

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 1º. semestre de 2012

14/abril/2012 14:15~16:15

ALUNO _____

TURMA _____ PROF. _____

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

1. (3,0 pt) Um raio de luz é uma mistura de luz polarizada e não polarizada. Quando o raio é enviado através de uma lâmina polarizadora, observa-se que a intensidade transmitida pode variar de um fator de cinco, dependendo da orientação da lâmina polarizadora. Determine a razão entre as intensidades dessas duas componentes do raio incidente.

$$R: I = I_p + I_{np},$$

Depois de através de uma lâmina,

$$I_{\max} = I_{p_{\max}} + I_{np_{\max}}; \quad I_{\min} = I_{p_{\min}} + I_{np_{\min}};$$

$$I_{p_{\max}} = I_p, \quad I_{p_{\min}} = 0, \quad I_{np_{\max}} = I_{np_{\min}} = I_{np}/2.$$

$$I_{\max} = 5 I_{\min}, \quad \text{então, } I_p + I_{np}/2 = 5(0 + I_{np}/2)$$

$$I_p = 2I_{np},$$

$$I_p/I_{np} = 2$$

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 1º. semestre de 2012,

14/abril/2012 14:15~16:15

ALUNO _____

TURMA _____ PROF. _____

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

2. (4,0 pt) (a) Quantas franjas completas surgem dentro da envoltória central de um padrão de difração de fenda dupla se a fonte de luz monocromática que origina o padrão tem um comprimento de onda $\lambda = 557$ nm, estando as fendas de abertura $a = 0,030$ mm separadas por uma distância $d = 0,150$ mm. (b) Qual é a razão entre as intensidades da terceira franja a partir do centro e a franja central? (c) Suponha que todo o experimento seja realizado dentro d'água ($n = 1,33$), você esperaria alguma mudança na resposta do item (a)? Justifique.

R: (a) posição de primeiro mínimo de difração:

$$a \cdot \text{sen } \theta_1 = m \cdot \lambda, m=1 \quad \theta_1 = \arcsen(\lambda/a)$$

Dentro da envoltória central para interferência:

$$d \cdot \text{sen } \theta = m \cdot \lambda, \quad \theta = \arcsen(m\lambda/d), \quad m = 0, \pm 1, \dots$$

então: $-\theta_1 < \theta < \theta_1, \quad -\arcsen(\lambda/a) < \arcsen(m\lambda/d) < \arcsen(\lambda/a),$

$-\lambda/a < m\lambda/d < \lambda/a$ (porque $\theta < \pi/2$), $-d/a < m < d/a, \quad -5 < m < 5$. Quando $m = \pm 5$, a franja não é completa, então $m = 0, \pm 1, \dots, \pm 4$, tem 9 franjas completas dentro da envoltória central.

(Podem calcular o ângulo)

(b) para terceira franja, $m = 3$.

$$d \cdot \text{sen } \theta = 3 \cdot \lambda, \quad \text{sen } \theta = 3 \cdot \lambda/d;$$

$$\text{ou } \theta = \arcsen(m\lambda/d) = \arcsen(3\lambda/d) = 0,0111 \text{ rad} = 0,64^\circ$$

A intensidade para difração na posição é:

$$I_\theta = I_m \left(\frac{\text{sen } \alpha}{\alpha} \right)^2, \quad \alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \text{sen } \theta;$$

$$\alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \text{sen } \theta = 3\pi a/d, \quad \frac{I_\theta}{I_m} = \left(\frac{\text{sen } \alpha}{\alpha} \right)^2 = \left(\frac{\text{sen}(\frac{3\pi a}{d})}{3\pi a/d} \right)^2 = 0,255$$

(c) Não vai ter diferença. Porque dentro d'água, diferença de caminho de luz é $nd \cdot \text{sen } \theta$ ou $na \cdot \text{sen } \theta$. No final, $-\lambda/(na) < m\lambda/(nd) < \lambda/(na)$ é igual $-\lambda/a < m\lambda/d < \lambda/a$.

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

1ª. Prova – 1º. semestre de 2012,

14/abril/2012 14:15~16:15

ALUNO _____

TURMA _____ PROF. _____

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

3. (3,0 pt) Em uma colisão de alta energia de uma partícula primária de raios cósmicos próximos ao topo da atmosfera da Terra, 120 km acima do nível do mar, um pión é criado com uma energia total de 135,0 GeV, viajando verticalmente para baixo. No seu referencial próprio esse pión se desintegra 35 ns após sua criação. A que altitude acima do nível do mar a desintegração ocorre? A energia em repouso de um pión é de 139,6 MeV.

$$R: E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \text{ então } v = \sqrt{1 - \left(\frac{E_0}{E}\right)^2} \cdot c = 0,999999c$$

No seu referencial próprio, $v = 0$, então $t_0 = 35$ ns.

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0, \quad \gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}; \quad \beta = \frac{u}{c}$$

$$\gamma = 967, \quad (\gamma = E/E_0)$$

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0 = 967 * 35 \text{ ns} = 33,8 \mu\text{s}$$

$$s = v \Delta t = 0,999999c * 33,8 * 10^{-6} = 10 \text{ km.}$$

Então altitude é 120-10=110 km.

Formulário

$$\vec{E} = -c \cdot \hat{k} \times \vec{B}; \quad c = \frac{\omega}{k}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f; \quad \vec{S} = \left(\frac{1}{\mu_0}\right) \vec{E} \times \vec{B};$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}; \quad 1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}, \quad 1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$$

$$\text{massa do elétron: } m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg},$$

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}. \quad h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, \quad 1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}, \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{sen}(2\theta) = 2\text{sen}(\theta) \cdot \text{cos}(\theta);$$

$$I(\theta) = I_0 \text{cos}^2(\theta); \quad \text{tg}(\theta_B) = n; \quad n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2;$$

$$d \cdot \text{sen}\theta = m \cdot \lambda; \quad d \cdot \text{sen}\theta = (m + 1/2) \cdot \lambda; \quad \Delta_b - \Delta_a = m \cdot \lambda; \quad \Delta_b - \Delta_a = (m + 1/2) \cdot \lambda;$$

$$\Delta_a = \lambda/2 \text{ ou } 0; \quad \Delta_b = 2nL + \lambda/2 \text{ ou } 2nl; \quad a \cdot \text{sen}\theta = m \cdot \lambda; \quad a \cdot \text{sen}\theta = 1,22 \cdot \lambda;$$

$$I_\theta = I_m \text{cos}^2\beta, \quad \beta = \left(\frac{\pi d \cdot \text{sen}\theta}{\lambda}\right); \quad I_\theta = I_m \left(\frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right)^2, \quad \alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \text{sen}\theta;$$

$$I_\theta = I_m \text{cos}^2\beta \left(\frac{\text{sen}\alpha}{\alpha}\right)^2;$$

$$D = \Delta\theta / \Delta\lambda = m / (d \cdot \text{cos}\theta); \quad R = \lambda / \Delta\lambda = Nm;$$

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc} (1 - \text{cos}\phi), \quad E = hf, \quad P = h/\lambda,$$

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar, \quad \Delta p_y \cdot \Delta y \geq \hbar,$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left[\frac{\partial^2 \varphi(x,y,z)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi(x,y,z)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi(x,y,z)}{\partial z^2} \right] + U(x,y,z) \varphi(x,y,z) = E \cdot \varphi(x,y,z),$$

$$N_i(t) + N_f(t) = N_0; \quad N_i(t) = N_0 \exp(-\lambda t); \quad t_{1/2} = \ln(2)/\lambda;$$

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0; \quad \Delta L = \Delta L_0 / \gamma;$$

$$\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}; \quad \beta = \frac{u}{c}; \quad v'_x = \frac{v_x - u}{1 - \frac{v_x u}{c^2}}; \quad v'_{y,z} = \frac{v_{y,z}}{\left[\gamma \left(1 - \frac{v_x u}{c^2} \right) \right]};$$

$$\vec{P} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}; \quad K = E - E_0; \quad E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \sqrt{E_0^2 + P^2 c^2};$$

$$E_0 = mc^2; \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$$

$$E_n = -13,60 \text{ eV}/n^2$$