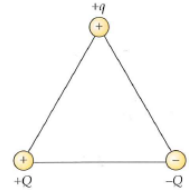


21.4 Você tem um bastão isolante positivamente carregado e duas esferas metálicas em suportes isolantes. Forneça instruções passo a passo para descrever como o bastão, sem tocar em nenhuma das esferas, pode ser usado para dar a uma das esferas (a) uma carga negativa e (b) uma carga positiva.

21.10 Três cargas puntiformes, $+q$, $+Q$ e $-Q$ estão posicionadas nos vértices de um triângulo equilátero, como mostra a Figura 21-33. Não há nenhum outro objeto carregado nas proximidades. (a) Quais são a direção e o sentido da força resultante na carga $+q$ devida às outras duas cargas? (b) Qual é a força elétrica total no sistema de três cargas? Explique.



21.28 Uma carga puntiforme de $2,0 \mu\text{C}$ e uma carga puntiforme de $4,0 \mu\text{C}$ estão separadas por uma distância L . Onde deveria ser colocada uma terceira carga puntiforme para que a força elétrica nesta terceira carga fosse igual a zero?

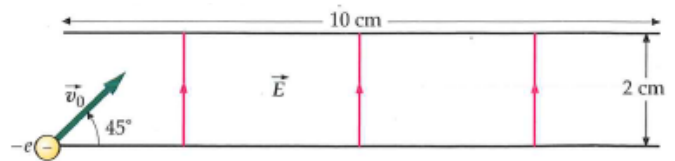
21.34 Uma partícula puntiforme que tem carga de $5,00 \mu\text{C}$ está localizada em $x = 0$, $y = 0$ e uma puntiforme que tem carga q está localizada em $x = 4,00 \text{ cm}$, $y = 0$. A força elétrica em uma partícula puntiforme em $x = 8,00 \text{ cm}$, $y = 0$ que tem uma carga de $2,00 \mu\text{C}$ é $-(19,7 \text{ N})\hat{i}$. Determine o valor da carga q .

21.37 Uma carga puntiforme de $4,0 \mu\text{C}$ está na origem. Quais são o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico no eixo x em (a) $x = 6,0 \text{ m}$ e (b) $x = -10 \text{ m}$? (c) represente a função E_x versus x para os valores positivos e negativos de x . (Lembre que E_x é negativo quando \vec{E} aponta no sentido de $-x$).

21.38 Duas cargas puntiformes, cada uma com $+4,0 \mu\text{C}$ estão no eixo x ; uma das cargas está na origem e a outra em $x = 8,0 \text{ m}$. Determine o campo elétrico no eixo x em (a) $x = -2,0 \text{ m}$, (b) $x = 2,0 \text{ m}$, (c) $x = 6,0 \text{ m}$ e (d) $x = 10,0 \text{ m}$. (e) Em que ponto no eixo x o campo elétrico é nulo? (f) Esboce um gráfico de E_x versus x para $-3,0 \text{ m} < x < 11 \text{ m}$.

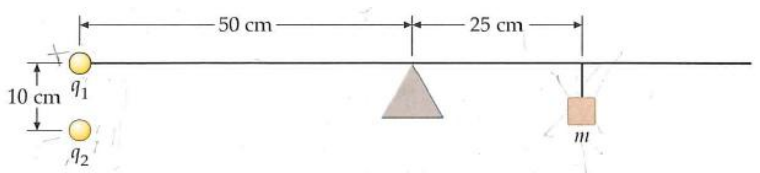
21.56 Uma partícula carregada deixa a origem com uma velocidade de $3,00 \times 10^6 \text{ m/s}$ a um ângulo de 35° acima do eixo x . Um campo elétrico uniforme, dado por $\vec{E} = -E_0\hat{j}$, existe ao longo de toda esta região. Determine E_0 tal que a partícula cruze o eixo x em $x = 1,50 \text{ cm}$ se a partícula for (a) um elétron e (b) um próton.

21.57 Um elétron parte da posição mostrada na Figura 21-39 com uma rapidez inicial $v_0 = 5,00 \times 10^6 \text{ m/s}$ a 45° com relação ao eixo x . O campo elétrico está na direção $+y$ e tem módulo de $3,50 \times 10^3 \text{ N/C}$. As linhas pretas na figura são placas metálicas carregadas. Em qual placa e em que posição o elétron colidirá?



21.61 Mostre que é possível colocar apenas um próton isolado em uma xícara de café comum e vazia considerando a seguinte situação. Considere que o primeiro próton esteja fixo no fundo da xícara. Determine a distância diretamente acima deste próton onde um segundo próton estaria em equilíbrio. Compare esta distância com a profundidade de uma xícara comum de café para completar seu argumento.

21.69 Um bastão rígido de $1,00 \text{ m}$ de comprimento está fixo por um ponto no seu centro (Figura 21-42) de forma que possa girar em torno dele. Uma carga q_1 de $5 \times 10^{-7} \text{ C}$ é colocada em uma extremidade do bastão, e uma carga $q_2 = -q_1$ é colocada a uma distância $d = 10,0 \text{ cm}$ diretamente abaixo dela. (a) Qual é a força exercida por q_2 em q_1 ? (b) Qual é o torque (medido em relação ao eixo de rotação) devido a esta força? (c) Para equilibrar a atração entre as duas cargas, penduramos um bloco a $25,0 \text{ cm}$ do pivô, como mostrado. Que valor devemos escolher para a massa m do bloco? (d) Agora movemos o bloco e o penduramos a uma distância de $25,0 \text{ cm}$ do ponto de fixo, no mesmo lado que estão as cargas. Mantendo q_1 e d os mesmos, que valor devemos escolher para q_2 para manter o sistema em equilíbrio, na horizontal?



21.73 Uma carga puntiforme de $-3,00 \mu\text{C}$ está localizada na origem; uma carga puntiforme de $4,00 \mu\text{C}$ está no eixo x em $x = 0,200 \text{ m}$; uma terceira carga puntiforme Q está localizada no eixo x com $x = 0,320 \text{ m}$. A força elétrica na carga de $4,00 \mu\text{C}$ é de 240 N no sentido de $+x$. (a) Determine a carga Q . (b) Com esta configuração de três cargas, em que posição ou posições o campo elétrico é zero?

21.74 Duas partículas puntiformes, cada uma com massa m e carga q , estão suspensas por fios de comprimento L que estão presas em um mesmo ponto. Cada fio faz um ângulo (θ) com a vertical, como mostra a Figura 21-44. (a) Mostre

que $q = 2Lsen\sqrt{(mg/k)} \tan \theta$ onde k é a constante de Coulomb. (b) Determine o valor de q se $m = 10,0g$; $L = 50,0$ cm e $\theta = 10,0^\circ$.

22.27 Um quadrado com aresta de 10 cm está centrado no eixo x em uma região onde existe um campo elétrico uniforme dado por $\vec{E} = (2,00kN/C)\hat{i}$. (a) Qual é o fluxo elétrico deste campo elétrico através da superfície do quadrado se a normal à superfície está na direção $+x$? (b) Qual é o fluxo elétrico através da mesma superfície quadrada se a normal à superfície faz um ângulo de 60° com o eixo e um ângulo de 90° com o eixo z ?

22.28 Uma carga puntiforme isolada ($q = +2,00 \mu C$) está fixa na origem. Uma superfície esférica imaginária de raio 3,00 m está centrada no eixo x em $x = 5,00$ m. (a) Esboce linhas de campo elétrico para esta carga (em duas dimensões) considerando que doze linhas igualmente espaçadas no plano xy saem da posição da carga, com uma das linhas na direção $+x$. Alguma destas linhas entra na superfície esférica? Se a resposta for positiva, quantas? (b) Alguma destas linhas sai da superfície esférica? Se a resposta for positiva, quantas? (c) Contando as linhas que entram como negativas e as que saem como positivas, qual é o número líquido de linhas de campo que penetram na superfície esférica? (d) Qual é o fluxo elétrico resultante através da superfície esférica?

22.31 Uma carga puntiforme ($q = +2,00 \mu C$) está no centro de uma esfera imaginária que tem raio igual a 0,005 m. (a) Determine a área da superfície da esfera. (b) Determine a magnitude do campo elétrico em todos os pontos da superfície da esfera. (c) Qual é o fluxo do campo elétrico através da superfície da esfera? (d) A sua resposta para a Parte (c) mudaria se a carga puntiforme fosse deslocada de forma a permanecer dentro da esfera, mas não no centro dela? (e) Qual é o fluxo do campo elétrico através da superfície de um cubo imaginário que tem aresta de 1,00 m de comprimento e que engloba a esfera?

22.33 Uma carga puntiforme isolada é colocada no centro de um cubo imaginário que tem 20 cm de lado. O fluxo elétrico através de um dos lados do cubo é $-1,50 kN \cdot m^2/C$. Qual é o valor da carga que está no centro?

22.37 Uma fina casca esférica não-condutora de raio R_1 tem carga total q_1 uniformemente distribuída em sua superfície. Uma segunda fina casca esférica não-condutora e maior, de raio R_2 , coaxial com a primeira, tem carga q_2 uniformemente distribuída em sua superfície. (a) Use a lei de Gauss para obter expressões para o campo elétrico em cada uma das três regiões: $r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$. (b) Qual deveria ser a razão entre as cargas q_1/q_2 e os sinais relativos para q_1 e q_2 para que o campo elétrico fosse zero na região $r > R_2$? (c) Represente as linhas de campo elétrico para a situação da Parte (b) quando q_1 é positiva.

22.38 Uma fina casca esférica não-condutora de raio 6,00 cm tem uma densidade superficial uniforme de carga de $9,00 nC/m^2$. (a) Qual é a carga total na casca? Determine o campo elétrico nas seguintes distâncias ao centro da esfera: (b) 2,00 cm, (c) 5,90 cm, (d) 6,10 cm e (e) 10,0 cm.

22.39 Uma esfera não-condutora de raio 6,00 cm tem uma densidade volumétrica uniforme de carga $450 nC/m^3$. (a) Qual é a carga total na esfera? Determine o campo elétrico nas seguintes distâncias do centro da esfera: (b) 2,00 cm, (c) 5,90 cm, (d) 6,10 cm e (e) 10,0 cm.

22.48 Mostre que o campo elétrico devido a uma fina casca cilíndrica, infinitamente longa e uniformemente carregada, com raio a e densidade superficial uniforme de carga ρ , é dado pelas seguintes expressões: $E = 0$ para $0 \leq R < a$ e $E_R = \rho a / (\epsilon_0 R)$ para $R > a$.

22.49 Uma fina casca de comprimento 200 m e raio 6,00 cm tem uma densidade superficial uniforme de carga de $9,00 nC/m^2$. (a) Qual é a carga total na casca? Determine o campo elétrico nas seguintes distâncias radiais do eixo do cilindro: (b) 2,00 cm, (c) 5,90 cm, (d) 6,10 cm e (e) 10,0 cm. (Use os resultados do Problema 48.)

22.50 Um cilindro sólido não-condutor infinitamente longo de raio a tem uma densidade volumétrica uniforme de ρ_0 . Mostre que o campo elétrico é dado pelas seguintes expressões: $E_R = \rho_0 R / (2\epsilon_0)$ para $0 \leq R < a$ e $E_R = \rho_0 a^2 / (2\epsilon_0 R)$ para $R > a$, onde R é a distância ao eixo do cilindro.

22.51 Um cilindro sólido de comprimento 200 m e raio 6,00 cm tem densidade volumétrica uniforme de carga de $300 nC/m^3$. (a) Qual é a carga total do cilindro? Use as fórmulas dadas no Problema 50 para calcular o campo elétrico em um ponto equidistante das extremidades nas seguintes distâncias radiais do eixo do cilindro: (b) 2,00 cm, (c) 5,90 cm, (d) 6,10 cm e (e) 10,0 cm.