

Mecânica Quântica I - 2010.1 - IF-UFF - Lista de exercícios n. 2

Ernesto Galvão
(Dated: March 29, 2010)

I. PROBLEMAS DA LISTA:

Ex. 1 (Gaussiana em movimento)

Vamos calcular valores médios da seguinte função :

$$\psi(x, t) = A \exp \left[\frac{-(x - x_0)^2}{4a^2} \right] \exp \left(\frac{ip_0 x}{\hbar} \right) \exp(-i\omega_0 t), \quad (1)$$

onde os comprimentos x_0 e a são constantes, assim como o momento p_0 e a frequência angular ω_0 .

- Ache a constante de normalização A .
- Ache os valores esperados $\langle x \rangle$, $\langle x^2 \rangle$, $\langle p \rangle$, $\langle p^2 \rangle$ e as incertezas σ_x , σ_p . Atenção, não use o princípio de Ehrenfest! Essa função não é solução da eq. de Schrodinger, logo não precisa necessariamente satisfazer esse princípio.

Ex. 2 (Potencial complexo como modelo para decaimento)

Griffiths problema 1.15.

Ex. 3 (Online: usando o applet de sistemas quânticos 1D.)

Use o applet do site <http://www.falstad.com/qm1d/> para visualizar propriedades de uma superposição (veja o próximo exercício). Ao abrir o site acima, um applet automaticamente irá se iniciar mostrando a evolução de um estado quântico num poço infinito. Primeiro reduza a velocidade de simulação (simulation speed) para melhor visualização. Agora clique no botão Clear para limpar a apresentação pré-definida. No menu superior, clique em View e deixe marcadas somente as opções Position, State Phasors, Energy e Expectation Values. Lá em baixo no applet, temos vários círculos que representam os estados estacionários do poço infinito, onde o primeiro da esquerda para a direita na primeira linha representa o primeiro estado estacionário e assim por diante (a seta que roda é a fase). Queremos analisar a evolução da superposição dos estados ψ_2 e ψ_3 .

Clique primeiramente no segundo círculo e note que esse é o segundo estado estacionário. A variação de cor indica a variação de fase durante a evolução do estado e a linha vertical vermelha é o valor esperado da posição nesse caso.

- Esboce o formato desse segundo estado estacionário.

Marque agora também o terceiro círculo para que tenhamos uma superposição dos estados ψ_2 e ψ_3 .

- A linha vertical vermelha indica o valor esperado da posição. Diga o que observa.

Agora clique no menu Measure e em seguida clique em Measure Energy. Isso vai medir a energia do sistema.

- Prepare a mesma superposição de vezes (Clear, clique no segundo e terceiro círculo), medindo a energia em cada vez. Descreva os resultados das dez medidas e o estado após cada medida.

Observação: Você deve ter instalado em seu computador o Java runtime para rodar aplicativos Java no seu navegador. Caso você não possua e seja usuário de Windows, o programa pode ser baixado no link abaixo: <http://www.baixaki.com.br/download/java-runtime.htm>

Ex. 4 (Superposição de dois estados do poço)

Griffiths problema 2.5, com as modificações: troque ψ_1, E_1 por ψ_3, E_3 . Assim o problema fica sendo sobre uma superposição de ψ_2 e ψ_3 .

Ex. 5 (Condição inicial no poço)

Griffiths problema 2.7.

II. OUTROS PROBLEMAS RECOMENDADOS:

Griffiths problemas 1.5, 1.7, 1.14, 2.4, 2.6, 2.38.