

PERGUNTAS

1 A Fig. 23-20 mostra, em seção reta, uma esfera central metálica, duas cascas metálicas e três superfícies gaussianas esféricas concêntricas de raio  $R$ ,  $2R$  e  $3R$ . As cargas dos três corpos, distribuídas uniformemente, são as seguintes: esfera,  $Q$ ; casca menor,  $3Q$ ; casca maior,  $5Q$ . Coloque as três superfícies gaussianas na ordem do módulo do campo elétrico em qualquer ponto da superfície, começando pelo maior.

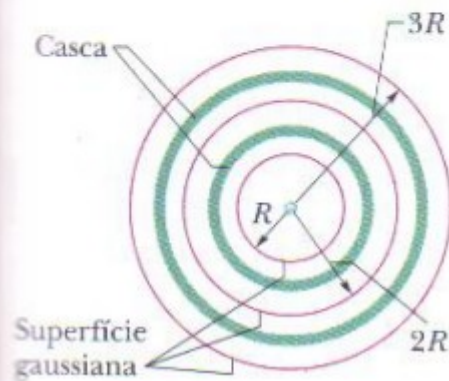


FIG. 23-20 Pergunta 1.

3 O vetor área de uma superfície é  $\vec{A} = (2\hat{i} + 3\hat{j})\text{m}^2$ . Qual é o fluxo de um campo elétrico através dessa superfície se o campo é (a)  $\vec{E} = 4\hat{e} \text{ N/C}$ ; (b)  $\vec{E} = 4\hat{k} \text{ N/C}$ ?

9 Na Fig. 23-24 um elétron é liberado entre duas placas infinitas não-condutoras horizontais, com densidades superficiais de cargas  $\sigma_{(+)}$  e  $\sigma_{(-)}$ , como mostra a figura. O elétron é submetido às três situações mostradas na tabela a seguir, que envolvem as densidades superficiais de cargas e a distância entre as placas. Coloque as situações na ordem do módulo da aceleração do elétron, começando pelo maior.

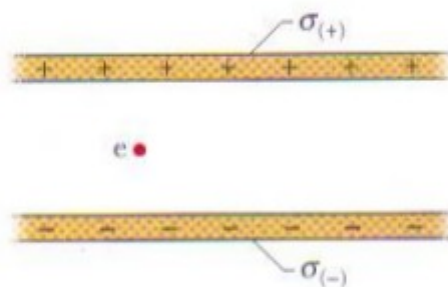


FIG. 23-24 Pergunta 9.

Situação	$\sigma_{(+)}$	$\sigma_{(-)}$	Distância
1	$+4\sigma$	$-4\sigma$	$d$
2	$+7\sigma$	$-\sigma$	$4d$
3	$+3\sigma$	$-5\sigma$	$9d$

## PROBLEMAS

### seção 23-3 Fluxo de um Campo Elétrico

•1 A superfície quadrada da Fig. 23-26 tem 3,2 mm de lado e está imersa em um campo elétrico uniforme de módulo  $E = 1800$  N/C e com linhas de campo fazendo um ângulo de  $35^\circ$  com a nor-

mal, como mostra a figura. Tome essa normal como apontando "para fora", como se a superfície fosse a tampa de uma caixa. Calcule o fluxo elétrico através da superfície.

••3 O cubo da Fig. 23-27 tem 1,40 m de aresta e está orientado da forma mostrada na figura em uma região onde existe um campo elétrico uniforme. Determine o fluxo elétrico através da face direita do cubo se o campo elétrico, em newtons por coulomb, é dado por (a)  $6,00\hat{i}$ ; (b)  $-2,00\hat{j}$ ; (c)  $-3,00\hat{i} + 4,00\hat{k}$ . (d) Qual é o fluxo total através do cubo nos três casos?

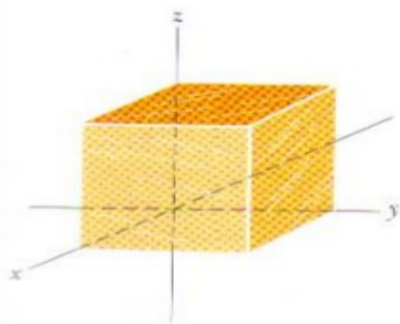


FIG. 23-27 Problemas 3, 4 e 11.

•5 Uma carga pontual de  $1,8 \mu\text{C}$  está no centro de uma superfície gaussiana cúbica de  $55 \text{ cm}$  de aresta. Qual é o fluxo elétrico através da superfície?

•7 Na Fig. 23-29 um próton se encontra a uma distância vertical  $d/2$  do centro de um quadrado de aresta  $d$ . Qual é o módulo

do fluxo elétrico através do quadrado? (*Sugestão: Pense no quadrado como uma das faces de um cubo de aresta  $d$ .*)

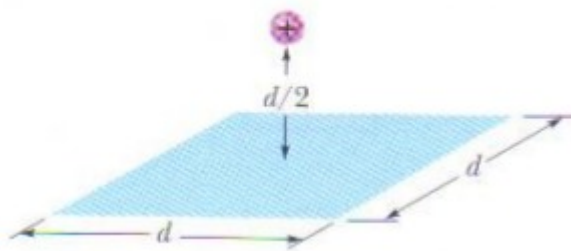


FIG. 23-29 Problema 7.

••9 Observa-se experimentalmente que o campo elétrico em uma certa região da atmosfera terrestre aponta verticalmente para baixo. A uma altitude de  $300 \text{ m}$  o campo tem um módulo de  $60,0 \text{ N/C}$ ; a uma altitude de  $200 \text{ m}$  o módulo é de  $100 \text{ N/C}$ . Determine a carga em excesso contida em um cubo com  $100 \text{ m}$  de aresta e faces horizontais a  $200$  e  $300 \text{ m}$  de altitude.

••15 A Fig. 23-33 mostra uma superfície gaussiana com a forma de um cubo de  $2,00 \text{ m}$  de aresta, com um vértice no ponto  $x_1 = 5,00 \text{ m}$ ,  $y_1 = 4,00 \text{ m}$ . O cubo está imerso em um campo elétrico dado por  $\vec{E} = -3,00\hat{i} - 4,00y^2\hat{j} + 3,00\hat{k} \text{ N/C}$ , com  $y$  em metros. Qual é a carga total contida no cubo?

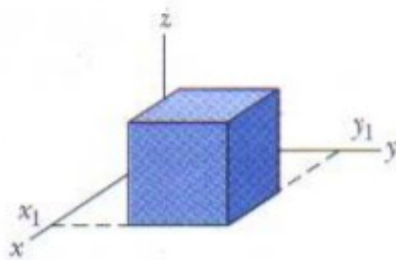


FIG. 23-33 Problema 15.



### seção 23-6 Um Condutor Carregado

•17 Os veículos espaciais que atravessam os cinturões de radiação da Terra podem interceptar um número significativo de elétrons. O acúmulo de cargas resultante pode danificar componentes eletrônicos e prejudicar o funcionamento de alguns circuitos. Suponha que um satélite esférico feito de metal, com 1,3 m de diâmetro, acumule  $2,4 \mu\text{C}$  de carga. (a) Determine a densidade superficial de cargas do satélite. (b) Calcule o módulo do campo elétrico nas vizinhanças do satélite devido à carga superficial.

•19 Uma esfera condutora uniformemente carregada com 1,2 m de diâmetro possui uma densidade superficial de cargas de  $8,1 \mu\text{C}/\text{m}^2$ . (a) Determine a carga da esfera. (b) Determine o fluxo elétrico através da superfície da esfera.

•23 Uma linha infinita de cargas produz um campo de módulo  $4,5 \times 10^4 \text{ N/C}$  a uma distância de 2,0 m. Calcule a densidade linear de cargas.

••27 A Fig. 23-38 é uma seção de uma barra condutora de raio  $R_1 = 1,30 \text{ mm}$  e comprimento  $L = 11,00 \text{ m}$  no interior de uma casca coaxial, de paredes finas, de raio  $R_2 = 10,0R_1$  e mesmo comprimento  $L$ . A carga da barra é  $Q_1 = +3,40 \times 10^{-12} \text{ C}$ ; a carga da casca é  $Q_2 = -2,00Q_1$ . Determine (a) o módulo  $E$  e (b) a direção (para dentro ou para fora) do campo elétrico a uma distância radial  $r = 2,00R_2$ . Determine (c)  $E$  e (d) a direção do campo elétrico para  $r = 5,00R_1$ . Determine a carga (e) na superfície interna e (f) na superfície interna da casca.

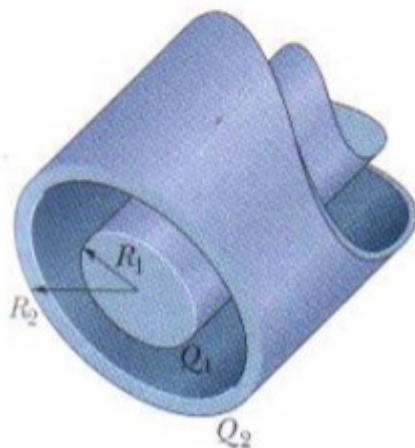


FIG. 23-38 Problema 27.

**seção 23-8 Aplicando a Lei de Gauss: Simetria Planar**

•33 A Fig. 23-40a mostra três placas de plástico de grande extensão, paralelas e uniformemente carregadas. A Fig. 23-40b mostra a componente  $x$  do campo elétrico em função de  $x$ . A escala do eixo vertical é definida por  $E_s = 6,0 \times 10^5 \text{ N/C}$ . Determine a razão entre a densidade de cargas na placa 3 e a densidade de cargas na placa 2.

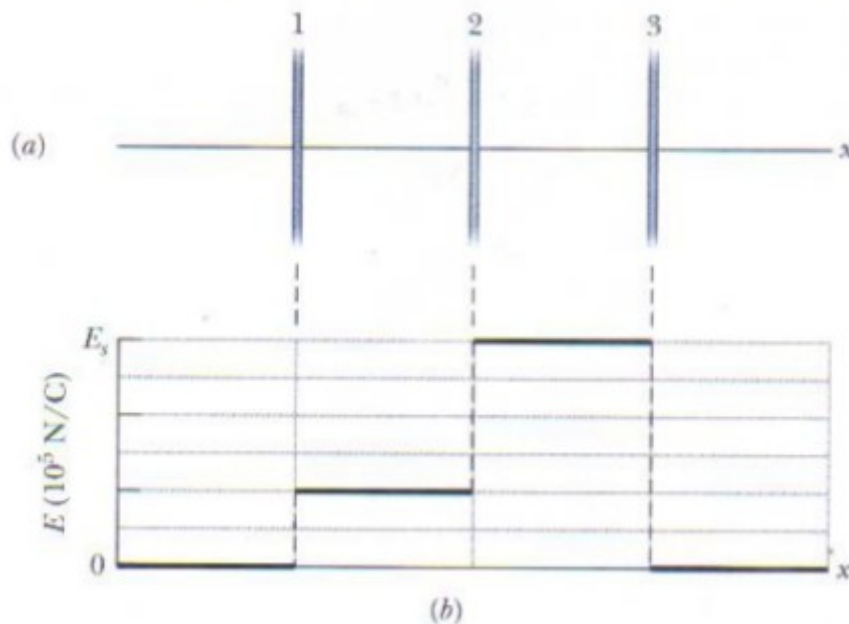


FIG. 23-40 Problema 33.

•37 Na Fig. 23-43 duas placas finas, de grande extensão, são mantidas paralelas e a uma pequena distância uma da outra. Nas faces internas as placas possuem densidades superficiais de cargas de sinais opostos e valor absoluto  $7,00 \times 10^{-22} \text{ C/m}^2$ . Em termos dos vetores unitários, determine o campo elétrico (a) à esquerda das placas; (b) à direita das placas; (c) entre as placas.

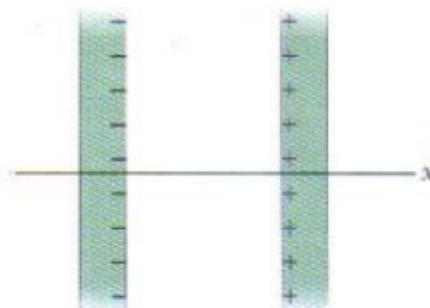


FIG. 23-43 Problema 37.

••39 Um elétron é arremessado na direção do centro de uma placa metálica que possui uma densidade superficial de cargas de  $-2,0 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ . Se a energia cinética inicial do elétron é  $1,60 \times 10^{-17} \text{ J}$  e o movimento do elétron muda de sentido (devido à repulsão eletrostática da placa) a uma distância insignificante da placa, de que distância da placa o elétron foi arremessado?

•45 Uma esfera condutora com 10 cm de raio possui uma carga desconhecida. Se o campo elétrico a 15 cm do centro da esfera tem um módulo de  $3,0 \times 10^3 \text{ N/C}$  e aponta para o centro da esfera, qual é a carga da esfera?

•47 Duas cascas esféricas concêntricas carregadas têm raios de 10,0 cm e 15,0 cm. A carga da casca menor é  $4,00 \times 10^{-8} \text{ C}$ , e a da casca maior é  $2,00 \times 10^{-8} \text{ C}$ . Determine o campo elétrico (a) em  $r = 12,0 \text{ cm}$ ; (b) em  $r = 20,0 \text{ cm}$ .

••50 A Fig. 23-51 mostra uma casca esférica com uma densidade volumétrica de cargas uniforme  $\rho = 1,84 \text{ nC/m}^3$ , raio interno  $a = 10,0 \text{ cm}$  e raio externo  $b = 2,00a$ . Determine o módulo do campo elétrico (a) em  $r = 0$ ; (b) em  $r = a/2,00$ ; (c) em  $r = a$ ; (d) em  $r = 1,50a$ ; (e) em  $r = b$ ; (f) em  $r = 3,00b$ .

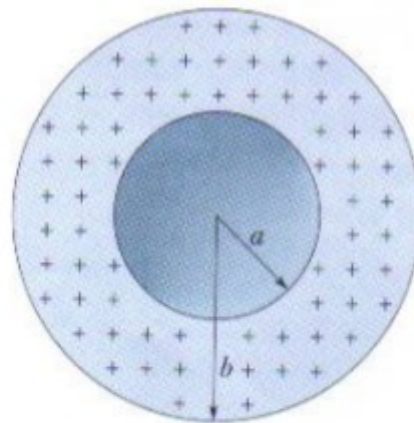
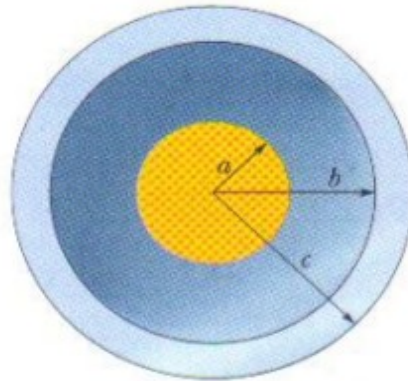


FIG. 23-51 Problema 50.



**••51** Na Fig. 23-52 uma esfera maciça de raio  $a = 2,00$  cm é concêntrica com uma casca esférica condutora de raio interno

$b = 2,00a$  e raio externo  $c = 2,40a$ . A esfera possui uma carga uniforme  $q_1 = +5,00$  fC e a casca possui uma carga  $q_2 = -q_1$ . Determine o módulo do campo elétrico (a) em  $r = 0$ ; (b) em  $r = a/2,00$ ; (c) em  $r = a$ ; (d) em  $r = 1,50a$ ; (e) em  $r = 2,30a$ ; (f) em  $r = 3,50a$ . Determine a carga (g) na superfície interna e (h) na superfície externa da casca.



**FIG. 23-52** Problema 51.