

**F689 Mecânica Quântica**  
**Turma B**  
**1º Semestre de 2015**  
**Lista 1**

1. Um critério para se determinar se é um sistema está no limite clássico ou quântico é comparar o comprimento de de Broglie com alguma escala típica. Compare os três casos e diga como este sistema se comporta em relação a cada uma das distâncias típicas: uma janela de um prédio, o núcleo atômico e o tamanho de um átomo.

(A) um grão de poeira de diâmetro de  $1\mu\text{ m}$  e velocidade de  $1\text{mm/s}$ . A massa típica de um grão de poeira é de  $10^{-15}\text{Kg}$ .

(B) o neutron, a partícula fundamental, quando tem velocidades não-relativísticas é chamado de neutron térmico. o neutron tem massa de  $1.6710^{-27}\text{kg}$  e a velocidade igual a energia térmica média corresponde a uma temperatura de  $300\text{K}$  ( $\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}kT$ , onde  $m$  é a massa da partícula e  $k$  é a constante de Boltzmann).

(C) um eletron acelerado a energias relativísticas tem como momento  $p=1\text{ GeV}/c$ .

Resposta:

(A)  $\lambda = 6.6 \times 10^{-16}\text{ m}$

(B)  $\lambda = 1.4 \times \text{Å}$

(C)  $\lambda = 1.2\text{ F}$

2. Griffiths 1.4

No tempo  $t=0$  uma partícula é representada pela função de onda

$$\Psi(x, 0) = \begin{cases} Ax/a & 0 \leq x \leq a \\ A(b-x)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 0 & \text{qualquer outro valor} \end{cases}$$

(A) Normalize a função de onda  $\Psi$ , i. e. , encontre  $A$  em função de  $a$  e  $b$ .

(B) Desenhe  $\Psi(x, 0)$  como função de  $x$ .

(C) Qual é a posição mais provável que a partícula ser encontrada em  $x=0$ ?

(D) Qual é a probabilidade de encontrar a partícula para valores menores de  $x=a$ ? Faça os casos limites  $b=a$  e  $b=2a$  e veja se o resultado tem consistência.

(E) Qual é o valor esperado de  $x$ ?

3. Griffiths 1.5

Considera a função

$$\Psi(x, t) = Ae^{-\lambda|x|}e^{-iwt}$$

onde  $A$ ,  $\lambda$  e  $w$  são constantes reais e positivas.

(A) Normalize a função de onda  $\Psi$ .

(B) Determine o valor esperado de  $x$  e de  $x^2$ .

(C) Encontre o desvio padrão de  $x$ . Faça o gráfico de  $|\Psi|^2$  como função de  $x$  e indique os pontos ( $\langle x \rangle + \sigma$ ,  $\langle x \rangle - \sigma$ ) para ilustrar o sentido que  $\sigma$  representa a incerteza de  $x$ . Qual é a probabilidade de a partícula ser encontrada fora deste intervalo?

4. Seja o poço infinito. Em vez da solução dada na Equação 2.28 do Griffiths, página 32, assuma que a solução é

$$\psi(x) = Ce^{ikx} + D * e^{-ikx}$$

(A) Refaça o problema assumindo esta solução. Ache as energias e as funções de onda deste problema.

5. Griffiths 2.2

Mostre que  $E$  precisa ser maior do que o valor mínimo de  $V(x)$  para cada solução normalizável da equação de Schrodinger independente do tempo. Qual é o análogo clássico deste teorema? Reescreva a Equação 2.5 do Griffiths na forma,

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} = \frac{2m}{\hbar^2} (V(x) - E) \Psi$$

Se  $E < V_{\min}$  então  $\Psi$  e a segunda derivada precisam ter sempre o mesmo sinal, e argumente que tal função não pode ser normalizada.