

**Mestrado em Engenharia Civil**  
**Licenciatura em Engenharia de Minas e Georecursos**  
**Cadeira de Electromagnetismo e Óptica, 1º Sem. 2020/2021**

Primeiro teste - 9 de Novembro de 2020

Nome:

Número:

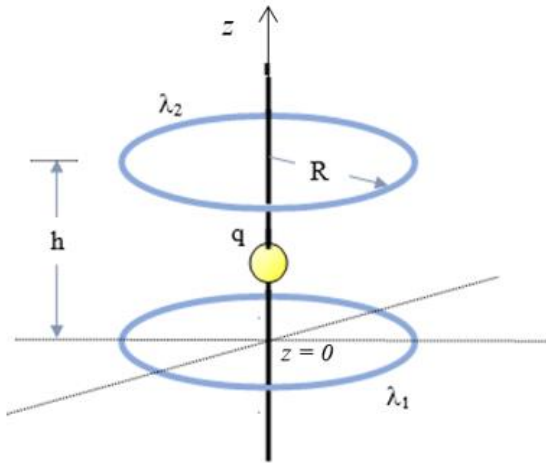
**Nota: OS DADOS DEPENDEM DO SEU NÚMERO DE ALUNO.**

Comece por fazer o seguinte cálculo: **X é o último algarismo do seu número de aluno.**

**Se X = 0, considere que X = 10.** Por exemplo, se N = 12345 **X = 5**, se N = 67890 **X = 10**.

Assinale de forma clara com  o quadrado à direita da resposta que considerar correcta.

Escreva apenas nas zonas sombreadas. Admita uma tolerância de 1% para arredondamentos.



X = \_\_\_\_\_

**Problema 1**

Considere o dispositivo representado na figura: uma partícula esférica com carga q pode deslizar livremente ao longo de um eixo vertical, em torno do qual existem dois anéis idênticos, de raio R, horizontais e centrados no eixo. Os anéis têm densidades lineares de carga  $\lambda_1$  (o de baixo) e  $\lambda_2$  (o de cima). Considere  $R = h = 0.5\text{m}$  e  $\lambda_1 = X \mu\text{C}/\text{m}$ .

- a) [2.0] Entre os anéis, o campo eléctrico num ponto do eixo pode ser calculado através da seguinte expressão, onde h é a separação vertical entre os anéis e z é a distância do ponto ao centro do anel inferior:

$$E_z = \frac{R}{2\epsilon_0} \left[ \frac{\lambda_1 z}{(R^2 + z^2)^{1/2}} - \frac{\lambda_2 (h - z)}{(R^2 + (h - z)^2)^{1/2}} \right] \quad \square$$

$$E_z = \frac{R}{2\epsilon_0} \left[ \frac{\lambda_1 z}{(R^2 + z^2)^{3/2}} - \frac{\lambda_2 (h - z)}{(R^2 + (h - z)^2)^{3/2}} \right] \quad \square$$

$$E_z = \frac{R}{2\epsilon_0} \left[ \frac{\lambda_1 z}{R^2 + z^2} - \frac{\lambda_2 (h - z)}{R^2 + (h - z)^2} \right] \quad \square$$

$$E_z = \frac{R}{2\epsilon_0} \left[ \frac{\lambda_1 z}{(R^2 + z^2)^{3/2}} + \frac{\lambda_2 (h - z)}{(R^2 + (h - z)^2)^{3/2}} \right] \quad \square$$

$$E_z = \frac{R}{2\epsilon_0} \left[ \frac{\lambda_1 z}{R^2 + z^2} - \frac{\lambda_2 (h - z)}{R^2 + (h - z)^2} \right] \quad \square$$

Esta expressão:  $E_z =$

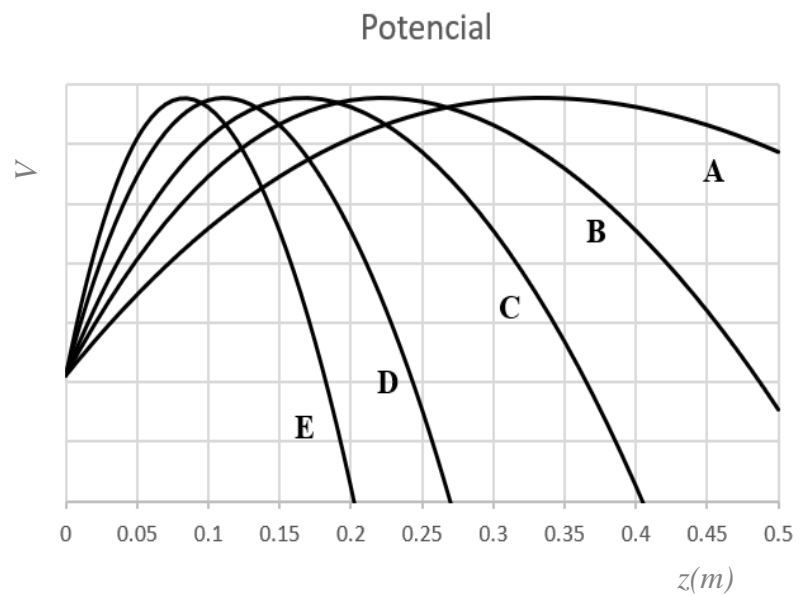
Sugestão: tenha em conta que o elemento de arco em coordenadas polares é  $dl = R d\theta$ .

b) [2.0] Verificou-se experimentalmente que a carga fica em equilíbrio na posição  $z = \frac{h}{3}$ .  
 Desprezando o efeito do peso, pode-se concluir que a densidade linear de carga  $\lambda_2$  tem o valor ...

1.48  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 5.19  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 6.67  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 2.22  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 5.93  $\mu\text{C}/\text{m}$   ;  
 2.96  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 7.41  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 0.741  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 3.71  $\mu\text{C}/\text{m}$   ; 4.45  $\mu\text{C}/\text{m}$   ;  
  $\mu\text{C}/\text{m}$  .

c) [1.0] Uma das cinco curvas representa a variação do potencial electrostático ao longo do eixo entre os anéis. Qual é?

A curva A   
 A curva B   
 A curva C   
 A curva D   
 A curva E



**Problema 2**

Uma esfera de raio  $R=1.2\text{ m}$  feita de material condutor, inicialmente descarregada, recebe uma carga de  $X\ \mu\text{C}$ . Tenha em conta que a permissividade eléctrica do vazio é  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\text{ F}/\text{m}$ .

a) [2.5] Se se atribuir o valor zero ao potencial electrostático a uma distância infinita da esfera, o potencial electrostático na superfície da esfera após receber a carga será ...

59.9 kV  ; 74.9 kV  ; 30.0 kV  ; 37.5 kV  ; 67.4 kV  ;  
 22.5 kV  ; 7.49 kV  ; 52.4 kV  ; 15.0 kV  ; 44.9 kV  ;  
 kV .

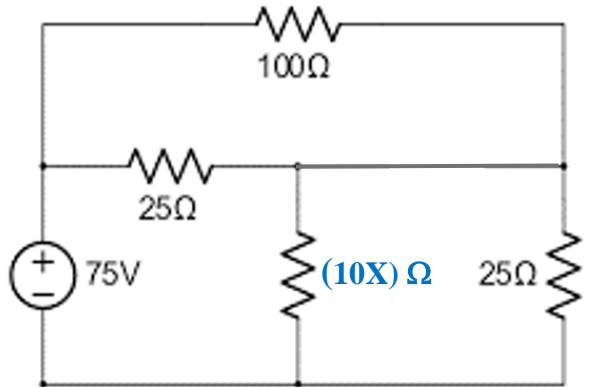
b) [2.5] Se um condutor adquire à sua superfície um potencial  $V$  quando recebe uma carga  $Q$ , dizemos que tem uma capacidade  $C = Q/V$ . Conclui-se que a capacidade de uma esfera condutora com as dimensões do corpo celeste  $X$  da tabela é ...

$X$		Raio (km)
1	Mercúrio	2440
2	Vénus	6052
3	Terra	6378
4	Lua	1737
5	Marte	3397
6	Júpiter	71492
7	Saturno	60268
8	Urano	25559
9	Neptuno	24746
10	Plutão	1160

7950  $\mu\text{F}$   ; 193  $\mu\text{F}$   ; 673  $\mu\text{F}$   ;  
 2750  $\mu\text{F}$   ; 710  $\mu\text{F}$   ; 129  $\mu\text{F}$   ;  
 271  $\mu\text{F}$   ; 2840  $\mu\text{F}$   ; 378  $\mu\text{F}$   ;  
 6710  $\mu\text{F}$   ;   $\mu\text{F}$  .

**Problema 3**

a) [2.5] No circuito da figura, pretende conhecer-se a potência dissipada na resistência de 100  $\Omega$ . As duas resistências da malha inferior direita podem ser substituídas, sem que isso altere o resultado, por uma única resistência de ...



18.4  $\Omega$   ; 19.0  $\Omega$   ; 15.4  $\Omega$   ;  
 11.1  $\Omega$   ; 13.6  $\Omega$   ; 19.6  $\Omega$   ;  
 7.1  $\Omega$   ; 16.7  $\Omega$   ; 17.6  $\Omega$   ;  
 20.0  $\Omega$   ;   $\Omega$  .

b) [2.5] A potência dissipada por efeito de Joule na resistência de 100  $\Omega$  é ...

23.2W  ; 14.8 W  ; 18.0 W  ; 14.4 W  ; 15.9 W  ;  
 30.5 W  ; 14.1 W  ; 19.9 W  ; 15.2 W  ; 16.7 W  ;  
 W .

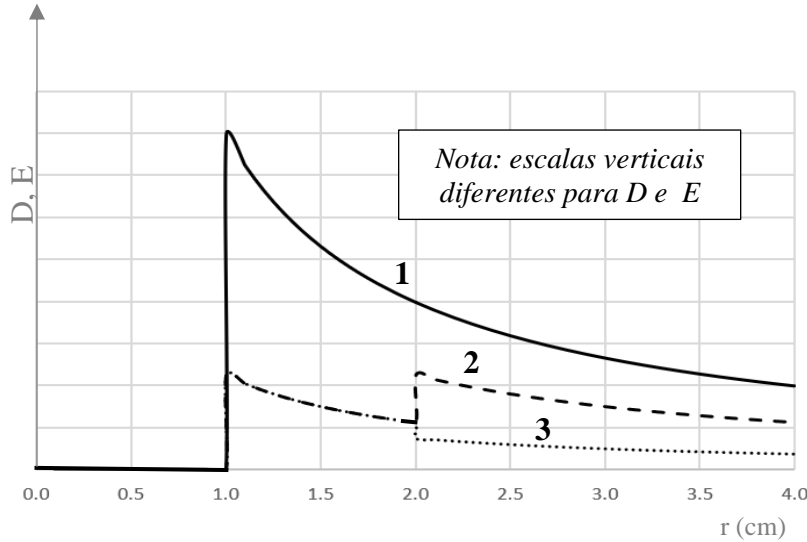
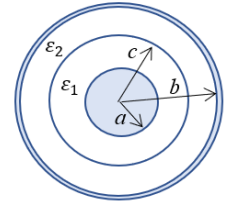
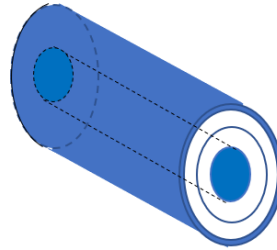
*Sugestão: pode usar a resistência equivalente calculada na alínea anterior, para reduzir o número de malhas.*

**Problema 4**

A figura ilustra um cabo coaxial, composto por um condutor central cilíndrico de raio  $a$ , e uma camada cilíndrica condutora de raio interior  $b$ . Entre os dois condutores existem duas camadas cilíndricas de dieléctrico, com permissividades  $\epsilon_1$  e  $\epsilon_2$  como se indica na secção da direita. Os valores das permissividades são

$$\epsilon_1 = 4.0\epsilon_0 \quad \text{e} \quad \epsilon_2 = (0.15X)\epsilon_1$$

sendo  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ . Considere que  $a = 1.0 \text{ cm}$ ,  $c = 2.0 \text{ cm}$  e  $b = 4.0 \text{ cm}$ .



a) [2.5] A figura mostra (qualitativamente) como variam os módulos do campo eléctrico e do deslocamento eléctrico quando se coloca uma carga positiva no condutor central e uma carga igual mas de sinal contrário no condutor exterior.

- A curva 1 corresponde a  $E(r)$  e a curva 2 corresponde a  $D(r)$ ...
- A curva 1 corresponde a  $D(r)$  e a curva 2 corresponde a  $E(r)$ ...
- A curva 1 corresponde a  $E(r)$  e a curva 3 corresponde a  $D(r)$ ...
- A curva 1 corresponde a  $D(r)$  e a curva 3 corresponde a  $E(r)$ ...
- A curva 2 corresponde a  $E(r)$  e a curva 3 corresponde a  $D(r)$ ...
- A curva 3 corresponde a  $D(r)$  e a curva 2 corresponde a  $E(r)$ ...

b) [2.5] Considere que o cabo mede 0.5 m. Se o usarmos como condensador, a sua capacidade será ...

- 76.0 pF  ; 20.9 pF  ; 82.2 pF  ; 37.0 pF  ; 87.6 pF  ;
- 49.8 pF  ; 92.2 pF  ; 60.2 pF  ; 96.3 pF  ; 68.8 pF  ;
- pF  .