

1. Quatro partículas de carga $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q$ estão separadas entre si por uma distância fixa, formando um quadrado de lado l . Quer se introduzir uma quinta partícula ao conjunto de tal modo que todas as partículas sintam força resultante nula. Determine:

- a) a posição da nova partícula, explicando o porquê da escolha dessa posição;
- b) a carga q_5 da nova partícula.

2. Três partículas de carga $q_1 = q_2 = q_3 = q$ estão separadas entre si por uma distância fixa, formando um triângulo equilátero de lado l . Quer se introduzir uma quarta partícula ao conjunto de tal modo que todas as partículas sintam força resultante nula. Determine:

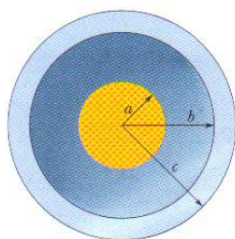
- A posição da nova partícula, explicando o porquê da escolha dessa posição.
- A carga q_4 da nova partícula.

3. Na figura, uma esfera maciça de raio $a = 2,00$ cm é concêntrica com uma casca esférica condutora de raio interno $b = 2,00a$ e raio externo $c = 2,40a$. A esfera possui uma carga uniforme $q_1 = +5,00$ fC e a casca possui uma carga $q_2 = -q_1$. Determine o módulo do campo elétrico:

- em $r = 0$;
- em $r = \frac{a}{2,00}$;
- em $r = a$;
- em $r = 1,50a$;
- em $r = 2,30a$;
- em $r = 3,50a$;

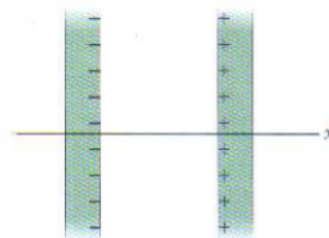
Determine a carga na

- superfície interna;
- superfície externa da casca.

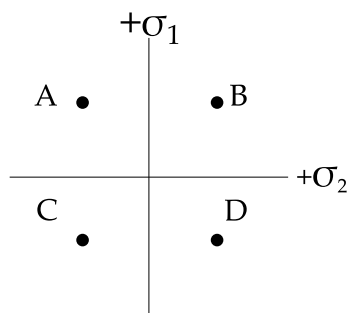


4. Na figura, duas placas finas, de grande extensão, são mantidas paralelas e a uma pequena distância uma da outra. Nas faces internas as placas possuem densidades superficiais de cargas de sinais opostos e valor absoluto $7,00 \times 10^{-22}$ C/m². Em termos dos vetores unitários, determine o campo elétrico

- à esquerda das placas;
- à direita das placas;
- entre as placas.

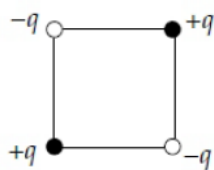


5. Duas lâminas planas perpendiculares e infinitas (conforme a figura), possuem distribuição uniforme de carga em todo o plano, com densidades de carga $+\sigma_1$ e $+\sigma_2$. Calcule as componentes do campo elétrico nos pontos C e D.

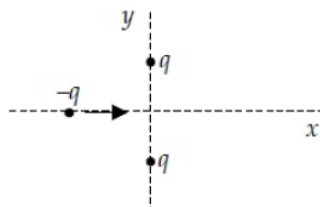


6. O quadrado da figura tem lado l .

- Calcule o campo elétrico no seu centro.
- Se assumirmos que o potencial elétrico é zero no infinito, qual o potencial elétrico no centro do quadrado?
- Ache a energia potencial do sistema.

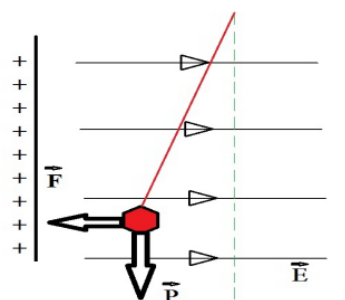


7. a) Um elétron deve ser acelerado de $3,0 \times 10^6$ m/s para $8,0 \times 10^6$ m/s. Por qual diferença de potencial o elétron deve passar para realizar isso?
- b) Por qual diferença de potencial o elétron deve passar, caso ele seja desacelerado de $8,0 \times 10^6$ m/s até parar?
8. Considere a figura, duas cargas estão colocadas ao longo do eixo y nas posições $\pm l$. A partícula de carga $-q$ passa pela origem com velocidade v_0 e para momentaneamente na posição $\sqrt{3}l$ ao longo do eixo x .
- a) Determine V_0 em função das quantidades dadas.
- b) Qual a energia mecânica total do sistema?

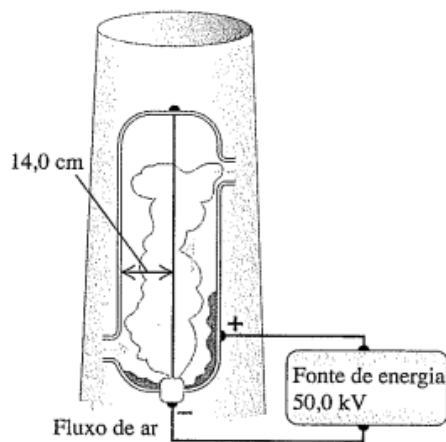


9. Duas placas metálicas paralelas grandes possuem cargas opostas e de mesmo módulo. A distância entre as placas é igual a 45,0 mm e a diferença de potencial entre elas é de 360 V.
- a) Qual é o módulo do campo elétrico (suposto constante) existente na região entre as placas?
- b) Qual é o módulo da força que esse campo exerce sobre uma partícula com carga igual a $+2,40$ nC?
- c) Use o resultado da parte (b) para calcular o trabalho realizado pelo campo sobre a partícula quando ela se desloca da placa com potencial mais elevado para a placa com potencial mais baixo.

10. Um pequeno corpo de massa m tem uma carga q e está suspenso por uma linha entre duas placas verticais de um capacitor de placas paralelas. A separação das placas é d . Se a linha faz um ângulo θ com a vertical, qual é a diferença de potencial elétrico entre as placas? Demonstre a expressão para a diferença de potencial elétrico entre as placas (não vale usar a fórmula diretamente).

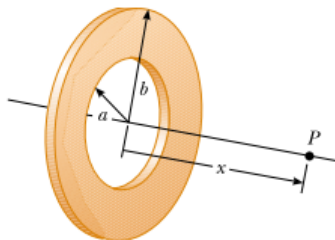


11. Um *precipitador eletrostático* usa forças elétricas para remover partículas poluentes originárias de fumaças, em particular fumaças expelidas por usinas que queimam carvão. Um tipo de precipitador é constituído por um cilindro metálico oco vertical com um fio ao longo de seu eixo, que está isolado do cilindro (ver Figura). Uma grande diferença de potencial é aplicada entre o fio e o cilindro externo, mantendo-se o fio em um potencial mais baixo. Isso produz um forte campo elétrico orientado radialmente para o interior do cilindro. O campo elétrico produz uma região com ar ionizado nas vizinhanças do fio. A fumaça entra pela base do precipitador, as cinzas e a poeira absorvem elétrons e os poluentes carregados são acelerados para a parede externa do cilindro pelo campo elétrico. Suponha que o raio do fio central seja igual a $90 \mu\text{m}$, o raio do cilindro oco seja igual a 14,0 cm e que uma diferença de potencial de 50,0 kV seja estabelecida entre o fio e o cilindro. Suponha também que o cilindro e o fio possuam comprimentos muito maiores do que o raio do cilindro.
- a) Qual é o módulo do campo elétrico nos pontos situados na metade da distância entre o fio e a parede do cilindro?
- b) Qual deve ser o módulo da carga sobre uma partícula de cinza com $30 \mu\text{g}$ para



que o campo elétrico obtido no item (a) possa exercer sobre a partícula uma força dez vezes maior do que seu peso?

12. Um anel fino uniformemente carregado possui raio de 15,0 cm e carga total igual a $+24,0 \text{ nC}$. Um elétron é colocado no eixo do anel a uma distância de 30,0 cm de seu centro, sendo obrigado a permanecer vinculado a esse eixo. A seguir, o elétron é liberado a partir do repouso.
 - a) Descreva o movimento subsequente do elétron.
 - b) Calcule a velocidade escalar do elétron quando ele atinge o centro do anel.
13. Na figura abaixo, calcule o potencial no ponto P do eixo. O objeto mostrado tem uma densidade uniforme de carga σ .



14. A medida que uma pessoa se desloca em um ambiente seco, acumula carga elétrica em seu corpo. Uma vez que o corpo esteja em alta voltagem, positiva ou negativa, pode descarregar

por meio de faíscas ou choques perceptíveis. Considere um corpo humano bem separado do solo, com a capacitância típica de 150 pF.

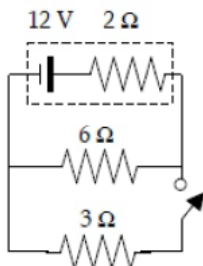
- a) Que carga no corpo produz um potencial de 10,0 kV?
 - b) Aparelhos eletrônicos sensíveis podem ser destruídos pela descarga eletrostática de uma pessoa. Um determinado aparelho pode ser destruído por uma descarga que libera uma energia de $250 \mu\text{J}$. Isso corresponde a que voltagem no corpo?
15. A causa imediata de muitas mortes é a fibrilação ventricular, um tremor descoordenado do coração, em oposição ao batimento adequado. Um choque elétrico no peito pode causar a paralisia momentânea do músculo cardíaco, após a qual o coração às vezes irá começar a bater novamente de forma organizada. Um desfibrilador é um dispositivo que aplica um forte choque elétrico sobre o peito durante alguns poucos milissegundos. O dispositivo contém um capacitor de vários microfarads, carregado até muitos milhares de volts. Eletrodos de cerca de 8 cm, revestidos de pasta condutora, são segurados de encontro ao peito dos dois lados do coração. Suas alças estão isoladas para prevenir ferimentos ao operador, que gritam então "Afastar!" (significando que ninguém deve tocar no paciente) e pressiona um botão em um eletrodo para descarregar o capacitor através do peito do paciente. Considere que uma energia de 300 J deve ser fornecida por um capacitor de $30,0 \mu\text{F}$. Ele deve ser carregado a qual diferença de potencial?

16. Você está interessado em construir um capacitor com uma capacitância de aproximadamente 1 nF e um potencial de ruptura de mais de 10000 V, e pensa em usar as superfícies laterais de um copo de pirex como dielétrico, revestindo as faces interna e externa com folha de alumínio para fazer as placas. O copo tem 15 cm de altura, um raio interno de 3,6 cm e um raio externo de 3,8 cm. Dados: $\kappa_{\text{pirex}} = 4,7$, rigidez dielétrica do pirex = 14 kV/mm. Determine:

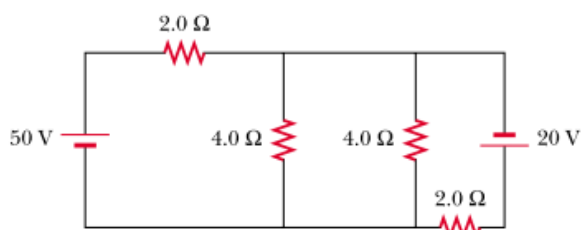
- a) a capacitância;

b) o potencial de ruptura desse capacitor.

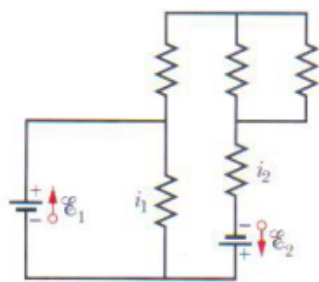
17. No circuito da figura, a bateria tem uma resistência interna de $2\ \Omega$, calcule a voltagem nos terminais da bateria antes e depois da chave ser fechada.



18. Calcule a potência dissipada por cada resistor da figura.



19. Na figura, as forças eletromotrizes das fontes ideais são $\varepsilon_1 = 12,0\text{ V}$ e $\varepsilon_2 = 4,00\text{ V}$ e as resistências são todas de $4,00\ \Omega$. Determine:



- o valor absoluto de i_1 ;
- o sentido (para cima ou para baixo) de i_1 ;
- o valor absoluto de i_2 ;
- o sentido de i_2 ;

e) a fonte 1 fornece ou absorve energia?

f) qual é a potência fornecida ou absorvida pela fonte 1?

g) a fonte 2 fornece ou absorve energia?

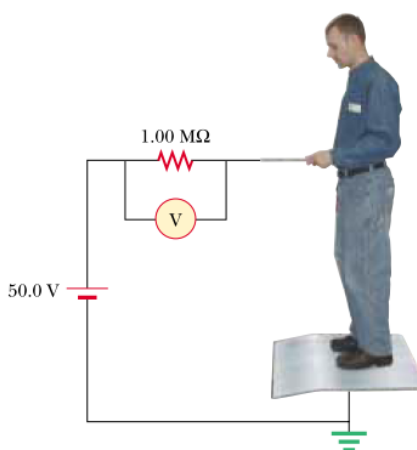
h) qual é a potência fornecida ou absorvida pela fonte 2.

20. Com o objetivo de medir a resistência elétrica dos calçados através do corpo de um usuário ate uma placa de metal aterrada, o *American National Standards Institute (Ansi)* especifica o circuito mostra na Figura. A diferença de potencial ΔV no resistor de $1,00\text{ M}\Omega$ é medida com um voltímetro de alta resistência.

a) Demonstre que a resistência do calçado é dada por:

$$R_{\text{calçados}} = 1,00\text{ M}\Omega \left(\frac{50,0 - \Delta V}{\Delta V} \right)$$

b) Em um teste médico, uma corrente no corpo humano não deve exceder $150\ \mu\text{A}$. A corrente fornecida pelo circuito especificado pela Ansi é capaz de exceder $150\ \mu\text{A}$? Para decidir, considere uma pessoa em pé descalça sobre a placa aterrada.



Boa prova! :)

Respostas

1. a) No centro.
b) $q_5 = -\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) q$
2. a) A nova partícula deve ser situada no centro do triângulo para que a distância a todas as outras cargas seja a mesma.
b) $q_4 = \frac{q}{\sqrt{3}}$
3. a) $E = 0$ N/C.
b) $E = 5,62 \times 10^{-2}$ N/C.
c) $E = 0,112$ N/C.
d) $E = 0,0499$ N/C
e) $E = 0$ (casca esférica é condutora).
f) $E = 0$.
g) $Q = -5,00$ fC.
h) $Q = 0$ C.
4. a) $\vec{E} = \vec{0}$
b) $\vec{E} = \vec{0}$
c) $\vec{E} = -7,91 \times 10^{-11}$ N/C \hat{i}
5. $\vec{E}_c = \frac{-\sigma_1}{2\varepsilon_0} \hat{i} - \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} \hat{j}$ $\vec{E}_d = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} \hat{i} - \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} \hat{j}$
6. a) $\vec{E} = \vec{0}$
b) $V = 0$
c) $U = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 2 \right)$
7. a) $\Delta V = 156$ V
b) $\Delta V = -182$ V
8. a) $V_0 = \sqrt{\frac{2q^2}{ml}}$
b) $E_{\text{mec. total}} = U_p = \frac{-q^2}{l}$
9. a) $E = 8000$ V/m
b) $F = 1,92 \times 10^{-5}$ N
c) $W = 8,64 \times 10^{-7}$ J.
10. $\Delta V = \frac{mgd \tan \theta}{q}$
11. a) $E = 9,71 \times 10^4$ V/m
b) $|q| = 3,03 \times 10^{-11}$ C.
12. a) Quando o elétron está em um dos lados do anel, o anel exerce uma força em direção a seu centro. É produzido então um movimento oscilatório.
b) $V = 1,67 \times 10^7$ m/s.
13. $V = 2\pi k_e \sigma (\sqrt{x^2 + b^2} - \sqrt{x^2 + a^2})$
14. a) $Q = 1,5$ μ C
b) $\Delta V = 1,82$ kV.
15. $\Delta V = 4,47$ kV.
16. a) $C = 0,73$ nF
b) 28 kV
17. $V_{\text{antes}} = 9$ V $V_{\text{depois}} = 6$ V
18. $P_{2\Omega} = 800$ W $P_{4\Omega} = 25,0$ W
 $P_{2\Omega \text{ próximo a fonte de } 20,0 \text{ V}} = 450$ W.
19. a) $i_1 = 3,00$ A.
b) Para baixo.
c) $i_2 = 1,60$ A.
d) Para baixo.
e) A bateria 1 fornece energia, pois a corrente entra pelo terminal negativo e sai pelo positivo.
f) $P = 55,2$ W.
g) A bateria 2 fornece energia, pois a corrente entra pelo terminal negativo e sai pelo positivo.
h) $P = 6,40$ W.
20. a) Demonstração.
b) A corrente nunca irá exceder 50μ A

Obs.: a resposta do gabarito original dessa questão provavelmente não está no sistema SI de unidades, daí a ausência do k