

Versão: 1
Duração do Teste: 1h 30m
 $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$

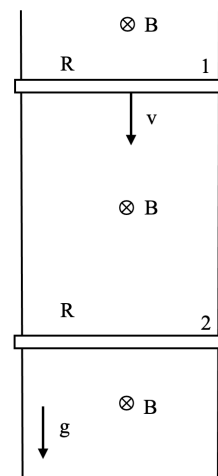
Por determinação do Conselho Pedagógico, informamos que só serão cotadas as respostas que contribuam de forma significativa para os resultados ou demonstrações pedidas.

- (2,0) **4)** Considere um toro de secção quadrada, de área $A = 0,04 \text{ m}^2$, e raio médio $R = 2 \text{ m}$, feito de um material ferromagnético com permeabilidade magnética $\mu = 8000 \mu_0$, enrolado por $N = 2000$ voltas de um fio condutor transportando a corrente $I = 2 \text{ mA}$. Pode assumir $R \gg \sqrt{A}$ (campo uniforme na secção).

[1,0] **a)** Calcule a magnetização e as correntes de magnetização em todo o espaço;

[1,0] **b)** Suponha que se corta uma pequena fatia do toro, de largura $\delta = 0,002 \text{ m}$. Calcule o campo \vec{H} e o campo magnético no centro deste pequeno volume de ar (entreferro) (note que o campo magnético será diferente da situação sem o entreferro (a))).

- (4,0) **5)** Duas barras condutoras de resistência elétrica $R = 10 \Omega$, massa $m = 2 \text{ kg}$ e comprimento $l = 0,5 \text{ m}$ estão no plano vertical sujeitas à gravidade, podendo deslocar-se na vertical sem atrito sobre carris de resistência elétrica desprezável. No início, a barra 1 (em cima) tem **velocidade constante** $v = 2 \text{ m/s}$ e a barra 2 (em baixo) está travada. Ambas estão sujeitas a um campo magnético uniforme de intensidade $B = 0,5 \text{ T}$ e com o sentido indicado na figura.



[1,0] **a)** Calcule a corrente induzida nas barras (incluindo sentido da corrente na barra 1).

[1,0] **b)** Calcule a força que se exerce sobre a barra 2.

[1,0] **c)** Suponha que se destrava a barra 2. Calcule a aceleração da barra 2. Que acontece à barra 1?

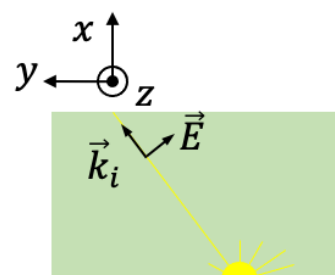
[1,0] **d)** Escreva as equações do movimento das barras em função das velocidades das barras, $v_1(t)$ e $v_2(t)$ (note que as velocidades são sempre muito inferiores à velocidade de estabilização das eventuais correntes induzidas). Qual o movimento das barras após um tempo (relativamente) grande? Justifique sumariamente a sua resposta.

- (4,0) **6)** Um palacete em Lisboa tem um pequeno lago no jardim. O lago, cujas paredes são escuras, é iluminado durante a noite por uma lâmpada monocromática colocada no fundo, que emite isotropicamente. Considere que a lâmpada é pontual. O índice de refração da água é $n_1 = 4/3$.

[1,0] **a)** Se um dos raios de luz da lâmpada incidir na superfície da água (plano (yz)) segundo um ângulo de incidência $\theta_i = 36,87^\circ$, calcule o ângulo segundo o qual ele se propaga no ar.

[2,0] **b)** A lâmpada emite luz amarela com comprimento de onda $\lambda_{\text{agua}} = 375 \text{ nm}$ (na água), sendo o campo elétrico de uma onda incidente no ponto $x = y = z = 0$ (origem dos eixos) e no instante $t = 0$ (ver figura), dado pela expressão, no referencial indicado (superfície da água igual ao plano (yz)):

$$\begin{cases} E_{ix} = 60 \cos(\omega t - k_i(0,8x + 0,6y)) \\ E_{iy} = -80 \cos(\omega t - k_i(0,8x + 0,6y)) \\ E_{iz} = 0 \end{cases} \quad (\text{em V/m})$$



Existe onda transmitida e/ou refletida? Justifique a sua resposta. Para o(s) caso(s) em que exista, calcule o(s) vetor(es) de onda (k_x , k_y , k_z) e a(s) intensidade(s) da(s) onda(s).

[1,0] **c)** Nessa noite observa-se que apesar de a lâmpada pontual emitir isotropicamente, quando olhamos para o lago apenas vemos um círculo luminoso com um raio de 40 cm . Qual a profundidade do lago?