



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

2ª. Prova – 2º. semestre de 2010 (Prova B1-B2)

ALUNO _____

TURMA ____ PROF. _____

NOTA DA
PROVA

--

Todas as respostas devem ter justificativas ou cálculos.

1º.) Uma rede de difração apresenta as seguintes características fornecidas pelo fabricante:

N	d (nm)	θ (graus)	D (graus/nm)	R
10000	2540	13,4	23,2	10000

A partir dos dados da tabela acima, responda:

- (a) Qual é o tamanho (comprimento) da rede **(0,5 pt)**;
- (b) Qual é a ordem da difração a que se refere os dados fornecidos **(0,5 pt)**;
- (c) Qual é o comprimento de onda da luz correspondente aos dados fornecidos **(0,5 pt)**;
- (d) Se luz incidir sobre a rede com um comprimento de onda diferente de 0,5 nm do comprimento de onda original, qual seria a separação angular medida na rede entre esses dois comprimentos de onda **(0,5 pt)**? Essas duas linhas seriam resolvidas pela rede **(0,5 pt)**?

2º.) Píons neutros π^0 (massa igual a $135 \text{ MeV}/c^2$) são partículas energéticas instáveis produzidas em aceleradores de partículas ou no espaço cosmológico. Suponha que ao saírem de um acelerador com energia medida no laboratório de 500 MeV os píons neutros percorram no laboratório uma distância média Δx antes de desaparecerem produzindo raios gama (fótons). O tempo de vida médio medido no laboratório para os píons neutros é de $8,4 \times 10^{-17} \text{ s}$. Calcule:

- a) a energia de repouso dos píons neutros **(0,5 pt)**;
- b) a velocidade dos píons neutros medida no laboratório e no referencial da própria partícula **(1,0 pt)**;
- c) a velocidade dos raios gama medida no laboratório e no referencial da própria partícula **(0,5 pt)**;
- d) a distância média percorrida Δx **(0,5 pt)**.
- e) o comprimento de onda dos raios gama (referencial laboratório), se cada píon neutro produz dois raios gama com o mesmo comprimento de onda **(0,5 pt)**.

3º.) Considere os dados fornecidos na tabela abaixo para medidas da radiação térmica produzido por diversos objetos:

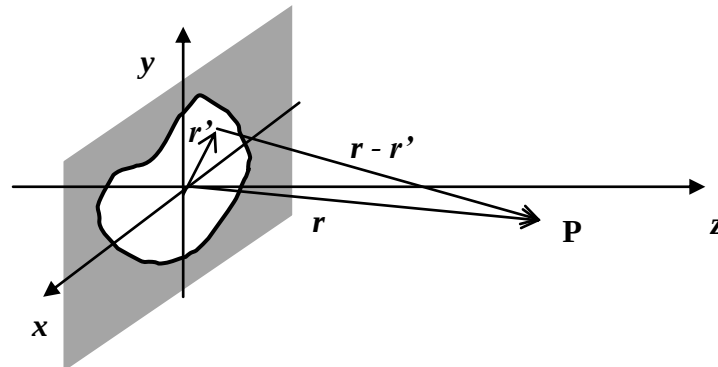
Objeto	Temperatura	Pico de emissão	Região do espectro
Radiação cósmica de fundo	3 K	1 mm	Microondas
Sol	6000 K	500 nm	Visível
Ser humano	310 K	9,7 μm	Infravermelho
Lâmpada incandescente	3000 K	1 μm	Infravermelho/visível

- a) Mostre que os dados estão de acordo com a lei de deslocamento de Wien **(1,0 pt)**;
- b) Um experimento de efeito fotoelétrico foi realizado em um alvo desconhecido e os resultados forneceram uma frequência de corte de $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Baseado nestes dados, calcule qual seria a função trabalho **(0,5 pt)** e discuta quais dos objetos acima poderiam gerar fotoelétrons no alvo em questão se usássemos apenas fótons com comprimento de onda dado pelo pico de emissão dos objetos **(1,0 pt)**.

4º.) O efeito de difração através de uma abertura pode ser explicado pelo princípio de Huygens. Segundo este princípio, cada ponto em uma frente de onda age como uma fonte produzindo ondas secundárias esféricas que se espalham em todas as direções. A função envelope das frentes de onda das ondas secundárias forma a nova frente de onda resultante. Assim, podemos dizer que a nova frente de onda resultante em um ponto “P” localizado após uma abertura é formada pela soma de infinitas fontes puntiformes de ondas esféricas as quais estão irradiando a partir da abertura:

$$E \propto \iint_{\text{abertura}} \frac{e^{ik|r-r'|}}{|r-r'|} dx' dy'.$$

Nesta equação, a coordenada r é a distância do centro da abertura (no plano xy da figura abaixo) até o ponto de observação “P” e r' é a posição da onda esférica na abertura em relação ao centro geométrico da abertura (ver figura abaixo).



Para o caso particular de uma fenda (abertura unidimensional) de largura “ a ”, o campo produzido pela difração na região de campo distante (difração de Fraunhofer) pode ser escrito como:

$$E \propto \frac{e^{ikr}}{r} \cdot \int_{-a/2}^{+a/2} e^{ik \sin \theta \cdot y'} dy'$$

Esse é o mesmo resultado que a teoria de Fresnel-Kirkhhoff apresenta, onde θ é o ângulo entre o vetor de propagação k e o eixo z . **(1,0 pt)** Lembrando que a intensidade da luz I é dada pelo módulo quadrado do

campo E , mostre que $I \propto \left\{ \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right\}^2$, onde $\alpha = (k a \sin \theta)/2$

(1,0 pt) Mostre que os mínimos de intensidade ocorrem para $a \sin \theta = m \lambda$, $m = \pm 1, 2, 3, \dots$

Formulário

$$d \cdot \sin \theta = m \cdot \lambda; \quad D = \frac{\Delta \theta}{\Delta \lambda} = \frac{m}{d \cos \theta}; \quad R = \frac{\lambda}{\Delta \lambda} = Nm; \quad k = 2\pi/\lambda; \quad \Delta t = \gamma \Delta t_0; \quad \Delta L = \Delta L_0/\gamma; \quad \gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$$

$$\beta = u/c; \quad 1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}; \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; \quad v = (v_0 + u)/(1 + v_0 u/c^2); \quad \vec{p} = m\vec{v}/\sqrt{1 - (v/c)^2}$$

$$K = E - E_0 \therefore E = mc^2/\sqrt{1 - (v/c)^2} = \sqrt{p^2 c^2 + E_0^2}; \quad E_0 = mc^2; \quad p = h/\lambda; \quad h \cong 6,64 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$E = h\nu = hc/\lambda; \quad eV_0 = h\nu - \phi; \quad \phi = h\nu_0; \quad e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}; \quad u(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{[\exp(hc/\lambda k_B T) - 1]}$$

$$k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}; \quad I = \sigma T^4; \quad \sigma = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15c^2 h^3} \cong 5,67 \times 10^{-8} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}; \quad \lambda_{\max} \cdot T \cong 2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

$$\cos \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}; \quad \sin \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}$$