Lista de Exercícios para TVC1 – Física 4
Departamento de Física ICE – UFJF
Prof. Rodrigo Alves Dias

Algumas constantes úteis :

$e=1,6\times10^{-19}C$, $m_e=9,1\times10^{-31}Kg$, $1\,eV=1,6\times10^{-19}J$, $h=6,63\times10^{-34}J\times s=4,14\times10^{-15}eV\times s$

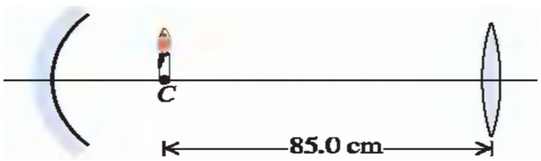
$\sigma=5,67\times10^{-8}W/m^2K^4$, $k_B=1,38\times10^{-23}J/K$, $c=3,0\times10^{8}m/s$

[1] Considere a solução geral da equação de onda com a forma de uma onda plana dada por, $\vec{E}(\vec{r},t)=\vec{E}_0 e^{-i(\vec{\kappa}\cdot\vec{r}\pm\omega t)}$. Considere que $\vec{\kappa}=-\kappa\hat{e}_y$ e que a onda seja circularmente polarizada. Obtenha uma expressão para a parte real dos campos $\vec{E}(\vec{r},t)$ e $\vec{B}(\vec{r},t)$.

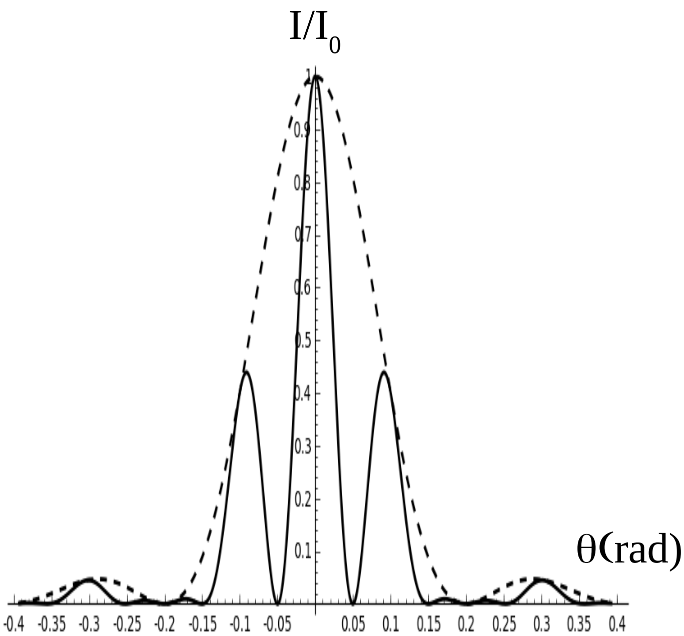
[2] **a)** Determine uma expressão para a intensidade I_0 da luz não polarizada da questão anterior.
b) Essa luz passa por dois filtros polarizadores. O eixo do primeiro filtro está alinhado com o eixo +Ox e o segundo com o eixo +Oz.
Qual é a fração da luz final que sai após o segundo polarizador. Justifique sua resposta.
c) Agora você coloca um terceiro polarizador que faz um ângulo de 45^o no espaço entre os dois polarizadores. Calcule a fração da luz final que sai após a luz passar pelos três polarizadores.

[3] O sol libera no seu núcleo uma potencia na forma de luz na frequência dos raios gama de $P_{ot}=3,86\times10^{26}W$. Possui um raio de $R_{sol}=1,392\times10^{6}km$ com uma massa de $M_{sol}=1,9891\times10^{30}kg$ e possui uma gravidade na superfície de $a_{sol}=273,95\,m/s^2$. Considere que um elétrons de massa $M_e=9,11\times10^{-31}kg$ está na superfície do Sol e que o raio clássico do elétron é $R_e=2,8179\times10^{-15}m$. a) Calcule a razão entre a força gravitacional e a força da radiação eletromagnética sobre o elétron.

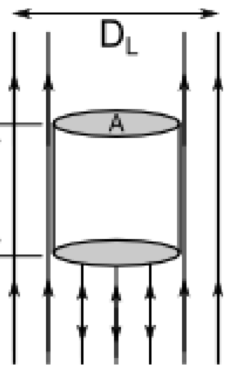
[4] Na figura abaixo, a vela está no centro de curvatura do espelho côncavo cuja distância focal e 10,0 cm. A lente convergente possui distância focal igual a 32,0 cm e está a uma distância de 85,0 cm à direita da vela. A vela é vista através da lente por um observador situado à direita da lente. A lente forma duas imagens da vela. A primeira é formada pela luz que passa diretamente através da lente. A segunda é formada pela luz que sai da vela atinge o espelho, é refletida e a seguir passa pela lente.
a) Faça um diagrama dos raios principais mostrando a localização de cada uma dessas imagens.
Para cada uma das imagens, responda:
b) onde esta a imagem?
c) a imagem e real ou virtual?
d) a imagem final é direita ou invertida em relação ao objeto original?



[5] A figura abaixo representa a figura de intensidade(Linha continua) obtida em uma tela distante, quando uma onda eletromagnética monocromática de comprimento de onda de 2 mm, passa por uma fenda dupla de largura a , e distância entre as fendas d .
Dica: A linha tracejada é somente a guia.
a) Qual é a largura a de cada fenda?
b) Qual é a distância d entre as fendas?



[6] Na figura, um feixe de luz monocromática(laser) com potência $P_{ot}=4{,}6\,W$ e diâmetro $D_L=2{,}6\,mm$ está apontando para uma face circular (de diâmetro $d<D_L$) de um cilindro perfeitamente refletor, que se encontra "suspenso no ar" pela ação da pressão de radiação exercida pelo feixe laser. A densidade do cilindro é $\rho=1{,}20\,g/cm^3$.
a) Obtenha uma expressão literal, ou seja, em função dos dados do problema para a altura H do cilindro. **b)** Calcule o valor numérico de H

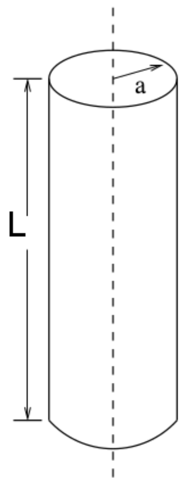


[7] Considere as equações de Maxwell na forma integral dada por, $\oint \vec{E}\cdot d\vec{A}=Q_{liq}/\epsilon_0$ $\oint \vec{B}\cdot d\vec{A}=0$

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{l}=-\frac{d\Phi_B}{dt} \qquad \oint \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I_c+\mu_0\epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt} .$$

a) Obtenha as equações na forma diferencial. Utilizando,
$\oint \vec{F}\cdot d\vec{A}=\int(\nabla\cdot\vec{F})dV$ e $\oint \vec{F}\cdot d\vec{l}=\int(\nabla\times\vec{F})\cdot d\vec{A}$,
onde $\vec{F}$ é um campo vetorial qualquer.
b) Usando $\nabla\times(\nabla\times\vec{F})=\nabla(\nabla\cdot\vec{F})-\nabla^2\vec{F}$, onde $\vec{F}$ é um campo vetorial qualquer, obtenha a equação de onda para $\vec{E}$ na ausência de fontes e demonstre que $c=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$ é a velocidade de propagação da onda.
c) Suponha uma solução da equação de onda com a forma de uma onda plana dada por, $\vec{E}(\vec{r},t)=\vec{E}_0 e^{-i(\vec{\kappa}\cdot\vec{r}-\omega t)}$, e obtenha o campo magnético $\vec{B}(\vec{r},t)$, supondo que $\vec{\kappa}=\kappa\,\hat{j}$ e que a onda seja linearmente polarizada em uma direção que faça 45^o graus em relação a um eixo de sua escolha.
d) Escreva a parte real destes campos e calcule o vetor de Poynting $\vec{S}(\vec{r},t)$.

[8] Um condutor cilíndrico, homogêneo, de comprimento L , raio a e condutividade σ (a condutividade é o inverso da resistividade) aplica-se um campo elétrico paralelamente ao eixo do cilindro (eixo z), o que provoca o aparecimento de uma densidade de corrente $\vec{J}=\sigma\vec{E}$.
a) Calcule $\vec{B}$, o campo magnético, na superfície do cilindro.
b) Indique, fazendo um desenho, de modo bem claro a direção e o sentido de $\vec{B}$ em relação a direção e o sentido de $\vec{E}$.
c) Calcule o valor do vetor de Poynting $\vec{S}$.
d) Indique de maneira clara a direção e o sentido do vetor de Poynting $\vec{S}$ em qualquer ponto da superfície lateral do cilindro. Pode indicar no desenho da figura feito na letra b) ou dizer em palavras quais são a direção e o sentido.
e) Mostre fazendo os cálculos de maneira explícita que a potência dU/dt , onde U é a energia total, é igual a taxa de produção de energia térmica por efeito Joule.

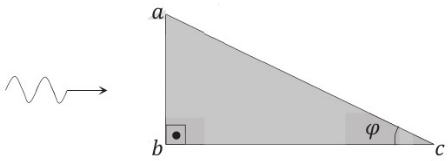


[9] Uma onda eletromagnética plana que se propaga no vácuo, no sentido positivo do eixo x tem componentes $E_x=E_y=0$ e $E_z=(2{,}0\,V/m)\cos[\pi\times10^{15}s^{-1}(t-x/c)]$.
a) Qual é a amplitude do campo magnético associado à onda?
b) No instante em que o campo elétrico associado à onda aponta no sentido positivo do eixo z em certo ponto do espaço, em que direção e sentido aponta o campo magnético no mesmo ponto?

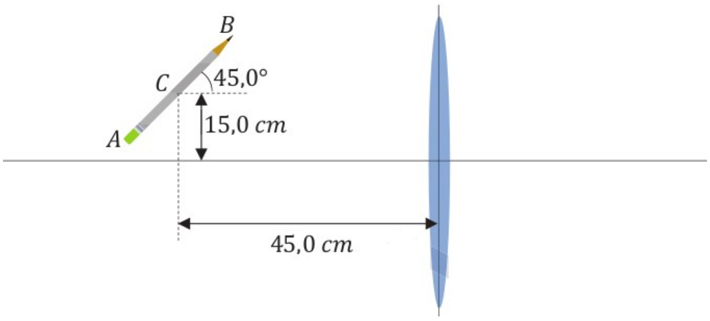
[10] Uma onda eletromagnética senoidal plana se propagando em um meio com índice de refração $n=1.3$ possui comprimento de onda de 4,5 cm e a amplitude do campo elétrico $\vec{E}$ é igual a $1{,}5\,V/m$.
a)(1pt) Qual é a frequência angular desta onda?
b)(1pt) Qual é a amplitude do campo magnético $\vec{B}$?
c)(2pt) Escreva uma expressão para os campos $\vec{E}$, $\vec{B}$ supondo que a onda se propaga ao longo da direção y e que seja linearmente polarizada na direção x. Usando estas expressões calcule a intensidade média da onda?
d)(2pt)Calcule a força média, que essa radiação exerce sobre a face de uma nanopartícula totalmente absorvedora perpendicular a direção de propagação com área igual a $100,nm^2$?
e)(2pt) Suponha que esta onda eletromagnética incide sobre uma interface do referido meio com o ar, $n_{ar}=1.0$, com um ângulo de incidência, $\theta_{inc}=\theta_{cri}=35{,}0^o$, (ângulo crítico para reflexão interna total). Calcule o índice de refração do referido meio.

[11] Uma partícula no sistema solar está sob a influência combinada da atração gravitacional do Sol e a força de radiação devida aos raios do Sol. Supor que a partícula seja uma esfera de massa específica $1\,g/cm^3$ e que toda luz incidente seja absorvida. Mostrar que todas as partículas com raio menor que um raio crítico, R_c serão sopradas para fora do sistema solar.

[12] Um raio luminoso incide normalmente sobre a face ab do prisma de vidro, como se vê na figura.
(a) Supondo que o prisma esteja imerso no ar, determinar o maior valor do ângulo ϕ para o qual o raio é totalmente refletido na face ac.
b) Determinar ϕ no caso do prisma estar imerso no álcool etílico:



[13] Um lápis com $16{,}0\,cm$ de comprimento é colocado formando um ângulo de 45^o com a horizontal e seu centro está situado a $15{,}0\,cm$ acima do eixo ótico e a $45{,}0\,cm$ de uma lente com distância focal igual a $20{,}0\,cm$ como indica a figura. (A figura não se encontra em escala.) Suponha que o diâmetro da lente seja suficientemente grande para que a aproximação de raios paraxiais seja válida.
a) Onde está a imagem do lápis? (Indique o local onde se formam as imagens dos objetos puntiformes A, B e C localizados, respectivamente, na extremidade da borracha, na ponta e no centro do lápis.)
b) Qual o comprimento da imagem? (Ou seja, qual é a distância entre as imagens dos pontos A e B?)
c) Faça um desenho esquemático para mostrar a orientação da imagem.



Formulário

$$\vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B} \qquad P_{pres}=\frac{S_{med}}{c}=\frac{I}{c} \qquad \vec{P}_{em}=\frac{\vec{S}}{c^2} \qquad v=\lambda f$$

$$\vec{B}=\frac{\hat{k}\times\vec{E}}{v} \qquad \vec{E}=-v\,\hat{k}\times\vec{B}$$

$$S=\frac{1}{A}\frac{dU}{dt} \qquad v=\frac{c}{\sqrt{K_m K}}=\frac{c}{n} \qquad \frac{n_1}{s}+\frac{n_2}{s'}=\frac{n_2-n_1}{R}$$

$$m=\frac{y'}{y} \qquad \frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{2}{R}=\frac{1}{f} \qquad d\sin\theta=(m+\frac{1}{2})\lambda \qquad d\sin\theta=m\lambda \qquad n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2 \qquad \frac{n_1}{f}=(n-1)(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2})$$

$$a\sin\theta=m\lambda \qquad I=I_{max}\cos^2\phi$$

$$I=I_0\left(\frac{\sin(N\beta)}{\sin(\beta)}\right)^2\left(\frac{\sin(\alpha)}{\alpha}\right)^2 \qquad c=3\times10^8\,m/s$$

$$\alpha=\pi a(\sin\theta)/\lambda\,, \quad \beta=\pi d(\sin\theta)/\lambda$$