

F107 Física para Biologia
Turma B
1º Semestre de 2018
Prova 2 e Gabarito

Nome:

RA:

Assinatura :

Dados:

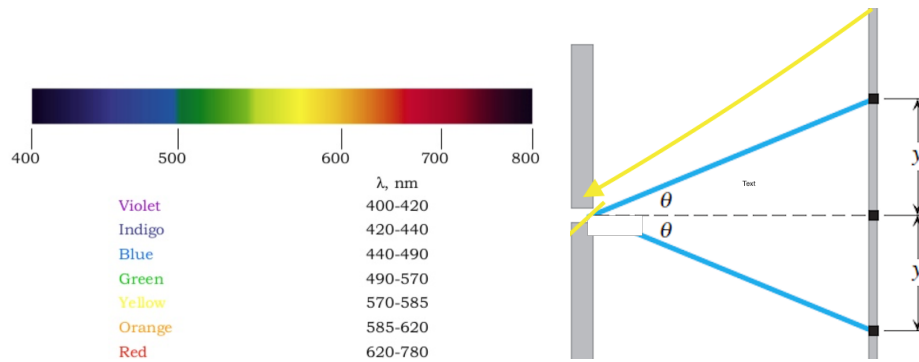


Figura 1: Esquerda: Espectro eletromagnético na região do visível. Direita: Geometria de dupla fenda, sendo L a distância entre o anteparo e a dupla fenda temos que $y \sim L \sin \theta$.

$$d \sin \theta = n\lambda \quad (\text{maximos})$$

$$d \sin \theta = (n + 1/2)\lambda \quad (\text{minimos})$$

Quando $\sin \theta < 0.1$ temos que

$$\sin \theta \sim \theta$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

onde a constante de Planck $h = 6,64 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ Kg/s}$.

$$m_{\text{eletron}} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg} \quad m_{\text{muon}} = 1,8 \times 10^{-28} \text{ Kg}$$

1. (2,8 pontos) No experimento de Young, onde uma mistura de luz laranja ($\lambda = 611 \text{ nm}$) e luz azul ($\lambda = 471 \text{ nm}$) passam por uma fenda dupla que tem a separação entre as duas fendas é de $d = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$. O primeiro máximo luminoso da luz azul, fora do máximo central, estão localizados na parte mais afastada do centro de um anteparo. O anteparo (que tem um tamanho l_1), está centralizado no ponto mediano entre as dupla fenda. O anteparo está localizado a uma distância $L = 0.5 \text{ m}$ após a fenda. O primeiro máximo luminoso da luz laranja não aparece no anteparo, pois é maior do que o tamanho do anteparo.

(a) (0,4 pontos) Descreva qual fenômeno está ocorrendo com a luz e faça uma representação da situação descrita acima.

Resposta

Ocorre difração e após interferência.

(b) (1,2 pontos) Calcule o ângulo θ da separação entre o ponto central e o primeiro máximo para a luz azul e para a luz laranja.

Resposta: A fórmula a usar é $d \sin \theta = n\lambda$.

Colocando o comprimento de onda da luz azul, $\lambda_{\text{azul}} = 471 \text{ nm}$ temos que para o primeiro máximo temos que

$$\sin \theta_{\text{azul}} = \frac{\lambda_{\text{azul}}}{d} = \frac{471 \times 10^{-9} \text{ m}}{5 \times 10^{-6}} = 0,094 \quad \theta_{\text{azul}} \sim 0,094 \text{ rad} \quad \theta_{\text{azul}} \sim 5,4^\circ$$

. Para a cor laranja temos

$$\sin \theta_{\text{laranja}} = \frac{\lambda_{\text{laranja}}}{d} = \frac{611 \times 10^{-9} \text{ m}}{5 \times 10^{-6}} = 0,122 \quad \theta_{\text{laranja}} \sim 0,122 \text{ rad} \quad \theta_{\text{laranja}} = 7,0^\circ$$

(c) (0,4 pontos) Explique o porquê que o primeiro máximo luminoso da luz laranja estar fora do anteparo?

Resposta

A cor laranja está mais afastada do centro do que a cor azul, $\theta_{\text{laranja}} > \theta_{\text{azul}}$. Conforme foi dito acima, o primeiro máximo da cor azul está no extremo do anteparo. Então por isto não podemos ver quaisquer dos máximos da cor laranja.

(d) (0,8 pontos) Se pudessemos mover o anteparo, para mais próximo ou mais longe das dupla fenda, o que faria que o primeiro máximo luminoso da luz laranja fica agora dentro região do anteparo? Quanto precisaríamos mover-lo?

Resposta

Conforme foi dito acima, o primeiro máximo da cor azul está no extremo do anteparo, então podemos relacionar o tamanho do anteparo com o ângulo que a luz tem o seu primeiro máximo. Usando a Figura 1 temos que

$$\tan \theta_{\text{azul}} = \frac{y}{L} = \frac{(l_1/2)}{L} \sim \sin \theta_{\text{azul}} \quad \frac{l_1}{2} = L \sin \theta_{\text{azul}} = 0,5 \times 0,094 = 0,047$$

onde L é a distância da dupla fenda do anteparo, y é a metade do tamanho do anteparo, e l_1 é o tamanho do anteparo. Para que a cor laranja fica dentro do anteparo de comprimento $l_1 = 0,094$ m temos que

$$\tan \theta_{\text{laranja}} = \frac{(l_1/2)}{L'} \sim \sin \theta_{\text{laranja}} \quad L' = \frac{(l_1/2)}{\sin \theta_{\text{laranja}}} = \frac{0,047}{0,122} \sim 0,385 \text{ m}$$

então você deverá aproximar o anteparo da dupla fenda.

2. (2,0 pontos) A série de Lyman é dada por

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\text{H}}^{\text{eltron}} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1)$$

onde $R_{\text{H}}^{\text{eltron}} \equiv 1,097 \times 10^7 \text{m}^{-1}$ é a constante de Rydberg para elétrons. Aqui temos que $n \geq 2$ sempre.

(a) (1,0 pontos) Quando um elétron faz a transição do estado $n=2$ para o estado mais baixo emite um fóton. Qual o comprimento de onda e qual a energia deste fóton? Em qual parte do espectro eletromagnético está este fóton?

Resposta

Foi dito que $n=2$, e portanto substituindo temos que

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{3}{4} \right) \\ \lambda &= \frac{4/3}{1,097 \times 10^7} = 1,5 \times 10^{-7} \text{ m} = 150 \text{ nm} \end{aligned}$$

A energia é dada por

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} (3 \times 10^8)}{1,5 \times 10^{-7}} = 13,32 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{13,32}{1,6} (1,6 \times 10^{-19} \text{ J}) = 8,3 \text{ eV}$$

Olhando a Figura 3 vemos que $\lambda = 1,5 \times 10^{-7} \text{ m}$ corresponde ao ultravioleta.

(b) (1,0 pontos) Imagine agora que o elétron é trocado por um múon, que tem as mesmas características do elétron, mas tem a constante da Eq. (1) é diferente e é dada por $R_{\text{H}}^{\text{muon}} = 2,194 \times 10^9 \text{m}^{-1}$, ou em outras palavras $R_{\text{H}}^{\text{muon}} = 200 R_{\text{H}}^{\text{eltron}}$. Assuma a mesma transição, do estado $n=2$ para o estado mais baixo o qual emite um fóton com outro comprimento de onda. Qual o comprimento de onda e qual parte do espectro eletromagnético está este fóton?

Resposta

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= 2,194 \times 10^9 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 2,194 \times 10^9 \left(\frac{3}{4} \right) \\ \lambda &= \frac{4/3}{2,194 \times 10^9} = 61 \times 10^{-10} \text{ m} = 61 \text{ nm} \end{aligned}$$

Olhando na Figura 3 vemos que $\lambda = 61 \times 10^{-10}$ m corresponde ao raio X.

3. (3,6 pontos) Num experimento de Young com dupla fenda com elétrons, temos que o elétron aparece num anteparo localizado após as dupla fenda com pontos de máxima intensidade e mínima intensidade.

(a) (0,4 pontos) Qual fenômeno está ocorrendo com os elétrons?

Resposta

Está ocorrendo difração e posteriormente interferência entre os elétrons.

(b) (1,0 pontos) Num primeiro momento todos os elétrons tem uma velocidade de $v = 1,33 \times 10^7$ m/s, e o primeiro máximo está localizado num ângulo de $\theta = 1,6 \times 10^{-4}$ graus. Qual é o comprimento de onda destes elétrons?

Resposta

Dado estes dados, os pontos de máxima intensidade corresponde de interferência construtiva dos elétrons. O comprimento de onda dos elétrons é dado por

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,64 \times 10^{-34}}{9,1 \times 10^{-31}(1,33 \times 10^7)} = 0,55 \times 10^{-10} \text{ m} = 0,05 \text{ nm}$$

(c) (1,2 pontos) Assumindo as mesmas condições do item (b), qual é a separação entre as dupla fenda?

Resposta

O eletron passou por um dupla fenda e teve o primeiro máximo dado por $\theta = 1,6 \times 10^{-4}$ graus. Aqui houve um erro de digitação e deveria ser $\theta = 1,6 \times 10^{-4}$ rad. Eu aceitei as duas respostas. Asumindo $\theta = 1,6 \times 10^{-4}$ rad

$$d \sin \theta = n\lambda = d \sin (1,6 \times 10^{-4}) = (1)5,5 \times 10^{-11}$$

$$d = \frac{5,5 \times 10^{-11}}{\sin (1,6 \times 10^{-4})} = 0,3 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Assumindo $\theta = 1,6 \times 10^{-4}$ graus.

$$d \sin \theta = n\lambda = d \sin \left(\frac{\pi * 1,6 \times 10^{-4}}{180} \right) = (1)5,5 \times 10^{-11}$$

$$d = \frac{5,5 \times 10^{-11}}{2,8 \times 10^{-6}} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

(d) (1,0 pontos) Se agora, o primeiro máximo está localizado num ângulo de $\theta = 4,0 \times 10^{-4}$ qual é a velocidade do elétron?

Resposta

Neste caso se pede o reverso a velocidade do eletron, que tem um padrão de máximo a um ângulo diferente. O ângulo é diretamente dependent do comprimento de onda, então isto significa que o comprimento de onda mudou e portanto a velocidade do eletron. Assumindo ser a mesma dupla fenda, então $d = 3,0 \times 10^{-7}$ m ($d = 2,4 \times 10^{-5}$ m) e então temos que

$$\lambda = d \sin \theta = (3,0 \times 10^{-7}) \sin(4,0 \times 10^{-4}) = 1,2 \times 10^{-10} \text{ m}$$
$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6,64 \times 10^{-34}}{(9,1 \times 10^{-31})(1,2 \times 10^{-10})} = 6 \times 10^6 \text{ m/s}$$

4. (1,6 pontos) Questões de falso e verdadeiro. Diga se as afirmações são verdadeiras ou falsas.

(a) (0,4 pontos) Seja o lado esquerdo da Figura 2. Se a dupla fenda com separação d_1 tem o primeiro máximo lateral num ângulo θ_1 e se a dupla fenda com separação d_2 tem o primeiro máximo lateral num ângulo θ_2 . Então temos que $\theta_1 > \theta_2$ e o portanto o primeiro máximo se afasta do máximo central.

Resposta

Falso.

(b) (0,4 pontos) Seja o lado direito da Figura 2. Quando temos uma luz incidindo com comprimento de onda λ_1 o primeiro máximo está no ângulo θ_1 . Se temos um luz incidindo com comprimento de onda λ_2 então temos $\theta_2 > \theta_1$ e o portanto o primeiro máximo se afasta do máximo central.

Resposta

Verdadeiro.

(c) (0,4 pontos) O modelo de Bohr para o átomo assume que o elétron fica em órbitas discretas, sendo que o raio da segunda órbita é o dobro do raio da primeira órbita.

Resposta

Verdadeiro.

(d) (0,4 pontos) Num experimento de efeito fotoeleétrico, se um feixe de luz verde produz uma fotocorrente. Se um feixe de luz azul com a mesma intensidade for usado: a fotocorrente será maior. O espectro eletromagnético é mostrado na Figura 1.

Resposta

Verdadeiro.

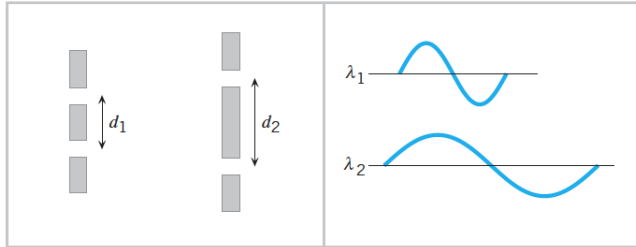


Figura 2: Difração para diferentes separações entre as fendas e diferentes comprimentos de onda.

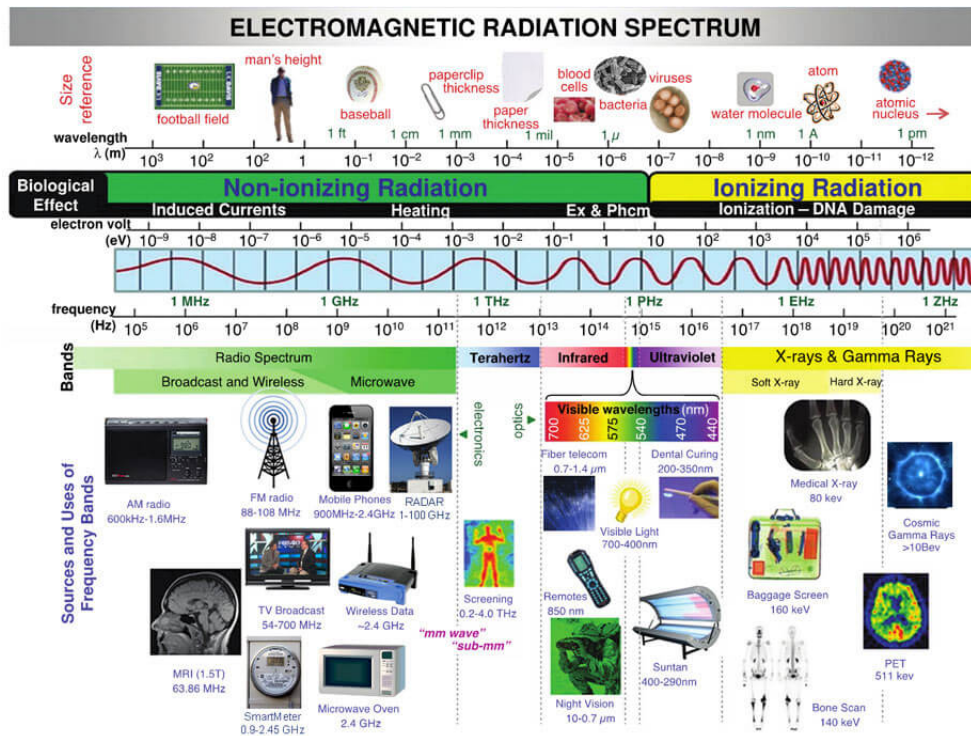


Figura 3: Espectro eletromagnético.