



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

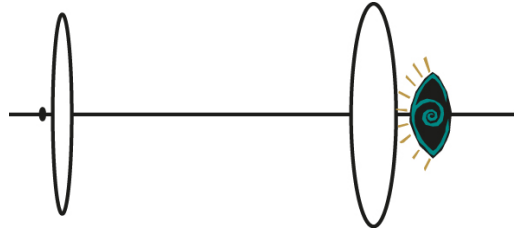
3º Teste de Electromagnetismo e Óptica (MEC + LBEGM)
Prof. Pedro Abreu, Prof. João Pedro Bizarro, Prof. Rodrigo De Abreu,
Profª. Catarina Bastos, Prof. Rachid Ayouchi
14 de Dezembro de 2011

Duração do Teste: 1h 30m

Constantes	$\epsilon_0=8,854 \times 10^{-12}$ [F/m]	$\mu_0=4\pi \times 10^{-7}$ [N/A ²]	$c = 299\,792\,458$ [m/s]
Fórmulas de Fresnel	$r_{\perp} \equiv E_{r_{\perp}}/E_{i_{\perp}} = -\frac{\sin(i-t)}{\sin(i+t)}$	$t_{\perp} \equiv E_{t_{\perp}}/E_{i_{\perp}} = \frac{2 \sin t \cos i}{\sin(i+t)}$	
($t=0$ se não há onda transmitida)	$r_{\parallel} \equiv E_{r_{\parallel}}/E_{i_{\parallel}} = \frac{\tan(i-t)}{\tan(i+t)}$	$t_{\parallel} \equiv E_{t_{\parallel}}/E_{i_{\parallel}} = \frac{2 \sin t \cos i}{\sin(i+t) \cos(i-t)}$	
Incidência normal à Superfície ($i=t=r=0^\circ$)			
	$r = r_{\perp} = r_{\parallel} \equiv -\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$	$t = t_{\perp} = t_{\parallel} \equiv \frac{2n_1}{n_1 + n_2}$	

- [10.0] **1)** O Sol emite isotropicamente uma potência total de $P_{\odot} = 3,85 \times 10^{26}$ W. A Terra está à distância $d_{TS} = 1,496 \times 10^{11}$ m do Sol. Quer-se acender um pequeno fogo no chão dispondo-se apenas de uma lupa de distância focal $f=0,1$ m, área $S=25$ cm², e feita de material com índice de refração $n = 2,25$ (*considere que o ar tem índice de refração $n_{ar}=1$*).
- [1.0] **a)** A que distância do material combustível deve ser segurada a lupa? Justifique sumariamente a resposta.
- [2.0] **b)** Calcule a potência total incidente na superfície da lupa assumindo raios paralelos e desprezando a atenuação na atmosfera (céu limpo) e a curvatura da lupa.
Se não resolver esta alínea, utilize $P_i = 2,5$ W nas alíneas seguintes.
- [2.0] **c)** Se uma onda electromagnética plana e monocromática a chegar à lupa transportasse 1% da energia por unidade de tempo calculada na alínea anterior, calcule a intensidade máxima do vector de Poynting e a intensidade máxima do campo eléctrico associado a essa onda.
Se não resolver esta alínea, utilize $E_0 = 100$ V/m nas alíneas seguintes.
- [2.0] **d)** Sabendo que o comprimento de onda da radiação mais intensa emitida pelo Sol corresponde a aproximadamente 500 nm, e definindo o eixo dos XX como o eixo que entra na lupa (perpendicular à superfície desta), dê uma expressão para o campo eléctrico nas condições da alínea anterior, assumindo polarização linear e com este comprimento de onda.
(*sugestões: considere o eixo ZZ como o eixo de polarização do campo, e comece por calcular a frequência angular desta onda*)
- [3.0] **e)** Calcule a potência que é transmitida pela lupa (despreze a curvatura das duas faces da lente), e a potência por unidade de área na zona a incendiar assumindo que a energia transmitida pela lente é toda focada numa superfície do material inflamável de área igual a 1 mm².

- [10.0] **2)** No sistema ótico representado na figura, uma lente convergente de distância focal $f_O = 0,002$ m (objetiva) é colocada em frente (à esquerda) de outra lente convergente de distância focal $f_E = 0,06$ m (ocular). A distância entre as lentes é $L=0,25$ m. Aproxima-se o sistema de uma célula, de tamanho $h=0,00001$ m, colocada a $0,00202$ m da objetiva (à esquerda desta).



- [3.0] **a)** Calcule a distância total ao objeto da imagem formada pela objetiva e o tamanho desta imagem, e caracterize esta imagem (real ou virtual, direita ou invertida, maior ou menor).
- [3.0] **b)** Calcule a distância – positiva ou negativa – da ocular onde se vai formar a imagem final e o tamanho dessa imagem, e caracterize a imagem final relativamente ao objeto inicial (imagem real ou virtual, direita ou invertida, maior ou menor).
- [1.0] **c)** Calcule a razão de ampliação lateral de cada lente e a razão de ampliação lateral total deste sistema ótico nesta situação.
- [2.0] **d)** Refaça as alíneas b) e c) se encostasse as duas lentes (isto é, se reduzisse L a 0), e mantivesse o objecto à mesma distância da objetiva.
- [1.0] **e)** Se encostasse as duas lentes, qual seria a distância focal equivalente?

Justifique sumariamente todas as respostas.

Convenções para os Sinais na Óptica Geométrica						
(P=dist.objecto, Q=dist.imagem, R=Raio da Superf. “Esférica”, f = distância focal)						
	P>0	P<0	Q>0	Q<0	R >0	R <0
Espelhos	Objecto Real, à frente do Esp.	Obj. Virtual, atrás Esp.	Imagem Real, à frente Esp.	Im. Virtual, atrás Esp.	Côncavo (C à frente Esp.)	Convexo (C atrás Esp.)
Refracção Superfícies	Objecto Real, à frente de S.	Obj. Virtual, atrás de S.	Imagem Real, atrás de S.	Im. Virtual, à frente de S.	Convexa (C atrás de S.)	Côncava (C à frente de S.)
Lentes delgadas	Objecto Real, à frente Lente	Obj. Virtual, atrás Lente	Imagem Real, atrás Lente	Im. Virtual, à frente Lente	$f > 0$ Convergente	$f < 0$ Divergente