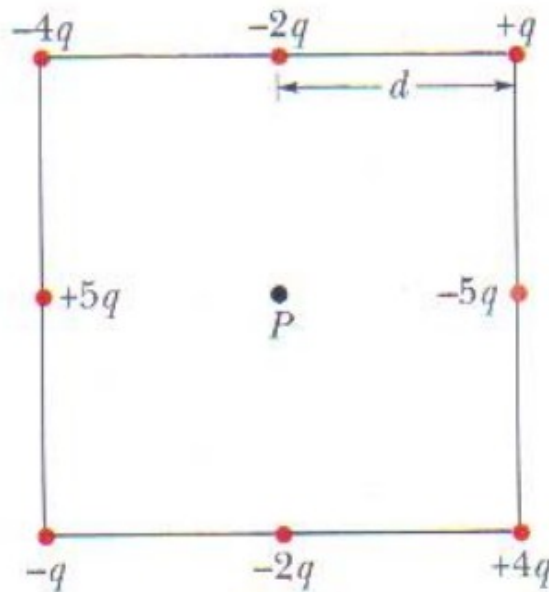


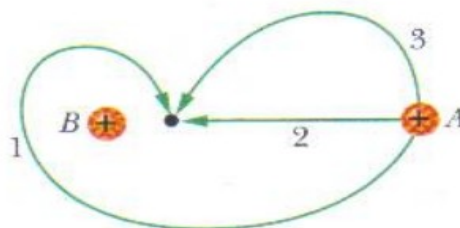
**PERGUNTAS**

**3** Na Fig. 24-23, 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?



**FIG. 24-23** Pergunta 3.

**5** A Fig. 24-25 mostra três trajetórias ao longo das quais podemos deslocar a esfera  $A$ , positivamente carregada, aproximando-a da esfera  $B$ , também positivamente carregada, que é mantida fixa no lugar. (a) O potencial da esfera  $A$  é maior ou menor após o deslocamento? O trabalho realizado (b) pela força usada para deslocar a esfera  $A$  e (c) pelo campo elétrico produzido pela esfera  $B$  é positivo, negativo ou nulo? (d) Ordene as trajetórias de acordo com o trabalho realizado pela força do item (b), começando pelo maior.



**FIG. 24-25** Pergunta 5.

9 A Fig. 24-28 mostra um conjunto de três partículas carregadas. Se a partícula de carga  $+q$  é deslocada por uma força externa do ponto  $A$  para o ponto  $D$ , determine se as grandezas a seguir são positivas, negativas ou nulas: (a) a variação da energia potencial elétrica; (b) o trabalho realizado pela força eletrostática sobre a partícula que foi deslocada; (c) o trabalho realizado pela força externa. (d) Quais são as respostas dos itens (a), (b) e (c) se a partícula é deslocada do ponto  $B$  para o ponto  $C$ ?

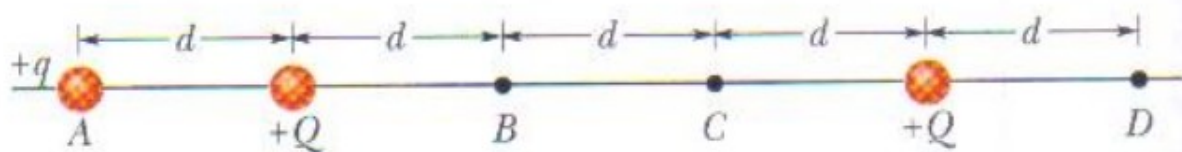


FIG. 24-28 Perguntas 9 e 10.

## PROBLEMAS

### seção 24-3 Potencial Elétrico

- 1 Boa parte do material dos anéis de Saturno está na forma de pequenos grãos de poeira com raios da ordem de  $10^{-6}$  m. Esses grãos se encontram em uma região onde existe um gás ionizado rarefeito e podem acumular elétrons em excesso. Suponha que os grãos são esféricos, com um raio  $R = 1,0 \times 10^{-6}$  m. Quantos elétrons um grão teria que recolher para adquirir um potencial de  $-400$  V na superfície? (Tome  $V = 0$  no infinito.)
- 2 A diferença de potencial elétrico entre a terra e uma nuvem de tempestade é  $1,2 \times 10^9$  V. Qual é o módulo da variação da energia potencial elétrica de um elétron que se desloca da nuvem para a terra? Expresse a resposta em elétrons-volts.
- 3 Uma certa bateria de automóvel de 12 V pode fazer passar uma carga de 84 A · h (ampères-horas) por um circuito, de um terminal para o outro da bateria. (a) A quantos coulombs corresponde essa quantidade de carga? (Sugestão: Veja a Eq. 21-3.) (b) Se toda essa carga sofre uma variação de potencial elétrico de 12 V, qual é a energia envolvida?

•5 Uma placa infinita não-condutora possui uma densidade superficial de cargas  $\sigma = 0,10 \mu\text{C}/\text{m}^2$  em uma das faces. Qual é a distância entre duas superfícies equipotenciais cujos potenciais diferem de 50 V?

••7 Uma placa não-condutora infinita possui uma densidade superficial de cargas  $\sigma = +5,80 \text{ pC}/\text{m}^2$ . (a) Qual é o trabalho realizado pelo campo elétrico produzido pela placa se uma partícula de carga  $q = +1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  é deslocada da superfície da placa para um ponto  $P$  situado a uma distância  $d = 3,56 \text{ cm}$  da superfície da placa? (b) Se o potencial elétrico  $V$  é definido como sendo zero na superfície da placa, qual é o valor de  $V$  no ponto  $P$ ?

•••11 Uma esfera não-condutora tem raio  $R = 2,31 \text{ cm}$  e uma carga uniformemente distribuída  $q = +3,50 \text{ fC}$ . Tome o potencial elétrico no centro da esfera como sendo  $V_0 = 0$ . Determine o valor de  $V$  (a) para uma distância radial  $r = 1,45 \text{ cm}$ ; (b) para  $r = R$ . (Sugestão: Veja a Seção 23-9.)

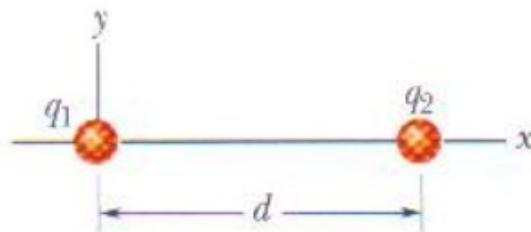


FIG. 24-33 Problemas 16, 17 e 91.

••17 Na Fig. 24-33, partículas de cargas  $q_1 = +5e$  e  $q_2 = -15e$  são mantidas fixas no lugar, separadas por uma distância  $d = 24,0 \text{ cm}$ . Tomando  $V = 0$  no infinito, determine o valor de  $x$  (a) positivo e (b) negativo para o qual o potencial elétrico sobre o eixo  $x$  é zero.

### seção 24-8 Potencial Produzido por um Dipolo Elétrico

•21 A molécula de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) possui um dipolo elétrico permanente de 1,47 D, onde  $1 \text{ D} = 1 \text{ debye} = 3,34 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$ . Calcule o potencial elétrico produzido por uma molécula de amoníaco em um ponto sobre o eixo do dipolo a uma distância de 52,0 nm. (Tome  $V = 0$  no infinito.)

•25 (a) A Fig. 24-39a mostra uma barra não-condutora de comprimento  $L = 6,00 \text{ cm}$  e densidade linear de cargas positivas uniforme  $\lambda = +3,68 \text{ pC/m}$ . Tome  $V = 0$  no infinito. Qual é o valor de  $V$  no ponto  $P$  situado a uma distância  $d = 8,00 \text{ cm}$  acima do ponto médio da barra? (b) A Fig. 24-39b mostra uma barra idêntica à do item (a), exceto pelo fato de que a metade da direita agora está carregada negativamente; o valor absoluto da densidade linear de cargas continua a ser  $3,68 \text{ pC/m}$  em toda a barra. Com  $V = 0$  no infinito, qual é o valor de  $V$  no ponto  $P$ ?

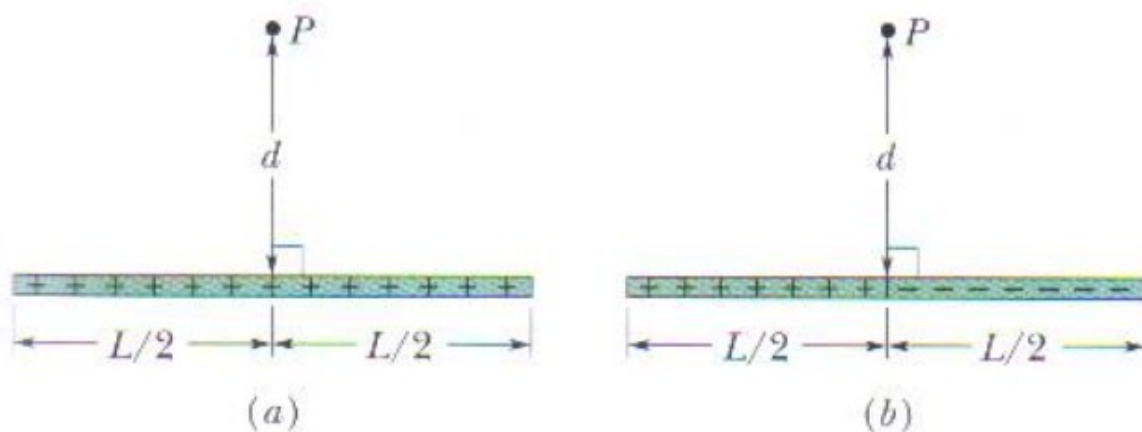


FIG. 24-39 Problema 25.

••27 Na Fig. 24-40, determine o potencial elétrico produzido na origem por um arco de circunferência de carga  $Q_1 = +7,21 \text{ pC}$  e duas partículas de cargas  $Q_2 = 4,00Q_1$  e  $Q_3 = -2,00Q_1$ . O centro de curvatura do arco está na origem, o raio do arco é  $R = 2,00 \text{ m}$  e o ângulo indicado é  $\theta = 20,0^\circ$ .

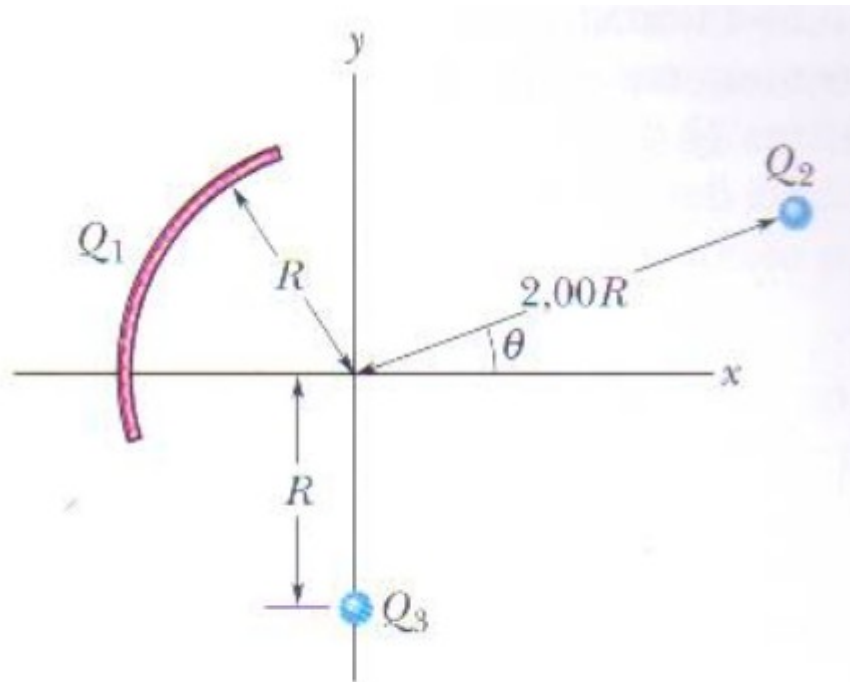


FIG. 24-40 Problema 27.

••29 Um disco de plástico de raio  $R = 64,0$  cm é carregado na face superior com uma densidade superficial de cargas uniforme  $\sigma = 7,73$  fC/m<sup>2</sup> e, em seguida, três quadrantes do disco são removidos. A Fig. 24-42 mostra o quadrante remanescente. Com  $V = 0$  no infinito, qual é o potencial produzido pelo quadrante remanescente no ponto  $P$ , que está sobre o eixo central do disco original a uma distância  $D = 25,9$  cm do centro do disco original?

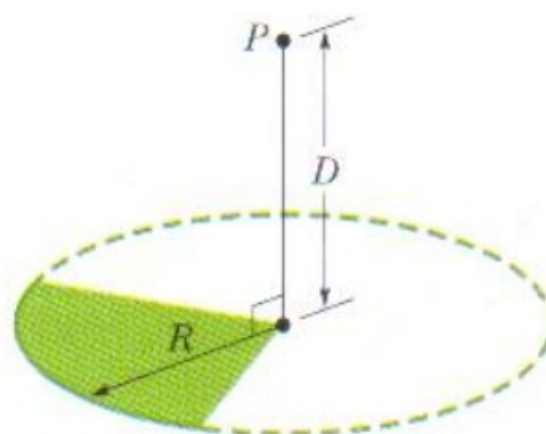


FIG. 24-42 Problema 29.

•35 O potencial elétrico no plano  $xy$  é dado por  $V = (2,0 \text{ V/m}^2)x^2 - (3,0 \text{ V/m}^2)y^2$ . Em termos dos vetores unitários, qual é o campo elétrico no ponto  $(3,0 \text{ m}; 2,0 \text{ m})$ ?

### seção 24-11 Energia Potencial Elétrica de um Sistema de Cargas Pontuais

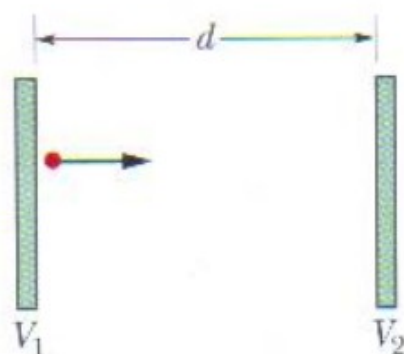
•41 Qual é o trabalho necessário para montar o arranjo da Fig. 24-46 se  $q = 2,30 \text{ pC}$ ,  $a = 64,0 \text{ cm}$  e as partículas estão inicialmente em repouso e infinitamente afastadas umas das outras?

••45 No retângulo da Fig. 24-48, os comprimentos dos lados são  $5,0 \text{ cm}$  e  $15 \text{ cm}$ ,  $q_1 = -5,0 \mu\text{C}$  e  $q_2 = +2,0 \mu\text{C}$ . Com  $V = 0$  no infinito, determine o potencial elétrico (a) no vértice  $A$ ; (b) no vértice  $B$ . (c) Determine o trabalho necessário para deslocar uma carga  $q_3 = +3,0 \mu\text{C}$  de  $B$  para  $A$  ao longo da diagonal do retângulo. (d) Este trabalho faz a energia potencial elétrica do sistema de três partículas aumentar ou diminuir? O trabalho é maior, menor ou igual se a carga  $q_3$  é deslocada ao longo de uma trajetória (e) no interior do retângulo, mas que não coincide com a diagonal; (f) fora do retângulo?



FIG. 24-48 Problema 45.

**••55** Na Fig. 24-52, uma partícula carregada (um elétron ou um próton) está se movendo para a direita entre duas placas paralelas carregadas separadas por uma distância  $d = 2,00$  mm. Os potenciais das placas são  $V_1 = -70,0$  V e  $V_2 = -50,0$  V. A partícula partiu da placa da esquerda com uma velocidade inicial de  $90,0$  km/s, mas sua velocidade está diminuindo. (a) A partícula é um elétron ou um próton? (b) Qual é a velocidade da partícula ao chegar à placa 2?



**FIG. 24-52** Problema 55.

### seção 24-12 Potencial de um Condutor Carregado

**•62** Um esfera oca de metal possui um potencial de  $+400$  V em relação à terra (definida como  $V = 0$ ) e uma carga de  $5 \times 10^{-9}$  C. Determine o potencial elétrico no centro da esfera.

**••67** Uma esfera metálica de  $15$  cm de raio possui uma carga de  $3,0 \times 10^{-8}$  C. (a) Qual é o campo elétrico na superfície da esfera? (b) Se  $V = 0$  no infinito, qual é o potencial elétrico na superfície da esfera? (c) A que distância da superfície da esfera o potencial é  $500$  V menor que na superfície da esfera?