

Nome:

Entrega facultativa até 01/07 no horário da aula. Os exercícios serão corrigidos, mas não pontuados.

1.) Considere uma função de onda unidimensional no espaço de momentum  $\phi(p)$ , tal que  $\langle x \rangle = x_0$  e  $\langle p \rangle = p_0$ , onde  $x_0$  e  $p_0$  são constantes. Defina uma nova função de onda  $\phi_1(p) = \phi(p) \exp(ipx_1/\hbar)$ , onde  $x_1$  é real.

a) (5) Qual é o valor esperado  $\langle p \rangle$  para a função de onda  $\phi_1(p)$  em termos das grandezas dadas?

b) (10) Qual é o valor esperado  $\langle x \rangle$  para a função de onda  $\phi_1(p)$  em termos das grandezas dadas?

c) (5) Baseado nos seus resultados para a) e b), interprete em uma ou duas sentenças o significado físico do fator  $\exp(ipx_1/\hbar)$  aplicado a função de onda no espaço de momentum.

2.) Em um certo instante de tempo, a parte angular da função de onda de um sistema é dada por:

$$Y(\theta, \phi) = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \sin \theta \sin \phi.$$

a) Quais os possíveis valores de  $L_z$  que poderão ser obtidos em uma medida e com quais probabilidades eles irão ocorrer?

b) Qual é o valor esperado de  $L_x^2 + L_y^2$  para este estado?

c) Qual é o valor de  $\langle L^2 \rangle$  para este estado?

3.) O estado de uma partícula em  $t = 0$  é dado por:

$$\psi(\mathbf{r}, 0) = N \left[ \frac{1}{\sqrt{2}}(x + iy) + z \right] e^{-r^2/\alpha^2}$$

A partícula tem momento magnético  $\mathbf{M} = \gamma \mathbf{L}$  e está sujeita a um campo magnético uniforme e constante  $\mathbf{B} = B_0 \hat{z}$ . A Hamiltoniana é dada por  $H = -\mathbf{M} \cdot \mathbf{B}$ .

a) Encontre a constante de normalização  $N$ . Deixe seu resultado em termos de uma integral radial.

b) Calcule o valor médio de  $L^2$  e  $L_z$ . Mostre que eles independem da parte radial do ítem a).

c) Qual a probabilidade de uma medida de  $L_z$  resultar em  $\hbar$ ?

d) Escreva a evolução temporal  $\psi(\mathbf{r}, t)$ .