

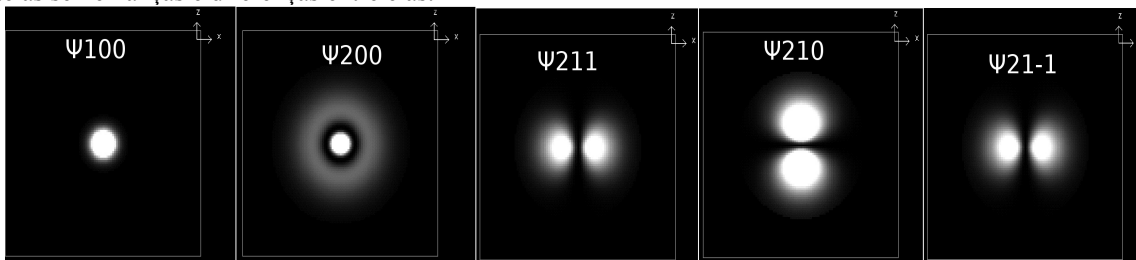
## Lista 6

- Qual será o nível de degenerescência de uma partícula em uma caixa cúbica com energia três vezes superior ao estado fundamental?
  - Qual será a variação percentual de energia ( $\Delta E/E$ ) da partícula na caixa se o comprimento de seus lados decrescerem 10% em cada direção?
  - Ao diminuirmos o tamanho da caixa, a energia da partícula aumenta ou diminui? Como isto pode ser entendido utilizando o princípio da incerteza?
- Uma molécula de nitrogênio está confinada em uma caixa cúbica de volume  $1 \text{ m}^3$ . Se a caixa estiver a temperatura ambiente (300 K), assumamos que a energia da molécula é  $3kT/2$ .

  - Em que nível de energia,  $n$ , está a molécula? Assuma  $n^2 = n_x^2 + n_y^2 + n_z^2$ .
  - Qual a diferença de energia entre dois níveis adjacentes?
  - Este sistema pode ser tratado classicamente? Porquê?
- Explique com palavras ou poucas equações os procedimentos utilizados na resolução da equação de Schrödinger em três dimensões para átomos hidrogenóides. Fale especialmente sobre a motivação para a escolha do sistema de coordenadas.
- Considere as funções de onda para o átomo de hidrogênio dadas abaixo e calcule para cada uma o valor da energia, módulo do momentum angular e a componente z do momentum angular.

  - $\Psi_{100}$ ; b)  $\Psi_{200}$ ; c)  $\Psi_{211}$ ; d)  $\Psi_{210}$ ; e)  $\Psi_{21-1}$ ; f)  $\Psi_{300}$ ; g)  $\Psi_{322}$ ; h)  $\Psi_{320}$ ;
- Utilize a expressão para a densidade de probabilidade radial e calcule a distância mais provável entre o elétron e o núcleo no átomo de hidrogênio se ele estiver:

  - No estado fundamental
  - Em um estado excitado com  $n = 2$  e  $l = 1$
- Mostre que o valor esperado do raio do elétron no estado fundamental do Hidrogênio é igual à  $1,5 a_0$  ( $a_0$  é o raio de Bohr). Como você compatibiliza este resultado com o cálculo anterior da distância mais provável do elétron para este mesmo estado?
- Determine a probabilidade de encontrar o elétron em um intervalo  $\Delta r = 0,02 a_0$  com centro em a)  $r = a_0$  e b)  $r = 2 a_0$  para o estado  $n = 2, l = 0$  e  $m = 0$  do átomo de hidrogênio. Lembre que para estes cálculos, você pode obter uma resposta aproximada, mas com boa precisão, sem resolver as integrais.
- Qual é a probabilidade de encontrar o elétron no átomo de hidrogênio (no estado fundamental): a) dentro do volume ocupado pelo núcleo (próton)? b) dentro da região limitada por  $r = a_0$ .
- Interprete qualitativamente as figuras abaixo relativas ao átomo de hidrogênio. Em especial diga o que elas representam e interprete as semelhanças e diferenças entre elas.



- Um átomo de hidrogênio está em um estado com  $n=4, l=1$  e  $m=1$ . a) Se este átomo emitir um fóton, quais serão seus estados mais prováveis após a emissão deste fóton? b) Qual o número mínimo de transições necessárias para que ele chegue no estado fundamental?
- Explique porquê o cálculo do elemento de matriz visto em aula é usado para estimar o tempo de vida de um estado excitado em um átomo de hidrogênio. Este tempo de vida médio dos estados excitados no átomo de H pode ser alterado?
- Explique o que são os seguintes conceitos relacionados à emissão de radiação por átomos: a) Emissão espontânea de radiação; b) Emissão estimulada de radiação; c) Estado metaestável; d) inversão de população em um LASER.