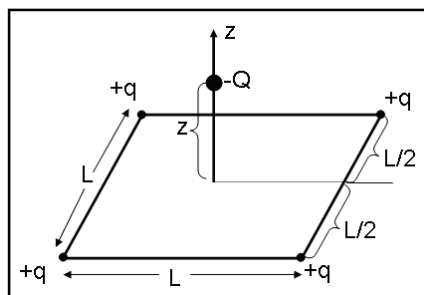


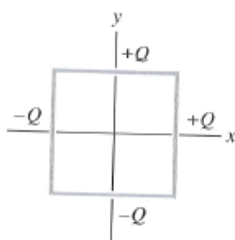
Lista 2: Prof. Cristiano

22.1 Uma pequena esfera de chumbo de massa igual a 8,00 g possui excesso de elétrons com uma carga líquida igual a $-3,20 \times 10^{-9} \text{ C}$. a) Calcule o número de elétrons em excesso sobre a esfera. b) Quantos elétrons em excesso existem por átomo de chumbo? O número atômico do chumbo é igual a 82 e sua massa atômica é 207 g/mol.

Quatro cargas pontuais idênticas, com carga $+q$ cada, são colocadas nos vértices de um quadrado de lado L , localizado no plano xy . Uma carga $-Q$ é colocada sobre o eixo- z a uma distância z do centro do quadrado, de acordo com a figura ao lado. Calcule a força resultante (módulo, direção e sentido) exercida sobre a carga $-Q$ pelas outras quatro cargas, como função de z .

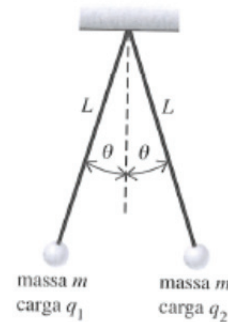


22.80 Uma carga elétrica é distribuída uniformemente ao longo dos lados de um quadrado. Dois lados adjacentes possuem a mesma carga $+Q$ distribuída ao longo desses lados. a) Supondo que os outros dois lados adjacentes possuam a mesma carga $-Q$ (Figura 22.35), determine os componentes x e y do campo elétrico resultante no centro do quadrado. Cada lado do quadrado possui comprimento a . b) Repita o cálculo da parte (a) supondo que todos os quatro lados possuam a mesma carga $+Q$ distribuída ao longo de cada lado.

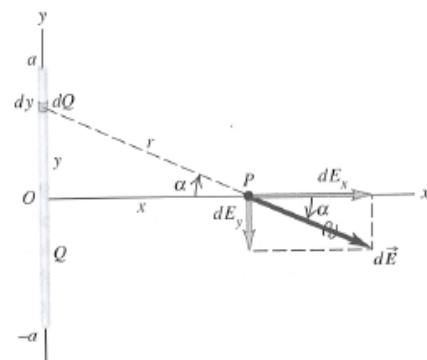


22.47 A distância entre duas cargas pontiformes $q_1 = -4,5 \text{ nC}$ e $q_2 = +4,5 \text{ nC}$ é igual a 3,1 mm, formando um dipolo elétrico. a) Calcule o momento de dipolo elétrico. b) As cargas estão no interior de um campo elétrico cuja direção faz um ângulo de $36,9^\circ$ com o eixo que liga as cargas. Qual é o módulo desse campo elétrico, sabendo que o módulo do torque exercido sobre o dipolo elétrico é igual a $7,2 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$?

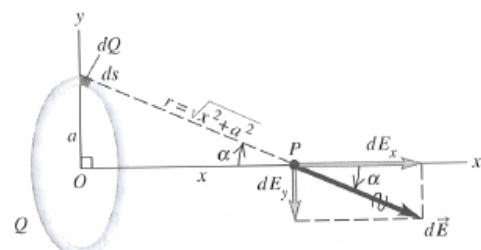
22.54 Duas esferas idênticas de massa m estão suspensas em fios de seda de comprimento L , como indicado na Figura 22.31. Cada esfera possui a mesma carga; logo, $q_1 = q_2 = q$. O raio de cada esfera é muito pequeno em comparação com a distância entre as esferas, de modo que elas podem ser consideradas cargas puntiformes. Mostre que, se o ângulo θ for pequeno, a distância d no equilíbrio entre as esferas será dada por $d = (q^2 L / 2\pi \epsilon_0 mg)^{1/3}$. (Dica: Quando θ for pequeno, então $\tan \theta \approx \sin \theta$.)



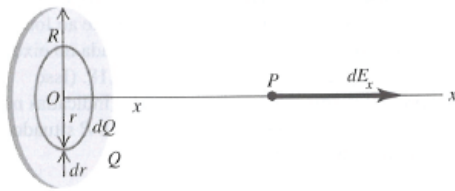
Campo produzido por uma linha reta com cargas Uma carga elétrica positiva Q está distribuída uniformemente ao longo de uma linha reta de comprimento igual a $2a$, situada no eixo Oy entre $y = -a$ e $y = +a$, como indica a Figura 22.18. (Isso poderia representar uma das barras carregadas indicadas na Figura 22.1.) Determine o campo elétrico em um ponto P situado sobre o eixo Ox a uma distância x da origem.



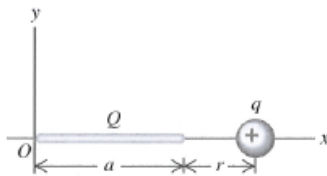
Campo de um anel carregado Um condutor em forma de anel com raio a possui uma carga Q distribuída uniformemente ao longo dele (Figura 22.17). Determine o campo elétrico em um ponto P situado sobre o eixo do anel a uma distância x de seu centro.



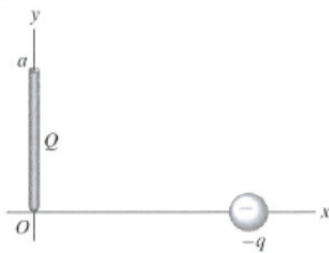
Campo de um disco uniformemente carregado Determine o campo elétrico produzido por um disco com raio R que possui uma densidade superficial de carga σ (carga por unidade de área) positiva uniforme em um ponto situado sobre o eixo do disco a uma distância x de seu centro. Suponha x positivo.



22.68 Uma carga positiva Q é distribuída uniformemente sobre o eixo Ox de $x = 0$ até $x = a$. Uma carga puntiforme positiva q está sobre a parte positiva do eixo Ox no ponto $x = a + r$, a uma distância r à direita da extremidade de Q (Figura 22.32). a) Determine os componentes x e y do campo elétrico produzido pela distribuição de cargas Q nos pontos da parte positiva do eixo Ox para $x > a$. b) Obtenha a força (módulo, direção e sentido) que a distribuição de cargas Q exerce sobre a carga q . c) Mostre que para os pontos $r \gg a$, o módulo da força calculada no item (b) é aproximadamente igual a $Qq/4\pi\epsilon_0 r^2$. Explique a razão desse resultado.



22.69 Uma carga positiva Q é distribuída uniformemente sobre a parte positiva do eixo Oy desde $y = 0$ até $y = a$. Uma carga puntiforme negativa $-q$ está sobre a parte positiva do eixo Ox a uma distância x da origem (Figura 22.33). a) Determine os componentes x e y do campo elétrico produzido pela distribuição de cargas Q nos pontos da parte positiva do eixo Ox . b) Encontre os componentes x e y da força que a distribuição de cargas Q exerce sobre a carga $-q$. c) Mostre que para os pontos $x \gg a$, $F_x \approx -Qq/4\pi\epsilon_0 x^2$ e $F_y \approx +Qqa/8\pi\epsilon_0 x^3$. Explique a razão desse resultado.



Campo de um dipolo elétrico, novo estudo Na Figura 22.27, um dipolo elétrico está centralizado na origem, com o vetor $\vec{p}$ apontando para o eixo $+Oy$. Deduza uma expressão para o campo elétrico ao longo do eixo Oy , considerando y muito maior do que d . Use a série binomial $(1+x)^n$, ou seja, $(1+x)^n \approx 1 + nx + n(n-1)x^2/2 + \dots$, para o caso $|x| < 1$. (Este exemplo ilustra uma técnica de cálculo muito útil.)

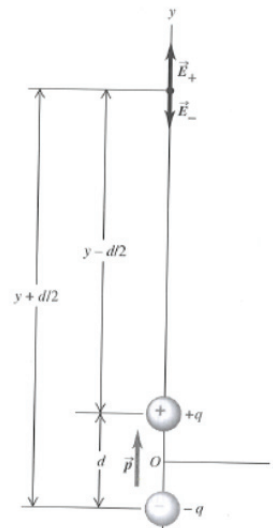


FIGURA 22.27 Cálculo do campo elétrico produzido por um dipolo elétrico para um ponto situado sobre seu eixo.

22.84 Denomina-se *coroa anular* um disco fino de raio externo R_2 com um buraco circular concêntrico de raio interno R_1 (Figura 22.37). Uma coroa anular possui uma densidade superficial de carga σ sobre sua superfície. a) Determine a carga total sobre a coroa anular. b) A coroa anular está sobre o plano yz com seu centro na origem. Para um ponto arbitrário sobre o eixo Ox (o eixo de simetria da coroa anular), determine o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico $\vec{E}$. Considere todos os pontos acima e abaixo do plano da coroa anular da Figura 22.37. c) Mostre que, para os pontos sobre o eixo Ox suficientemente próximos da origem, o módulo do campo elétrico é aproximadamente proporcional à distância entre o centro da coroa e o ponto considerado. Qual é a distância que pode ser considerada "suficientemente próxima"? d) Uma partícula puntiforme com massa m e carga $-q$ pode mover-se livremente sobre o eixo Ox (mas não pode sair desse eixo). A partícula é inicialmente colocada sobre o ponto $x = 0,01R_1$ e a seguir liberada. Determine a frequência das oscilações da partícula. (Dica: Faça uma revisão da Seção 13.3. A coroa anular permanece em repouso.)

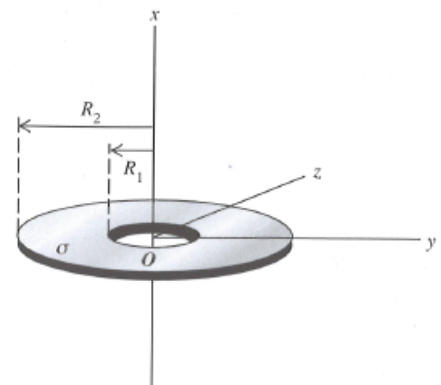


FIGURA 22.37 Problema 22.84.

Dica: Para as integrações acesse o site:

<http://www.wolframalpha.com/calculators/integral-calculator/>

É um site de acesso grátis, fornecido pelo desenvolvedor do Mathematica™ para resolução de integrais.