

Lista de exercícios – Aula 5

Física moderna I – 2020

Prof. Tiago Fiorini da Silva

1 – O acelerador de elétrons de 50-GeV (isto é, 50×10^9 eV) da Universidade de Stanford fornece um feixe de elétrons com comprimentos de onda muito pequenos, adequados para investigação de detalhes da estrutura nuclear por meio de experiências de espalhamento. Qual é esse comprimento de onda e como ele se compara com o tamanho de um núcleo médio? (Sugestão: nestas energias é mais simples usar a relação relativística extrema entre momento e energia $p=E/c$. Esta é a mesma relação usada para fótons, e é justificada quando a energia cinética de uma partícula é muito maior do que sua energia de repouso m_0c^2 , como o é neste caso).

2 – Inicialmente, de Broglie aplicou seu postulado aos fótons, imaginando que tivessem uma massa pequena mas diferente de zero. Ele supôs que as ondas de radiofrequência, com $\lambda = 30$ m, viajavam com uma velocidade igual a pelo menos 99% da velocidade da luz visível, para a qual $\lambda = 500$ nm. Partindo da expressão relativística $h\nu = \gamma mc^2$, na qual $\gamma = (1 - V^2/c^2)^{-1/2}$, verifique a conclusão do cientista de que o limite superior para a massa de repouso do fóton é 10^{-44} g. (Sugestão: Encontre uma expressão para V/c em função de $h\nu$ e mc^2 e suponha que $mc^2 \ll h\nu$.)

3 – Em média, um átomo de hidrogênio permanece em um estado excitado cerca de 10^{-8} s antes de sofrer uma transição para um estado de menor energia. Quantas revoluções um elétron no estado $n = 2$ descreve em 10^{-8} s?

4 – Segundo o modelo de Bohr, a energia do elétron no átomo de hidrogênio pode assumir valores $E_n = -E_0/n^2$. Usando o quarto postulado de Bohr, demonstre a fórmula de Rydberg.

5 – Desenhe em escala um diagrama de níveis de energia para o átomo de hidrogênio, mostrando os níveis correspondentes a $n = 1, 2, 3, 4$ e ∞ . Mostre no diagrama: (a) o limite da série de Lyman; (b) a linha H_β ; (c) a transição entre o estado cuja energia de ligação (energia necessária para remover o elétron do átomo) é 1,51 eV e o estado cuja energia de excitação é 10,2 eV; (d) o comprimento de onda limite da série de Paschen.

6 – Um átomo de hidrogênio em repouso no laboratório emite a radiação α da série de Lyman. (a) Calcule a energia cinética de recuo do átomo. (b) Que fração da energia de excitação do estado $n = 2$ é transformada em energia de recuo do átomo? (Sugestão: Use a lei de conservação do momento.)

7 – Demonstre a regra de quantização de Wilson-Sommerfeld para o oscilador harmônico resulta na expressão de quantização de energia obtida por Max Plank.

8 – Mostre que aplicando a regra de quantização de Wilson-Sommerfeld para o momento angular, chega-se à expressão de quantização de momento angular adotada por Bohr em seu modelo atômico.