Lista 1. Física Quântica

1) Verifique se a função $\Psi(x,t) = \cos(kx - \omega t)$ satisfaz a equação de Schroedinger como expressa abaixo,

$$\alpha \frac{\partial^2 \Psi(x,t)}{\partial x^2} + V(x,t)\Psi(x,t) = \beta \frac{\partial \Psi(x,t)}{\partial t}$$

onde α e β são constantes.

2) Verifique que a equação de Schroedinger é linear em relação à função de onda $\Psi(x,t)$. Dica: Prove que se $\Psi(x,t)_1$ e $\Psi(x,t)_2$ são soluções da equação de Schroedinger, então $\Psi(x,t) = c_1\Psi(x,t)_1 + c_2\Psi(x,t)_2$ também é solução da equação de Schroedinger.

3) A função de onda $\Psi(x,t)$ para o estado de menor energia de um oscilador harmônico simples constituído de uma partícula de massa m sob ação de uma força linear restauradora cuja a constante é C, pode ser expressa com

$$\Psi(x,t) = Ae^{-\left(\sqrt{Cm}/2\hbar\right)x^2} e^{-\left[(i/2)\sqrt{C/m}\right]t}$$

onde a constante real A pode ter qualquer valor. Verifique que essa expressão é uma solução para a equação de Schroedinger com o potencial apropriado. Dica: Considere $V(x,t) = Cx^2/2$

4) Prove que $\Psi^*(x,t)\ \Psi(x,t)$ é necessariamente real.

5) Calcule a densidade de probabilidade para a função de onda $\Psi(x,t)$ para o estado de menor energia de um oscilador harmônico simples constituído de uma partícula de massa m sob ação de uma força linear restauradora cuja a constante é C.

6) Normalize a função de onda $\Psi(x,t)$ para o estado de menor energia de um oscilador harmônico simples constituído de uma partícula de massa m sob ação de uma força linear restauradora cuja a constante é C.

$$\Psi(x,t) = Ae^{-\left(\sqrt{Cm}/2\hbar\right)x^2} e^{-\left[(i/2)\sqrt{C/m}\right]t}$$

onde a constante real A pode ter qualquer valor.

7) Se as funções de onda $\Psi(x,t)_1$, $\Psi(x,t)_2$ e $\Psi(x,t)_3$ são três soluções da equação de Schroedinger para um potencial particular V(x,t), mostre que a combinação linear $\Psi(x,t) = c_1\Psi(x,t)_1 + c_2\Psi(x,t)_2 + c_3\Psi(x,t)_3$ também é solução da equação de Schroedinger.

Referência:
EISBERG, R., RESNICK, R. Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. 4ª ed. ou anteriores. Rio de Janeiro: Campus, 1986.