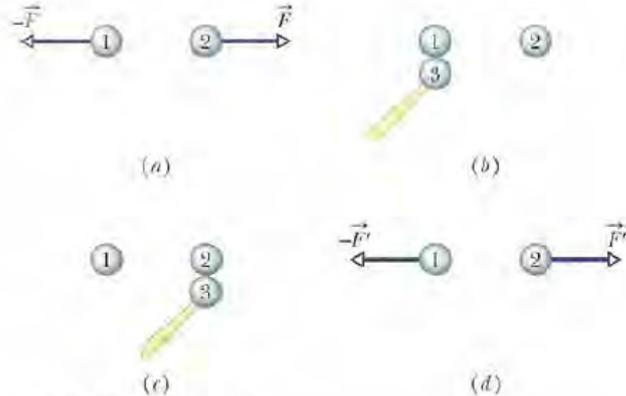
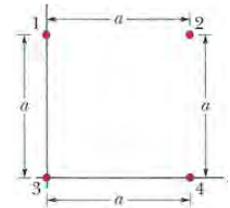


**CARGAS ELÉTRICAS**

- 1) Duas esferas condutoras de mesmo diâmetro, 1 e 2, possuem cargas iguais e estão separadas por uma distância muito maior que o diâmetro (Fig. a). A força eletrostática a que a esfera 2 está submetida devido à presença da esfera 1 é  $F$ . Uma terceira esfera 3, igual às duas primeiras, que dispõe de um cabo não condutor e está inicialmente neutra, é colocada em contato primeiro com a esfera 1 (Fig. b), depois com a esfera 2 (Fig. c) e, finalmente, removida (Fig. d). A força eletrostática a que a esfera 2 agora está submetida tem módulo  $F'$ . Qual é o valor da razão  $F'/F$ ?

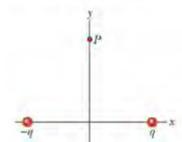


- 2) Qual deve ser a distância entre a carga pontual  $q_1 = 26,0 \mu\text{C}$  e a carga pontual  $q_2 = -47,0 \mu\text{C}$  para que a força eletrostática entre as duas cargas tenha um módulo de  $5,70 \text{ N}$ ?
- 3) Uma partícula com uma carga de  $+3,00 \times 10^{-6} \text{ C}$  está a  $12,0 \text{ cm}$  de distância de uma segunda partícula com uma carga de  $-1,50 \times 10^{-6} \text{ C}$ . Calcule o módulo da força eletrostática entre as partículas.
- 4) Duas partículas de mesma carga são colocadas a  $3,2 \times 10^{-3}$  de distância uma da outra e liberadas a partir do repouso. A aceleração inicial da primeira partícula é  $7,0 \text{ m/s}^2$  e a da segunda é  $9,0 \text{ m/s}^2$ . Se a massa da primeira partícula é  $6,3 \times 10^{-7} \text{ kg}$ , determine: (a) a massa da segunda partícula; (b) o módulo da carga das partículas.
- 5) Na figura ao lado, as cargas das partículas são  $q_1 = -q_2 = 100 \text{ nC}$  e  $q_3 = -q_4 = 200 \text{ nC}$ . O lado do quadrado é  $a = 5,0 \text{ cm}$ . Determine (a) a componente  $x$  e (b) a componente  $y$  da força eletrostática a que está submetida a partícula 3.

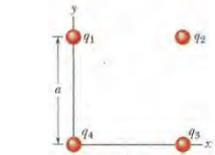


**CAMPOS ELÉTRICOS**

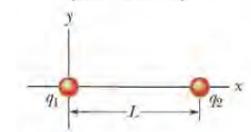
- 7) O núcleo de um átomo de plutônio 239 contém 94 prótons. Suponha que o núcleo é uma esfera com  $6,64 \text{ fm}$  de raio e que a carga dos prótons está distribuída uniformemente na esfera. Determine (a) o módulo e (b) o sentido (para dentro ou para fora) do campo elétrico produzido pelos prótons na superfície do núcleo.
- 8) Duas partículas são mantidas fixas no eixo  $x$ : a partícula 1, de carga  $-2,00 \times 10^{-7} \text{ C}$ , no ponto  $x = 6,00 \text{ cm}$ , e a partícula 2, de carga  $+2,00 \times 10^{-7} \text{ C}$ , no ponto  $x = 21,0 \text{ cm}$ . Qual é o campo elétrico total a meio caminho entre as partículas, em termos dos vetores unitários?
- 9) A figura ao lado mostra duas partículas carregadas mantidas fixas no eixo  $x$ :  $-q = -3,20 \times 10^{-19} \text{ C}$ , no ponto  $x = -3,00 \text{ m}$ , e  $q = 3,20 \times 10^{-19} \text{ C}$ , no ponto  $x = +3,00 \text{ m}$ . Determine (a) o módulo e (b) a orientação (em relação ao semieixo  $x$  positivo) do campo elétrico no ponto  $P$ , para o qual  $y = 4,00 \text{ m}$ .



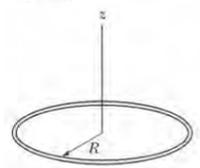
10) Na figura ao lado, as quatro partículas formam um quadrado de lado  $a = 5,00$  cm e têm cargas  $q_1 = +10,0$  nC,  $q_2 = -20,0$  nC,  $q_3 = +20,0$  nC e  $q_4 = -10,0$  nC. Qual é o campo elétrico no centro do quadrado, em termos dos vetores unitários?



11) Na figura ao lado, a partícula 1, de carga  $q_1 = -5,00q$ , e a partícula 2, de carga  $q_2 = +2,00q$ , são mantidas fixas no eixo  $x$ . Em que ponto do eixo, em termos da distância  $L$ , o campo elétrico total é nulo?

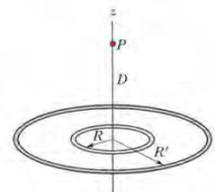


12) Uma barra fina não condutora, com uma distribuição uniforme de carga positiva  $Q$ , tem a forma de uma circunferência de raio  $R$  (Figura ao lado). O eixo central do anel é o eixo  $z$ , com a origem no centro do anel. Determine o módulo do campo elétrico (a) no ponto  $z = 0$  e (b) no ponto  $z = \infty$ . (c) Em termos de  $R$ , para que valor positivo de  $z$  o módulo do campo é máximo? (d) Se  $R = 2,00$  cm e  $Q = 4,00$   $\mu$ C, qual é o valor máximo do campo?



13) Um anel de raio  $R = 2,40$  cm de raio contém uma distribuição uniforme de cargas e o módulo do campo elétrico  $E$  resultante é medido ao longo do eixo central do anel (perpendicular ao plano do anel). A que distância do centro do anel o campo  $E$  é máximo?

14) A figura ao lado mostra dois anéis concêntricos, de raios  $R$  e  $R' = 3,0R$ , que estão no mesmo plano. O ponto  $P$  está no eixo central  $z$ , a uma distância  $D = 2,0R$  do centro dos anéis. O anel menor possui uma carga uniformemente distribuída  $+Q$ . Em termos de  $Q$ , qual deve ser a carga uniformemente distribuída no anel maior para que o campo elétrico no ponto  $P$  seja nulo?

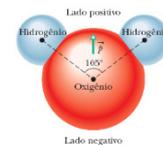


15) Na figura ao lado, uma carga positiva  $q = 7,81$  pC está distribuída uniformemente em uma barra fina, não condutora, de comprimento  $L = 14,5$  cm. Determine (a) o módulo e (b) a orientação (em relação ao semieixo  $x$  positivo) do campo elétrico produzido no ponto  $P$ , situado na mediatriz da barra, a uma distância  $R = 6,0$  cm da barra.



16) No experimento de Millikan, uma gota de óleo com um raio de  $1,64$   $\mu$ m e uma massa específica de  $0,851$  g/cm<sup>3</sup> permanece imóvel na câmara C quando um campo vertical de  $1,92 \times 10^5$  N/C é aplicado. Determine a carga da gota em termos de  $e$ .

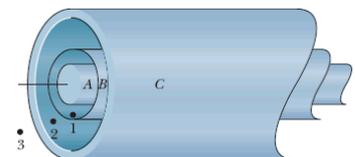
17) Um próton e um elétron ocupam dois vértices de um triângulo equilátero de lado  $2,0 \times 10^{-6}$  m. Qual é o módulo do campo elétrico no terceiro vértice do triângulo?



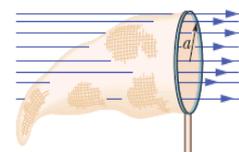
18) O momento de dipolo de uma molécula da água é de  $6,2 \times 10^{-30}$  Cm. Qual é o potencial elétrico a  $1,0$  nm da molécula de água, ao longo do eixo de seu dipolo?

### LEI DE GAUSS

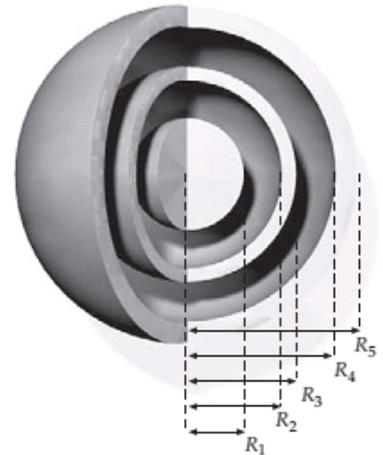
19) A figura abaixo mostra uma parte de três longos cilindros carregados com o mesmo eixo. O cilindro central A tem uma carga uniforme  $q_A = +3q_0$ . Que cargas uniformes devem ter os cilindros  $q_B$  e  $q_C$  para que (se for possível) o campo elétrico total seja zero (a) no ponto 1, (b) no ponto 2 e (c) no ponto 3?



20) Na Figura abaixo, uma rede para pegar borboletas está imersa em um campo elétrico uniforme de módulo  $E = 3,0$  mN/C, com o aro, um círculo de raio  $a = 11$  cm, perpendicular à direção do campo. A rede é eletricamente neutra. Determine o fluxo elétrico através da rede.

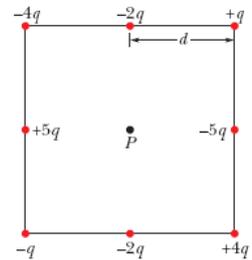


- 21) Considere a esfera metálica e as cascas esféricas concêntricas mostradas na Figura abaixo. Na parte mais interna está uma esfera sólida com raio  $R_1$ . Uma casca esférica circunda a esfera, tendo raio interno  $R_2$  e raio externo  $R_3$ . A esfera e a casca estão circundadas por uma segunda casca esférica, que tem raio interno  $R_4$  e raio externo  $R_5$ . Todos os três objetos têm, inicialmente, carga resultante nula. Então, uma carga negativa  $Q_0$  é colocada na esfera interna e uma carga positiva  $Q_0$  é colocada na casca mais externa. (a) Depois de atingido o equilíbrio, qual será a direção e o sentido do campo elétrico entre a esfera interna e a casca intermediária? (b) Qual será a carga na superfície interna da casca intermediária? (c) Qual será a carga na superfície exterior da casca intermediária? (d) Qual será a carga na superfície interna da casca mais externa? (e) Qual será a carga na superfície exterior da casca mais externa? (f) Faça um gráfico de  $E$  como função de  $r$  para todos os valores de  $r$ .



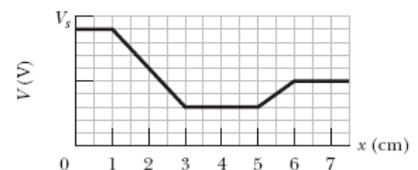
- 22) Determine a função potencial elétrico de uma carga pontual, considerando o potencial zero no infinito.

- 23) Na Figura ao lado, oito partículas formam um quadrado, com uma distância  $d$  entre as partículas vizinhas. Qual é o potencial  $P$  no centro do quadrado se o potencial é zero no infinito?



- 24) Determine o potencial elétrico gerado no eixo perpendicular a uma barra fina isolante de comprimento  $L$  com uma densidade linear de cargas positivas  $\lambda$ .
- 25) Determine o potencial elétrico gerado por um disco isolante, de raio  $R$ , carregado positivamente com densidade superficial  $\sigma$ . Qual a função potencial elétrico próximo ao disco, isto é, quando pode se considerar o disco infinito.

- 26) *Um próton em um poço de potencial.* A ao lado mostra o potencial elétrico  $V$  ao longo de um eixo  $x$ . A escala do eixo vertical é definida por  $V_s = 10,0$  V. Um próton é liberado no ponto  $x = 3,5$  cm com uma energia cinética inicial de  $4,00$  eV. (a) Um próton que está se movendo inicialmente no sentido negativo do eixo  $x$  chega a um ponto de retorno (se a resposta for afirmativa, determine a coordenada  $x$  do ponto) ou escapa da região mostrada no gráfico (se a resposta for afirmativa, determine a velocidade no ponto  $x = 0$ )? (b) Um próton que está se movendo inicialmente no sentido positivo do eixo  $x$  chega a um ponto de retorno (se a resposta for afirmativa, determine a coordenada  $x$  do ponto) ou escapa da região mostrada no gráfico (se a resposta for afirmativa, determine a velocidade no ponto  $x = 6,0$  cm)? Determine (c) o módulo  $F$  e (d) a orientação (sentido positivo ou negativo do eixo  $x$ ) da força elétrica a que o próton está submetido quando se encontra ligeiramente à esquerda do ponto  $x = 3,0$  cm. Determine (e) o módulo  $F$  e (f) a orientação da força elétrica quando o próton se encontra ligeiramente à direita do ponto  $x = 5,0$  cm.



- 27) Uma barra de plástico tem a forma de uma circunferência de raio  $R = 8,20$  cm. A barra possui uma carga  $Q_1 = +4,20$  pC uniformemente distribuída ao longo de um quarto de circunferência e uma carga  $Q_2 = -6Q_1$  distribuída uniformemente ao longo do resto da circunferência ao lado. Com  $V = 0$  no infinito, determine o potencial elétrico (a) no centro  $C$  da circunferência e (b) no ponto  $P$ , que está no eixo central da circunferência a uma distância  $D = 6,71$  cm do centro.

