

1º. (a) Como a impureza tem 5 elétrons de valência, 4 são usados em ligações covalentes com átomos vizinhos de silício e o elétron que sobra fica desemparelhado e fracamente ligado, o que representa em um diagram de bandas um nível de energia próximo à banda de condução do semiconductor. Por excitação térmica, esse elétron pode se tornar um elétron livre e portanto esse tipo de dopagem é do tipo “n”. (b) O efeito fotovoltaico representa o processo de absorção de fótons pelo material semiconductor. A energia deste fóton tem de ser maior ou igual à lacuna de energia entre a banda de valência e a banda de condução (band gap). Essa energia adquirida pelo semiconductor é utilizada para produzir pares elétron-buraco (lacuna) e esses elétrons, que se encontram na banda de condução, podem ser usados para gerar corrente elétrica. (c) $E_g = c h / \lambda = 4,91 \times 10^{-19}$ Joule ou 3,07 eV.

2º. (a) Usando a equação de Moseley: $\sqrt{f} = 4,95 \times 10^7 \times (Z - 1) \rightarrow \left(\frac{f_{Co}}{f_{imp}} \right)^{1/2} = \left(\frac{\lambda_{imp}}{\lambda_{Co}} \right)^{1/2} = \frac{(Z_{Co} - 1)}{(Z_{imp} - 1)} \rightarrow Z_{imp} \cong 30$

(b) O experimento de Stern-Gerlach é a demonstração experimental da existência do spin eletrônico. Assim:

$$E_B = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = -\mu_z B \therefore \mu_z = -\frac{e}{m_e} S_z = -\frac{e}{m_e} m_s \hbar = \pm \frac{e\hbar}{2m_e} = \pm \mu_B \rightarrow E_{\pm} = \pm \mu_B B \rightarrow \Delta E = 2\mu_B B = 9,64 \times 10^{-24} \text{ J}$$

(c) $n = 2 \rightarrow l = 0, 1 \rightarrow m_l = 0 (l = 0)$ e $-1, 0, +1 (l = 1)$. Como $L_z = m_l \hbar$, temos que os valores possíveis de L_z são: 0, $-\hbar$, $+\hbar$.

3º. (a)

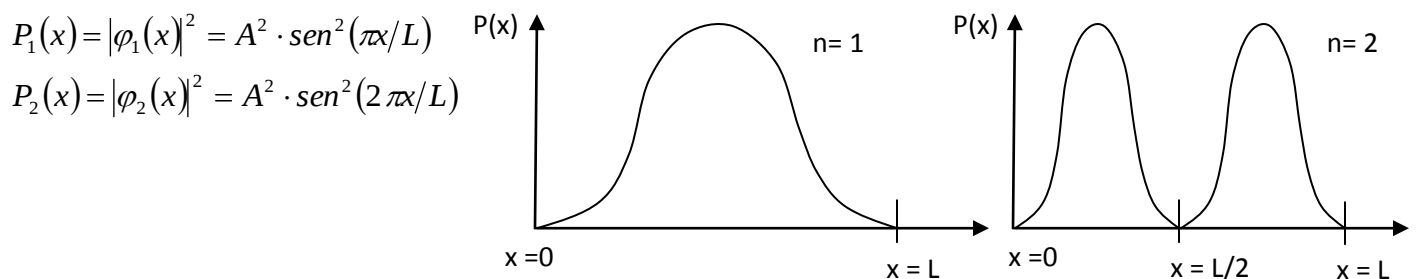
$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + U(x) \right] \varphi(x) = E \varphi(x) \rightarrow \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \right] \varphi_1(x) = E \varphi_1(x) \rightarrow \frac{-\hbar^2 (ik)^2}{2m} \varphi_1(x) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} \varphi_1(x) = E \varphi_1(x)$$

$$\frac{\hbar^2 k^2}{2m} = E \rightarrow k = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}. \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + U \right] \varphi_2(x) = E \varphi_2(x) \rightarrow \frac{-\hbar^2 (k')^2}{2m} \varphi_2(x) = (E - U) \varphi_2(x)$$

$$\frac{\hbar^2 (k')^2}{2m} = U - E \rightarrow k' = \frac{\sqrt{2m(U - E)}}{\hbar}.$$

$P_2(x) = |\varphi_2(x)|^2 = C^2 \exp(-2k'x) + 2CD + D^2 \exp(2k'x)$. Portanto o valor da densidade de probabilidade aumentaria a medida que a partícula penetrasse na barreira, o que não faz sentido. Assim devemos assumir que a amplitude “D” é desprezível.

(b)



$$\int_{L/2-L/8}^{L/2+L/8} P_1(x) dx = A^2 \int_{L/2-L/8}^{L/2+L/8} \sin^2(\pi x/L) dx = \dots = 0,23 A^2 L$$