



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Teórica II

Modelo I

Primeira Prova – 1º. semestre de 2017 – 29/04/2017

ALUNO _____ GABARITO _____

TURMA _____ PROF. _____

NOTA DA
PROVA

ATENÇÃO LEIA ANTES DE FAZER A PROVA

1 – Assine a prova antes de começar.

2 - Os professores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é auto-explicativa e faz parte da avaliação o entendimento da mesma.

3 – A prova será feita em 2 horas, impreterivelmente, sem adiamento, portanto, seja objetivo nas suas respostas.

A prova consiste em 20 questões objetivas (múltipla escolha).

1 - Deverão ser marcadas com caneta.

2 - Não serão aceitas mais de duas respostas a não ser que a questão diga explicitamente isto.

3 - Caso você queira mudar sua resposta explicita qual é a correta.

CASO ALGUMA QUESTÃO SEJA ANULADA, O VALOR DA MESMA SERÁ DISTRIBUIDO ENTRE AS DEMAIS.

Nome			
Matr		Turma	

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>								
2	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>								
3	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>								
4	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>								
5	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>								
6	<input type="radio"/>	16	<input type="radio"/>								
7	<input type="radio"/>	17	<input type="radio"/>								
8	<input type="radio"/>	18	<input type="radio"/>								
9	<input type="radio"/>	19	<input type="radio"/>								
10	<input type="radio"/>	20	<input type="radio"/>								

Boa Prova

Formulário

$$Usar \quad \pi \approx 3; \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}; \quad \epsilon_0 \approx 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

$$Carga do elétron e do próton $\Rightarrow e \approx 1,6 \times 10^{-19} C$$$

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}; \quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}; \quad d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \hat{r}; \quad \vec{F} = q\vec{E}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}; \quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}; \quad U_f - U_i = W_{F_{ext}} = -W_{FE} = - \int_i^f \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

$$\Delta U = q\Delta V; \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}; \quad dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r}; \quad V_f - V_i = -\frac{W_{FE}}{q_0} = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{p} = q\vec{d}; \quad U = -\vec{p} \cdot \vec{E}; \quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}; \quad \vec{E} = - \left(\frac{\partial V}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z} \hat{k} \right)$$

$$\int \frac{u du}{(u^2 + a^2)^{1/2}} = \sqrt{u^2 + a^2}; \quad \int \frac{du}{(u^2 + a^2)^{1/2}} = \ln(u + \sqrt{u^2 + a^2})$$

$$\int \frac{du}{(u^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{u}{a^2 \sqrt{u^2 + a^2}}; \quad \int \frac{u du}{(u^2 + a^2)^{3/2}} = -\frac{1}{\sqrt{u^2 + a^2}}$$

	30°	40°	60°
$\text{sen } \theta$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\text{cos } \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\text{tg } \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$

01) (0,5 ponto) Uma esfera condutora está carregada e o potencial elétrico em sua superfície é de 100 V (em relação ao infinito). Se o raio da esfera fosse o dobro, mas com a mesma quantidade de carga, qual seria o potencial na sua superfície em relação ao infinito?

- a) 50 V
- b) 25 V
- c) 100 V
- d) 200 V
- e) 400 V

$$V_0 = \frac{kq}{r} = 100\text{V} \Rightarrow V = \frac{kq}{2r} = \frac{1}{2} \left(\frac{kq}{r} \right) = \frac{V_0}{2} = 50\text{V}$$

02) (0,5 ponto) Duas esferas condutoras, uma tendo o dobro do diâmetro da outra, estão separadas a uma distância muito maior que seus diâmetros. A esfera menor (1) tem carga Q e a esfera maior (2) está descarregada. Se as esferas forem conectadas por um fio condutor, então será correto afirmar que as cargas da esfera menor (1) e da esfera maior (2) serão, respectivamente:

- a) $Q/2$ e $Q/2$
- b) $Q/3$ e $2Q/3$
- c) $2Q/3$ e $Q/3$
- d) zero e Q
- e) $2Q$ e $-Q$

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{2kq_1}{d} = \frac{kq_2}{d}$$

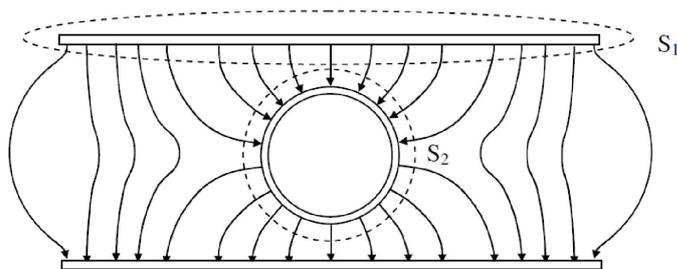
$$\Rightarrow q_2 = 2q_1$$



$$q_1 + q_2 = Q \Rightarrow q_1 + 2q_1 = Q \Rightarrow q_1 = \frac{Q}{3}; \quad q_2 = \frac{2Q}{3}$$

03) (0,5 ponto) A figura abaixo mostra algumas linhas de campo elétrico gerado por duas placas condutoras planas e paralelas com uma área A muito maior que a separação entre elas, carregadas com densidade uniforme de cargas η , e no seu interior uma esfera condutora neutra. S_1 e S_2 são duas superfícies fechadas que envolvem completamente uma das placas e a esfera, respectivamente. O fluxo elétrico sobre as superfícies S_1 e S_2 são, respectivamente:

- | | S_1 | S_2 |
|----|--------------------------------|--------------------------------|
| a) | $\Phi_E = 0;$ | $\Phi_E = \epsilon_0 \eta/A.$ |
| b) | $\Phi_E = \epsilon_0 \eta/A;$ | $\Phi_E = 0.$ |
| c) | $\Phi_E = A \eta/\epsilon_0;$ | $\Phi_E = 0.$ |
| d) | $\Phi_E = 2A \eta/\epsilon_0;$ | $\Phi_E = \epsilon_0 \eta/A.$ |
| e) | $\Phi_E = 2\epsilon_0 \eta A;$ | $\Phi_E = 2A \eta/\epsilon_0.$ |

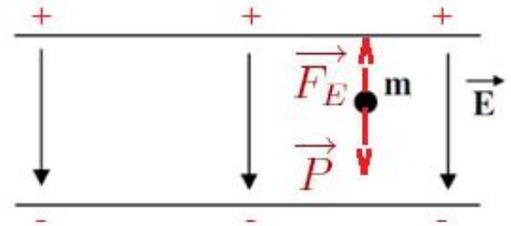


$$\phi_E = \frac{q_{int}}{\epsilon_0} \Rightarrow \phi_{S_2} = 0; \quad \phi_{S_1} = \frac{\eta A}{\epsilon_0}$$

04) (0,5 ponto) No famoso experimento de Millikan destinado a determinar a carga elétrica fundamental, equilibra-se uma gota de óleo previamente carregada com falta ou excesso de alguns elétrons e massa $m=0,80 \times 10^{-13} \text{Kg}$ no interior de um capacitor onde se estabelece um campo elétrico uniforme. O valor do campo elétrico uniforme que permite equilibrar a força gravitacional que age sobre a gota é de $E=5,0 \times 10^5 \text{N/C}$. O valor e o sinal da carga da gota de óleo é: (usar $g=10 \text{ m/s}^2$)

- a) $1,6 \times 10^{-18} \text{C}$, positiva.
- b) $1,6 \times 10^{-18} \text{C}$, negativa.
- c) $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$, positiva.
- d) $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$, negativa.
- e) $1,4 \times 10^{-15} \text{C}$, negativa.

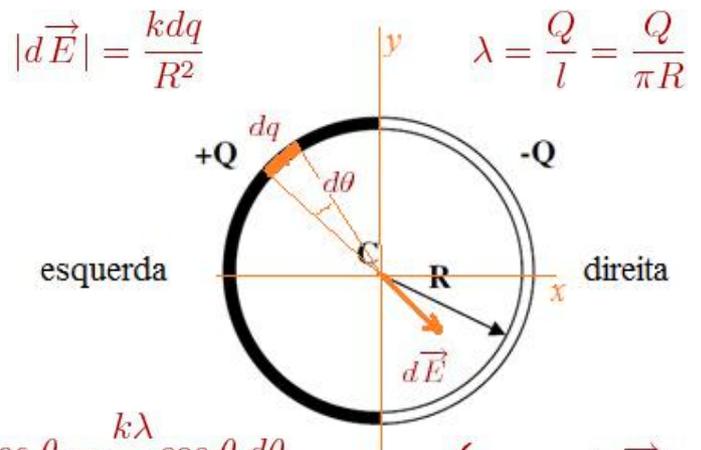
$$\begin{aligned} |\vec{P}| &= |\vec{F}_E| \\ mg &= qE \\ q &= \frac{mg}{E} \end{aligned}$$



$$q = \frac{0,8 \times 10^{-13} \text{Kg} \cdot 10 \text{m/s}^2}{5 \times 10^5 \text{N/C}} = \frac{8}{5} \times 10^{-18} \text{C} = 1,6 \times 10^{-18} \text{C}; \text{ carga negativa}$$

05) (0,5 ponto) Duas hastes plásticas, carregadas uniformemente com cargas $+Q$ e $-Q$ formam um anel de raio R como mostra a figura abaixo. A intensidade, direção e sentido do campo elétrico no centro da anel (ponto C) é:

- a) $4kQ/\pi R^2$, horizontal apontando para esquerda.
- b) $4kQ/\pi R^2$, horizontal apontando para direita.
- c) 0.
- d) $2kQ/\pi R^2$, horizontal apontando para esquerda.
- e) $2kQ/\pi R^2$, horizontal apontando para direita.



$$\Rightarrow E_y = 0 \text{ (por simetria)}$$

$$\Rightarrow dE_x = \frac{k dq}{R^2} \cos \theta = \frac{k \lambda ds}{R^2} \cos \theta = \frac{k \lambda R d\theta}{R^2} \cos \theta = \frac{k \lambda}{R} \cos \theta d\theta$$

$$\Rightarrow E_x = \frac{k \lambda}{R} \int_{\frac{3\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \theta d\theta = \frac{k \lambda}{R} [\text{sen } \theta]_{\frac{3\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} = 2 \frac{k \lambda}{R} = \frac{2kQ}{\pi R^2}$$

$$\begin{cases} dE_x = |d\vec{E}| \cos \theta \\ dE_y = |d\vec{E}| \text{sen } \theta \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_x^{Tot} = E_x^{dir} + E_x^{esq} = 2E_x^{dir} = \frac{4kQ}{\pi R^2}$$

06) (0,5 ponto) Sejam duas partículas carregadas com cargas $q_1 = +1,0 \mu C$ e $q_2 = -4,0 \mu C$, separadas por uma distância de $10,0 \text{ cm}$. Em que ponto da linha que une as cargas o campo elétrico se anula?

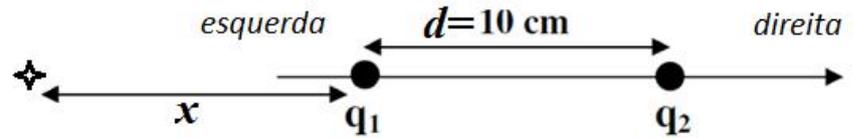
a) a $10,0 \text{ cm}$ à esquerda de q_1

b) a $10,0 \text{ cm}$ à direita de q_2

c) a $5,0 \text{ cm}$ à esquerda de q_1

d) a $5,0 \text{ cm}$ à direita de q_2

e) a $3,3 \text{ cm}$ à direita de q_1



$$E_1 = \frac{kq_1}{x^2}; \quad E_2 = \frac{kq_2}{(x+d)^2}$$

$$|E_1| = |E_2| \Rightarrow \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(x+d)^2} \Rightarrow \left| \frac{q_1}{q_2} \right| = \left(\frac{x}{x+d} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{x+d} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2x = x+d \Rightarrow x = d = 10 \text{ cm}$$

07) (0,5 ponto) Uma partícula com carga $q_1 = 8 \text{ nC}$ é mantida fixa na origem de um sistema de coordenadas Ox. Uma segunda partícula com carga $q_2 = 2 \text{ nC}$ é trazida por um agente externo desde o infinito até a posição de abscissa $x = 4 \text{ cm}$ onde também é mantida fixa. Qual o trabalho realizado pela força elétrica durante o deslocamento da segunda partícula?

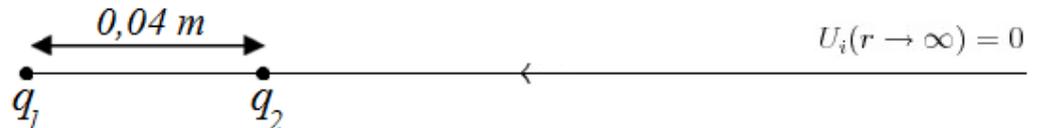
a) $+3,6 \mu J$

b) $-3,6 \mu J$

c) $+1,8 \mu J$

d) $-1,8 \mu J$

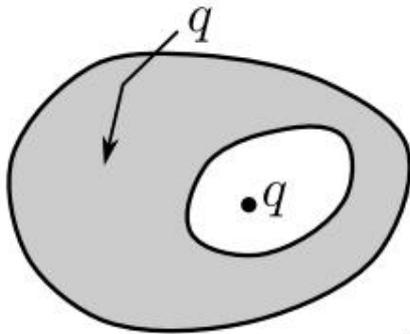
e) $+7,2 \mu J$



$$W_{FE} = -\Delta U = -(U_f - U_i) = -U_f = -\frac{kq_1q_2}{r}$$

$$\Rightarrow W_{FE} = -\frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) (8 \times 10^{-9} \text{ C}) (2 \times 10^{-9} \text{ C})}{4 \times 10^{-2} \text{ m}} = -9 \times 4 \times 10^{-7} \text{ J} = -3,6 \times 10^{-6} \text{ J} = -3,6 \mu J$$

08) (0,5 ponto) Um condutor com uma cavidade encontra-se em equilíbrio eletrostático e possui uma carga total $q = -20 \text{ mC}$. No interior da cavidade, existe uma partícula em repouso, de carga também $q = -20 \text{ mC}$ e próximo a este condutor, no seu exterior, foi colocada uma carga $Q = +40 \text{ mC}$. Qual é o valor da carga total nas superfícies interna e externa deste condutor, respectivamente?



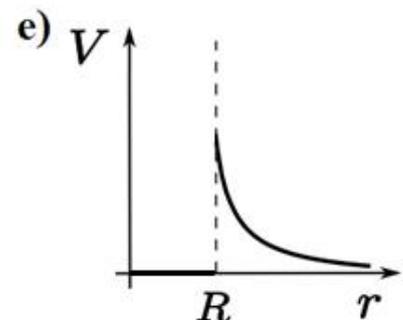
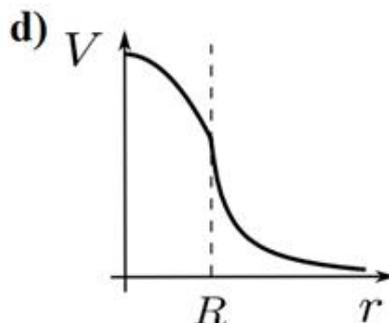
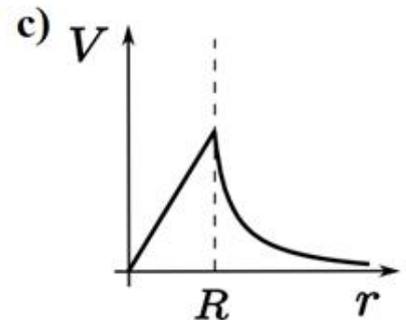
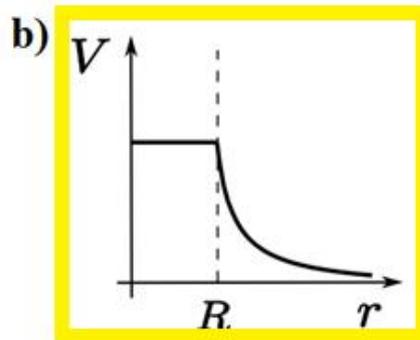
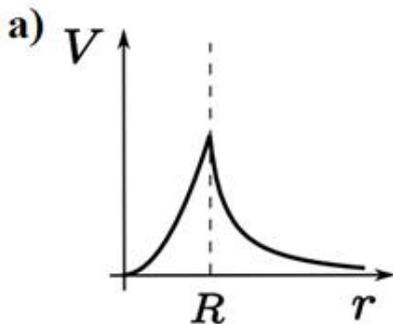
	Interna	Externa
a)	+20mC	-40mC
b)	+20mC	Zero
c)	Zero	+20mC
d)	-20mC	+20mC
e)	-40mC	+20mC

• Uma carga externa somente polariza um condutor, não alterando a quantidade de carga sobre sua superfície.

• Q

• A carga de -20 mC no interior da cavidade induz a migração de uma carga de $+20 \text{ mC}$ para a parede interna do condutor (blindando o campo elétrico para dentro do condutor), como consequência, uma carga -20 mC vai para a parede externa do condutor se juntando aos -20 mC já existente. Assim, a superfície externa do condutor recebe uma carga de -40 mC .

09) (0,5 ponto) Considere uma esfera condutora maciça com densidade de carga constante (estacionária e uniforme) η e raio R . Qual das alternativas abaixo melhor representa o potencial elétrico em função da distância r ao seu centro? Resp: b)



10) (0,5 ponto) Uma esfera maciça e isolante de raio igual a 20cm está uniformemente carregada em todo seu volume com uma carga total de 10nC. Qual o valor do potencial elétrico na superfície da esfera se tomarmos como referência para o potencial nulo o seu centro?

- a) +450 V
- b) +225 V
- c) -450 V
- d) -225 V
- e) 0 V

$$\Delta V = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{l}; \vec{E} = \frac{kqr}{R^3} \hat{r} \Rightarrow \Delta V = - \frac{kq}{R^3} \int_0^R r dr = - \frac{kq}{R^3} \left[\frac{r^2}{2} \right]_0^R$$

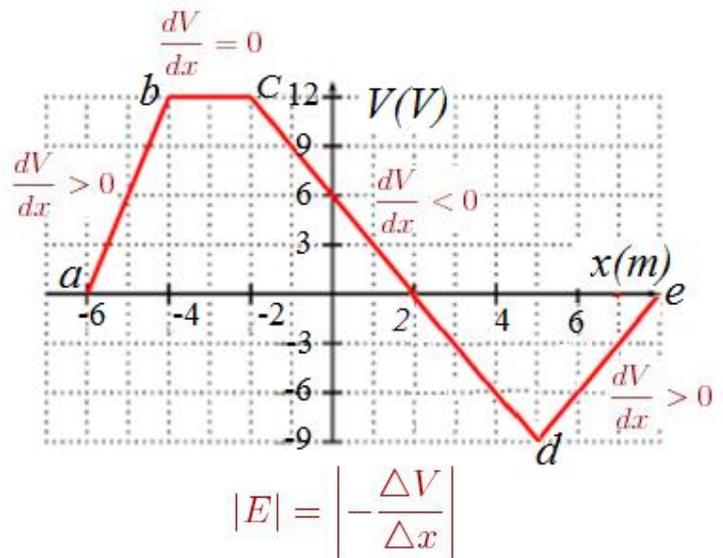
$$\Rightarrow \Delta V = V(R) - V(0) = V(R) = - \frac{kq}{2R} (V(r=0) = 0)$$

$$\Rightarrow V(R) = - \frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)(10 \times 10^{-9} \text{ C})}{2(0,2\text{m})} = - \frac{900}{4} = -225 \text{ V}$$

11) (0,5 ponto) Em uma certa situação, o potencial eletrostático varia ao longo do eixo x conforme mostrado na figura abaixo. Assinale a opção que melhor aproxima o valor da componente x do campo elétrico (em V/m) para cada um dos intervalos ab, bc, cd, de.

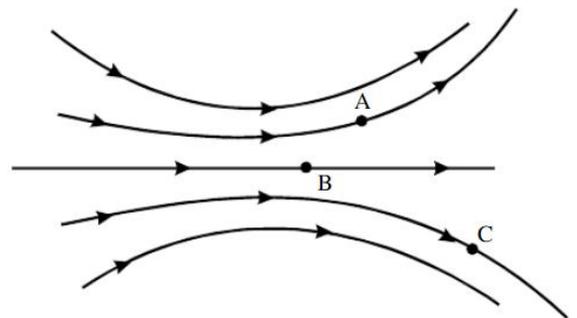
- | | ab | bc | cd | de |
|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| a) | -6 | 0 | +3 | +3 |
| b) | -6 | 0 | +3 | -3 |
| c) | -6 | 0 | -3 | -3 |
| d) | +6 | 0 | +3 | -3 |
| e) | +6 | 0 | -3 | +3 |

$$E = - \frac{dV}{dx} \Rightarrow \begin{cases} ab = -6 \\ bc = 0 \\ cd = +3 \\ de = -3 \end{cases}$$



12) (0,5 ponto) Suponhamos que uma região do espaço tem um campo elétrico não uniforme, dirigida para a direita, como mostrado na figura. Qual afirmação sobre o potencial elétrico é verdadeira?

- a) $V_C > V_A > V_B$.
- b) $V_B < V_A < V_C$.
- c) $V_A < V_C > V_B$.
- d) $V_C < V_A > V_B$.
- e) $V_B > V_A > V_C$.**

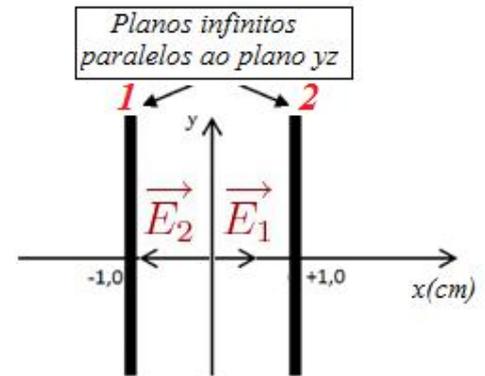


• O campo aponta para a região de menor potencial.

$$\Rightarrow V_C < V_A < V_B \text{ ou } V_B > V_A > V_C$$

13) (0,5 ponto) Um plano infinito, paralelo ao plano yz, está localizada em $x=-1,0\text{cm}$ e foi carregada com uma densidade de carga superficial (uniforme) de $1,0\text{pC/m}^2$. Um segundo plano infinito, também paralelo ao plano yz situa-se em $x=1,0\text{cm}$ e foi carregado com uma densidade superficial de carga de $2,0\text{pC/m}^2$. Qual é o campo elétrico devido a esses dois planos na origem? (onde \hat{i} é o versor unitário na direção x.)

$$\text{Plano infinito} \Rightarrow E = \frac{\eta}{2\epsilon_0} = \frac{\eta}{2\epsilon_0} \frac{2\pi}{2\pi} = \frac{2\pi\eta}{4\pi\epsilon_0} = 2k\pi\eta$$



- a) $(-5,4 \times 10^{-2} \text{N/C}) \hat{i}$
- b) $(1,08 \times 10^{-1} \text{N/C}) \hat{i}$
- c) $(-1,08 \times 10^{-1} \text{N/C}) \hat{i}$
- d) $(5,4 \times 10^{-2} \text{N/C}) \hat{i}$
- e) zero

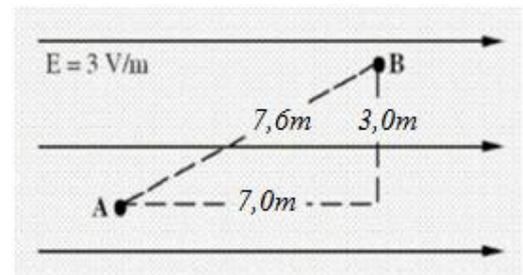
$$|E_1| = 2k\pi\eta_1 = 2 \times 3 \times (9 \times 10^9 \text{N.m}^2/\text{C}^2) \times (10^{-12} \text{C/m}^2) = 54 \times 10^{-3} \text{N/C}$$

$$|E_2| = 2k\pi\eta_2 = 2 \times 3 \times (9 \times 10^9 \text{N.m}^2/\text{C}^2) \times (2 \times 10^{-12} \text{C/m}^2) = 108 \times 10^{-3} \text{N/C}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (+5,4\hat{i} - 10,8\hat{i}) \times 10^{-2} = (-5,4 \times 10^{-2} \hat{i}) \text{N/C}$$

14) (0,5 ponto) Uma carga pontual de $+1,0\text{ }\mu\text{C}$ se move do ponto A para o ponto B na presença de um campo elétrico uniforme, como mostrado na figura. Qual das seguintes afirmações sobre a variação da energia potencial do sistema é verdadeira?

- a) A energia potencial aumenta de $2,28 \times 10^{-5} \text{J}$.
- b) A energia potencial diminui de $2,28 \times 10^{-5} \text{J}$.
- c) A energia potencial aumenta de $2,10 \times 10^{-5} \text{J}$.
- d) A energia potencial diminui de $2,10 \times 10^{-5} \text{J}$.
- e) A energia potencial aumenta de $9,00 \times 10^{-6} \text{J}$.

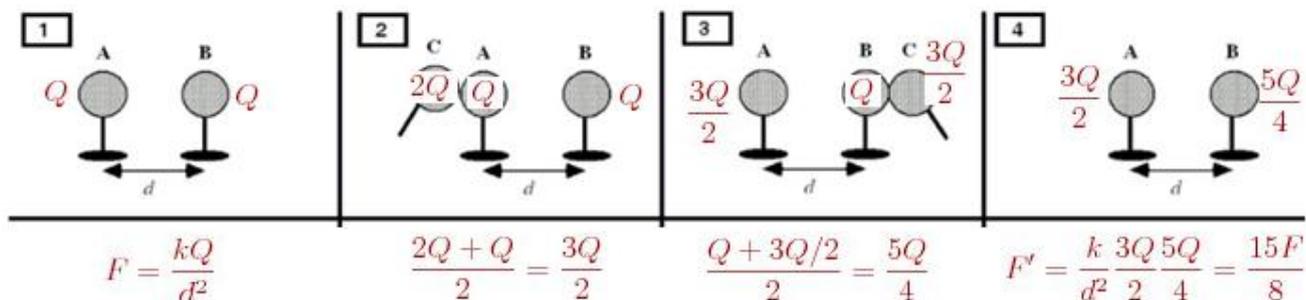


$$\Delta U = - \int \vec{F} \cdot d\vec{l}; \vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \Delta U = -q \int \vec{E} \cdot d\vec{l} = -q \int E \cos\theta dl$$

$$\Delta U = -qE \underbrace{\cos\theta L}_d \Rightarrow \begin{cases} L \rightarrow \text{distância entre A e B} \\ d \rightarrow \text{projecção do deslocamento na direção de } \vec{E} \end{cases}$$

$$\Delta U = -(1,0 \times 10^{-6} \text{C})(3,0 \text{V/m})(7,0 \text{m}) = -21 \times 10^{-6} \text{J} = -2,10 \times 10^{-5} \text{J}$$

15) (0,5 ponto) No Quadro 1, duas esferas condutoras idênticas e carregadas, A e B, possuem a mesma quantidade de carga e têm o mesmo sinal. As esferas são separadas por uma distância d ; e a esfera A exerce uma força eletrostática sobre a esfera B que tem uma magnitude F . Uma terceira esfera, C, presa a uma haste isolante é introduzida no Quadro 2. A esfera C é idêntica as esferas A e B, exceto por inicialmente estar carregada com o dobro da carga de B. A esfera C toca primeiro a esfera A, no quadro 2, e depois toca a esfera B, no quadro 3, e é finalmente removido no Quadro 4.



Determine a magnitude da força eletrostática que a esfera A exerce sobre a esfera B no Quadro 4.

- a) $15F/8$ b) $15F/4$ c) $3F/8$ d) $3F/4$ e) zero

16) (0,5 ponto) Uma esfera de raio R possui uma densidade de carga volumétrica uniforme ρ . Considerando a superfície gaussiana na figura abaixo constituída por um disco circular e um hemisfério. Os dois formam uma superfície fechada e concêntrica com a esfera carregada. Quanto vale o fluxo elétrico sobre a superfície gaussiana?

$$\phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \int_{calota} \vec{E} \cdot d\vec{a} + \int_{disco} \vec{E} \cdot d\vec{a}$$

$\vec{E} \perp d\vec{a} \Rightarrow \vec{E} \cdot d\vec{a} = 0$

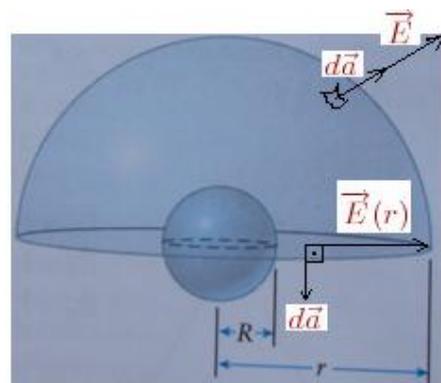
- a) $\Phi = 3\pi\rho R^3/2\epsilon_0$
 b) $\Phi = 2\pi\rho R^3/3\epsilon_0$
 c) $\Phi = \pi\rho R^2/3\epsilon_0$
 d) $\Phi = \pi\rho(R^3+R)/3\epsilon_0$
 e) $\Phi = 4\pi\rho R^3/3\epsilon_0$

$$\Rightarrow \phi_E = \int_{calota} \vec{E} \cdot d\vec{a} = E \times \frac{A_{esf}}{2}$$

$$\Rightarrow \phi_E = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \right) 4\pi r^2$$

$$\Rightarrow \phi_E = \frac{1}{2} \left(\frac{q}{\epsilon_0} \right) = \frac{2\pi\rho R^3}{3\epsilon_0}$$

$$q = \rho V_{esf} = \rho \frac{4\pi R^3}{3}$$

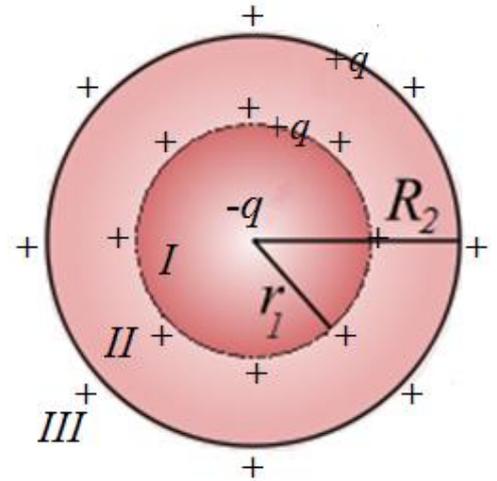


O texto a seguir refere-se às questões 17 e 18

Uma esfera isolante maciça de raio r_1 está carregada com uma carga $-q$. Ele é circundado por uma casca esférica concêntrica, condutora, de raio interno r_1 e raio externo R_2 , que está carregada com uma carga $+2q$.

17) (0,5 ponto) Assinale a opção que especifica as carga nas superfícies interna de raio r_1 e na superfície externa de raio R_2 da casca esférica.

- a) $q_{int} = +q; q_{ext} = +q$
- b) $q_{int} = -q; q_{ext} = +3q$
- c) $q_{int} = +2q; q_{ext} = 0$
- d) $q_{int} = -q; q_{ext} = +2q$
- e) $q_{int} = 0; q_{ext} = +2q$



18) (0,5 ponto) Assinale a opção que especifica, corretamente o módulo dos campos elétricos nas regiões I ($r < r_1$), II ($r_1 < r < R_2$) e III ($r > R_2$).

- a) $E_I = kqr/(r_1)^3; E_{II} = 0; E_{III} = kq/r^2$.
- b) $E_I = kqr/(r_1)^3; E_{II} = 0; E_{III} = 2kq/r^2$.
- c) $E_I = kqr/(r_1)^3; E_{II} = -kq/r^2; E_{III} = kq/r^2$.
- d) $E_I = 0; E_{II} = 0; E_{III} = 2kq/r^2$.
- e) $E_I = kq/r^2; E_{II} = 0; E_{III} = kq/r^2$.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$

$$\text{Região III} \Rightarrow E_{III} \oint da = \frac{+2q - q}{\epsilon_0}$$

$$E_{III} \times 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E_{III} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} = \frac{kq}{r^2}$$

$$\text{Região II} \Rightarrow q_{int} = +q - q = 0$$

$$\Rightarrow \vec{E} = 0$$

$$\text{Região I} \Rightarrow \rho = \frac{q}{V} = \frac{q_{int}}{V'} \Rightarrow \frac{3q}{4\pi r_1^3} = \frac{3q_{int}}{4\pi r^3} \Rightarrow q_{int} = q \frac{r^3}{r_1^3}$$

$$\oint \vec{E}_I \cdot d\vec{a} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$

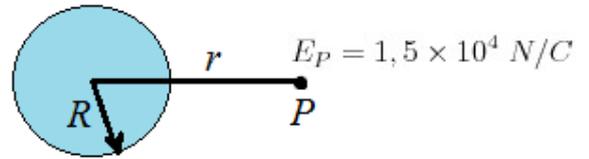
$$E_I \times 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \frac{r^3}{r_1^3}$$

$$\Rightarrow E_I = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{r}{r_1^3} = \frac{kqr}{r_1^3}$$

19) (0,5 ponto) Uma carga elétrica está uniformemente distribuída dentro de uma esfera isolante de raio $0,30\text{ m}$. O campo elétrico num ponto P , que se encontra a $0,60\text{ m}$ do centro da esfera é de $1,5 \times 10^4\text{ N/C}$ apontando radialmente para fora da esfera. Qual o valor máximo do campo elétrico gerado por esta esfera?

- O campo toma o seu valor máximo sobre a superfície da esfera ($r=R$)

- a) $9 \times 10^4\text{ N/C}$
- b) $6 \times 10^4\text{ N/C}$
- c) $4 \times 10^4\text{ N/C}$
- d) $3 \times 10^4\text{ N/C}$
- e) $2 \times 10^4\text{ N/C}$



$$E_{sup} = \frac{kQ}{R^2}; E_P = \frac{kQ}{r^2} \text{ com } r = 2R$$

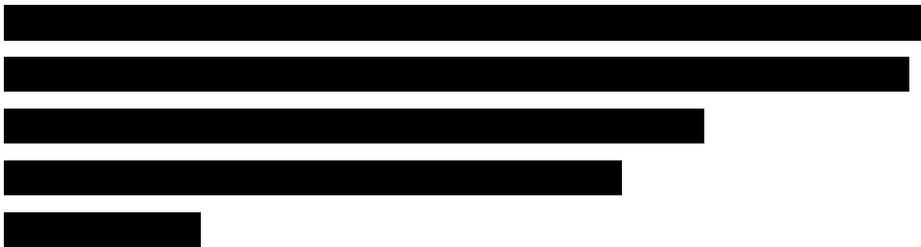
$$\left. \begin{array}{l} r = 0,6\text{m} \\ R = 0,3\text{m} \end{array} \right\} \Rightarrow r = 2R$$

$$\Rightarrow E_P = \frac{kq}{4R^2} = \frac{1}{4} \frac{kq}{R^2} = \frac{E_{sup}}{4}$$

$$\Rightarrow E_{sup} = 4E_P = 4 \times 1,5 \times 10^4 = 6,0 \times 10^4\text{ N/C}$$



ANULADA



esquerda

direita

