Terceira avaliação do curso
Física moderna I – IF diurno 2º sem. 2020.

Professor Tiago Fiorini

9 de dezembro de 2020

Questão 1 (1,5 pontos) – Dadas as energias dos estados do oscilador harmônico quântico como $E=(n+1/2)\hbar\omega$, calcule:

(a) o valor de $\Delta E_n/E_n$ **(0,5 ponto)**.

(b) faça $n \rightarrow \infty$ na expressão do item (a) e ache o limite para n grande **(0,5 ponto)**.

(c) o que o limite encontrado no item (b) significa? **(0,5 ponto)**

Questão 2 (1,0 pontos) – Considere a função de onda no primeiro estado excitado do oscilador harmônico (n = 1) $\psi_1 = A\,x\,e^{-a x^2/2}$ com $a=m\omega/\hbar$. Substitua a função ψ_1 diretamente na equação de Schrödinger independente do tempo e encontre a energia do primeiro estado excitado **(1,0 ponto)**.

Questão 3 (1,5 pontos) – Considere um elétron que esteja preso no potencial de um átomo de hidrogênio, que se encontre no estado 6f.

(a) calcule a energia do elétron **(0,5 ponto)**.

(b) calcule o módulo de L e todos os valores possíveis de L_z em unidades de $\hbar$ **(0,5 ponto)**.

(c) desenhe um diagrama vetorial que mostre as possíveis orientações do vetor momento angular **(0,5 ponto)**.

Questão 4 (1,5 pontos) – (a) Qual a probabilidade de um elétron no estado 1s de um átomo de hidrogênio ser encontrado a uma distância maior que o raio de Bohr? <u>*Dica:*</u> use a integral $\int x^2 e^{bx}\,dx = \frac{e^{bx}}{b^3}\left[(bx)^2 - 2(bx) + 2\right]$ **(1,0 ponto)**.

(b) E qual a probabilidade dele ser encontrado em regiões internas ao núcleo, que tem raio de 10^{-15} m? <u>*Dica:*</u> para este item, considere $e^{-2r/a_0} \approx 1$ em todo o intervalo de integração, uma vez que $r \ll a_0$ **(0,5 ponto)**.

Questão 5 (2,5 pontos) – Um elétron de massa μ se move apenas no plano XY e submetido à um potencial do tipo $V(r)=-K/r$.

(a) Use a equação de Schrödinger independente do tempo em coordenadas esféricas e imponha a condição $\frac{\partial \psi}{\partial \theta}=0$, para encontrar as equações diferenciais desacopladas para as componentes radial e angular de uma função de onda do tipo $\psi(r,\phi)=R(r)\cdot g(\phi)$ **(1,0 ponto)**.

(b) Que tipo de solução se obtém para $g(\phi)$? _Dica:_ consulte a demonstração para o átomo de hidrogênio feita em aula! **(0,5 ponto)**.

(c) Use a equação diferencial para a parte radial e imponha a condição $\frac{\partial \psi}{\partial r}=0$ para demonstrar que a energia cinética do elétron nessas condições é quantizada. **(0,5 ponto)**.

(d) Como esse resultado se compara com o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio? E o que isso significa? **(0,5 ponto)**.

Questão 6 – Verdadeiro ou falso? Indique se as afirmações a seguir são verdadeiras ou falsas, e justifique a sua resposta com sentenças curtas. **(0,5 ponto cada item)**

V | F	**A radiação de corpo negro é gerada por osciladores harmônicos**
Justificativa	
V | F	**Elétrons podem ocupar o estado 2d em um átomo de hidrogênio**
Justificativa	
V | F	**Estados degenerados são aqueles com os mesmos números quânticos mas com energias diferentes**
Justificativa	
V | F	**O modelo do átomo de hidrogênio na teoria de Schrödinger prevê um quantização do momento angular idêntica à do modelo de Bohr**
Justificativa	