uma partícula numa caixa (uma dimensão e potencial V=0).

24.1 Escreva a função que representa a probabilidade de encontrar a partícula no ponto x.

24.2 Calcule uma expressão para os valores possíveis de energia para a partícula na caixa.

Constantes físicas:

h = 6.626×10^{-34} J.s; q(carga do electrão) = 1.6022×10^{-19} C; m_e = 9.109×10^{-31} kg;

ε_0 = $8{,}85419\times10^{-12}C^2J^{-1}m^{-1}$; c = $2{,}9979\times10^8$ m.s^{-1}; 1J = 6.24151×10^{18} eV; 1 eV = 1.6×10^{-19} J