Lista de exercícios – Dispositivos Fotônicos

1. Aplique o método de separação de variáveis a equação de Schrödinger dependente do tempo. Escreva $\Psi(x,t) = \psi(x)\ \varphi(t)$.
2. Mostre que a solução da parte temporal do exercício 1 é $j(t) = exp(-iw\ t)$.
3. Resolva a equação de Schrödinger independente do tempo para uma partícula confinada num poço infinito de potencial V(x) = 0 para $0 \leq x \leq a$; V(x) = ∞ para x < 0 ou x > a.
4. Considerando que o modelo do exercício 3 pode ser aplicado a um elétron livre num metal, mostre que a largura (em energia) de uma banda neste metal é dada por $DE = E_{max} - E_1 \cong E_{max} = \frac{\hbar^2 p^2}{2ma^2}$. (Considere um metal unidimensional com N íons positivos separados pela distância a).
5. Faça um gráfico da energia dos elétron livres no metal do exercício 4 em função do número de onda angular k. Mostre que os valores extremos possíveis para a primeira banda de energia estão entre $-\pi/a$ e $+\pi/a$.
6. Os elétron livres que se movem no metal unidimensional do exercício 4 na verdade não vêem um potencial constante como o do exercício 3, mas sim um potencial periódico. Esboce um gráfico deste potencial, e também um gráfico que simplifica este potencial complicado para um potencial dado por uma sucessão de poços finitos de potencial. (Este modelo é conhecido como Modelo de Kronig-Penney para elétrons num potencial periódico).
7. Mostre que as autofunções (as soluções da equação de Schröedinger) para o elétron do exercício 6 não têm a forma da onda progressiva da partícula livre $y(x) = A\,exp(ikx)$, mas sim $y(x) = u_k(x)\,exp(ikx)$, onde a função $u_k(x)$ tem a periodicidade da rede. Esse resultado é conhecido como Teorema de Bloch.