

Repetição simulada do 1º Teste: problemas 1 e 2 [10 + 10 valores]

Repetição simulada do 2º Teste: problemas 3 e 4 [10 + 10 valores]

Repetição simulada do 3º Teste: problemas 5 e 6 [10 + 10 valores]

Exame Simulado: problemas 1, 4 e 6 [(10 + 10 + 10)\*2/3 valores]

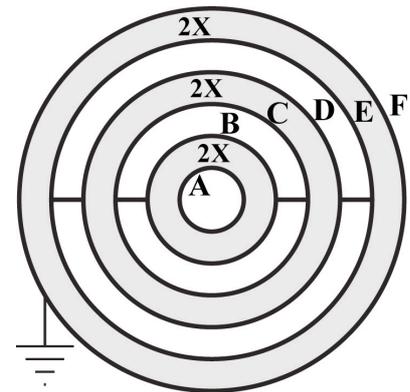
Esta prova tem 3 páginas!

Duração dos Testes: 1h 30m, Duração do Exame: 2h 15m

Na primeira página indique, antes de entregar, o tipo de prova efectuada.

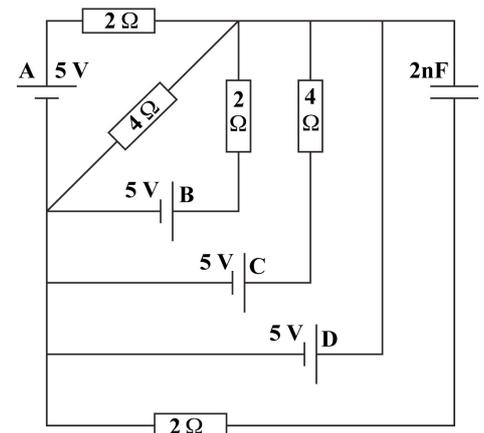
Constantes	$\epsilon_0=8,854 \times 10^{-12}$ [F/m]	$\mu_0=4\pi \times 10^{-7}$ [N/A <sup>2</sup> ]	$c = 299\,792\,458$ [m/s]
Fórmulas de Fresnel ( $t=0$ se não há onda transmitida)	$r_{\perp} \equiv E_{r_{\perp}} / E_{i_{\perp}} = -\frac{\sin(i-t)}{\sin(i+t)}$	$t_{\perp} \equiv E_{t_{\perp}} / E_{i_{\perp}}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

- 1.0] 1. A figura mostra um conjunto de condutores esféricos, ocos e de espessura desprezável, concêntricos e de raios sucessivamente iguais a  $r_A=0,05$  m,  $r_B=0,1$  m,  $r_C=0,15$  m,  $r_D=0,2$  m,  $r_E=0,25$  m e  $r_F=0,3$  m. Entre os condutores A e B, C e D, E e F, está um meio com constante dielétrica  $\epsilon=2X=2\epsilon_0$ , e no resto do espaço temos um meio com constante dielétrica  $\epsilon=\epsilon_0$ . Os condutores B e C, e os condutores D e E, estão respectivamente ligados por fios condutores de espessura e resistência desprezáveis. O condutor A tem carga eléctrica  $Q_A=5nC$ , e os condutores B, C, D, E estão electricamente descarregados, e o condutor F está ligado à Terra. Assumindo o sistema em equilíbrio electrostático, calcule, justificando,



- O campo eléctrico em função da distância  $r$  ao centro das esferas;
- A diferença de potencial eléctrico entre os condutores A e B, entre os condutores C e D, e entre os condutores E e F;
- A capacidade total do sistema;
- A energia electrostática do sistema;
- As cargas eléctricas acumuladas em cada um dos condutores (desprezando a carga nos fios).

2. No circuito da figura, as resistências têm o valor  $R_1=4 \Omega$  ou  $R_2=2 \Omega$ , e as baterias têm todas a força electromotriz  $\epsilon=5$  V. O condensador tem capacidade  $C=2$  nF e está inicialmente descarregado. Justificando as suas aproximações, (*sugestão: escolha primeiro as malhas mais fáceis*)



- Calcule as correntes iniciais em todos os ramos do circuito;
- Calcule a potência inicial fornecida por todas as baterias;

Substitui-se a bateria Bateria D por uma bateria com força electromotriz  $\epsilon=10$  V. Depois do condensador estar completamente carregado,

- Calcule as novas correntes em todos os ramos do circuito;
- Calcule a potência dissipada nas resistências;
- Calcule a carga acumulada no condensador.

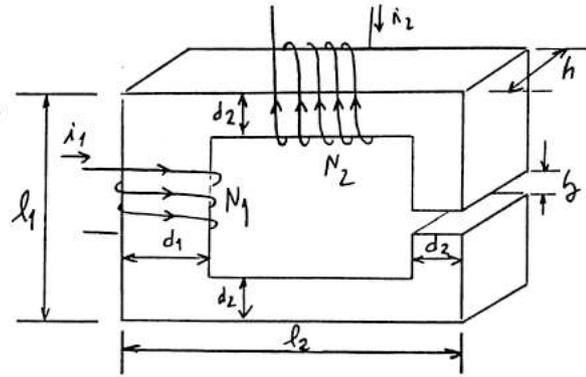
0.0] 3. Considere o circuito magnético da figura constituído por um material ferromagnético de permeabilidade magnética  $\mu=10\,000\mu_0$ , e com as seguintes propriedades:  $N_1=60$ ,  $N_2=300$ ,  $i_1=2\text{ A}$ ,  $i_2=1\text{ A}$ ,  $h=2\text{ cm}$ ,  $\delta(\text{entreferro})=0,5\text{ mm}$ ,  $d_1=10\text{ cm}$ ,  $d_2=5\text{ cm}$ ,  $l_1=60\text{ cm}$ ,  $l_2=80\text{ cm}$ . Justifique as suas respostas.

3.a) Diga quantos valores diferentes de  $\mathbf{B}$  e  $\mathbf{H}$  existem ao longo da linha de força média.

3.b) Calcule o campo magnético dentro do enrolamento  $N_2$ , assumindo um solenoide infinito e com  $\delta=0$  (sem entreferro).

3.c) Calcule os valores de  $\mathbf{B}$  e  $\mathbf{H}$  ao longo da linha de força média.

3.d) Determine o coeficiente de indução mútua entre os dois enrolamentos.



0.0] 4. No sistema penal representado na figura (sem as baterias ligadas), uma barra de 1m de comprimento e massa  $m=5\text{ Kg}$ , constituída por uma camada isolante coberta por duas camadas condutoras, ambas com resistência eléctrica  $R=2\text{ m}\Omega$ , cai sem atrito na vertical entre duas espiras rectangulares (abertas). Para controlar a queda, aplica-se um campo de indução magnética constante,  $B = 0,1\text{ T}$ , perpendicular às espiras.

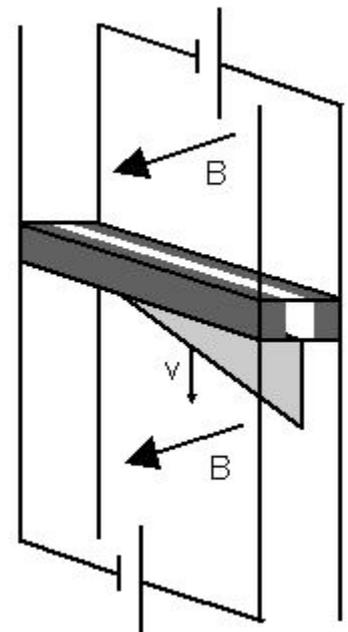
4.a) Mostre como se determinam os sentidos e as intensidades das correntes induzidas nos dois lados da barra, devido ao seu movimento, num dado instante em função da velocidade  $v$ .

4.b) Calcule as forças a actuar a barra num dado instante, função da velocidade  $v$ .

4.c) Calcule a velocidade máxima atingida pela barra.

4.d) Depois de atingir a velocidade máxima, calcule a energia eléctrica dissipada na barra por efeito de Joule depois desta ter caído 2 m (desde que atingiu essa velocidade).

4.e) Para manter a barra travada a 1/3 do topo, colocam-se duas baterias iguais nas espiras (ver figura), de modo a obrigar a passar corrente por ambos os lados da barra. Calcule a força electromotriz de cada bateria para que a barra permaneça sempre em repouso ( $v$  sempre igual a zero).



1.0] 5. Uma fonte pontual emite ondas esféricas. A intensidade a uma certa distância da fonte é  $36 \text{ W/m}^2$ . A intensidade noutro ponto,  $10 \text{ m}$  mais afastado da fonte, é de  $25 \text{ W/m}^2$ .

5.a) Qual a distância da fonte ao primeiro ponto?

5.b) Qual a potência da fonte?

Considere agora uma onda electromagnética plana monocromática que atravessa um meio com índice de refração  $n=2$ . A frequência da onda é  $f=5 \text{ kHz}$  e o eixo  $e_x$  é segundo a direcção de propagação. A onda tem polarização linear com  $E_y=1,732 E_z$ . Sabe-se ainda que a amplitude da componente segundo  $z$  da onda é  $E_0=2 \times 10^{-3} \text{ V/m}$ .

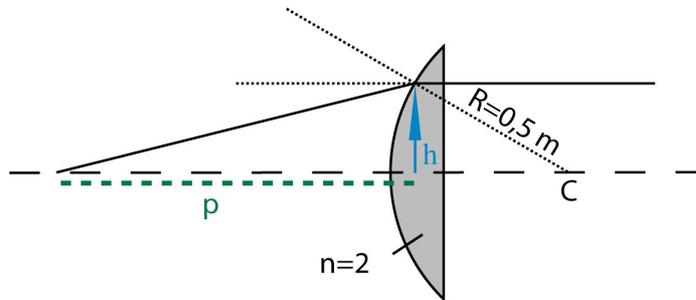
5.c) Calcule a frequência angular e o vector de onda.

5.d) Calcule as componentes  $E_x$ ,  $E_y$  e  $E_z$  da onda.

5.e) Qual o valor médio do vector de Poynting?

5.f) Suponha que esta onda interfere destrutivamente com uma onda idêntica que, numa distância  $d$ , tivesse atravessado ar em vez do meio referido. Qual a distância mínima  $d$  para que esta interferência pudesse ter ocorrido?

1.0] 6. No sistema da figura está representada uma lente delgada convexa-plana com índice de refração  $n=2,0$  e raio de curvatura da superfície esférica  $R=0,5 \text{ m}$ . Está também representado um raio de luz que, incidindo na superfície esférica, sai perpendicularmente à superfície plana. A distância do ponto de incidência na lente ao eixo óptico é  $h=0,1 \text{ m}$ .



6.a) Calcule o ângulo de incidência e o ângulo de refração do raio de luz no ponto de incidência na superfície esférica, justificando as aproximações que julgar convenientes.

6.b) Determine, justificando, a distância focal da lente

(*sug.:* calcule a distância da lente ao ponto em que o raio de luz deixa o eixo óptico,  $p$ ).

6.c) Se o raio de luz tiver polarização linear, no plano de incidência, calcule a razão entre o módulo do campo eléctrico transmitido da lente para o meio e o módulo do campo eléctrico dentro da lente.

6.d) Determine a fracção de energia por unidade de tempo que é transmitida através da lente.

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.)
Refração 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