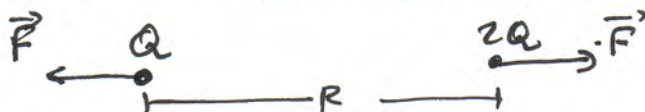
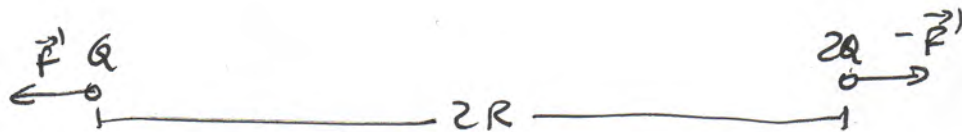


1) Duas cargas pontuais e positivas Q e $2Q$ são separadas por uma distância R . Se a carga Q experimenta uma força de intensidade F quando a separação é R , qual é a magnitude da força sobre a carga $2Q$ quando a separação for $2R$?

- ~~A)~~ $F/4$
 B) $F/2$
 C) F
 D) $2F$
 E) $4F$



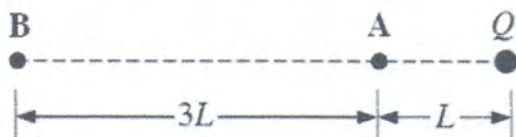
$$F = K \frac{Q \cdot 2Q}{R^2} = 2K \frac{Q^2}{R^2}$$



$$F' = K \frac{Q \cdot 2Q}{(2R)^2} = \frac{2}{4} K \frac{Q^2}{R^2} = \frac{1}{4} F$$

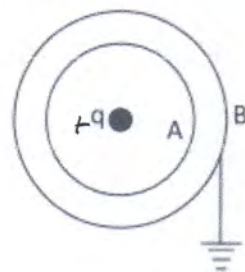
2) Na figura, o ponto A está a uma distância L medida a partir da carga pontual Q . O ponto B está a uma distância $4L$ da mesma carga Q . Qual é a razão entre os campos elétricos nos pontos B e A, E_B/E_A ?

- ~~A)~~ $1/16$
 B) $1/9$
 C) $1/4$
 D) $1/3$
 E) O valor não pode ser determinado uma vez que os valores de Q e de L não são dados.



$$E_A = K \frac{Q}{L^2} \quad E_B = K \frac{Q}{(4L)^2} = \frac{1}{16} K \frac{Q}{L^2} = \frac{1}{16} E_A \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{1}{16}$$

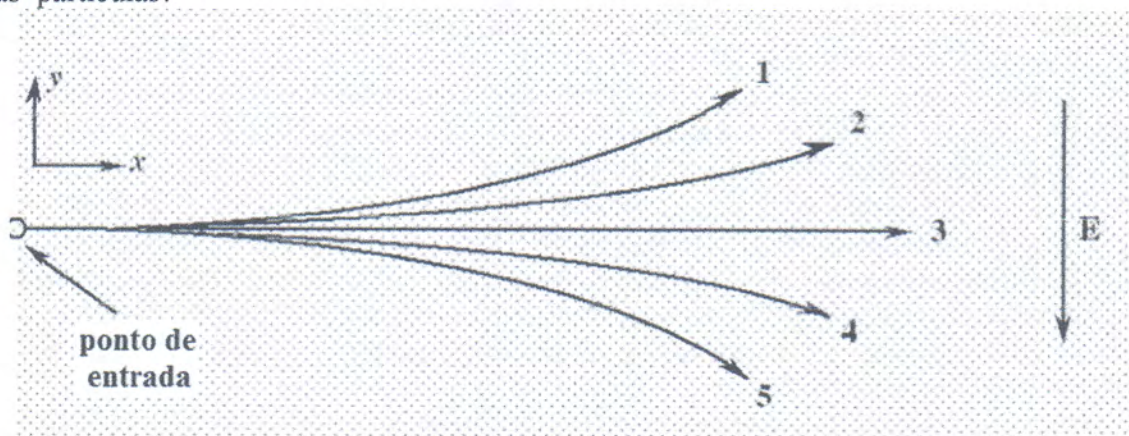
3) Uma carga pontual positiva ($+q$) é colocada no centro de uma casca esférica metálica, originalmente descarregada e isolada. A superfície externa da casca é então ligada a terra por um fio condutor muito fino, como mostra a figura. Em seguida, o fio terra é removido. Sendo A e B as superfícies interna e externa da casca, assinale a opção que descreve, nesta situação, as cargas elétricas nas superfícies interna A e externa B.



- A) A carga em A é $-q$ e a carga em B é $+q$.
 B) A carga em B é $-q$ e a carga em A é $+q$.
 C) A carga em A e a carga em B são ambas $-q$.
 D) A carga em A e a carga em B são ambas nulas ($q=0$).
 → ~~E)~~ A carga em A é $-q$ e a carga em B é nula.

SEM O FIO, A CARGA $+q$ INDUZ NA SUPERFÍCIE INTERNA (A) UMA CARGA $-q$ E NA EXTERNA (B) UMA CARGA $+q$. QUANDO COLOCAMOS O FIO TERRA AS CARGAS DA SUPERFÍCIE EXTERNA SÃO "DESLOCADAS" DEPOIS FIO TERRA FICANDO A SUPERFÍCIE DESCARREGADA (ISTO É, ELÉTRONS SÃO ATRÁIDOS DA TERRA TORNANDO A SUPERFÍCIE (B) NEUTRA)

4) Duas partículas com a mesma massa transportam cargas $+3Q$ e $-2Q$, respectivamente. Elas são disparadas em uma região que contém um campo elétrico uniforme, como mostra a figura. As partículas têm as mesmas velocidades iniciais na direção do eixo x positivo. As linhas, numeradas de 1 a 5, indicam os possíveis caminhos para as partículas. Se o campo elétrico aponta na direção do eixo y negativo, quais serão os caminhos percorrido por estas duas partículas?



- A) Caminho 1 para a $+3Q$ e caminho 4 para a $-2Q$.
 B) Caminho 3 para a $+3Q$ e caminho 2 para a $-2Q$.
 C) Caminho 4 para a $+3Q$ e caminho 3 para a $-2Q$.
 D) Caminho 2 para a $+3Q$ e caminho 5 para a $-2Q$.
~~E) Caminho 5 para a $+3Q$ e caminho 2 para a $-2Q$.~~

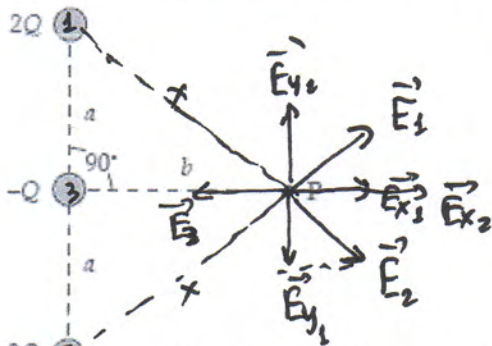
$$\vec{F}_E = 3QE(-\hat{j}) \quad \vec{F}_E = -2QE(-\hat{j})$$

$$|\vec{F}_{E_{3Q}}| > |\vec{F}_{E_{(-2Q)}}| \quad \text{ENTÃO O CAMINHO DA CARGA } +3Q \text{ É O 5} \\ \text{E O DA CARGA } (-2Q) \text{ É O 2}$$

5) Três cargas são mantidas fixas e estão dispostas como mostra a figura abaixo. Sabendo que $Q=80nC$, $a=3,0m$ e $b=4,0m$, responda as perguntas abaixo. ($k=1/4\pi\epsilon_0=9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$)

5-a) Assinale a opção que representa a magnitude do campo elétrico no ponto P.

- A) 45 N/C
 B) 70 N/C
 C) 29 N/C
~~D) 47 N/C~~
 E) 92 N/C



$$E_1 = K \frac{2Q}{x^2} \quad E_2 = K \frac{2Q}{x^2}$$

$$E_{1x} = K \frac{2Q}{x^2} \frac{b}{x} \quad E_{2x} = K \frac{2Q}{x^2} \frac{b}{x}$$

$$E_{1y} = K \frac{2Q}{x^2} \frac{a}{x} \quad E_{2y} = K \frac{2Q}{x^2} \frac{a}{x}$$

$$\text{COMO } E_{1y} = E_{2y} \Rightarrow E_{y_{TOTAL}} = 0$$

$$E_{TOTAL} = E_{1x} + E_{2x} - E_3 \\ = 4K \frac{Qb}{x^3} - K \frac{Q}{b^2}$$

$$E_{XT} = 9 \times 10^9 \times 80 \times 10^{-9} \left(\frac{4 \times 4}{5^3} - \frac{1}{4^2} \right) = 720 \left(\frac{16}{125} - \frac{1}{16} \right) = 720 \left(\frac{128}{1000} - \frac{1}{16} \right) \sim 47 \text{ N/C}$$

5-b) Assinale a opção que representa a magnitude do potencial elétrico no ponto P, considerando o potencial no infinito como zero.

- A) 468 V
~~B) 396 V~~
 C) 288 V
 D) 756 V
 E) zero volts

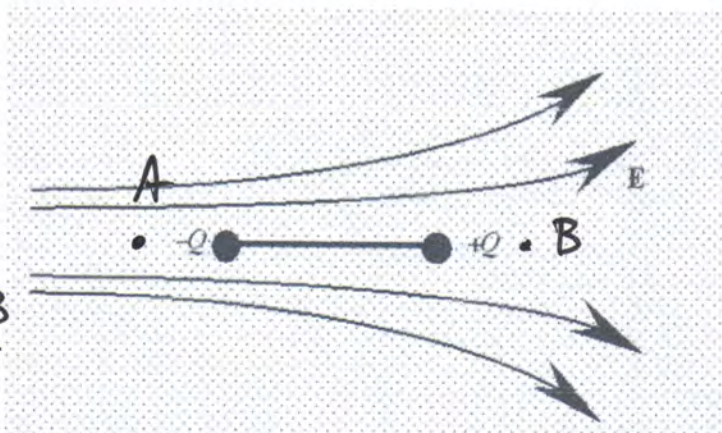
$$V_1 = K \frac{2Q}{x} \quad V_2 = K \frac{2Q}{x} \quad V_3 = K \frac{(-Q)}{b}$$

$$V_T = 4 \frac{KQ}{x} - \frac{KQ}{b} = 9 \times 10^9 \times 80 \times 10^{-9} \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4} \right) =$$

$$V_T = 720 \left(\frac{11}{20} \right) = 36 \times 11 = 396 \text{ V}$$

6) Um dipolo elétrico é liberado a partir do repouso em um campo elétrico não uniforme com a orientação indicada na figura. Assinale a opção que descreve corretamente o movimento inicial do dipolo se ele é liberado a partir do repouso na posição indicada?

- A) Desloca-se para a parte superior da página.
 B) Ele se move em direção à parte inferior da página.
 → ~~X~~ C) Ele se move para a esquerda.
 D) Ele se move para a direita.
 E) Não se move.



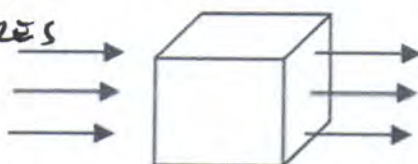
AS LINHAS DE CAMPO NO PONTO B ESTÃO MAIS AFASTADAS DO QUE NO PONTO A, ENTÃO O CAMPO ELÉTRICO EM A É MAIOR DO QUE EM B.

A FORÇA SOBRE A CARGA $-Q$ É MAIOR DO QUE A FORÇA SOBRE A CARGA $+Q$, ENTÃO O DIPLO SE MOVERÁ PARA A ESQUERDA

7) Uma superfície gaussiana cúbica é colocado num campo elétrico uniforme, como mostra a figura abaixo. O comprimento de cada lado do cubo é de 1,0 m. O campo elétrico uniforme tem uma magnitude de $5,0 \times 10^8 \text{ N/C}$ e passa através dos lados esquerdo e direito do cubo perpendicular à superfície. Qual é o fluxo elétrico total que passa através desta superfície?

- A) $5,0 \times 10^8 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
 B) $3,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
 C) $2,5 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
 D) $1,5 \times 10^7 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
 → ~~X~~ E) $0,0 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

SÓ HAVERÁ FLUXO NAS SUPERFÍCIES PERPENDICULARES AO CAMPO ELÉTRICO.



COMO O CAMPO É HOMOGÊNEO, NA FACE ESQUERDA O FLUXO SERÁ $\Phi = -EA$ POIS O CAMPO ESTÁ ENTRANDO NA SUPERFÍCIE. NA FACE DIREITA $\Phi = +EA$ POIS O CAMPO ESTÁ SAINDO DA SUPERFÍCIE. ENTÃO $\Phi_{\text{TOTAL}} = -EA + EA = 0$

8) Na figura, estão representadas, no plano xy, linhas equipotenciais espaçadas entre si de 1,0V. Considere as seguintes afirmações sobre esta situação:

✓ I- O trabalho realizado pela força elétrica para mover uma carga elétrica de 1,0C do ponto D até o ponto A é de -1,0J.

$$U_D - U_A = Q(V_A - V_D) = 1(1 - 0) = +1J = -W_{FE} \Rightarrow W_{FE} = -1J$$

✓ II- O módulo do campo elétrico no ponto C é maior do que no ponto B.

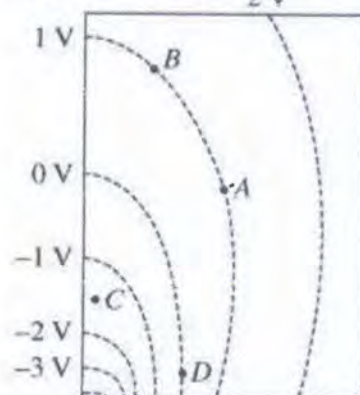
✗ III- O módulo do campo elétrico no ponto D é zero.

NÃO POIS HÁ VARIAÇÃO DE POTENCIAL Dentre elas, quais são verdadeiras?

- A) Apenas I.
 B) Apenas II.
 → ~~X~~ C) Apenas I e II.
 D) Apenas II e III.
 E) I, II e III.

A DISTÂNCIA ENTRE DUAS EQUIPOTENCIAIS DE DIFERENÇA DE POTENCIAL DE 1V É MENOR EM C DO QUE EM B, ENTÃO

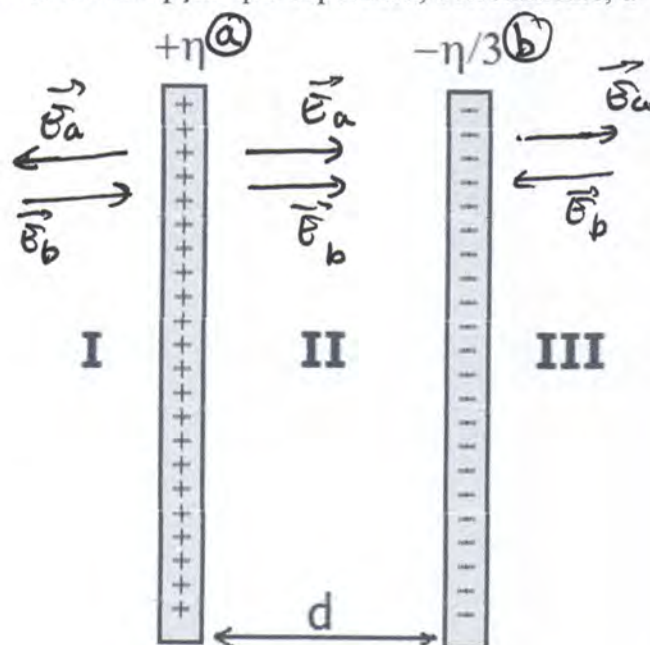
$$E_C > E_B \approx \frac{\Delta V}{d}$$



9) Dois planos infinitos homogeneamente carregados, um com densidade superficial de carga $+\eta$ e outro com $-\eta/3$ estão separados por uma distância d como mostra a figura. Assinale a opção que especifica, corretamente, a magnitude do campo elétrico nas três regiões I, II e III.

A NULADA

	I	II	III
A)	$\eta/3\epsilon_0$	$3\eta/2\epsilon_0$	$\eta/3\epsilon_0$
B)	$\eta/2\epsilon_0$	$\eta/6\epsilon_0$	$\eta/2\epsilon_0$
C)	$\eta/6\epsilon_0$	$\eta/2\epsilon_0$	$\eta/6\epsilon_0$
D)	$2\eta/3\epsilon_0$	$4\eta/3\epsilon_0$	$2\eta/3\epsilon_0$
E)	$4\eta/3\epsilon_0$	$2\eta/3\epsilon_0$	$4\eta/3\epsilon_0$



PARA UMA PLACA INFINITA $E = \frac{\eta}{2\epsilon_0}$

ENTÃO $|E_a| = \frac{\eta}{2\epsilon_0}$ $|E_b| = \frac{\eta}{6\epsilon_0}$

NA REGIÃO I $E = \frac{\eta}{2\epsilon_0} - \frac{\eta}{6\epsilon_0} = \frac{1}{3} \frac{\eta}{\epsilon_0}$ NA REGIÃO II $E = \frac{\eta}{2\epsilon_0} + \frac{\eta}{6\epsilon_0} = \frac{2}{3} \frac{\eta}{\epsilon_0}$
 NA REGIÃO III $E = \frac{\eta}{2\epsilon_0} - \frac{\eta}{6\epsilon_0} = \frac{1}{3} \frac{\eta}{\epsilon_0}$

10) A figura mostra o módulo do campo elétrico do lado de dentro e do lado de fora de uma esfera isolante com uma distribuição de carga positiva em função da distância ao centro da esfera. O eixo vertical é definido com uma escala de 10^7 N/C. Qual é a carga total da esfera? ($k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9$ N · m²/C²)

COMO É UMA ESFERA E DO LADO DE DENTRO O CAMPO É UMA RETA

ENTÃO A CARGA ESTÁ

DISTRIBUÍDA UNIFORMEMENTE

DO LADO DE FORA O

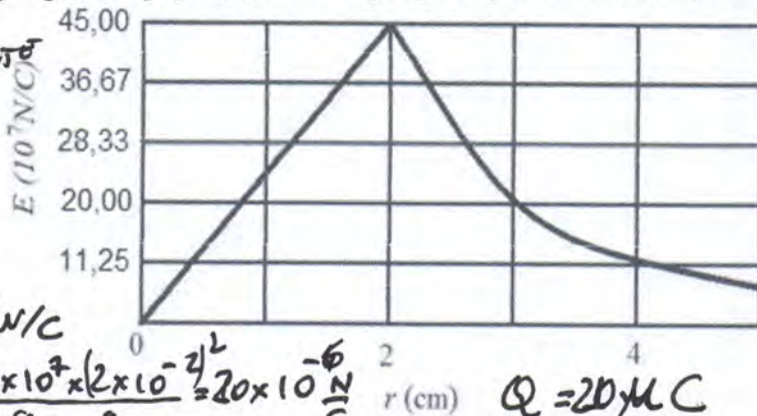
CAMPO SE COMPORTA

COMO UMA CARGA

PONTUAL, ENTÃO $E = kQ/r^2$

NA SUPERFÍCIE $E = \frac{kQ}{R^2} = 45 \times 10^7$ N/C

$Q = \frac{45 \times 10^7 \times (2 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9} = 20 \times 10^{-6} \frac{N}{C}$ $Q = 20 \mu C$



11) Considere as seguintes afirmações:

- V (I) em um ponto qualquer do interior de um condutor em equilíbrio eletrostático, o campo elétrico é sempre nulo;
- F (II) em um ponto qualquer do interior de um isolante, o campo elétrico é sempre nulo;
- F (III) se o fluxo do campo elétrico resultante através de uma superfície fechada (gaussiana) for zero, então não existem partículas carregadas no interior dessa superfície; **A SOMA DAS CARGAS É ZERO**
- V (IV) para todos os pontos (internos e na superfície) de um condutor em equilíbrio eletrostático o potencial é o mesmo.

Dessas afirmações, quais são corretas?

→ ~~X~~ I e IV.

B) I.

C) III.

D) IV.

E) I, III, IV.

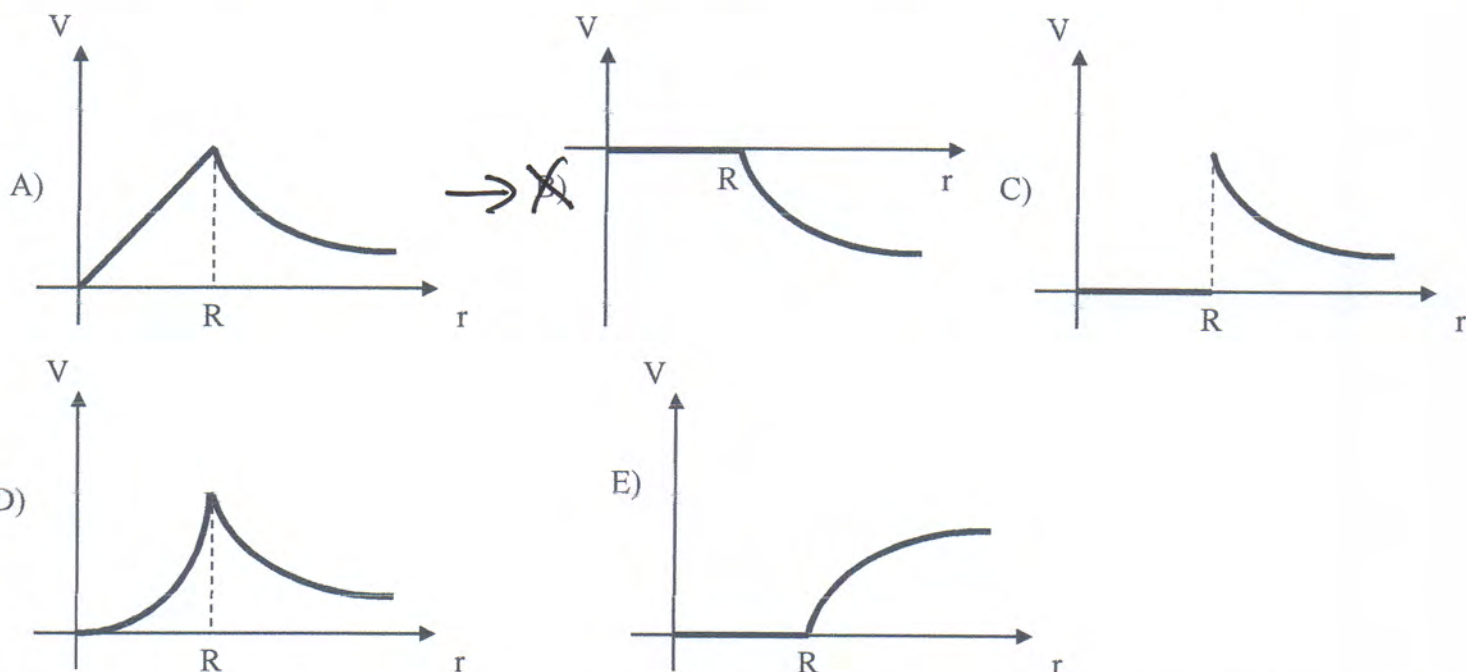
I - SE HÁ CAMPO NO INTERIOR DO CONDUTOR ELE NÃO ESTÁ EM EQUILÍBRIO

II - PODE HAVER CAMPO NO ISOLANTE

III - PODE HAVER PARTÍCULAS CARREGADAS, MAS A SOMA DAS CARGAS É ZERO

IV - COMO O CAMPO ELÉTRICO É ZERO, A DIFERENÇA DE POTENCIAL É ZERO

12) Uma casca esférica fina e oca de raio R é carregada com um excesso de carga positiva. Qual dos gráficos ilustra corretamente o potencial elétrico devido à casca carregada em função da distância r ao centro da casca. Considere a origem do potencial $V=0$ em $r=0$. (B)



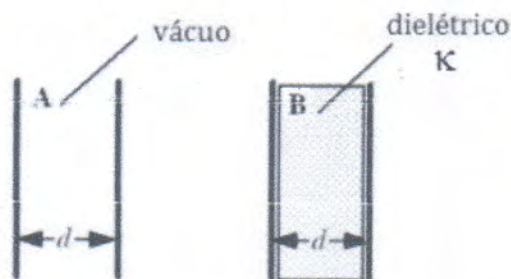
SE O POTENCIAL NO INFINITO É ZERO O POTENCIAL DENTRO É IGUAL DA SUPERFÍCIE E DO LADO DE FORA É $V = KQ/r$ E O GRÁFICO FICA

MAS COMO O POTENCIAL NO CENTRO É ZERO O EIXO DO Y FICA DESLOCADO PARA $V=0$

13) A figura abaixo mostra dois capacitores A e B, ambos de placas planas e paralelas, separadas por uma mesma distância d . Os dois capacitores têm placas idênticas com a mesma área A e estão sob uma mesma diferença de potencial V . A região entre as placas do capacitor A está no vácuo enquanto a do capacitor B está preenchida por um dielétrico de constante dielétrica $\kappa=2$. Assinale a opção que representa a relação entre as energias U_A e U_B dos dois capacitores.

- A) $U_B = U_A$
 B) $U_B = U_A/4$
 C) $U_B = U_A/2$
 D) $U_B = 4U_A$
 → ~~X~~ $U_B = 2U_A$

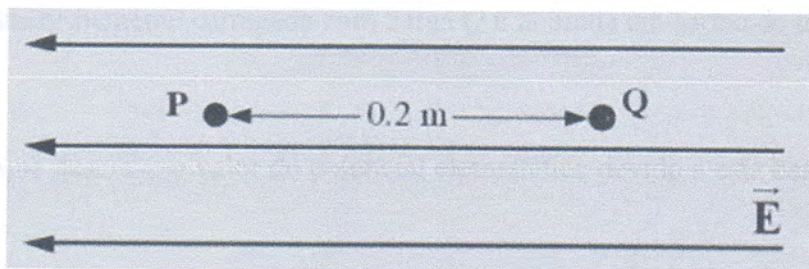
NO CAPACITOR A ENERGIA ACUMULADA $U = \frac{1}{2} C \Delta V^2$
 NO VÁCUO $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
 COM DIELETRICO $C = \frac{\epsilon A}{d} = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d}$



$$\text{ENTÃO } C = \kappa C_0 \Rightarrow U_B = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2} \kappa C_0 \Delta V^2 = \kappa \frac{1}{2} C_0 \Delta V^2$$

$$U_B = \kappa U_A = 2 U_A$$

14) Os pontos P e Q estão localizados dentro de uma região com campo elétrico uniforme e se encontram separados por uma distância de 0,2 m conforme mostra a figura. A diferença de potencial entre P e Q é de 75 V.



14-a) Determinar a magnitude do campo elétrico.

- A) 15 V/m
B) 75 V/m
→ ~~C) 375 V/m~~
D) 750 V/m
E) 1100 V/m

$$V_Q - V_P = - \int \vec{E} \cdot d\vec{r} = E d \quad E = \frac{\Delta V}{d}$$

$$E = \frac{75}{0,2} = 375 \text{ V/m}$$

14-b) Qual é o trabalho necessário para mover uma carga pontual de $+300 \mu\text{C}$ do ponto P para o ponto Q?

- ~~A) 0,0225 J~~
B) 250000 J
C) 75 J
D) 375 J
E) 15 J

$$W = U_Q - U_P = Q (V_Q - V_P) = 300 \times 10^{-6} \times 75 = 2,25 \times 10^{-2} \text{ J}$$

15) Duas cascas cilíndricas longas concêntricas e condutoras possuem raios $R_1 = 2,0 \text{ cm}$ e $R_2 = 5,0 \text{ cm}$. O cilindro de raio menor está carregado com $q_1 = 5,0 \text{ nC}$ e o de raio maior $q_2 = -5,0 \text{ nC}$. Sabendo que elas possuem comprimento de 1,0 m e supondo que o campo elétrico ao longo de toda região entre as cascas pode ser aproximado à do cilindro infinito, ($k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$)

15-a) calcule a diferença de potencial entre a casca maior e a casca menor ($\Delta V = V_2 - V_1$)

- A) 18 V
B) 1800 V
C) -1800 V
→ ~~D) -82 V~~
E) 82 V

O CAMPO ELÉTRICO ENTRE AS CASCAS CILÍNDRICAS SE COMPORTA COMO UM FIO INFINITO (JA' QUE SÃO LONGAS), ENTÃO

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r} = 2k \frac{\lambda}{r} ; \text{ ONDE } \lambda = \frac{Q}{L} \text{ ENTÃO } E = 2k \frac{Q}{L} \frac{1}{r}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = - \int_{R_1}^{R_2} E dr = -2k \frac{Q}{L} \ln \frac{R_2}{R_1} = -2 \times 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-9}}{1} (\ln 5 - \ln 2)$$

15-b) Calcule a capacitância entre as cascas.

- A) 0,28 nF
B) -61 pF
C) 28 pF
→ ~~D) 61 pF~~
E) 2,8 pF

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{5 \times 10^{-9}}{82}$$

$$C \approx 61 \times 10^{-12} \text{ F} = 61 \text{ pF}$$

$$V_2 - V_1 = -90(1,6 - 0,69) \approx -82 \text{ V}$$

$V_2 < V_1$ JA' QUE O CAMPO TEM O SENTIDO DE R_1 PARA R_2

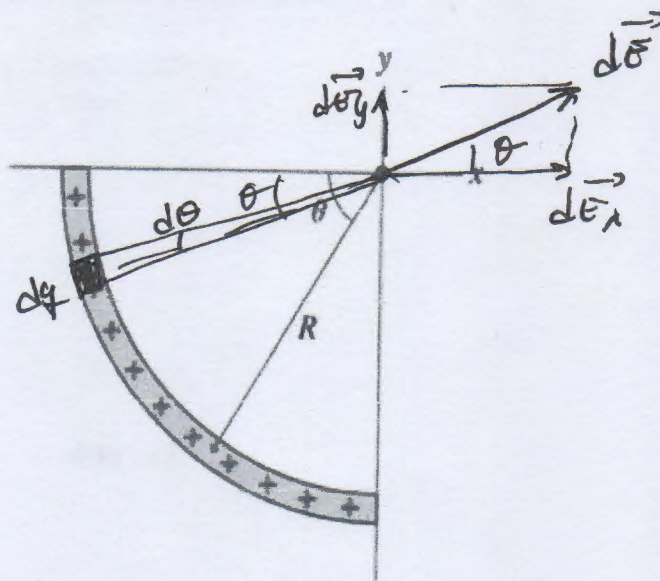
16) Uma barra isolante uniformemente carregada com carga Q é dobrada em forma de um quarto de círculo, como ilustra a figura.

16)-a) Assinale a opção que descreve o valor do potencial eletrostático devido a esta barra na origem.

- A) $V = 0$
 B) $V = kQ/(R^2)$
~~C) $V = kQ/R$~~
 D) $V = kQ/(4R)$
 E) $V = k4Q/R$

$$dV = K \frac{dq}{R}$$

$$V = \int dV = K \frac{Q}{R}$$



16)-b) Assinale a opção que descreve o valor da componente x do campo elétrico (E_x) gerado por esta barra na origem.

- A) $E_x = 0$
 B) $E_x = kQ/(R^2)$
~~C) $E_x = k2Q/(\pi R^2)$~~
 D) $E_x = kQ/(4\pi R^2)$
 E) $E_x = k4Q/(\pi R^2)$

$$dE = K \frac{dq}{R^2}$$

$$dE_x = K \frac{dq}{R^2} \cos \theta \quad dq = \lambda ds$$

$$dq = \lambda R d\theta$$

$$dE_x = K \frac{\lambda R}{R^2} \cos \theta$$

$$E_x = K \frac{\lambda}{R} \int_0^{\pi/2} \cos \theta d\theta = K \frac{\lambda}{R} \quad \lambda = \frac{Q}{\frac{\pi R}{2}} = \frac{2Q}{\pi R}$$

$$E_x = 2K \frac{Q}{\pi R^2}$$