

EXERCÍCIOS E PROBLEMAS

Seção 23-4 Lei de Coulomb

1E. Qual seria a força eletrostática entre duas cargas de $1,00\text{ C}$ separadas por uma distância de (a) $1,00\text{ m}$ e (b) $1,00\text{ km}$ se tal configuração pudesse ser estabelecida?

2E. Uma carga puntiforme de $+3,00 \times 10^{-6}\text{ C}$ dista $12,0\text{ cm}$ de uma segunda carga puntiforme de $-1,50 \times 10^{-6}\text{ C}$. Calcular o módulo da força elétrica que atua sobre cada carga.

3E. Qual deve ser a distância entre duas cargas puntiformes $q_1 = 26,0\text{ }\mu\text{C}$ e $q_2 = -47,0\text{ }\mu\text{C}$ para que o módulo da força eletrostática entre elas seja de $5,70\text{ N}$?

4E. Na descarga de um relâmpago típico, uma corrente de $2,5 \times 10^4\text{ A}$ flui durante $20\text{ }\mu\text{s}$. Que quantidade de carga é transferida nesse evento?

5E. Duas partículas igualmente carregadas, mantidas a uma distância de $3,2 \times 10^{-3}\text{ m}$ uma da outra, são largadas a partir do repouso. O módulo da aceleração inicial da primeira partícula é de $7,0\text{ m/s}^2$ e o da segunda é de $9,0\text{ m/s}^2$. Sabendo-se que a massa da primeira partícula vale $6,3 \times 10^{-7}\text{ kg}$, quais são (a) a massa da segunda partícula e (b) o módulo da carga comum?

6E. A Fig. 23-12a mostra duas cargas, q_1 e q_2 , mantidas a uma distância fixa d uma da outra. (a) Qual é o módulo da força eletrostática que atua sobre q_1 ? Suponha $q_1 = q_2 = 20,0\text{ }\mu\text{C}$ e $d = 1,50\text{ m}$. (b) Uma terceira carga $q_3 = 20,0\text{ }\mu\text{C}$ é trazida e colocada na posição mostrada na Fig. 23-12b. Qual é agora o módulo da força eletrostática que atua sobre q_1 ?

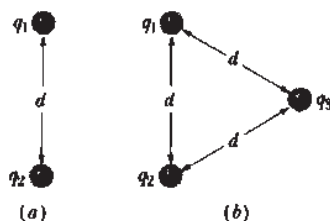


Fig. 23-12 Exercício 6.

7E. Duas esferas condutoras idênticas e isoladas, 1 e 2, possuem quantidades iguais de carga e estão separadas por uma distância grande comparada com seus diâmetros (Fig. 23-13a). A força eletrostática que atua sobre a esfera 2 devida à esfera 1 é F . Suponha agora que uma terceira esfera idêntica 3, dotada de um suporte isolante e inicialmente descarregada, toque primeiro a esfera 1 (Fig. 23-13b), depois a esfera 2 (Fig. 23-13c) e, em seguida, seja afastada (Fig. 23-13d). Em termos de F , qual é a força eletrostática F' que atua agora sobre a esfera 2?

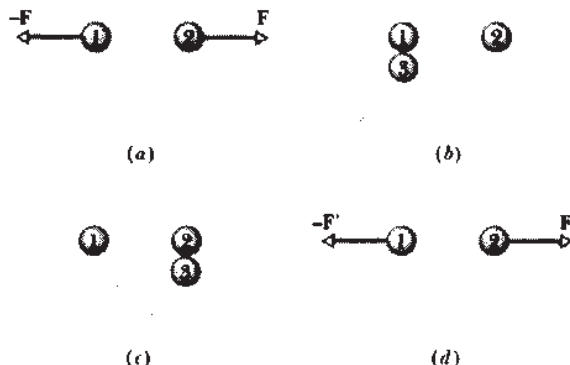


Fig. 23-13 Exercício 7.



Fig. 23-14 Problema 8.

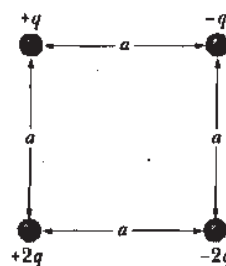


Fig. 23-15 Problema 10.

8P. Três partículas carregadas, localizadas sobre uma linha reta, estão separadas pela distância d , como mostra a Fig. 23-14. As cargas q_1 e q_2 são mantidas fixas. A carga q_3 , que é livre para mover-se, encontra-se em equilíbrio (nenhuma força eletrostática líquida atua sobre ela). Determine q_1 em termos de q_2 .

9P. As cargas q_1 e q_2 se encontram sobre o eixo dos 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 líquida sobre a carga $+Q$, colocada no ponto $x = +af/2$, seja nula? (b) Repita o item (a) com a carga $+Q$ colocada no ponto $x = +3af/2$.

10P. Na Fig. 23-15, quais são os componentes horizontal e vertical da força eletrostática resultante que atua sobre a carga no vértice inferior esquerdo do quadrado, sendo $q = 1,0 \times 10^{-7}\text{ C}$ e $a = 5,0\text{ cm}$?

11P. Duas pequenas esferas estão positivamente carregadas. O valor total das duas cargas é de $5,0 \times 10^{-5}\text{ C}$. Sabendo-se que cada esfera é repelida pela outra por uma força eletrostática de módulo igual a $1,0\text{ N}$ quando a distância entre elas é de $2,0\text{ m}$, qual é a carga de cada esfera?

12P. Duas esferas condutoras idênticas, mantidas fixas, atraem-se com uma força eletrostática de módulo igual a $0,108\text{ N}$ quando separadas por $50,0\text{ cm}$. As esferas são então ligadas por um fio condutor fino. Quando o fio é removido, as esferas se repelem com uma força eletrostática de módulo igual a $0,0360\text{ N}$. Quais eram as cargas iniciais das esferas?

13P. Duas cargas fixas de $+1,0\text{ }\mu\text{C}$ e $-3,0\text{ }\mu\text{C}$ estão separadas por uma distância de 10 cm . Onde podemos localizar uma terceira carga de modo que a força eletrostática líquida sobre ela seja nula?

14P. As cargas e as coordenadas de duas partículas mantidas fixas no plano xy são: $q_1 = +3,0\text{ }\mu\text{C}$, $x_1 = 3,5\text{ cm}$, $y_1 = 0,50\text{ cm}$, e $q_2 = -4,0\text{ }\mu\text{C}$, $x_2 = -2,0\text{ cm}$, $y_2 = 1,5\text{ cm}$. (a) Determine o módulo, a direção e o sentido da força eletrostática sobre q_2 . (b) Onde poderíamos localizar uma terceira carga $q_3 = +4,0\text{ }\mu\text{C}$ de modo que a força eletrostática líquida sobre q_2 fosse nula?

15P. Duas cargas puntiformes livres $+q$ e $+4q$ estão a uma distância L uma da outra. Uma terceira carga é colocada de tal modo que todo o sistema fica em equilíbrio. (a) Determine a posição, o módulo e o sinal da terceira carga. (b) Mostre que o equilíbrio do sistema é instável.

14 ELETROMAGNETISMO

16P. (a) Que cargas positivas iguais teriam de ser colocadas na Terra e na Lua para neutralizar a atração gravitacional entre elas? Será necessário conhecer a distância entre a Terra e a Lua, para resolver este problema? Explique. (b) Quantos quilogramas de hidrogênio seriam necessários para fornecer a carga positiva calculada no item (a)?

17P. Coloca-se uma carga Q em dois vértices opostos de um quadrado, e uma carga q em cada um dos outros dois. (a) Sabendo-se que a força eletrostática líquida sobre cada Q é nula, qual é o valor de Q em termos de q ? (b) Será possível escolher um valor para q de modo que a força eletrostática sobre cada uma das quatro cargas seja nula? Explique sua resposta.

18P. Uma carga Q é dividida em duas partes q e $Q - q$, que são, a seguir, afastadas por uma certa distância entre si. Qual deve ser o valor de q em termos de Q , de modo que a repulsão eletrostática entre as duas cargas seja máxima?

19P. Duas pequenas bolas condutoras idênticas, de massa m e carga q , estão suspensas por fios não-condutores de comprimento L , como mostra a Fig. 23-16. Suponha θ tão pequeno que $\tan \theta$ possa ser substituída por $\sin \theta$ com erro desprezível. (a) Mostre que, no equilíbrio,

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

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

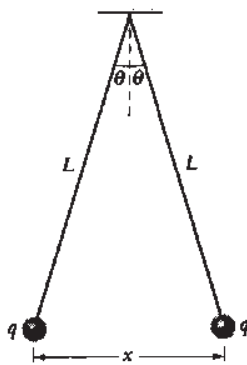


Fig. 23-16 Problemas 19 e 20.

20P. Explique o que acontecerá com as bolas do Problema 19b após uma delas ser descarregada e determine a nova separação de equilíbrio x .

21P. A Fig. 23-17 mostra uma longa barra não condutora, de massa desprezível e comprimento L , presa por um pino no seu centro e equilibrada com um peso W a uma distância x de sua extremidade esquerda. Nas extremidades esquerda e direita da barra, são colocadas pequenas esferas condutoras com cargas positivas q e $2q$, respectivamente. A uma distância h diretamente abaixo de cada uma dessas cargas está fixada uma esfera com carga positiva Q . (a) Determine a distância x quando a barra está horizontal e equilibrada. (b) Que valor deveria ter h para que a barra não exercesse nenhuma força sobre o mancal na situação horizontal e equilibrada?

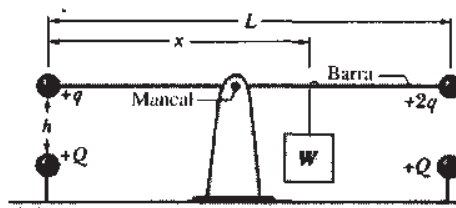


Fig. 23-17 Problema 21.

Seção 23-5 A Carga é Quantizada

22E. Qual é o módulo da força eletrostática entre um íon monovalente de sódio (Na^+ , de carga $+e$) e um íon de cloro adjacente também monovalente (Cl^- , de carga $-e$) num cristal de sal, se a distância entre eles for de $2,82 \times 10^{-10}$ m?

23E. Um nêutron consiste em um quark "up" de carga $+2e/3$ e dois quarks "down" cada um tendo carga de $-e/3$. Se os quarks down estiverem a uma distância de $2,6 \times 10^{-15}$ m um do outro, dentro do nêutron, qual será o módulo da força eletrostática entre eles?

24E. Qual é a carga total em coulombs de $75,0$ kg de elétrons?

25E. Quantos megacoulombs de carga positiva (ou negativa), existem em $1,00$ mol de hidrogênio gasoso molecular neutro (H_2)?

26E. O módulo da força eletrostática entre dois íons idênticos que estão separados por uma distância de $5,0 \times 10^{-10}$ m vale $3,7 \times 10^{-9}$ N. (a) Qual é a carga de cada íon? (b) Quantos elétrons estão "faltando" em cada íon (o que dá ao íon sua carga não equilibrada)?

27E. Duas pequenas gotas esféricas de água possuem cargas idênticas de $-1,00 \times 10^{-16}$ C, e estão separadas, centro a centro, de $1,00$ cm. (a) Qual é o módulo da força eletrostática que atua entre elas? (b) Quantos elétrons em excesso existem em cada gota, dando a ela sua carga não equilibrada?

28E. (a) Quantos elétrons teriam de ser removidos de uma moeda para deixá-la com uma carga de $+1,0 \times 10^{-7}$ C? (b) A que fração do total de elétrons da moeda corresponde o valor encontrado? (Veja o Exemplo 23-3.)

29E. Qual deve ser a distância entre dois prótons para que o módulo da força eletrostática atuando sobre qualquer um deles seja igual ao seu peso na superfície da Terra?

30E. Um elétron está num vácuo próximo à superfície da Terra. Onde deveria ser colocado um segundo elétron de modo que o primeiro elétron pudesse ficar em equilíbrio por ação de seu peso e da força eletrostática exercida pelo segundo elétron?

31P. Pelo filamento de uma lâmpada de 100 W, operando em um circuito de 120 V, passa uma corrente (suposta constante) de $0,83$ A. Quanto tempo 1 mol de elétrons leva para passar pela lâmpada?

32P. A atmosfera da Terra é constantemente bombardeada por prótons dos raios cósmicos provenientes de algum lugar no espaço. Se todos os prótons penetrassem na atmosfera, cada metro quadrado da superfície da Terra interceptaria os prótons numa taxa média de 1.500 prótons por segundo. Qual seria a corrente correspondente interceptada pela superfície total da Terra?

33P. Calcule o número de coulombs de carga positiva existente num copo de água, supondo um volume de água igual a 250 cm³.

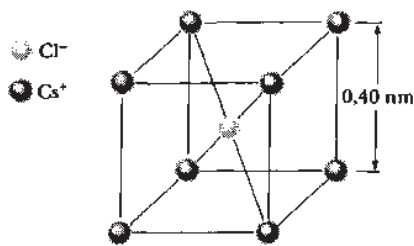


Fig. 23-18 Problema 34.

34P. Na estrutura cristalina do composto CsCl (cloreto de cézio), os íons Cs^+ formam os vértices de um cubo e um íon Cl^- está no centro do cubo (Fig. 23-18). O comprimento da aresta do cubo é de 0,40 nm. Em cada íon Cs^+ falta um elétron (e assim cada um tem uma carga de $+e$), e o íon Cl^- tem um elétron em excesso (e assim uma carga de $-e$). (a) Qual é o módulo da força eletrostática líquida exercida sobre o íon Cl^- pelos oito íons Cs^+ nos vértices do cubo? (b) Quando está faltando um dos íons Cs^+ , dizemos que o cristal apresenta um *defeito*; neste caso, qual será a força eletrostática líquida exercida sobre o íon Cl^- pelos sete íons Cs^+ remanescentes?

35P. Sabemos que, dentro das limitações impostas pelas medidas, os módulos da carga negativa do elétron e da carga positiva do próton são iguais. Suponhamos, entretanto, que estes módulos diferissem entre si por 0,00010%. Com que força duas moedas de cobre, colocadas a 1,0 m uma da outra, se repeliriam? O que podemos concluir? (*Sugestão:* Veja o Exemplo 23-3.)

36P. Dois estudantes de engenharia (João com 90 kg e Maria com 45 kg) encontram-se afastados 30 m. Suponha que cada um deles tenha um desbalanceamento de 0,01% entre as suas quantidades de cargas positiva e negativa, um dos estudantes sendo positivo e o outro negativo. Faça uma estimativa da força eletrostática de atração entre eles substituindo os estudantes por esferas equivalentes de água.

Seção 23-6 A Carga é Conservada

37E. No decaimento beta uma partícula fundamental se transforma numa outra partícula emitindo um elétron ou um pósitron. (a) Quando um próton sofre decaimento beta transformando-se num nêutron, que partícula é emitida? (b) Quando um nêutron sofre decaimento beta transformando-se num próton, que partícula é emitida?

38E. Usando o Apêndice D, identifique X nas seguintes reações nucleares:

- (a) $^1\text{H} + ^9\text{Be} \rightarrow \text{X} + \text{n}$;
- (b) $^{12}\text{C} + ^1\text{H} \rightarrow \text{X}$;
- (c) $^{15}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^4\text{He} + \text{X}$.

39E. No decaimento radioativo do ^{238}U (veja a Eq. 23-12), o centro da partícula emergente ^4He se encontra, num determinado instante, a uma distância de $9,0 \times 10^{-15}$ m do centro do núcleo filho ^{234}Th . Neste instante, (a) qual é o módulo da força eletrostática sobre a partícula ^4He e (b) qual é a sua aceleração?

Seção 23-7 As Constantes da Física: Um Aparte

40E. Verifique que a constante de estrutura fina é adimensional, e que seu valor numérico pode ser expresso como mostra a Eq. 23-15.

41E. (a) Combine as grandezas h , G e c para formar uma grandeza com dimensão de comprimento. (*Sugestão:* Combine o tempo de Planck com a velocidade escalar da luz; veja o Exemplo 23-7.) (b) Calcule este “comprimento de Planck” numericamente.

42P. (a) Combine as grandezas h , G e c para formar uma grandeza com dimensão de massa. Não inclua nenhum fator adimensional. (*Sugestão:* Considere as unidades de h , G e c como apresentadas no Exemplo 23-7.) (b) Calcule esta “massa de Planck” numericamente.