

Prova 2 – F428 – 2º. Sem. 2010

- Uma espaçonave passa por uma estação espacial se deslocando com velocidade constante ao longo de um eixo x , de modo que num instante $t=t'=0$, uma pessoa na estação está na mesma posição que uma pessoa na espaçonave em relação ao eixo x . A pessoa na estação vê dois flashes de luz: um flash vermelho no instante $t_v=0$ na posição $x_v=2.000\text{ m}$ e um flash azul no instante $t_a=8\mu\text{s}$ na posição $x_a=3.440\text{ m}$. Para a pessoa na espaçonave, os dois flashes acontecem na mesma posição x_{av}' .
- Determine a velocidade da espaçonave em relação à estação espacial.
 - Determine x_{av}' .
 - Determine o instante de tempo t_v' em que a pessoa na espaçonave observa o flash vermelho.
- Um laser emite um feixe de luz com um comprimento de onda de 600 nm e uma potência de $3,2\text{ mW}$. O laser incide numa placa de metal com função trabalho igual a $1,8\text{ eV}$. Considere que a eficiência relativa dos fótons na placa é 1% , isto é, em média um elétron é ejetado para cada 100 fótons que incidem na superfície.
- Quanto fótons são emitidos por unidade de tempo pelo laser?
 - Determine a corrente elétrica produzida pelos elétrons ejetados da placa quando ela é iluminada pelo laser. Considere que todos os elétrons ejetados contribuem para a corrente.
 - Determine o potencial de corte para os elétrons ejetados.
 - Qual seria a corrente produzida pelos elétrons se a placa fosse iluminada por um laser de mesma potência, mas com comprimento de 1200 nm ?
- A figura abaixo representa o diagrama de um poço de potencial com barreiras infinitas em duas dimensões com lados iguais a $L_x=5\text{ nm}$ e $L_y=10\text{ nm}$ que contem 1 elétron num estado excitado. Quando um detector é deslocado ao longo da reta vertical tracejada são observados 4 pontos nos quais a probabilidade de que o elétron seja detectado é máxima. Quando o mesmo detector é deslocado ao longo da reta horizontal tracejada, são observados 2 pontos nos quais a probabilidade de que o elétron seja detectado é máxima. Considere $\hbar^2/m_e=3\text{ eV}\cdot\text{nm}^2$, onde m_e é a massa do elétron.
- Determine a energia deste elétron em meV .
 - Determine a separação ao longo da reta horizontal tracejada, entre os dois pontos nos quais a probabilidade de que o elétron seja detectado é máxima.
 - Determine o comprimento de onda do fóton emitido quando o elétron decai para seu estado fundamental no poço.
- Considere o átomo de sódio (Na) que tem um número atômico $Z=11$.
- Faça um diagrama dos estados eletrônicos e suas ocupações no caso de um átomo de Na neutro no seu estado fundamental. Especifique todos os estados quânticos ocupados por elétrons na segunda camada atômica ($n=2$). Utilize a nomenclatura baseada nos 4 números quânticos: (n, l, m_l, m_s) , para definir cada estado quântico.
 - Os 10 primeiros elétrons do átomo de Na ocupam as duas primeiras camadas atômica ($n=1,2$), formando o que chamamos de caroço (*núcleo + 10 elétrons*) com uma carga efetiva $+e$, onde e é a carga elementar. Uma aproximação comum é considerar que o átomo de Na pode ser descrito pelo caroço com carga $+e$ mais um elétron ligado ao caroço. Estime a energia de ionização (energia necessária para remover o elétron mais fracamente ligado de um átomo neutro) do Na usando este modelo simplificado.
 - Se átomos de Na no estado fundamental forem utilizados para fazer a experiência de Stern-Gerlach (esquema da montagem experimental na figura ao lado) quantas franjas seriam observadas no detector? Justifique a resposta.

- b) $m_l = 0, \pm 1, \dots, \pm l \rightarrow m_l = 0, \pm 1, \pm 2 \Rightarrow 5$ valores possíveis
 c) $m_s = \pm 1/2$ 2 valores possíveis
 d) $2(n^2) = 2(3^2) = 18$

b) a) $\Delta E = 2 \mu_B \Rightarrow \Delta E = \frac{2 \cdot 9,27 \cdot 10^{-24} \cdot 0,5}{1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow \Delta E = 58 \mu\text{eV}$

b) $E = hf \Rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{9,27 \cdot 10^{-24}}{6,63 \cdot 10^{-34}} \Rightarrow f = 1,4 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$

c) $\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{1,4 \cdot 10^{10}} \Rightarrow \lambda = 2,1 \text{ cm}$

d)

21)

	$n=3$
•••••	$n=2$
•••	$n=1$

a) 1º estado excitado \Rightarrow menor quantidade de energia

$$E_0 = 2E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4$$

$$E_0 = 2 \left(\frac{h^2}{8mL^2} \right) (1)^2 + 2 \left(\frac{h^2}{8mL^2} \right) (2)^2 +$$

$$+ \left(\frac{h^2}{8mL^2} \right) (3)^2 + 2 \left(\frac{h^2}{8mL^2} \right) (4)^2$$

$$E_0 = 6 \left(\frac{h^2}{8mL^2} \right)$$

Estado inicial:

$$2E_1 + 4E_2 + 1E_3$$

Resp: 51

62)

Aula de Revisão: (II)

16/05/2011

i) $\Delta x_{\text{car}} = 0$

$$\Delta x_{\text{car}} = (3440 - 2000) \text{ m} \Rightarrow \Delta x_{\text{car}} = 1440 \text{ m}$$

$$\Delta t_{\text{car}} = 8 \mu\text{s}$$

a) $\Delta x'_{\text{car}} = v (\Delta x_{\text{car}} - v \Delta t_{\text{car}})$

$$\Delta x_{\text{car}} = vt$$

$$v = \frac{\Delta x_{\text{car}}}{t} \Rightarrow v = \frac{1440}{8 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow v = 0,6c$$

$$b) \lambda' = ?$$

$$\lambda = 2000 \text{ m}$$

$$v = 0,8c$$

$$\lambda' = \lambda \gamma$$

$$\lambda' = \frac{2000}{\sqrt{1-0,8^2}} \Rightarrow \lambda' = \frac{2000}{0,6}$$

$$\lambda' = 2500 \text{ m}$$

$$c) t' = \gamma \left(t - \frac{v}{c^2} x \right)$$

$$t' = \frac{-1}{0,8} \frac{0,6}{c^2} 2000 \Rightarrow t' = -5 \mu\text{s}$$

$$1) \phi = 1,8 \text{ eV}$$

$$P = 3,2 \text{ mW}$$

$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

$$a) P = RE \Rightarrow R = \frac{P}{E} = \frac{Pc}{h\lambda}$$

$$R = 10^6 \text{ photons/s}$$

$$b) i = \frac{dq}{dt} = \underbrace{ef}_{\text{eficiência}} \cdot R \cdot e = 0,01 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$i = 16 \mu\text{A}$$

$$c) K_{\text{máx}} = E_f - \phi$$

$$K_{\text{máx}} = eV_0 = \underbrace{hf}_{\text{potencial de corte}} - \phi = \frac{hc}{\lambda} - \phi$$

$$eV_0 = \left[\frac{1200}{600} - 1,8 \right] \text{ (eV)}$$

$$V_0 = 0,2 \text{ V}$$

d) mesma potência
comprimento de onda dobrado

$$E' = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1200}{1200} \Rightarrow E' = 1 \text{ eV}$$

Não sai nenhum elétron ($E' < \phi$) $\Rightarrow i = 0$

$$3) L_x = 5 \text{ nm} \quad L_y = 10 \text{ nm}$$

$$\frac{h^2}{m_e} = 3,84 \text{ eV} \cdot \text{nm}^2$$

$$E_{n_x, n_y} = \frac{h^2}{8m_e} \left[\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right]$$

$$a) n_x = 2, \quad n_y = 4$$

$$E_{2,4} = 120 \text{ meV}$$

$$b) p(x) = |\psi(x)|^2 = A^2 \sin^2\left(\frac{n_x \pi x}{L_x}\right)$$

$$\frac{n_x \pi x}{L_x} = \frac{\pi}{2} + m\pi$$

$$\frac{n_x x}{L_x} = m + \frac{1}{2}$$

$$x = \frac{(m + \frac{1}{2}) L_x}{n_x}, \quad m=0, m=1$$

$$x_0 = \frac{1}{2} \frac{L_x}{n_x}$$

$$x_1 = \frac{3}{2} \frac{L_x}{n_x}$$

$$\Delta x = \frac{L_x}{n_x} \Rightarrow \Delta x = \frac{5}{2} \Rightarrow \Delta x = 2,5 \text{ nm}$$

$$c) E_{2,4} - E_{2,1} = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{2,4} - E_{2,1}}$$

$$\lambda = 101,25 \text{ nm}$$

$$4) z=11$$

a) Estados $n=2$:

$$\begin{matrix} (2, 0, 0, \frac{1}{2}) & (2, 1, -1, \frac{1}{2}) & (2, 1, 0, \frac{1}{2}) & (2, 1, 1, \frac{1}{2}) \\ (2, 0, 0, -\frac{1}{2}) & (2, 1, -1, -\frac{1}{2}) & (2, 1, 0, -\frac{1}{2}) & (2, 1, 1, -\frac{1}{2}) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} n=3 & 1 & & & \\ n=2 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ n=1 & 1 & & & \end{matrix}$$

b) "transformar" Na em H.

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \Rightarrow E_{\text{ion}} = -\left(-\frac{13,6}{1^2}\right) \Rightarrow E_{\text{ion}} = 13,6 \text{ eV}$$

$$c) \mu_B = \pm 1/2$$

$$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

$$F = -\frac{\partial U}{\partial B} = -\frac{\partial (-\vec{\mu} \cdot \vec{B})}{\partial B}$$

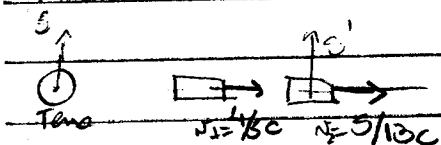
$$F = + \mu_B \cdot \frac{\partial B}{\partial z}$$

2 franjas.

18/05/2022

Aula de Revisão: (III)

$$1) L_0 = 100m \quad v_1 = (4/5)c \quad v_2 = (3/13)c$$



$$L_1 = \frac{L_0}{\gamma_1}, \quad \gamma_1 = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(4/5)^2}} = 1,3$$

$$L_1 = 100 \cdot 0,6 \Rightarrow L_1 = 60m$$

$$v = \frac{u - v_1}{1 - \frac{uv_1}{c^2}}$$

$$u' = ?$$

$$u' = \frac{u - v_1}{1 - \frac{uv_1}{c^2}} = \frac{(4/5) - (3/13)}{1 - (4/5)(3/13)} c = \frac{27}{45} c$$

$$u' = 0,6c$$

$$L' = \frac{L_0}{\gamma'} \quad \gamma' = \frac{1}{\sqrt{1-(0,6)^2}} = 1,25$$

$$L' = 100 \cdot 0,8 \Rightarrow L_0 = 80m$$

$$e) \phi = 2,1 eV \quad V_{fonte} = 0,4V$$

$$h\nu_{max} = eV_{fonte} = 0,4 eV$$