

Mestrado em Engenharia Civil
Licenciatura em Engenharia de Minas e Georecursos
Cadeira de Electromagnetismo e Óptica, 1º Sem. 2019/2020
Primeiro Exame - 16 de Janeiro de 2020
Duração do Exame: 3h
Duração da recuperação do teste 1: 90 min

Recuperação do Teste 1 – resolver só a Parte I (neste caso a cotação conta a dobrar).

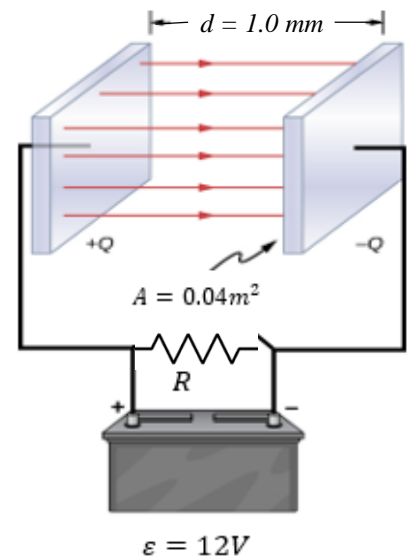
Constantes: Permittividade eléctrica do vázio: $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$; Permeabilidade magnética do vázio: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$; Velocidade da luz no vázio: $c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$; Impedância de onda do vázio: $Z_0 = 377 \Omega$

PARTE I

Problema I.1

A figura ilustra um condensador de placas paralelas, ligado a uma bateria de 12V. A área de cada placa e a distância entre as placas são indicadas na figura. Existe um vácuo no espaço entre as placas. O interruptor junto à resistência R está aberto.

- [0.75] Calcule a capacidade do condensador (use a aproximação da placa infinita).
- [0.75] Calcule o campo eléctrico entre as placas do condensador (use a aproximação da alínea a).
- [0.5] Represente graficamente (com rigor) o potencial electrostático entre as placas em função da distância à placa da esquerda (considere que essa placa está ao potencial de zero volts).
- [0.5] Calcule a carga acumulada em cada placa quando o condensador está totalmente carregado.

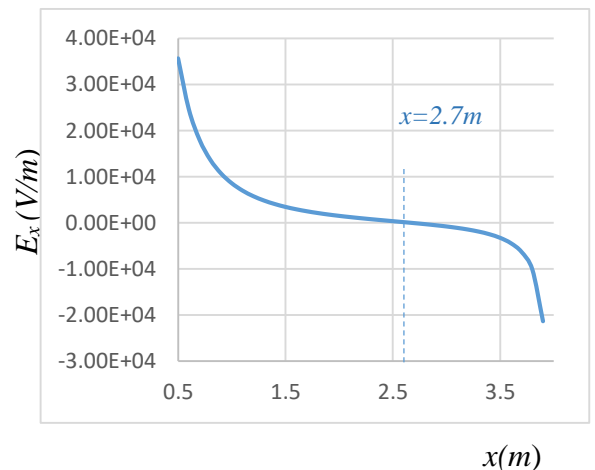


Problema I.2



Uma carga pontual $Q > 0$ está localizada nma origem do eixo Ox . Uma barra que se encontra entre $x=L$ e $x=2L$ está electrizada com igual carga Q .

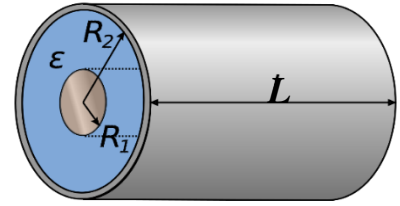
- [1.5] Obtenha uma expressão para o potencial electrostático num ponto de coordenada $x=d$ com $0 < d < L$ (admita que o potencial é zero em $x = \infty$). *Sugestão: comece por calcular o potencial causado nesse ponto por um segmento infinitesimal da barra.*
- [1.0] A figura mostra a variação do campo eléctrico em função de x , quando se considera $L = 4m$ e $Q = 1 \mu C$. Diga, justificando, se o potencial electrostático $V(x)$ é crescente, decrescente, nulo, máximo ou mínimo no ponto $x=2.7m$, no qual o campo eléctrico se anula.



(Parte I continua no verso...)

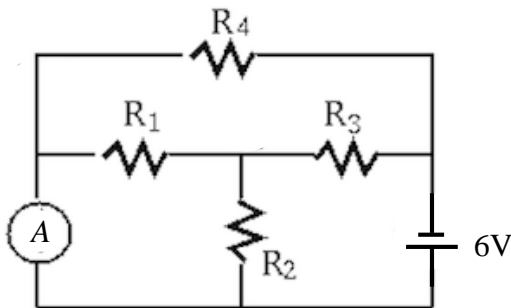
Problema I.3

A figura mostra um condensador cilíndrico, sendo o espaço entre os dois condutores preenchido com um dielétrico de permissividade $\epsilon = 10.0\epsilon_0$. Considere que $R_1 = 0.05m$, $R_2 = 0.15m$ e $L = 1.00 m$. A densidade linear de carga existente no condutor interior é $\lambda = 10^{-7}Cm^{-1}$.



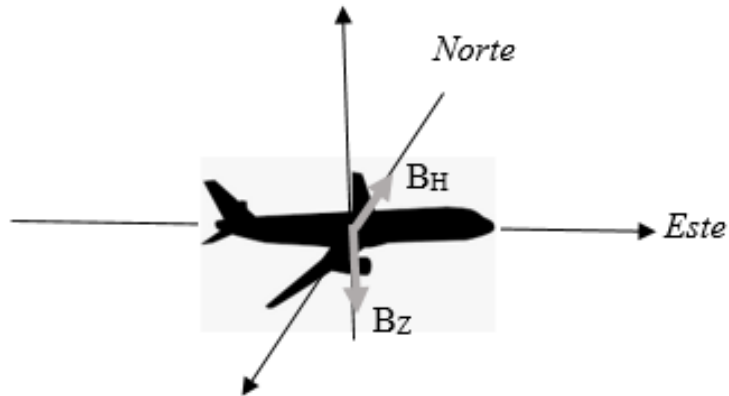
- [0.75] Calcule o campo electrostático num ponto à distância $R = \frac{R_1+R_2}{2}$ do eixo do condensador. Considere $L \gg R_2$, e admita que está longe das extremidades.
- [0.75] Calcule a diferença de potencial electrostático entre os dois condutores.
- [1.0] Calcule a capacidade do condensador (ignore o efeito das extremidades).

Problema I.4



- [1.5] Sabendo que $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 8\Omega$, $R_3 = 6\Omega$ e que o amperímetro (A) indica que a intensidade da corrente na malha inferior esquerda é $1.0A$, calcule o valor da resistência R_4 .
Nota: pode considerar que a resistência interna do amperímetro é nula.
- [1.0] Calcule a potência dissipada por efeito de Joule na totalidade do circuito (despreze as resistências internas da fonte de alimentação e do amperímetro), e verifique que a energia se conserva.
Nota: tenha em conta que a potência eléctrica produzida na fonte de alimentação é $P = \epsilon i$, sendo ϵ a força electromotriz e i a corrente que atravessa a fonte).

PARTE II



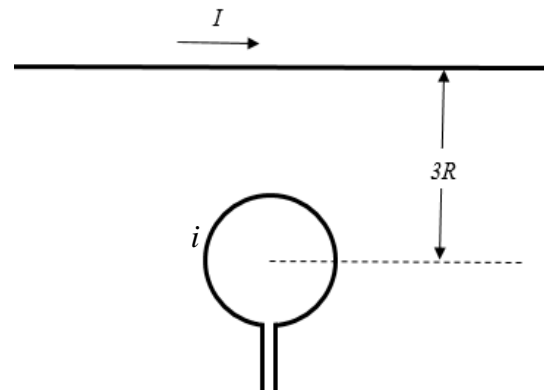
Problema II.1

Um avião voa horizontalmente à velocidade de cruzeiro de 300 ms^{-1} dirigindo-se para Este. O campo magnético terrestre tem uma componente horizontal $B_H = 2.7 \times 10^{-5} \text{ nT}$ dirigida para Norte e uma componente vertical $B_Z = 3.4 \times 10^{-5} \text{ nT}$ dirigida para baixo.

- [1.0] Calcule o módulo do campo eléctrico induzido num ponto da fuselagem do avião.
- [1.5] Sabendo que a distância entre as extremidades das asas do avião é de 80 m , calcule a diferença de potencial entre esses dois pontos.

Problema II.2

Para determinar a intensidade I da corrente que circula num condutor linear horizontal como se indica na figura, colocou-se uma espira de raio R no plano vertical que contém o condutor, de tal modo que o seu centro ficou à distância $3R$ do condutor. Em seguida, fez-se circular uma corrente i na espira, e verificou-se que quando a respectiva intensidade era $i = 16 \text{ A}$ o campo magnético no centro da espira era nulo.

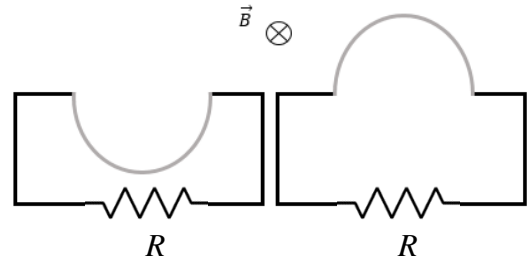


- [1.0] Qual era o módulo, a direcção e o sentido da indução magnética no centro da espira quando não existia corrente na mesma?
- [0.5] Qual o sentido da corrente na espira quando o campo magnético se anula no seu centro? Justifique.
- [1.0] Qual a intensidade I da corrente no condutor?

(Parte II continua no verso...)

Problema II.3

Uma espira é formada por uma parte rectangular e uma parte semi-circular, como se mostra na figura. A parte semi-circular roda sobre o seu diâmetro, entre as duas posições mostradas. Existe um campo magnético constante e uniforme, perpendicular ao plano da parte fixa da espira. Para determinar a velocidade angular da rotação, mediu-se a tensão V_R aos terminais da resistência R . Admita que pode desprezar a resistência dos fios, e a auto-indução da espira.



Lado maior do rectângulo: $a=1.2m$
Lado menor do rectângulo: $b=0.6m$
Raio da semi-circunferência: $r=0.4m$
Módulo da indução magnética: $B=10^{-3}T$

- a) [1.5] Sabendo que a tensão V_R varia entre $-2.5mV$ e $+2.5mV$, calcule a frequência angular da rotação. *Sugestão: tenha em conta que a área da espira projectada no plano da folha é $S(t) = ab - \frac{1}{2}\pi r^2 \cos(\omega t)$, correspondendo o desenho da esquerda a $t=0$.*
- b) [1.0] Use a lei de Lenz para determinar o sentido da corrente na resistência quando a espira passa da posição representada à esquerda para a posição representada à direita. Justifique.

Problema II.4

Uma onda electromagnética com a frequência de $1.0 GHz$ propaga-se no vazio (impedância de onda $Z_0 = 377\Omega$), sendo o seu campo eléctrico dado num referencial directo por

$$E_x = E_0 \cos(kz - \omega t)$$
$$E_y = E_0 \sin(kz - \omega t)$$

com $E_0 = 0.1 Vm^{-1}$.

- a) [0.5] Qual a direcção e o sentido de propagação da onda?
- b) [0.5] Qual o comprimento de onda?
- c) [0.5] Qual o tipo de polarização?
- d) [0.5] Escreva a expressão vectorial do campo magnético \vec{H} , substituindo todas as constantes pelos seus valores. Represente graficamente os campos eléctrico e magnético e o vector de Poynting na origem do referencial, no instante $t=0$.
- e) [0.5] Qual a energia que atravessa por unidade de tempo uma área unitária colocada perpendicularmente à direcção de propagação?