



Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
Unidade Acadêmica de Física  
Programa de Pós-Graduação em Física

Candidato (a): \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_, DATA: 09 / 07 / 2014

PROVA SELEÇÃO MESTRADO 2014-2

Instruções

- Esta prova constitui a primeira parte do processo seletivo de ingresso do PPGF. Ela contém problemas de Álgebra Linear, Mecânica Quântica, eletromagnetismo, etc. Todas as questões possuem o mesmo peso de um total de 100%.
- O tempo de duração desta prova é de 04 horas. O tempo mínimo de permanência em sala é de 50 minutos.
- Não é permitido o uso de calculadoras ou quaisquer instrumentos eletrônicos.
- Resolva cada questão nas folhas em anexo sem destacá-las. Não se esqueça de escrever a numeração de cada questão (Q1, Q2,...).

**Blocos de Questões**

Q1- Números complexos: prove as seguintes propriedades da conjunção:

- (a)  $\overline{z + w} = \bar{z} + \bar{w}$ .
- (b)  $\overline{zw} = \bar{z}\bar{w}$ .
- (c) Para todo  $z \neq 0$ ,  $\overline{1/z} = 1/\bar{z}$ .
- (d)  $z\bar{z} = |z|^2$ .

Q2- Relação de comutação entre operadores: considere os seguintes operadores do momentum angular orbital:  $\hat{L}^2 = \hat{L}_x^2 + \hat{L}_y^2 + \hat{L}_z^2$ ,  $\hat{L}_x = \hat{y}\hat{p}_z - \hat{z}\hat{p}_y$ ,  $\hat{L}_y = \hat{x}\hat{p}_z - \hat{z}\hat{p}_x$  e  $\hat{L}_z = \hat{x}\hat{p}_y - \hat{y}\hat{p}_x$ . Demonstre as seguintes relações:

- a)  $[\hat{L}_y, \hat{L}_z] = i\hbar\hat{L}_x$ ;
- b)  $[\hat{L}^2, \hat{L}_z] = 0$ .

Q3- Determine os autovalores e os autovetores (normalizados) associados ao seguinte operador:

$$A = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 1 \\ -1 & 5 & -1 \\ 1 & -1 & 3 \end{bmatrix}$$

Q4- Dadas as seguintes autofunções:

$$\psi_1(x) = \exp(i k x), \psi_2(x) = R \exp(-i k x) e$$

$$\psi_3(x) = T \exp(i k x).$$

Neste caso, R e T são quantidades independentes da variável x.

- a) Calcule as correntes de probabilidades:  $j_1(x)$ ,  $j_2(x)$  e  $j_3(x)$  respectivamente.  
 b) Com respeito ao problema do poço de potencial (Localizado) da mecânica quântica, interprete as razões:  $j_3(x)/j_1(x)$  e  $j_2(x)/j_1(x)$ .

Sugestão: Use as seguintes expressões:

$$J(x, t) = \frac{\hbar}{2im} \left( \psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \psi \right)$$

Q5- Lei de Ampère:

Um segmento de fio de comprimento  $L$  é percorrido por uma corrente  $i$ . (a) Mostre que o campo magnético gerado por este segmento no ponto  $P$ , que está a uma distância perpendicular  $D$  de um dos extremos do fio (veja Fig. 34), é dado por.

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi D} \frac{L}{L^2 + D^2}^{1/2}.$$

(b) Mostre que o campo magnético é nulo no ponto  $Q$ , ao longo da reta que coincide com o fio.

