

Lista 01 – Carga Elétrica e Lei de Coulomb

Sequência didática proposta para os exercícios:

21.5, 21.7 (Young)

4, 6, 8, 9 (Halliday)

35 (Tipler), 21.23 (Young)

21.21, 21.22 (Young)

15 e 17 (Halliday)

Exercícios: 4, 6, 8, 9, 15 e 17

12 Carga Elétrica

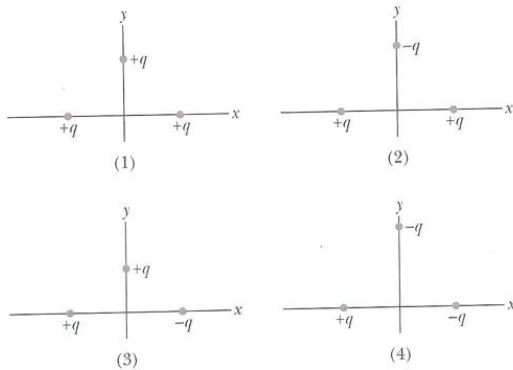


Fig. 22.15 Pergunta 7.

7. A Fig. 22.15 mostra quatro situações nas quais partículas com cargas $+q$ ou $-q$ estão fixadas. Em cada uma delas, as partículas sobre o eixo x estão equidistantes do eixo y . Primeiramente considere a partícula do meio na situação 1; a partícula do meio sofre uma força eletrostática de cada uma das outras duas partículas. (a) As intensidades F dessas forças são as mesmas ou são diferentes? (b) A intensidade da força resultante sobre a partícula do meio é igual, maior ou menor do que $2F$? (c) As componentes x das duas forças se somam ou se cancelam? (d) Suas componentes y se somam ou se cancelam? (e) A direção e sentido da força resultante sobre a partícula do meio é a das

componentes que se cancelam ou das componentes que se somam? (f) Qual a direção e sentido dessa força resultante? Considere agora as demais situações: qual a direção e sentido da força resultante sobre a partícula do meio (g) na situação 2, (h) na situação 3 e (i) na situação 4? (Em cada uma delas, considere a simetria da distribuição de cargas e determine as componentes que se cancelam e as componentes que se somam.)

8. Uma bola carregada positivamente é trazida para perto de um condutor isolado neutro. O condutor é então aterrado enquanto a bola é mantida próxima a ele. O condutor está carregado positivamente, negativamente ou está neutro se (a) a bola é primeiramente afastada e depois a conexão de aterramento é removida e (b) a conexão de aterramento é primeiramente removida e depois a bola é afastada?

9. (a) Um bastão de vidro carregado positivamente atrai um objeto suspenso por um fio não-condutor. O objeto está com certeza absoluta carregado negativamente, ou estar negativamente carregado é apenas uma possibilidade? (b) Um bastão de vidro carregado positivamente repele um objeto suspenso de forma semelhante. O objeto está com certeza absoluta carregado positivamente, ou ele estar positivamente carregado é apenas uma possibilidade?

10. Na Fig. 22.4, o bastão de plástico próximo (carregado negativamente) faz com que alguns dos elétrons de condução no bastão de cobre se movam para a extremidade oposta do bastão de cobre. Por que o fluxo dos elétrons de condução cessa rapidamente? Afinal de contas, um número enorme deles está livre para se mover para essa extremidade oposta.

11. Uma pessoa em pé sobre uma plataforma isolada eletricamente toca em um condutor carregado e eletricamente isolado. Isto descarrega o condutor completamente?

EXERCÍCIOS E PROBLEMAS

SEÇÃO 22.4 A Lei de Coulomb

1E. Qual deve ser a distância entre a carga pontual $q_1 = 26,0 \mu\text{C}$ e a carga pontual $q_2 = -47,0 \mu\text{C}$ para que a força eletrostática entre elas tenha uma intensidade de $5,70 \text{ N}$?

2E. Uma carga pontual de $+3,00 \times 10^{-6} \text{ C}$ está distante $12,0 \text{ cm}$ de uma segunda carga pontual de $-1,50 \times 10^{-6} \text{ C}$. Calcule a intensidade da força sobre cada carga.

3E. Duas partículas igualmente carregadas, mantidas a uma distância de $3,2 \times 10^{-3} \text{ m}$, são soltas a partir do repouso. Observa-se que a aceleração inicial da primeira partícula é de $7,0 \text{ m/s}^2$ e que a da segunda é de $9,0 \text{ m/s}^2$. Se a massa da primeira partícula for de $6,3 \times 10^{-7} \text{ kg}$, quais serão (a) a massa da segunda partícula e (b) a intensidade da carga de cada partícula?

4E. Duas esferas condutoras isoladas idênticas 1 e 2 possuem cargas iguais e estão separadas por uma distância que é grande, comparada com os seus diâmetros (Fig. 22.16a). A força eletrostática atuando na esfera 2 devido à esfera 1 é \vec{F} . Suponha agora que uma terceira esfera idêntica, a esfera 3, tendo um cabo isolante e inicialmente neutra, toque primeiro a esfera 1 (Fig. 22.16b), depois a esfera 2 (Fig. 22.16c) e finalmente seja removida (Fig. 22.16d). Em termos da intensidade F , qual a intensidade da força eletrostática \vec{F}' que atua agora sobre a esfera 2?

5P. Na Fig. 22.17, (a) quais as componentes horizontais e (b) quais as componentes verticais da força eletrostática resultante sobre a partícula carregada no canto inferior esquerdo do quadrado se $q = 1,0 \times 10^{-7} \text{ C}$ e $a = 5,0 \text{ cm}$?

6P. As cargas pontuais q_1 e q_2 estão situadas sobre o eixo x nos pontos $x = -a$ e $x = +a$, respectivamente. (a) Qual deve ser a relação entre q_1 e q_2 para que a força eletrostática resultante sobre a carga pontual $+Q$, colocada em $x = +a/2$ seja nula? (b) Repita (a), mas com a carga pontual $+Q$ agora colocada em $x = +3a/2$.

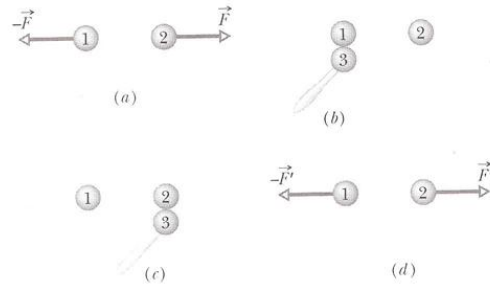


Fig. 22.16 Exercício 4.

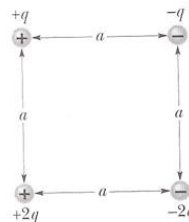


Fig. 22.17 Problema 5.

7P. Duas esferas condutoras idênticas, fixadas, se atraem com uma força eletrostática de $0,108 \text{ N}$ quando separadas de $50,0 \text{ cm}$, de centro a centro. As esferas são então conectadas por um fino fio condutor. Quando o fio é removido, as esferas se repelem com uma força

eletrostática de 0,0360 N. Quais eram as cargas iniciais sobre as esferas?

8P. Na Fig. 22.18, três partículas carregadas estão localizadas em uma linha reta e estão separadas por distâncias d . As cargas q_1 e q_2 são mantidas fixas. A carga q_3 está livre para se mover, porém está em equilíbrio (a força eletrostática atuando sobre ela é nula³). Encontre q_1 em termos de q_2 .

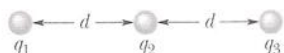


Fig. 22.18 Problema 8.

9P. Duas partículas *livres* (isto é, livres para se moverem) com cargas $+q$ e $+4q$ estão separadas por uma distância L . Uma terceira carga é colocada de modo que o sistema todo esteja em equilíbrio. (a) Encontre a localização, a intensidade e o sinal da terceira carga. (b) Mostre que o equilíbrio é instável.

10P. Duas partículas fixas, de cargas $q_1 = +1,0 \mu\text{C}$ e $q_2 = -3,0 \mu\text{C}$, estão a uma distância de 10 cm. A que distância de cada uma das cargas deveria estar localizada uma terceira carga de modo que a força eletrostática resultante atuando sobre ela fosse nula?

11P. (a) Que cargas positivas de mesma intensidade teriam que ser colocadas na Terra e na Lua para neutralizarem sua atração gravitacional? É necessário conhecer a distância lunar para resolver este problema? Por que ou por que não? (b) Quantos quilogramas de hidrogênio seriam necessários para fornecer a carga positiva calculada em (a)?

12P. As cargas e as coordenadas de duas partículas carregadas mantidas fixas no plano xy são $q_1 = +3,0 \mu\text{C}$, $x_1 = 3,5 \text{ cm}$, $y_1 = 0,50 \text{ cm}$ e $q_2 = -4,0 \mu\text{C}$, $x_2 = -2,0 \text{ cm}$, $y_2 = 1,5 \text{ cm}$. (a) Determine a intensidade, a direção e sentido da força eletrostática sobre q_2 . (b) Onde poderia ser colocada uma terceira carga $q_3 = +4,0 \mu\text{C}$ de tal modo que a força eletrostática resultante sobre q_2 fosse nula?

13P. Uma certa carga Q é dividida em duas partes, q e $Q - q$, que são então separadas por uma certa distância. Qual deve ser o valor de q em termos de Q para maximizar a repulsão eletrostática entre as duas cargas?

14P. Uma partícula com carga Q é fixada em cada um dos vértices opostos de um quadrado, e uma partícula q é colocada em cada um dos dois outros vértices. (a) Se a força eletrostática resultante sobre cada partícula com carga Q for nula, qual o valor de Q em termos de q ? (b) Existe algum valor de q que faça com que a força eletrostática resultante sobre cada uma das quatro partículas seja nula? Explique.

15P. Na Fig. 22.19, duas bolas condutoras minúsculas de massa m idêntica e carga q idêntica estão penduradas por fios não-condutores de comprimentos iguais a L . Suponha que θ seja tão pequeno que $\text{tg } \theta$ possa ser substituída pelo valor aproximado de $\text{sen } \theta$. (a) Mostre que, para o equilíbrio,

$$x = \left(\frac{q^2 L}{2\pi\epsilon_0 mg} \right)^{1/3},$$

onde x é a separação entre as bolas. (b) Se $L = 120 \text{ cm}$, $m = 10 \text{ g}$ e $x = 5,0 \text{ cm}$, qual o valor de q ?

16P. Explique o que acontecerá às bolas do Probl. 15b se uma delas for descarregada (perder sua carga q para o solo, por exemplo), e encontre a nova separação de equilíbrio x , usando os valores fornecidos de L e m e o valor calculado de q .

17P. A Fig. 22.20 mostra uma haste longa, não-condutora e sem massa, de comprimento L , pivotada em seu centro e equilibrada com um

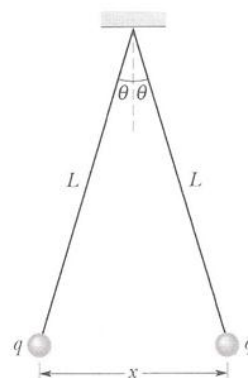


Fig. 22.19 Problema 15.

bloco de peso W a uma distância x da sua extremidade esquerda. Nas extremidades esquerda e direita da haste são presas pequenas esferas condutoras com cargas positivas q e $2q$, respectivamente. A uma distância h na mesma vertical abaixo de cada uma destas esferas existe uma esfera fixa com carga positiva Q . (a) Determine a distância x quando a haste estiver horizontal e equilibrada. (b) Qual deveria ser o valor de h para que a haste não exercesse nenhuma força vertical sobre o mancal quando a haste estivesse horizontal e equilibrada?

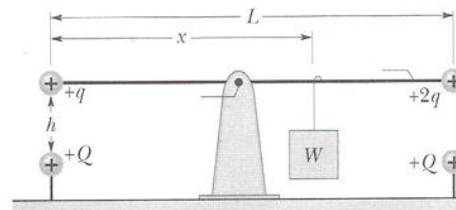


Fig. 22.20 Problema 17.

SEÇÃO 22.5 A Carga É Quantizada

18E. Qual a intensidade da força eletrostática entre um íon de sódio monovalente (Na^+ , com carga $+e$) e um íon de cloro monovalente (Cl^- , com carga $-e$) adjacente, em um cristal de sal, se a separação entre eles é de $2,82 \times 10^{-10} \text{ m}$?

19E. Qual a carga total em coulombs de 75,0 kg de elétrons?

20E. Quantos megacoulombs de carga positiva (ou negativa) existem em 1,00 mol do gás neutro hidrogênio molecular (H_2)?

21E. A intensidade da força eletrostática entre dois íons idênticos que estão separados por uma distância de $5 \times 10^{-10} \text{ m}$ é $3,7 \times 10^{-9} \text{ N}$. (a) Qual a carga de cada íon? (b) Quantos elétrons estão "faltando" em cada íon (causando assim o desequilíbrio de carga do íon)?

22E. Duas gotas d'água esféricas minúsculas, com cargas idênticas de $-1,00 \times 10^{-16} \text{ C}$, possuem uma separação de 1,00 cm de centro a centro. (a) Qual a intensidade da força eletrostática que atua entre elas? (b) Quantos elétrons em excesso existem sobre cada gota, dando a ela este desequilíbrio de carga?

23E. Quantos elétrons teriam que ser retirados de uma moeda para deixá-la com uma carga de $+1,0 \times 10^{-7} \text{ C}$?

24E. Um elétron está no vácuo próximo à superfície da Terra. Onde deveria ser colocado um segundo elétron para que a força eletrostática que ele exerce sobre o primeiro elétron equilibre a força gravitacional sobre o primeiro elétron devida à Terra?

25P. A atmosfera da Terra é constantemente bombardeada por prótons de raios cósmicos provenientes de algum lugar no espaço. Se todos os

³O que, pela primeira lei de Newton, garante que ela permanecerá em repouso se antes estava em repouso. (N.T.)

Respostas

CAPÍTULO 22

PV 1. C e D se atraem; B e D se atraem **2.** (a) horizontal para a esquerda; (b) horizontal para a esquerda; (c) horizontal para a esquerda **3.** (a) a, c, b ; (b) menor que **4.** $-15e$ (a carga resultante de $-30e$ é igualmente dividida) **P 1.** não, apenas as partículas carregadas, objetos carregados semelhantes a partículas e cascas esféricas (incluindo esferas sólidas) de carga uniforme **3.** a e b **5.** $2q^2/4\pi\epsilon_0 r^2$, vertical, para cima da página **7.** (a) as mesmas; (b) menor que; (c) se cancelam; (d) se somam; (e) o das componentes que se somam; (f) direção do eixo y no sentido positivo; (g) direção do eixo y no sentido negativo; (h) direção do eixo x no sentido positivo; (i) direção do eixo x no sentido negativo **9.** (a) uma possibilidade; (b) com certeza **11.** não (a pessoa e o condutor compartilham a carga) **EP 1.** 1,38 m **3.** (a) $4,9 \times 10^{-7}$ kg; (b) $7,1 \times 10^{-11}$ C **5.** (a) 0,17 N; (b) $-0,046$ N **7.** ou $-1,00 \mu\text{C}$ e $+3,00 \mu\text{C}$ ou $+1,00 \mu\text{C}$ e $-3,00 \mu\text{C}$ **9.** (a) a carga $-4q/9$ tem de estar localizada sobre a linha que une as duas cargas positivas, a uma distância $L/3$ da carga $+q$ **11.** (a) $5,7 \times 10^{13}$ C, não; (b) $6,0 \times 10^5$ kg **13.** $q = Q/2$ **15.** (b) $\pm 2,4 \times 10^{-8}$ C **17.** (a) $\frac{L}{2} \left(1 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{Wh^2} \right)$; (b) $\sqrt{3qQ/4\pi\epsilon_0 W}$ **19.** $-1,32 \times 10^{13}$ C **21.** (a) $3,2 \times 10^{-19}$ C; (b) dois **23.** $6,3 \times 10^{11}$ **25.** 122 mA **27.** (a) 0; (b) $1,9 \times 10^{-9}$ N **29.** (a) ${}^9\text{B}$; (b) ${}^{13}\text{N}$; (c) ${}^{12}\text{C}$

$$4. F' = \frac{3}{8}F$$

$$6. (a) q_1 = 9q_2; (b) q_1 = 25q_2$$

$$8. q_1 = -4q_2$$

21.4 Partículas em um anel de ouro. Você possui um anel de ouro puro (24 quilates) com massa igual a 17,7 g. A massa atômica do ouro é igual a 197 g/mol e seu número atômico é 79. (a) Quantos prótons existem no anel e qual é a carga total positiva correspondente? (b) Sabendo que o anel não tem nenhuma carga líquida, quantos elétrons ele possui?

21.5 Um ser humano médio pesa cerca de 650 N. Se dois seres assim carregassem, cada qual, 1,0 coulomb de excesso de carga, um positivo e outro negativo, qual deve ser a distância entre eles para que a atração elétrica seja igual aos seus pesos de 650 N?

21.6 Duas pequenas esferas separadas por uma distância igual a 20,0 cm possuem cargas iguais. Quantos elétrons em excesso devem estar presentes em cada esfera para que o módulo da força de repulsão entre elas seja igual a $4,57 \times 10^{-21}$ N?

21.7 Duas pequenas esferas de plástico possuem cargas elétricas positivas. Quando estão separadas por uma distância igual a 15,0 cm, a força de repulsão entre elas possui módulo igual a 0,220 N. Qual será a carga de cada esfera (a) se as cargas das esferas forem iguais? (b) Se a carga de uma esfera for o quádruplo da carga da outra esfera?

21.8 Duas pequenas esferas de alumínio, cada qual com massa igual a 0,0250 kg, estão separadas por uma distância de 80,0 cm. (a) Quantos elétrons estão presentes em cada esfera? (O número atômico do alumínio é 13 e sua massa atômica é 26,982 g/mol.) (b) Quantos elétrons devem ser removidos de uma esfera e adicionados na outra para que o módulo da força de atração entre elas seja igual a $1,00 \times 10^4$ N (aproximadamente igual ao peso de uma tonelada)? Suponha que as esferas possam ser tratadas como cargas puntiformes. (c) A que fração da carga total de cada esfera essa quantidade corresponde?

21.9 Duas esferas muito pequenas, de 8,55 g, estão a uma distância de 15,0 cm de um centro a outro e são carregadas adicionando-se um número igual de elétrons a cada uma delas. Desconsiderando-se todas as demais forças, quantos elétrons teriam de ser adicionados a cada esfera para que ambas acelerem a 25,0g quando forem libertadas? Para que lado elas vão acelerar?

21.10 (a) Supondo somente a atuação da força da gravidade, qual deveria ser a distância entre um elétron e um próton para que a sua aceleração seja a mesma de um objeto em queda livre na superfície terrestre? (b) Suponha que a Terra seja composta somente de prótons, mantendo o mesmo tamanho e massa atuais. Qual seria a aceleração de um elétron libertado na superfície? É necessário considerar a atração gravitacional bem como a força elétrica? Por quê?

21.11 Em uma experiência no espaço, um próton é mantido fixo e outro próton é libertado do repouso a uma distância de 2,50 mm. (a) Qual é a aceleração inicial do próton após ser libertado? (b) Faça gráficos qualitativos (sem números!) de aceleração *versus* tempo e velocidade *versus* tempo do movimento do próton libertado.

21.12 Uma carga negativa de $-0,550 \mu\text{C}$ exerce uma força de baixo para cima de 0,200 N sobre uma carga desconhecida, situada a 0,300 m diretamente abaixo da primeira. (a) Qual é a carga desconhecida (módulo e sinal)? (b) Determine o módulo, a direção e o sentido da força que a carga desconhecida exerce sobre a carga de $-0,550 \mu\text{C}$.

21.13 Três cargas puntiformes estão dispostas em linha reta. A carga $q_3 = +5,0$ nC está na origem. A carga $q_2 = -3,0$ nC está em $x = +4,0$ cm. A carga q_1 está em $x = +2,0$ cm. Determine q_1 (módulo e sinal), quando a força resultante sobre q_3 for igual a zero.

21.14 No Exemplo 21.4, suponha que a carga puntiforme sobre o eixo Oy na posição $y = -0,30$ m possua uma carga negativa igual a $-2,0 \mu\text{C}$, mantendo a outra carga inalterada. Determine o módulo, a direção e o sentido da força resultante sobre a carga Q . Quais são

as diferenças entre sua resposta e a resposta encontrada no Exemplo 21.3? Explique as diferenças.

21.15 No Exemplo 21.3, calcule a força resultante sobre a carga q_1 .

21.16 No Exemplo 21.4, determine a força resultante (módulo, direção e sentido) sobre a carga q_1 exercida pelas outras duas cargas.

21.17 Três cargas puntiformes estão dispostas ao longo do eixo x . A carga $q_1 = +3,0 \mu\text{C}$ está na origem e a carga $q_2 = -5,0 \mu\text{C}$ está em $x = 0,200$ m. A carga $q_3 = -8,0 \mu\text{C}$. Onde q_3 estará localizado quando a força resultante sobre q_1 for 7,0 N no sentido $-x$?

21.18 Repita o Exercício 21.17 para $q_3 = +8,0 \mu\text{C}$.

21.19 Duas cargas puntiformes estão localizadas sobre o eixo Oy do seguinte modo: a carga $q_1 = -1,50$ nC no ponto $y = -0,600$ m; e a carga $q_2 = +3,20$ nC na origem ($y = 0$). Qual é a força resultante (módulo, direção e sentido) que essas duas cargas exercem sobre uma terceira carga $q_3 = +5,0$ nC, localizada no ponto $y = -0,400$ m?

21.20 Duas cargas puntiformes são colocadas sobre o eixo Ox do seguinte modo: a carga $q_1 = +4,0$ nC está localizada no ponto $x = 0,200$ m e a carga $q_2 = +5,0$ nC, na origem $x = -0,300$ m. Qual é o módulo, a direção e o sentido da força resultante que essas duas cargas exercem sobre uma terceira carga puntiforme negativa $q_3 = -6,0$ nC, localizada na origem?

21.21 Uma carga puntiforme positiva q está localizada sobre o eixo Oy no ponto $y = a$ e uma carga puntiforme negativa $-q$ está localizada sobre o eixo $-Oy$ no ponto $y = -a$. Uma carga puntiforme negativa $-Q$ está localizada em algum ponto sobre o eixo $+Ox$. (a) Faça um diagrama do corpo livre mostrando as forças que atuam sobre a carga $-Q$. (b) Determine os componentes x e y da força resultante da ação das cargas q e $-q$ sobre $-Q$. (Sua resposta deve envolver somente k , q , Q , a e a coordenada x da terceira carga.) (c) Qual é a força resultante sobre a carga $-Q$ quando ela está na origem ($x = 0$)? (d) Faça um gráfico do componente y da força resultante sobre $-Q$ em função de x para valores de x compreendidos entre $-4a$ e $+4a$.

21.22 Duas cargas puntiformes positivas q estão localizadas sobre o eixo Oy sobre os pontos $y = a$ e $y = -a$. Uma carga puntiforme negativa $-Q$ está localizada em algum ponto sobre o eixo Ox . (a) Faça um diagrama do corpo livre mostrando as forças que atuam sobre a carga $-Q$. (b) Encontre os componentes x e y da força resultante da ação das cargas q e $-q$ sobre $-Q$. (Sua resposta deve envolver somente k , q , Q , a e a coordenada x da terceira carga.) (c) Qual é a força resultante sobre a carga $-Q$ quando ela está na origem ($x = 0$)? (d) Faça um gráfico do componente x da força resultante sobre $-Q$ em função de x para valores de x compreendidos entre $-4a$ e $+4a$.

21.23 Quatro cargas idênticas Q são colocadas nos vértices de um quadrado de lado igual a L . (a) Faça um diagrama do corpo livre mostrando todas as forças que atuam sobre uma das cargas. (b) Determine o módulo, a direção e o sentido da força resultante exercida pelas outras três cargas sobre a carga considerada.

21.24 Duas cargas, uma de $2,50 \mu\text{C}$ e outra de $-3,50 \mu\text{C}$, são colocadas no eixo x , uma na origem e outra em $x = 0,600$ m, como indica a Figura 21.36. Determine a posição sobre o eixo x em que a força resultante sobre a pequena carga $+q$ será igual a zero.

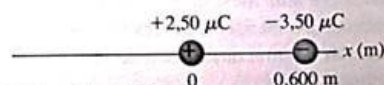


Figura 21.36 Exercício 21.24.

Seção 21.4 Campo elétrico e forças elétricas

21.25 Um próton é colocado em um campo elétrico uniforme de $2,75 \times 10^3$ N/C. Calcule: (a) o módulo da força elétrica sofrida

Respostas:

Capítulo 21

- 21.1 (a) $2,0 \times 10^{10}$ (b) $8,58 \times 10^{-13}$
21.3 $2,10 \times 10^{28}$ elétrons, $3,35 \times 10^9$ C
21.5 $3,71 \times 10^3$ m
21.7 (a) $7,42 \times 10^{-7}$ C em cada esfera
(b) $3,71 \times 10^{-7}$ C em uma e $1,48 \times 10^{-6}$ C na outra
21.9 $1,43 \times 10^{13}$ afastados entre si
21.11 (a) $2,20 \times 10^4$ m/s
21.13 $+0,750$ nC
21.15 $1,8 \times 10^{-4}$ N, sentido +x
21.17 $x = -0,144$ m
21.19 $2,58 \times 10^{-6}$ N, sentido -y
21.21 (b) $F_x = 0$, $F_y = +2kqQa/(a^2 + x^2)^{3/2}$
(c) $2kqQ/a^2$, sentido +y
21.23 (b) $kq^2(1 + 2\sqrt{2})/2L^2$
21.25 (a) $4,40 \times 10^{-16}$ N (b) $2,63 \times 10^{11}$ m/s²
(c) $2,63 \times 10^5$ m/s
21.27 (a) $3,31 \times 10^6$ N/C, para a esquerda
(b) $1,42 \times 10^{-8}$ s
(c) $1,80 \times 10^1$ N/C, para a direita
21.29 (a) $-21,9 \mu\text{C}$ (b) $1,02 \times 10^{-7}$ N/C

$$21.22 F = -\frac{2kqQ}{(x^2+a^2)^{3/2}} x\hat{i}$$

Exercícios: 35

ma carga no lado mais próximo do bastão. Tipicamente, se o bastão for mantido a uma distância de aproximadamente 10 cm da lata, esta terá uma aceleração inicial de cerca de 1 m/s^2 . Se a massa da lata for de $0,018 \text{ kg}$, estime a carga no bastão.

4 ●● Estime a força necessária para unir os núcleos de He, sabendo que a distância entre os núcleos é de aproximadamente 10^{-15} m e que estes contêm 2 prótons.

Carga Elétrica

25 ● Um bastão de plástico é friccionado com uma camisa de lã, ficando carregado com $-0,8 \mu\text{C}$. Quantos elétrons foram transferidos da camisa de lã para o bastão de plástico?

26 ● A carga de uma quantidade de prótons igual ao número de Avogadro ($N_A = 6,02 \times 10^{23}$) é chamada de faraday. Calcule o número de coulombs em um faraday.

27 ● Quantos coulombs de carga positiva existem em 1 kg de carbono? Sabe-se que em doze gramas de carbono existe um número de Avogadro de átomos e que cada átomo de carbono possui seis prótons e seis elétrons.

Lei de Coulomb

28 ● Uma carga $q_1 = 4,0 \mu\text{C}$ é posicionada na origem e uma carga $q_2 = 6,0 \mu\text{C}$ é posicionada no eixo x em $x = 3,0 \text{ m}$. (a) Determine a força sobre a carga q_2 . (b) Determine a força sobre q_1 . (c) Quais seriam suas respostas aos itens (a) e (b) se q_2 fosse igual a $-6,0 \mu\text{C}$?

29 ● Três cargas puntiformes são posicionadas no eixo x : $q_1 = -6,0 \mu\text{C}$ em $x = -3,0 \text{ m}$, $q_2 = 4,0 \mu\text{C}$ na origem e $q_3 = -6,0 \mu\text{C}$ em $x = 3,0 \text{ m}$. Determine a força atuante em q_1 .

30 ●● Três cargas, cada uma com intensidade de 3 nC , estão localizadas nos vértices de um quadrado cujo lado é igual a 5 cm . As duas cargas nos vértices opostos são positivas e a outra carga é negativa. Determine a força exercida por essas cargas sobre uma quarta carga $q = +3 \text{ nC}$ localizada no vértice remanescente.

31 ●● Uma carga de $5 \mu\text{C}$ é posicionada sobre o eixo y em $y = 3 \text{ cm}$ e uma segunda carga de $-5 \mu\text{C}$ é posicionada também sobre o eixo y em $y = -3 \text{ cm}$. Determine a força sobre uma carga de $2 \mu\text{C}$ localizada sobre o eixo x em $x = 8 \text{ cm}$.

32 ●● Uma carga puntiforme de $-2,5 \mu\text{C}$ está localizada na origem. Uma segunda carga puntiforme de $6 \mu\text{C}$ está posicionada no ponto de coordenadas $x = 1 \text{ m}$, $y = 0,5 \text{ m}$. Determine as coordenadas x e y da posição na qual um elétron fica em equilíbrio.

33 ●● Uma carga de $-1,0 \mu\text{C}$ está localizada na origem; uma segunda carga de $2,0 \mu\text{C}$ está posicionada no ponto de coordenadas $x = 0$, $y = 0,1 \text{ m}$; e uma terceira carga de $4,0 \mu\text{C}$ está posicionada no ponto de coordenadas $x = 0,2$, $y = 0$. Determine as forças que atuam em cada uma das três cargas.

34 ●● Uma carga de $5,0 \mu\text{C}$ está localizada no ponto de coordenadas $x = 0$, $y = 0$ e uma carga Q_2 está posicionada no ponto de coordenadas $x = 4,0$, $y = 0$. A força sobre uma carga de $2,0 \mu\text{C}$ em $x = 8,0$, $y = 0$ é de $19,7 \text{ N}$, orientada no sentido negativo do eixo x . Quando essa carga de $2,0 \mu\text{C}$ é posicionada em $x = 17,75 \text{ cm}$, $y = 0$, a força sobre ela é nula. Determine a carga Q_2 .

35 ●● Cinco cargas iguais a Q são igualmente espaçadas em um semicírculo de raio R , conforme mostrado na Figura 21-36. Determine a força atuante sobre uma carga q localizada no centro do semicírculo.

36 ●●● A configuração da molécula do NH_3 é aproximadamente a de um tetraedro retangular, com os íons H^+ formando a base e o

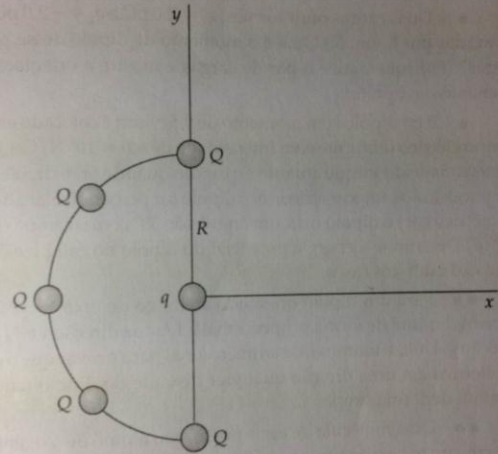


FIGURA 21-36
Problema 35

íon N^{3-} no ápice do tetraedro. O comprimento de cada lado é de $1,64 \times 10^{-10} \text{ m}$. Calcule a força que atua sobre cada íon.

O Campo Elétrico

37 ● Uma carga de $4,0 \mu\text{C}$ é posicionada na origem. Qual é a intensidade e o sentido do campo elétrico no eixo x em (a) $x = 6 \text{ m}$ e (b) $x = -10 \text{ m}$? (c) Esquematize a função E_x versus x para valores positivos e negativos de x . (Lembre-se de que E_x é negativo quando o vetor \vec{E} é orientado no sentido negativo da direção x .)

38 ● Duas cargas, cada uma de $+4 \mu\text{C}$, são posicionadas sobre o eixo x , uma na origem e outra em $x = 8 \text{ m}$. Determine o campo elétrico no eixo x em (a) $x = -2 \text{ m}$, (b) $x = 2 \text{ m}$, (c) $x = 6 \text{ m}$ e (d) $x = 10 \text{ m}$. (e) Em que ponto do eixo x o campo elétrico é nulo? (f) Esquematize a função E_x versus x .

39 ● Quando uma carga de prova $q_0 = 2 \text{ nC}$ é colocada na origem ela fica sob a ação de uma força de $8,0 \times 10^{-4} \text{ N}$ no sentido positivo do eixo y . (a) Qual é o valor do campo elétrico na origem? (b) Qual seria a força atuante em uma carga de -4 nC colocada na origem? (c) Se essa força é devida a uma carga colocada sobre o eixo y na posição $y = 3 \text{ cm}$, qual é o valor daquela carga?

40 ● O campo elétrico nas proximidades da superfície da Terra é orientado para baixo e possui uma intensidade de 150 N/C . (a) Compare a força elétrica atuante sobre um elétron, orientada para cima, com a força gravitacional, orientada para baixo. (b) Qual deveria ser a carga atribuída a uma pequena massa de 3 g de modo que a força elétrica equilibrasse o peso dessa massa nas proximidades da superfície da Terra?

41 ●● Duas cargas positivas iguais com intensidades $q_1 = q_2 = 6,0 \text{ nC}$ são posicionadas sobre o eixo y em $y_1 = +3 \text{ cm}$ e $y_2 = -3 \text{ cm}$. (a) Quais são a intensidade e a orientação do campo elétrico no eixo x em $x = 4 \text{ cm}$? (b) Qual é a força exercida sobre uma terceira carga $q_0 = 2 \text{ nC}$ quando é colocada sobre o eixo x em $x = 4 \text{ cm}$?

42 ●● Uma carga puntiforme de $+5,0 \mu\text{C}$ é localizada em $x = -3 \text{ cm}$, e uma segunda carga puntiforme de $-8,0 \mu\text{C}$ é localizada em $x = +4,0 \text{ cm}$. Qual deve ser a localização de uma terceira carga de $+6,0 \mu\text{C}$ de modo que o campo elétrico em $x = 0$ seja nulo?

43 ●● Uma carga puntiforme de $-5 \mu\text{C}$ está localizada no ponto cujas coordenadas são $x = 4 \text{ m}$, $y = -2 \text{ m}$. Uma segunda carga

Respostas:

$$35. \vec{F} = \frac{kqQ}{R^2} (1 + \sqrt{2}) \hat{i}$$