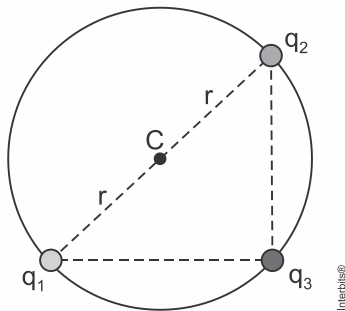


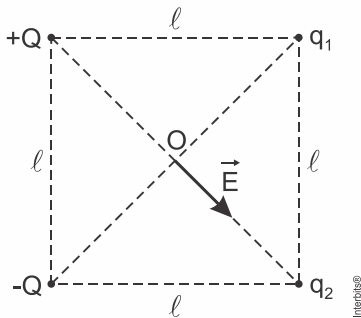
1. Três esferas puntiformes, eletrizadas com cargas elétricas  $q_1 = q_2 = +Q$  e  $q_3 = -2Q$ , estão fixas e dispostas sobre uma circunferência de raio  $r$  e centro  $C$ , em uma região onde a constante eletrostática é igual a  $k_0$ , conforme representado na figura.



Considere  $V_C$  o potencial eletrostático e  $E_C$  o módulo do campo elétrico no ponto  $C$  devido às três cargas. Os valores de  $V_C$  e  $E_C$  são, respectivamente:

- a) zero e  $\frac{4 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$
- b)  $\frac{4 \cdot k_0 \cdot Q}{r}$  e  $\frac{k_0 \cdot Q}{r^2}$
- c) zero e zero
- d)  $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r}$  e  $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$
- e) zero e  $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$

2. Um sistema é composto por quatro cargas elétricas puntiformes fixadas nos vértices de um quadrado, conforme ilustrado na figura abaixo.



As cargas  $q_1$  e  $q_2$  são desconhecidas. No centro  $O$  do quadrado o vetor campo elétrico  $\vec{E}$ , devido às quatro cargas, tem a direção e o sentido indicados na figura.

A partir da análise deste campo elétrico, pode-se afirmar que o potencial elétrico em  $O$ :

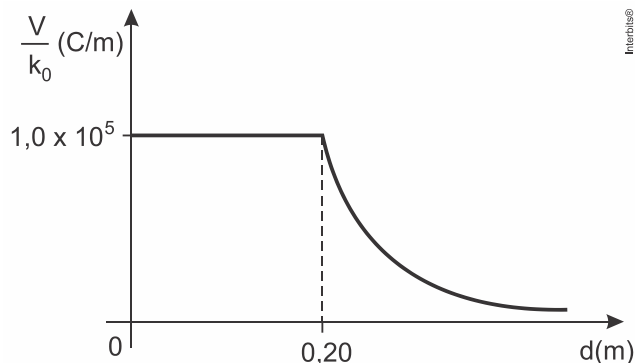
- a) é positivo.
- b) é negativo.
- c) é nulo.
- d) pode ser positivo.

3. Uma carga  $Q$  está fixa no espaço, a uma distância  $d$  dela existe um ponto  $P$ , no qual é colocada uma carga de prova  $q_0$ . Considerando-se esses dados, verifica-se que no ponto  $P$

- a) o potencial elétrico devido a  $Q$  diminui com inverso de  $d$ .
- b) a força elétrica tem direção radial e aproximando de  $Q$ .
- c) o campo elétrico depende apenas do módulo da carga  $Q$ .

d) a energia potencial elétrica das cargas depende com o inverso de  $d^2$ .

4. Considere uma esfera condutora carregada com carga  $Q$ , que possua um raio  $R$ . O potencial elétrico dividido pela constante eletrostática no vácuo dessa esfera em função da distância  $d$ , medida a partir do seu centro, está descrito no gráfico a seguir.



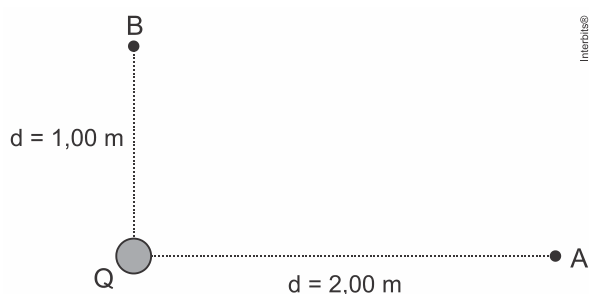
Qual é o valor da carga elétrica  $Q$ , em Coulomb?

- a)  $2,0 \times 10^4$
- b)  $4,0 \times 10^3$
- c)  $0,5 \times 10^6$
- d)  $2,0 \times 10^6$

5. Ao longo de um processo de aproximação de duas partículas de mesma carga elétrica, a energia potencial elétrica do sistema:

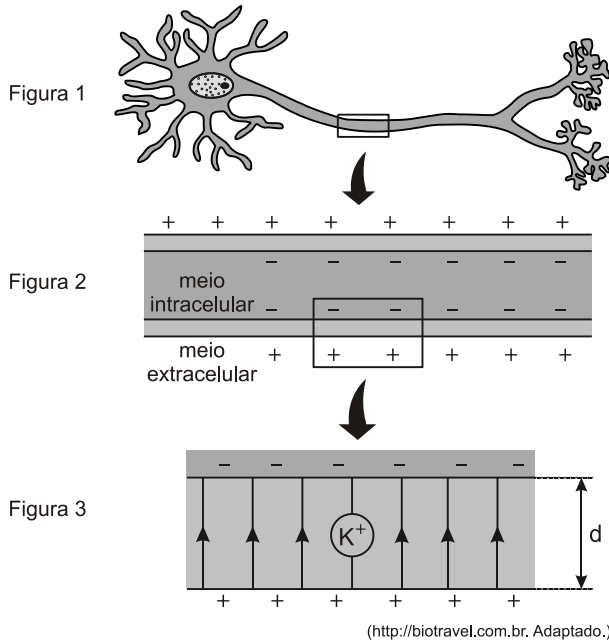
- a) diminui.
- b) aumenta.
- c) aumenta inicialmente e, em seguida, diminui.
- d) permanece constante.
- e) diminui inicialmente e, em seguida, aumenta.

6. Uma carga elétrica de intensidade  $Q = 10,0 \mu\text{C}$ , no vácuo, gera um campo elétrico em dois pontos A e B, conforme figura acima. Sabendo-se que a constante eletrostática do vácuo é  $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$  o trabalho realizado pela força elétrica para transferir uma carga  $q = 2,00 \mu\text{C}$  do ponto B até o ponto A é, em mJ, igual a:



- a) 90,0
- b) 180
- c) 270
- d) 100
- e) 200

7. Modelos elétricos são frequentemente utilizados para explicar a transmissão de informações em diversos sistemas do corpo humano. O sistema nervoso, por exemplo, é composto por neurônios (figura 1), células delimitadas por uma fina membrana lipoproteica que separa o meio intracelular do meio extracelular. A parte interna da membrana é negativamente carregada e a parte externa possui carga positiva (figura 2), de maneira análoga ao que ocorre nas placas de um capacitor.



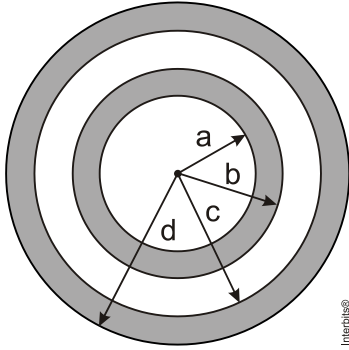
A figura 3 representa um fragmento ampliado dessa membrana, de espessura  $d$ , que está sob ação de um campo elétrico uniforme, representado na figura por suas linhas de força paralelas entre si e orientadas para cima. A diferença de potencial entre o meio intracelular e o extracelular é  $V$ . Considerando a carga elétrica elementar como  $e$ , o íon de potássio  $K^+$ , indicado na figura 3, sob ação desse campo elétrico, ficaria sujeito a uma força elétrica cujo módulo pode ser escrito por:

- $e \cdot V \cdot d$
- $\frac{e \cdot d}{V}$
- $\frac{V \cdot d}{e}$
- $\frac{e}{V \cdot d}$
- $\frac{e \cdot V}{d}$

8. Duas esferas metálicas de raios  $R_A$  e  $R_B$ , com  $R_A < R_B$ , estão no vácuo e isoladas eletricamente uma da outra. Cada uma é eletrizada com uma mesma quantidade de carga positiva. Posteriormente, as esferas são interligadas por meio de um fio condutor de capacitância desprezível e, após atingir o equilíbrio eletrostático, a esfera A possuirá uma carga  $Q_A$  e um potencial  $V_A$ , e a esfera B uma carga  $Q_B$  e um potencial  $V_B$ . Baseado nas informações anteriores, podemos, então, concluir que:

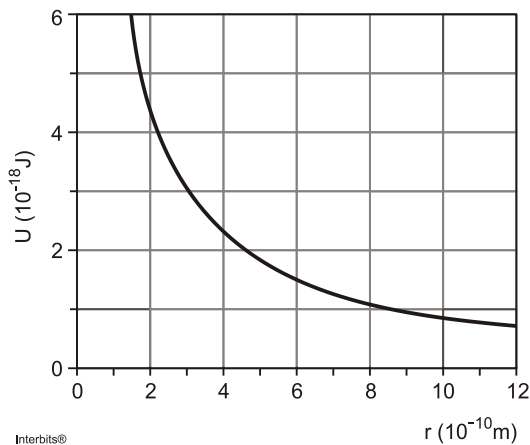
- $V_A < V_B$  e  $Q_A = Q_B$
- $V_A = V_B$  e  $Q_A = Q_B$
- $V_A < V_B$  e  $Q_A < Q_B$
- $V_A = V_B$  e  $Q_A < Q_B$
- $V_A > V_B$  e  $Q_A = Q_B$

9. A figura mostra duas cascas esféricas condutoras concêntricas no vácuo, descarregadas, em que a e c são, respectivamente, seus raios internos, e b e d seus respectivos raios externos. A seguir, uma carga pontual negativa é fixada no centro das cascas. Estabelecido o equilíbrio eletrostático, a respeito do potencial nas superfícies externas das cascas e do sinal da carga na superfície de raio d, podemos concluir, respectivamente, que:



- a)  $V(b) > V(d)$  e a carga é positiva.
- b)  $V(b) < V(d)$  e a carga é positiva.
- c)  $V(b) = V(d)$  e a carga é negativa.
- d)  $V(b) > V(d)$  e a carga é negativa.
- e)  $V(b) < V(d)$  e a carga é negativa.

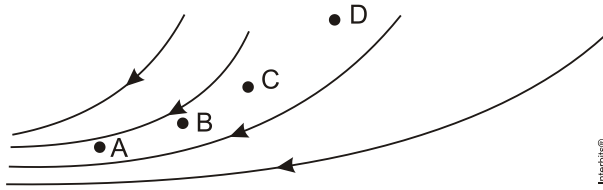
10. A energia potencial elétrica  $U$  de duas partículas em função da distância  $r$  que as separa está representada no gráfico da figura abaixo.



Uma das partículas está fixa em uma posição, enquanto a outra se move apenas devido à força elétrica de interação entre elas. Quando a distância entre as partículas varia de  $r_i = 3 \times 10^{-10}$  m a  $r_f = 9 \times 10^{-10}$  m, a energia cinética da partícula em movimento:

- a) diminui  $1 \times 10^{-18}$  J.
- b) aumenta  $1 \times 10^{-18}$  J.
- c) diminui  $2 \times 10^{-18}$  J.
- d) aumenta  $2 \times 10^{-18}$  J.
- e) não se altera.

11. Na figura a seguir, são representadas as linhas de força em uma região de um campo elétrico. A partir dos pontos A, B, C, e D situados nesse campo, são feitas as seguintes afirmações:

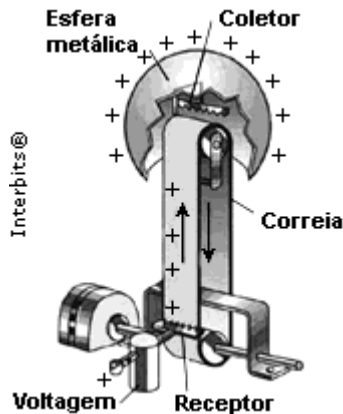


- I. A intensidade do vetor campo elétrico no ponto B é maior que no ponto C.
- II. O potencial elétrico no ponto D é menor que no ponto C.
- III. Uma partícula carregada negativamente, abandonada no ponto B, se movimenta espontaneamente para regiões de menor potencial elétrico.
- IV. A energia potencial elétrica de uma partícula positiva diminui quando se movimenta de B para A.

É correto o que se afirma apenas em:

- a) I.
- b) I e IV.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) I, II e III.

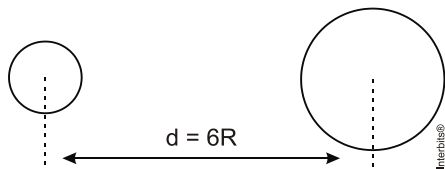
12. A figura representa o esquema de funcionamento de um gerador eletrostático.



Com base na figura e nos conhecimentos sobre as propriedades físicas oriundas de cargas elétricas em repouso, pode-se inferir que:

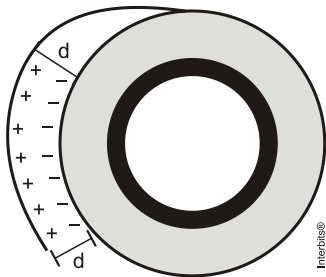
- a) O campo elétrico entre a superfície interna e a externa da esfera metálica é uniforme e constante.
- b) As cargas positivas migram para a Terra quando um fio condutor conecta a esfera metálica à Terra.
- c) O potencial elétrico de um ponto da superfície externa da esfera metálica é maior do que o potencial elétrico no centro desta esfera.
- d) As cargas se acumulam na esfera, enquanto a intensidade do campo elétrico gerado por essas cargas é menor do que a rigidez dielétrica do ar.
- e) As duas pontas de uma lâmina de alumínio dobrado ao meio e fixa na parte interna da esfera metálica exercem entre si força de repulsão eletrostática.

13. Dois condutores esféricos possuem, respectivamente, raios  $R$  e  $2R$  e cargas  $+Q$  e  $-4Q$ . Separados por uma distância  $d = 6R$ , conforme mostra a figura abaixo, os condutores atraem-se com uma força de intensidade  $F = 20N$ . Colocando-se os dois em contato e diminuindo a distância  $d$  para  $3R$  a força repulsiva entre eles passará a valer:



- a) 60 N
- b) 40 N
- c) 10 N
- d) 5 N

14. Quando um rolo de fita adesiva é desenrolado, ocorre uma transferência de cargas negativas da fita para o rolo, conforme ilustrado na figura a seguir.

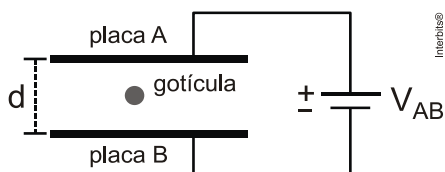


Quando o campo elétrico criado pela distribuição de cargas é maior que o campo elétrico de ruptura do meio, ocorre uma descarga elétrica. Foi demonstrado recentemente que essa descarga pode ser utilizada como uma fonte econômica de raios-X.

No ar, a ruptura dielétrica ocorre para campos elétricos a partir de  $E = 3,0 \times 10^6 \text{ V/m}$ . Suponha que ocorra uma descarga elétrica entre a fita e o rolo para uma diferença de potencial  $V = 9 \text{ kV}$ . Nessa situação, pode-se afirmar que a distância máxima entre a fita e o rolo vale:

- a) 3 mm.
- b) 27 mm.
- c) 2 mm.
- d) 37 nm.

15. Embora as experiências realizadas por Millikan tenham sido muito trabalhosas, as ideias básicas nas quais elas se apoiam são relativamente simples. Simplificadamente, em suas experiências, R. Millikan conseguiu determinar o valor da carga do elétron equilibrando o peso de gotículas de óleo eletrizadas, colocadas em um campo elétrico vertical e uniforme, produzido por duas placas planas ligadas a uma fonte de voltagem, conforme ilustrado na figura abaixo.

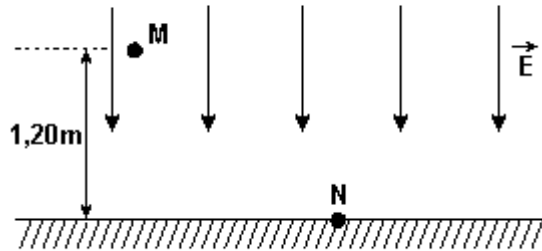


Supondo que cada gotícula contenha cinco elétrons em excesso, ficando em equilíbrio entre as placas separadas por  $d = 1,50 \text{ cm}$  e submetendo-se a uma diferença de potencial  $V_{AB} = 600 \text{ V}$ , a massa de cada gota vale, em kg:

- a)  $1,6 \cdot 10^{-15}$
- b)  $3,2 \cdot 10^{-15}$
- c)  $6,4 \cdot 10^{-15}$
- d)  $9,6 \cdot 10^{-15}$

16. A presença de íons na atmosfera é responsável pela existência de um campo elétrico

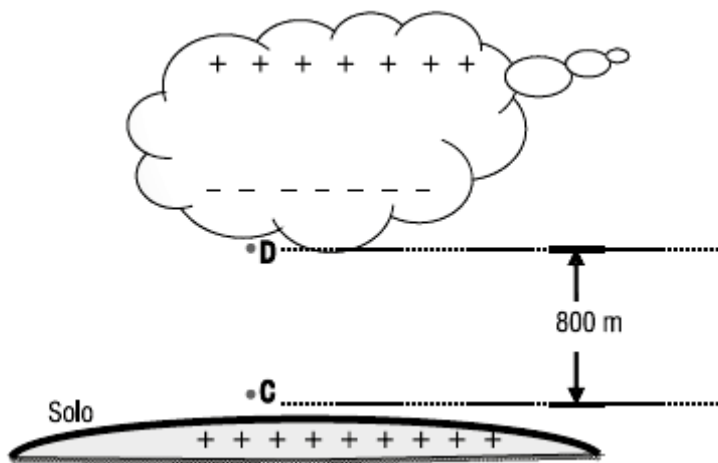
dirigido e apontado para a Terra. Próximo ao solo, longe de concentrações urbanas, num dia claro e limpo, o campo elétrico é uniforme e perpendicular ao solo horizontal e sua intensidade é de 120 V/m. A figura mostra as linhas de campo e dois pontos dessa região, M e N.



O ponto M está a 1,20 m do solo, e N está no solo. A diferença de potencial entre os pontos M e N é:

- a) 100 V.
- b) 120 V.
- c) 125 V.
- d) 134 V.
- e) 144 V.

17. A distribuição de cargas elétricas no interior de uma nuvem de tempestade, também chamada de cúmulos nimbos, foi medida por um grupo de meteorologistas, que encontrou o perfil representado na figura a seguir.

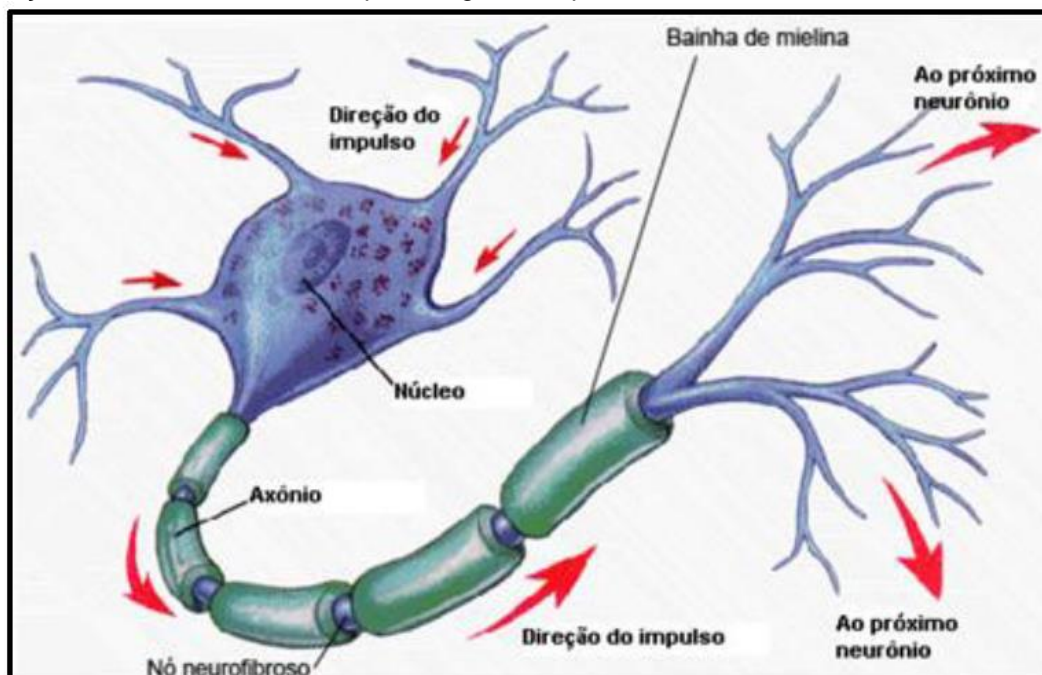


Na figura é mostrado, ainda, o solo sob a nuvem, que fica carregado por indução, além dos pontos C e D em destaque. Dessa maneira, entre a parte inferior da nuvem e o solo são produzidos campos elétricos da ordem de 100 V/m. Pode-se afirmar que o sentido do campo elétrico e o valor da diferença de potencial entre os pontos C e D são:

- a) para cima e 8 V.
- b) para baixo e 800 V.
- c) para cima e 800 V.
- d) para baixo e 80 kV.
- e) para cima e 80 kV.

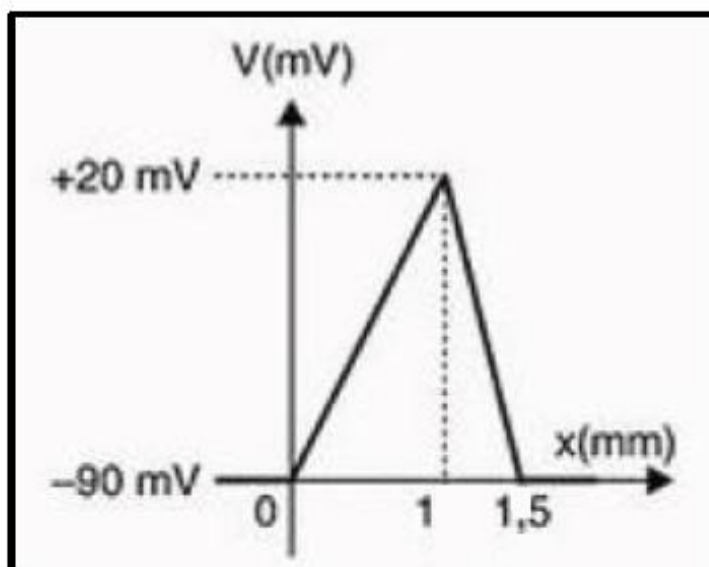
18. O potencial de ação que se estabelece na área da membrana estimulada perturba a área vizinha, levando à sua despolarização. O estímulo provoca, assim, uma onda de despolarizações e repolarizações que se propaga ao longo da membrana plasmática do neurônio. Essa onda de propagação é o impulso nervoso.

O impulso nervoso se propaga em um único sentido na fibra nervosa. Dendritos sempre conduzem o impulso em direção ao corpo celular. O axônio, por sua vez, conduz o impulso em direção às extremidades, isto é, para longe do corpo celular.



Disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/>. Acesso em: 30 de julho de 2014.

Considerando esse texto, o potencial ao longo do axônio, em dado instante, varia de acordo com o gráfico abaixo.



Dessa forma, entre 1,0 mm e 1,5 mm de comprimento, o valor do módulo do campo elétrico será:

- a) 55 V/m.
- b) 110 V/m.
- c) 150 V/m.
- d) 220 V/m.
- e) 270 V/m.

19. Um raio é uma descarga elétrica na atmosfera. Geralmente, ele começa com pequenas descargas elétricas dentro da nuvem, que liberam os elétrons para iniciar o caminho de descida em direção ao solo. A primeira conexão com a terra é rápida e pouco luminosa para ser vista a olho nu. Quando essa descarga, conhecida como “líder escalonado”, encontra-se a



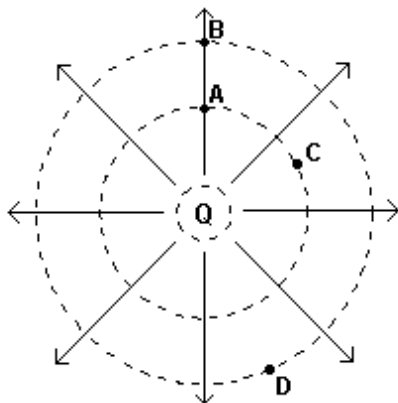
algumas dezenas de metros do solo, parte em direção a ela outra descarga com cargas opostas, chamada de “descarga conectante”. Forma-se então o canal do raio, um caminho ionizado e altamente condutor. É neste momento que o raio acontece com a máxima potência, liberando grande quantidade de luz e som.



A maioria das descargas elétricas atmosféricas ocorre quando:

- a) o campo elétrico gerado pela diferença de cargas positivas e negativas é próximo de zero.
- b) o campo elétrico gerado pela diferença de cargas positivas e negativas anula a diferença de potencial entre as nuvens e a superfície da Terra.
- c) o campo elétrico gerado pela diferença de cargas positivas e negativas estiver constituindo uma equipotencial.
- d) o campo elétrico gerado pela diferença de cargas positivas e negativas supera a diferença de potencial entre as nuvens e a superfície da Terra.
- e) o campo elétrico gerado pela diferença de cargas positivas e negativas supera a rigidez dielétrica do ar.

20. Na figura a seguir estão representadas algumas linhas de força do campo criado pela carga  $Q$ . Os pontos A, B, C e D estão sobre circunferências centradas na carga. Analisando a figura, pode-se inferir que:

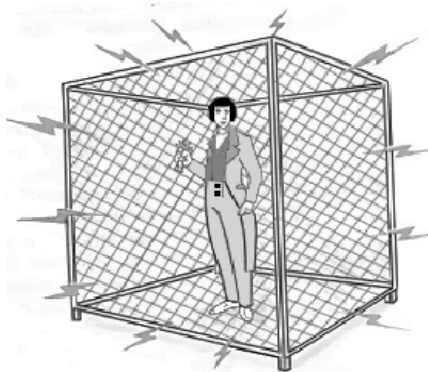


- a) Os potenciais elétricos em A e C são diferentes.
- b) O potencial elétrico em A é menor do que em D.
- c) O campo elétrico em B é mais intenso do que em A.
- d) O trabalho realizado pelo campo elétrico para deslocar uma carga de A para C é nulo.

21. Um físico realiza experimentos na atmosfera terrestre e conclui que há um campo elétrico vertical e orientado para a superfície da Terra, com módulo  $E = 100 \text{ V/m}$ . Considerando que para uma pequena região da superfície terrestre o campo elétrico é uniforme, pode-se concluir que:

- a) Este campo elétrico induzirá cargas elétricas em uma nuvem, fazendo com que a parte inferior desta, voltada para a Terra, seja carregada positivamente.
- b) A diferença de potencial elétrico, na atmosfera, entre um ponto A e um ponto B, situado 2 m abaixo de A, é de 50 V.
- c) Cátions existentes na atmosfera tendem a mover-se para cima, enquanto que ânions tendem a mover-se para a superfície terrestre.
- d) O trabalho realizado pela força elétrica para deslocar uma carga elétrica de  $1\mu\text{C}$  entre dois pontos, A e C, distantes 2 m entre si e situados a uma mesma altitude (equipotencial), é  $200 \mu\text{J}$ .
- e) Não haverá descargas elétricas caso seja quebrada a rigidez dielétrica do ar.

22. O físico inglês Michael Faraday (1791 - 1867) construiu uma gaiola feita com tela metálica e a colocou sobre suportes isolantes. Colocou-se dentro da gaiola que, a seguir, foi eletrizada por seus auxiliares. Realizou então vários experimentos elétricos para mostrar que eles não eram afetados pela carga da gaiola. A respeito deste comentário, pode-se inferir que:



**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

- a) O homem da figura 1 leva choque elétrico, mesmo isolado de qualquer campo elétrico externo.
- b) Durante uma tempestade, um raio atinge um carro (figura 2) que trafega por uma rodovia. O motorista sofrerá dano físico em decorrência deste fato, mesmo a carroceria metálica do carro atuando como blindagem.
- c) O homem da figura 1 não leva choque elétrico, pois não há tensão (ddp) na gaiola, visto que ela entrará em equilíbrio eletrostático.
- d) Na figura 2 ilustramos um experimento em que, por meio de um aparelho elétrico, foi produzida uma grande faísca elétrica (semelhante a um raio) que foi lançada sobre a carcaça de um automóvel. Essa faísca se dá quando não se vence a rigidez dielétrica do ar.
- e) Hoje em dia a blindagem eletrostática é usada para proteger elementos sensíveis dos aparelhos eletrônicos, mas sem muita eficiência.

Gabarito:

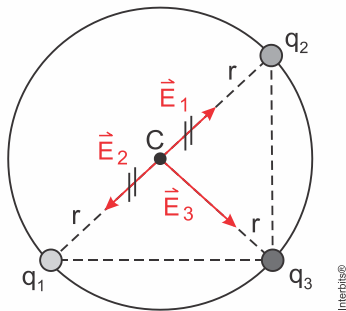
Resposta [E] da questão 1:

O potencial elétrico de uma carga puntiforme é uma grandeza escalar dado pela expressão:

$V = \frac{k_0 \cdot Q}{r}$ . Assim, o potencial elétrico resultante no centro C da circunferência é:

$$V_C = \frac{k_0 \cdot Q}{r} + \frac{k_0 \cdot Q}{r} + \frac{k_0 \cdot (-2Q)}{r} \Rightarrow \boxed{V_C = 0}$$

A figura mostra o vetor campo elétrico no centro C da circunferência devido a cada uma das cargas.



A intensidade do vetor campo elétrico resultante nesse ponto é:

$$E_C = E_3 = \frac{k_0 \cdot |q_3|}{r^2} = \frac{k_0 \cdot |-2Q|}{r^2} \Rightarrow \boxed{E_C = \frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}}$$

Resposta [B] da questão 2:

O enunciado sugere  $Q > 0$ .

Como o vetor campo elétrico na diagonal que liga  $-Q$  e  $q_1$  é nulo, tem-se que  $q_1 = -Q$ . A distância de cada vértice ao centro O do quadrado é  $\frac{1\sqrt{2}}{2}$ . Então, o potencial elétrico em O é:

$$V_O = \frac{2kQ}{1\sqrt{2}} - \frac{2kQ}{1\sqrt{2}} - \frac{2kQ}{1\sqrt{2}} + \frac{2kq_2}{1\sqrt{2}} \Rightarrow V_O = \frac{2kq_2}{1\sqrt{2}} - \frac{2kQ}{1\sqrt{2}}$$

Se o vetor campo elétrico na diagonal que liga  $+Q$  e  $q_2$  aponta para  $q_2$ , têm-se duas hipóteses:

- $q_2 < 0$ . O potencial elétrico em O é negativo.
- $q_2 > 0$  e  $|q_2| < Q$ . Então:  $\frac{2kq_2}{1\sqrt{2}} < \left| \frac{2kQ}{1\sqrt{2}} \right|$ . O potencial elétrico em O é negativo.

Resposta [A] da questão 3:

Com as expressões de força elétrica, campo elétrico, potencial elétrico e energia potencial elétrica abaixo podemos tecer algumas considerações sobre as alternativas expostas.

O potencial elétrico de uma carga puntiforme é dado pelo produto do campo elétrico pela distância à carga geradora  $V = E \times d = k_0 \frac{Q}{d^2} \times d \Rightarrow V = k_0 \frac{Q}{d}$ . Sendo assim, temos a alternativa [A] como correta.

A força elétrica, dada pela Lei de Coulomb  $F_e = k_0 \frac{Q \times q_0}{d^2}$  tem a direção da reta que une os centros das duas cargas podendo ter o sentido de afastamento se as cargas forem de mesmo sinal (repulsão) ou de aproximação (atração) se as cargas forem de sinais contrários. Alternativa [B] incorreta.

O campo elétrico é a razão entre a força e a carga de prova  $E = \frac{F_e}{q_0} = k_0 \frac{Q}{d^2}$ , logo não depende apenas da carga Q e também da distância entre as cargas. Alternativa [C] incorreta.

A energia potencial elétrica é dada pelo produto do potencial elétrico e a carga de prova, então  $E_p = q_0 \times V = q_0 \times k_0 \frac{Q}{d} \Rightarrow E_p = k_0 \frac{Qq_0}{d}$ . A alternativa [D] está incorreta, pois a dependência é com o inverso de d.

Resposta da questão 4:  
[A]

Pela análise do gráfico, sabemos que o potencial se mantém constante até que a distância seja igual ao raio da esfera e para pontos externos o potencial decai. Com isso, calculamos a carga da esfera junto a sua superfície ( $d = R = 0,20 \text{ m}$ ).

A expressão para o potencial elétrico é  $V = \frac{k_0 Q}{d}$

Isolando Q

$$Q = \frac{V}{k_0} \cdot d$$

$$Q = 1 \cdot 10^5 \frac{\text{C}}{\text{m}} \cdot 0,20 \text{ m} \therefore Q = 2 \cdot 10^4 \text{ C}$$

Resposta da questão 5:  
[B]

Sabendo que a energia potencial elétrica é dada por:

$$E_p = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d}$$

Se a distância entre as partículas diminui, a energia potencial  $E_p$  aumenta.

Resposta da questão 6:  
[A]

Usando o teorema da energia potencial:

$$W_F^y = E_{Pot}^B - E_{Pot}^A = \frac{k_0 Q q}{d_B} - \frac{k_0 Q q}{d_A} \Rightarrow$$

$$W_F^y = k_0 Q q \left( \frac{1}{d_B} - \frac{1}{d_A} \right) = 9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{2} \right) \Rightarrow W_F^y = 90 \times 10^{-3} \Rightarrow$$

$$W_F^y = 90 \text{ mJ.}$$

Resposta [E] da questão 7:

$$\left\{ \begin{array}{l} E d = V \Rightarrow E = \frac{V}{d} \\ F = |q|E \Rightarrow F = e E \end{array} \right\} \Rightarrow F = \frac{e V}{d}.$$

Resposta [D] da questão 8:

Dois condutores eletrizados, quando colocados em contato, trocam cargas até que seus potenciais elétricos se igualem.

$$V_A = V_B \Rightarrow \frac{k Q_A}{R_A} = \frac{k Q_B}{R_B} \Rightarrow \frac{Q_A}{R_A} = \frac{Q_B}{R_B}.$$

Como as cargas são positivas:

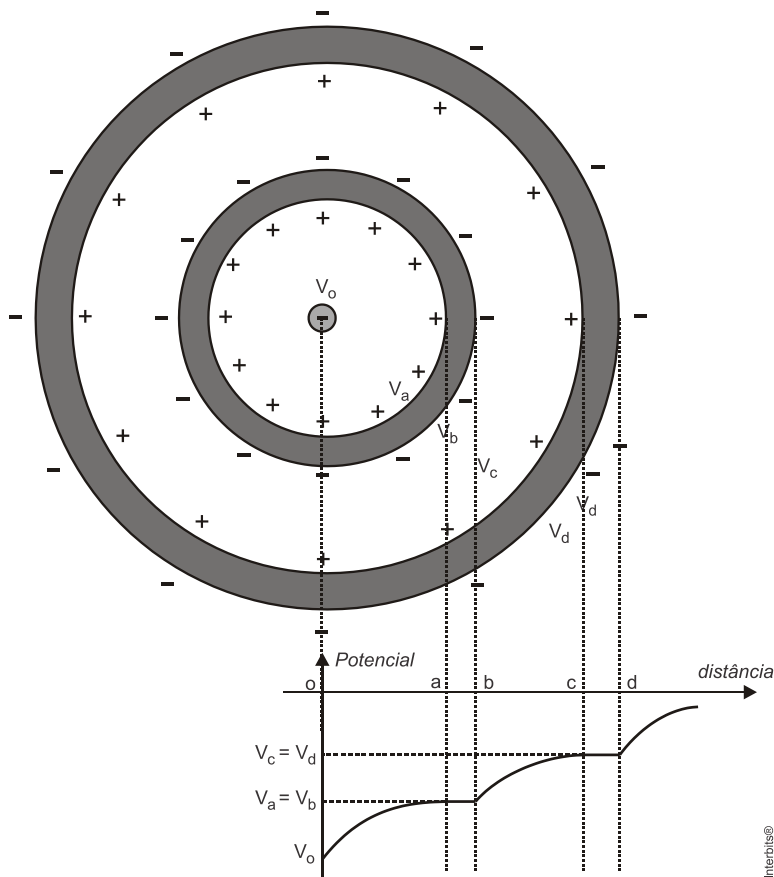
$$R_A < R_B \Rightarrow Q_A < Q_B.$$

Resposta [E] da questão 9:

A figura mostra a distribuição de cargas evidenciando que a carga na superfície de raio  $d$  é negativa.

O gráfico dá o potencial elétrico a partir dos centros das cascas esféricas. No interior do condutor, o campo elétrico é nulo, logo, o potencial elétrico é constante.

Como mostrado:  $V(b) < V(d)$ .



Resposta da questão 10: [D]

Dados obtidos a partir da leitura do gráfico:

$$r_i = 3 \times 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow U_i = 3 \times 10^{-18} \text{ J};$$

$$r_f = 9 \times 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow U_f = 1 \times 10^{-18} \text{ J}.$$

Como a força elétrica (força conservativa), nesse caso, é a própria força resultante, podemos combinar os Teoremas da Energia Potencial (TEP) e da Energia Cinética (TEC).

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{F_{\text{conservativa}}}^v = -\Delta U \\ \tau_{F_{\text{resultante}}}^v = \Delta E_{\text{cin}} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta E_{\text{cin}} = -\Delta U \Rightarrow \Delta E_{\text{cin}} = -(U_f - U_i) = -(1 - 3)10^{-18} \Rightarrow$$

$$\Delta E_{\text{cin}} = +2 \times 10^{-18} \text{ J}.$$

$\Delta E_{\text{cin}} > 0 \Rightarrow$  a energia cinética aumenta.

Resposta da questão 11: [B]

Analisando cada uma das afirmações:

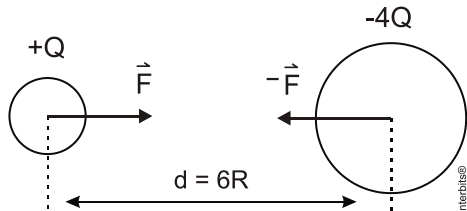
- I. Correta. Quanto mais concentradas as linhas de força, mais intenso é o campo elétrico.
- II. Falsa. No sentido das linhas de força o potencial elétrico é decrescente, portanto  $V_D > V_C$ .
- III. Falsa. Partículas com carga negativa sofrem força em sentido oposto ao do vetor campo elétrico, movimentando-se espontaneamente para regiões de maior potencial elétrico.
- IV. Correta. Partículas positivamente carregadas movimentam-se espontaneamente no mesmo sentido dos menores potenciais, ganhando energia cinética, conseqüentemente, diminuindo sua energia potencial.

Resposta da questão 12: [D]

As cargas vão acumulando-se na parte externa da esfera provocando um campo elétrico cada vez maior. A d.d.p. entre a esfera e a Terra tende a aumentar até romper a rigidez dielétrica do ar, havendo, portanto, uma descarga elétrica entre a esfera e a Terra. O que acontece com os relâmpagos é semelhante.

Resposta da questão 13: [B]

Inicialmente, os condutores se atraem e  $F = 20 \text{ N}$ .



$$\text{Pela lei de Coulomb: } F = \frac{k|Q_1||Q_2|}{d^2} = \frac{k|Q||-4Q|}{(6R)^2} = \frac{4kQ^2}{36R^2} \Rightarrow F = \frac{kQ^2}{9R^2}. \quad (\text{I})$$

Quando os condutores entram em contato, há uma nova distribuição de cargas até que os potenciais elétricos se igualem.

$$V'_1 = V'_2 \Rightarrow \frac{kQ'_1}{R} = \frac{kQ'_2}{2R} \Rightarrow Q'_2 = 2Q'_1. \quad (\text{II})$$

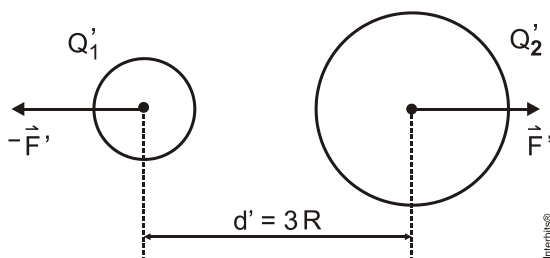
Pelo princípio da conservação das cargas:

$$Q'_1 + Q'_2 = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q'_1 + Q'_2 = Q - 4Q = -3Q \Rightarrow Q'_1 + Q'_2 = -3Q. \quad (\text{III})$$

Substituindo (II) em (III):

$$Q'_1 + 2Q'_1 = 3Q'_1 = -3Q \Rightarrow Q'_1 = -Q \Rightarrow Q'_2 = -2Q.$$

A figura abaixo mostra as novas cargas repelindo-se:



$$F' = \frac{k|Q'_1||Q'_2|}{d'^2} = \frac{k|-Q||-2Q|}{(3R)^2} = \frac{2kQ^2}{9R^2} \Rightarrow F' = \frac{2kQ^2}{9R^2}. \quad (\text{IV})$$

Fazendo a razão entre (IV) e (I):

$$\frac{F'}{F} = \frac{2kQ^2}{9R^2} \times \frac{9R^2}{kQ^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = 2 \Rightarrow F' = 2F = 2 \times 20 \Rightarrow$$

$F' = 40 \text{ N.}$

Resposta da questão 14:  
[A]

Dados:  $E = 3 \times 10^6 \text{ V/m}$ ;  $V = 9 \text{ kV} = 9 \times 10^3 \text{ V}$ .

Como esse campo elétrico pode ser considerado uniforme, podemos escrever:

$$Ed = V \Rightarrow d = \frac{V}{E} = \frac{9 \times 10^3}{3 \times 10^6} = 3 \times 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow d = 3 \text{ mm}.$$

Resposta da questão 15:  
[B]

Dados:  $d = 1,5 \text{ cm} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ m}$ ;  $V_{AB} = 600 \text{ V}$ ;  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $n = 5$ .

O campo elétrico entre as placas é uniforme:

$$Ed = V_{AB} \Rightarrow E = \frac{V_{AB}}{d} = \frac{600}{1,5 \times 10^{-2}} \Rightarrow E = 4 \times 10^4 \text{ V/m}.$$

A força elétrica equilibra o peso da gota.

$$F_{\text{elét}} = P \Rightarrow qE = mg \Rightarrow neE = mg \Rightarrow m = \frac{neE}{g} = \frac{5 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^4}{10} \Rightarrow$$

$$m = 3,2 \times 10^{-15} \text{ kg}.$$

Resposta da questão 16:  
[E]

Resolução

$$U = E \cdot d$$

$$U = 120 \cdot 1,2 = 144 \text{ V}$$

Resposta da questão 17:  
[E]

Resposta da questão 18:  
[D]

Resposta da questão 19:  
[E]

Resposta da questão 20:  
[D]

Resposta da questão 21:  
[A]

Resposta da questão 22:  
[C]