

Avaliação 1 - Física IV – Prof. Humberto
Equações de Maxwell, Radiação Eletromagnética e Óptica Geométrica.

Nome: **Resolvida**

Assinatura:

Obs: Deixe claro o raciocínio utilizado para responder cada item.

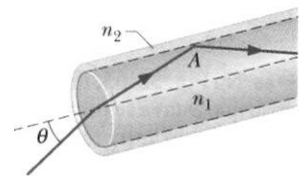
1. (a) Enuncie a Lei da Indução de Faraday. (b) Escreva a equação matemática correspondente, e explique o significado de cada termo. (c) Enuncie a Lei da Indução de Maxwell. (d) Escreva a equação matemática correspondente, e explique o significado de cada termo.
2. Um campo elétrico oscilante propaga-se na direção do eixo x segundo a expressão;

$$E_y = 25,7 \times \text{sen}(1,26 \times 10^7 x - 6,00 \times 10^{14} t) \quad (\text{V/m})$$

As grandezas envolvidas são expressas no sistema internacional.

Pede-se:

- (a) Qual o comprimento de onda da radiação?
 - (b) Qual o período das oscilações desse campo?
 - (c) Determine a velocidade de propagação da onda a partir dos dados fornecidos na equação.
 - (d) Qual a intensidade (em W/m^2) transportada pela onda?
3. Um raio de luz que se propaga inicialmente no vácuo incide sobre a superfície de uma placa de vidro. Quando o ângulo de incidência no vácuo é 32° , o ângulo do raio com a normal no interior do vidro é de 21° . Pede-se (a) O índice de refração desse vidro. (b) Determine o ângulo segundo o qual a luz refletida na interface vácuo-vidro torna-se completamente polarizada na direção perpendicular ao plano de incidência.
 4. A figura mostra uma fibra óptica simplificada: um núcleo de sílica ($n_1 = 1,58$) envolvido por um revestimento de plástico com índice de refração menor ($n_2 = 1,53$). Um raio luminoso incide em uma das extremidades da fibra com um ângulo θ . O raio deve sofrer uma reflexão total interna no ponto A, onde atinge a interface núcleo-revestimento (Isto é necessário para que não haja perda de luz cada vez que o raio incide na interface). Qual é o maior valor de θ para o qual é possível haver reflexão total interna em A?
 5. Um objeto de 5,0 cm de altura está situado a 25 cm de distância de um espelho esférico côncavo de 80 cm de raio. Determinar analítica e graficamente a posição e o tamanho da imagem. Nesta última deixe claras as trajetórias dos raios de luz.



Dados: $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$.
(2,0 pontos por problema)

Boa Prova!!

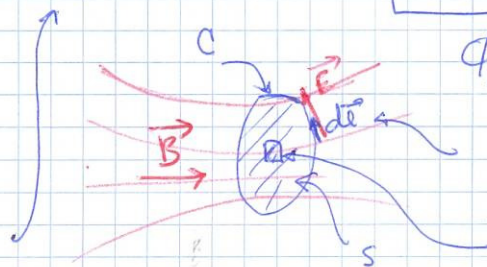
1) Lei da indução de Faraday (a) Enumerado:

A variação temporal do fluxo do campo magnético em uma superfície aberta produz uma força eletromotriz ao longo de uma curva fechada que delimita essa superfície.

0,5

(b) Equação:

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \left(\int_S \vec{B} \cdot d\vec{a} \right)$$



Φ_B - fluxo do campo magnético através da superfície S.

elemento de comprimento ao longo do contorno C

da - elemento de área da superfície S.

Integral de linha do campo elétrico através do contorno fechado C

\vec{E} - ^{vetor} campo elétrico

\vec{B} - ^{vetor} campo magnético.

da - elemento de área da superfície S.

dl - elemento de comprimento ao longo da curva C.

0,5

$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} \equiv$ força eletromotriz induzida ao longo da curva fechada C.
integral de linha.

1 (c) Lei da indução de Maxwell. Enunciado:

A variação temporal do fluxo do vetor campo elétrico sobre uma superfície aberta S produz uma circulação do vetor indução magnética ao longo da curva fechada C que delimita a superfície.

0,5

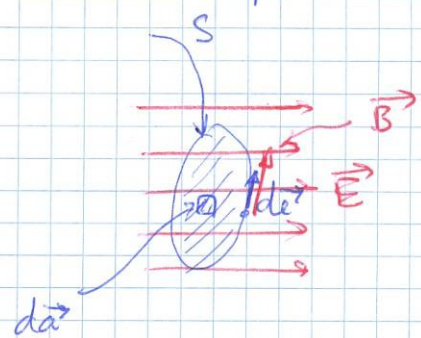
(d) Equação

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \left(\int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} \right)$$

Corrente de deslocamento de Maxwell.

Φ_E ← fluxo do vetor campo elétrico sobre uma superfície aberta S delimitada pela curva C.

Integral de linha do vetor indução magnética ao longo de uma curva fechada C que delimita a superfície S



0,5

μ_0 - permeabilidade magnética do vácuo ($1,26 \times 10^{-6}$ H/m)
 ϵ_0 - permissividade elétrica do vácuo ($8,85 \times 10^{-12}$ F/m).

$$(2) \quad E_y = E_{0y} \sin(kx - \omega t) \rightarrow v = \frac{\omega}{k} \quad (3/6)$$

$$E_y = 25,7 \sin(1,26 \times 10^7 x - 6,00 \times 10^{14} t)$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$(a) \quad \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{6,28}{1,26 \times 10^7} = 4,99 \times 10^{-7} \text{ m} = \underline{499 \text{ nm}} \quad 0,5$$

$$(b) \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{6,28}{6,00 \times 10^{14}} = \underline{1,05 \times 10^{-14} \text{ s}} \quad 0,5$$

$$(c) \quad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4,99 \times 10^{-7}}{1,05 \times 10^{-14}} = \underline{0,475 \times 10^8 \text{ m/s}} \quad 0,5$$

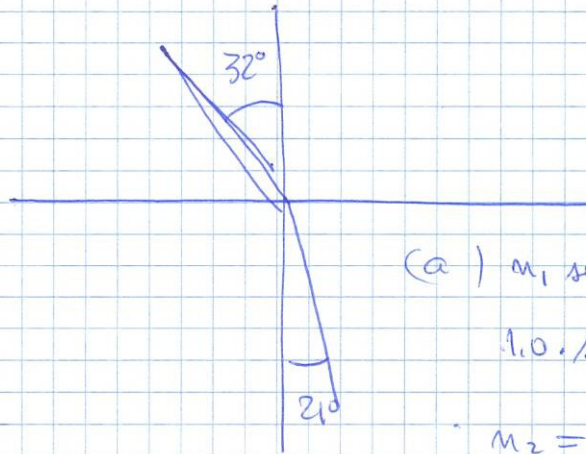
$$n = \frac{c}{v} = \frac{3,00 \times 10^8}{0,475 \times 10^8} = \underline{6,3} \quad (\text{ben grande; não fui feliz nos dados})$$

$$(d) \quad I = \frac{1}{c \mu_0} E_{\text{RMS}}^2 = \frac{1}{c \mu_0} \left(\frac{E_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{1}{2 c \mu_0} E_{\text{max}}^2$$

$$I = \frac{1}{2,0 \times 3,0 \times 10^8 \times 4\pi \times 10^{-7}} \cdot (25,7)^2 = \underline{0,877 \text{ W/m}^2} \quad 0,5$$

3

4/6



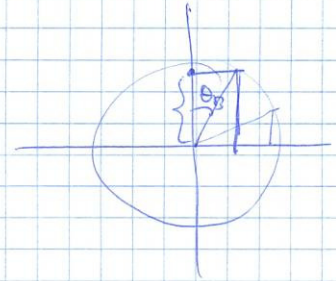
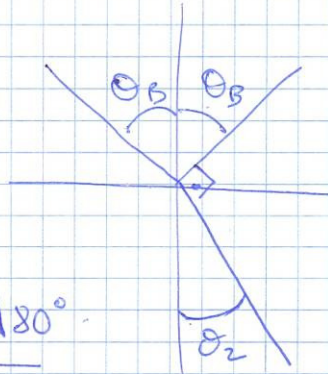
$$(a) \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1.0 \cdot \sin 32^\circ = n_2 \cdot \sin 21^\circ$$

$$n_2 = \frac{\sin 32^\circ}{\sin 21^\circ} = \boxed{1.48}$$

1.0

(b) $\theta_B = ?$



$$\theta_B + \theta_2 + 90^\circ = 180^\circ$$

$$\theta_B + \theta_2 = 90^\circ \Rightarrow \theta_2 = 90^\circ - \theta_B$$

$$n_1 \sin \theta_B = n_2 \sin \theta_2 = n_2 \sin (90^\circ - \theta_B)$$

$$= n_2 \cos \theta_B$$

$$\frac{\sin \theta_B}{\cos \theta_B} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\boxed{\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1}}$$

$$\rightarrow \theta_B = \arctan \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_B = \arctan (1.48)$$

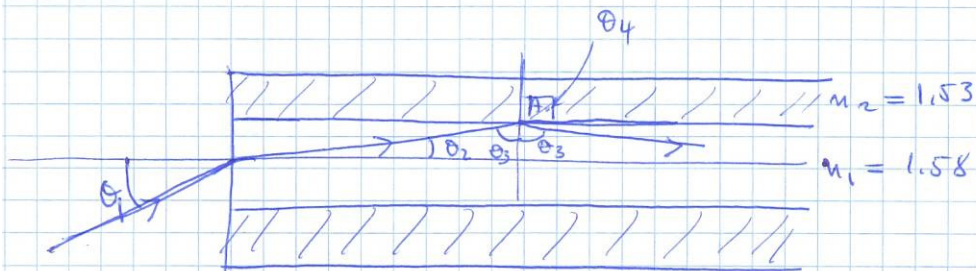
$$\boxed{\theta_B = 55.9^\circ}$$

1.0

4

$$n_1 = 1.58$$

5/6



Reflexão total em A. $\Rightarrow n_1 \cdot \sin \theta_3 = n_2 \cdot \sin 90^\circ$
p/ θ_3 mínimo

$$\sin \theta_3 = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\Rightarrow \theta_3 = \arcsin \left(\frac{1.53}{1.58} \right)$$

$$\theta_3 = 75.5^\circ$$

$$\theta_3 + \theta_2 = 90^\circ \Rightarrow \theta_2 = 90^\circ - 75.5 = \underline{14.5^\circ}$$

$$n_0 \sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_2$$

$$1.0 \cdot \sin \theta_1 = 1.58 \times 0.249$$

$$\theta_1 = \arcsin(0.394) = \underline{23.22^\circ}$$

5

$$y = +5,0 \text{ cm.}$$

$$s = +25 \text{ cm}$$

$$r = 80 \text{ cm}$$

66

(a) analítica.

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{r}{2}$$

$$f = +40 \text{ cm.}$$

↑
espelho côncavo.

$$\frac{1}{25} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{40} - \frac{1}{25} = \frac{1}{5} \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{5} \right) = \frac{1}{5} \left(\frac{5-8}{40} \right) = \frac{1}{5} \left(\frac{-3}{40} \right)$$

$$s' = \frac{-200}{3} = -66,7 \text{ cm.}$$

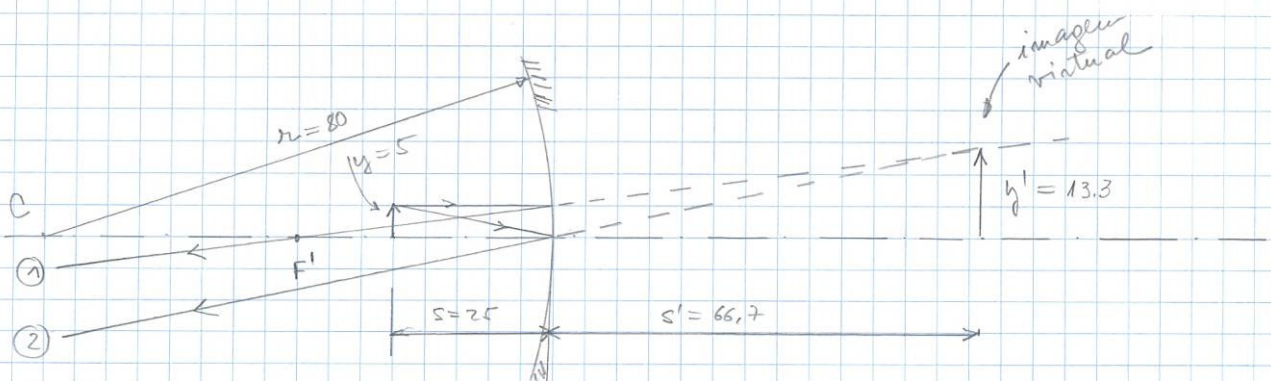
↑
imagem virtual, atrás do espelho.

$$M = \frac{-s'}{s} = \frac{y'}{y} = -\frac{(-66,7)}{25} = +2,7$$

$$y' = 2,7 \times 5,0 = 13,3 \text{ cm.}$$

↑
imagem direita,
ampliada 2,7x

(b) Geométrica.



- ① feixe que incide paralelo ao eixo óptico emerge na direção do foco.
- ② feixe que incide no centro óptico reflete sob o mesmo ângulo.