



FAP 2292

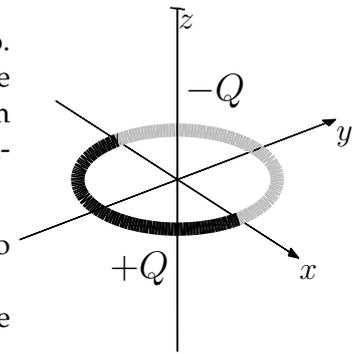
Lista de Exercícios 2 Lei de Gauss e condutores

Exercícios Sugeridos (2/3/2010)

A numeração corresponde ao Livros Textos A e B.

- A19.32** Uma carga de $170 \mu\text{C}$ está no centro de um cubo cuja aresta tem $80,0 \text{ cm}$. (a) Encontre o fluxo através de cada uma das faces do cubo. (b) Encontre o fluxo através de toda a superfície do cubo. (c) Suas respostas aos itens (a) ou (b) mudariam se a carga não estivesse no centro? Explique.
- A19.34** Uma esfera sólida de raio de $40,0 \text{ cm}$ tem carga positiva total de $26,0 \mu\text{C}$ distribuída uniformemente por todo o seu volume. Calcule a magnitude do campo elétrico a uma distância do centro da esfera de (a) 0 cm , (b) $10,0 \text{ cm}$, (c) $40,0 \text{ cm}$ e (d) $60,0 \text{ cm}$.
- A19.35** Considere uma casca esférica fina com raio de $14,0 \text{ cm}$ e carga total de $32,0 \mu\text{C}$ distribuída uniformemente pela sua superfície. Encontre o campo elétrico a uma distância do centro da esfera de (a) $10,0 \text{ cm}$ e (b) 20 cm .
- A19.36** Uma casca cilíndrica com raio de $7,00 \text{ cm}$ e 240 cm de comprimento tem sua carga distribuída uniformemente sobre sua superfície curva. A magnitude do campo elétrico em um ponto radialmente distante de $19,0 \text{ cm}$ do seu centro é de $36,0 \text{ kN/C}$. Encontre (a) a carga líquida sobre a casca e (b) o campo elétrico em um ponto radialmente distante de $4,00 \text{ cm}$ do seu centro.
- A19.38** Um pedaço de isopor de $10,0 \text{ g}$ tem uma carga total de $-0,700 \mu\text{C}$ e flutua acima do centro de uma grande folha de plástico, disposta horizontalmente, que tem uma densidade superficial de carga uniforme. Qual é a densidade de carga superficial sobre a folha plástica?
- A19.40** Uma haste longa e reta de metal tem raio de $5,00 \text{ cm}$ e carga por unidade de comprimento de $30,0 \text{ nC/m}$. Encontre o campo elétrico às seguintes distâncias do eixo: (a) $3,00 \text{ cm}$, (b) $10,00 \text{ cm}$ e (c) 100 cm .
- A19.42** O campo elétrico sobre a superfície de um condutor de formato irregular varia entre $28,0 \text{ kN/C}$ e $56,0 \text{ kN/C}$. Calcule a densidade local de carga por unidade de área no ponto sobre a superfície onde o raio de curvatura é (a) máximo e (b) mínimo.
- A19.43** Uma placa condutora quadrada fina cujo lado mede $50,0 \text{ cm}$ encontra-se no plano xy . Uma carga de $4,00 \times 10^{-8} \text{ C}$ é colocada na placa. Encontre (a) a densidade de carga na placa, (b) o campo elétrico imediatamente acima da placa e (c) o campo elétrico imediatamente abaixo da placa. Você pode supor que a densidade de carga é uniforme.

P1.2 Considere o anel isolante de raio a mostrado na figura ao lado. Metade do anel contém uma carga positiva $+Q$ uniformemente distribuída e a outra metade uma carga negativa $-Q$, também uniformemente distribuída. Utilize o sistema de coordenadas indicado na figura, cuja origem está no centro do anel.

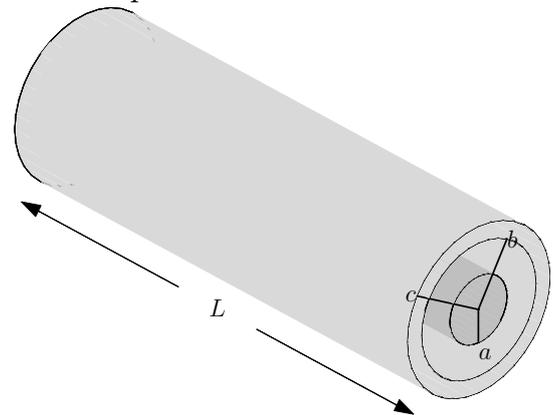


- (a) Determine o vetor campo elétrico num ponto genérico do eixo do anel, $\mathbf{E}(0,0,Z)$.
- (b) Determine o fluxo do campo elétrico através da superfície de um cubo de aresta $3a$ concêntrico com o anel.

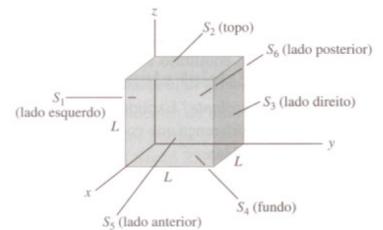
P1.3 Um fio isolante de raio a e comprimento L tem uma carga Q uniformemente distribuída no seu volume. Uma casca cilíndrica condutora de mesmo comprimento, com raio interno b e raio externo c , o envolve de maneira que os dois eixos são coincidentes, como mostra a figura. A casca condutora tem carga total nula. Considere $L \gg c$ e despreze efeitos de borda.

Determine o vetor campo elétrico

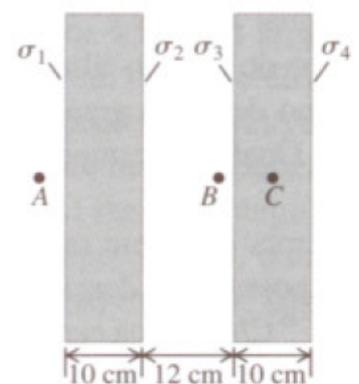
- (a) no interior do fio central ($r < a$),
- (b) na região entre o fio e a casca condutora ($a < r < b$),
- (c) dentro da casca condutora ($b < r < c$), e
- (d) fora da casca cilíndrica ($r > c$).
- (e) Determine as densidades superficiais de carga na casca condutora, σ_b e σ_c .



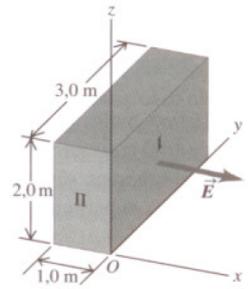
B22.4 Um cubo possui uma aresta de comprimento $L = 0,300$ m. Ele é colocado com um vértice na origem, como indica a figura. O campo elétrico não é uniforme, mas é dado por $\mathbf{E} = (-5,0 \text{ N/C} \cdot \text{m})x \hat{i} + (3,0 \text{ N/C} \cdot \text{m})z \hat{k}$. (a) Qual é o fluxo elétrico através de cada uma das seis faces do cubo S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 e S_6 ? (b) Determine o fluxo elétrico total através da superfície do cubo.



B22.30 Duas placas de plástico muito grandes e não-condutoras, cada qual com espessura de $10,0$ cm, carregam densidades de carga uniforme $\sigma_1 = -6,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$, $\sigma_2 = +5,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$, $\sigma_3 = +2,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ e $\sigma_4 = +4,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$ sobre suas superfícies, como indica a figura. Use a lei de Gauss para determinar o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico nos seguintes pontos, afastados das bordas dessas placas: (a) ponto A , a $5,0$ cm da face esquerda da placa à esquerda; (b) ponto B , a $1,25$ cm da superfície interna da placa à direita; (c) ponto C , no meio da placa à direita.

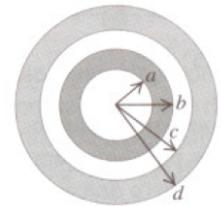


B22.33 O campo elétrico \mathbf{E} na figura é paralelo ao eixo Ox em todos os pontos da região, portanto os componentes E_y e E_z são nulos. O componente do campo elétrico E_x depende de x , mas não depende de y nem de z . Sobre os pontos do plano yz (em que $x = 0$), $E_x = 125 \text{ N/C}$. (a) Calcule o fluxo elétrico através da superfície I na figura. (b) Qual é o fluxo elétrico através da superfície II? (c) O volume indicado na figura é uma pequena seção de uma viga isolante muito grande, com espessura igual a $1,0 \text{ m}$. Sabendo que existe uma carga igual a $-24,0 \text{ nC}$ no interior do volume indicado, determine o módulo, a direção e o sentido de \mathbf{E} sobre a face oposta à face I. (d) O campo elétrico existente é produzido somente pelas cargas no interior da viga ou pode ser produzido também por cargas existentes fora da viga? Como se pode ter certeza disso?

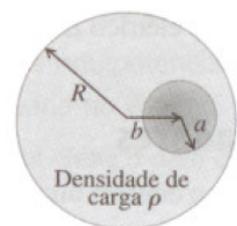


B22.40 Um cilindro sólido muito longo de raio R possui uma distribuição uniforme de carga positiva, sendo ρ a carga por unidade de volume. (a) Deduza uma expressão para o campo elétrico no interior do volume, a uma distância r do eixo do cilindro, em termos da densidade de carga ρ . (b) Qual é o campo elétrico em um ponto fora do volume, em termos da carga por unidade de comprimento λ do cilindro? (c) Compare os resultados dos itens (a) e (b) para $r = R$. (d) Faça um gráfico do módulo do campo elétrico em função da distância r , de $r = 0$ até $r = 3R$.

B22.45 Esferas ocas concêntricas. Uma pequena esfera oca condutora, com raio interno a e raio externo b é concêntrica com uma grande esfera oca condutora, com raio interno c e raio externo d (figura). A carga total sobre a esfera oca interna é igual a $+2q$ e a carga total sobre a esfera oca externa é igual a $+4q$. (a) Determine o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico em função da distância r ao centro comum para as regiões (i) $r < a$; (ii) $a < r < b$; (iii) $b < r < c$; (iv) $c < r < d$; (v) $r > d$. Mostre seus resultados em um gráfico do componente radial de E em função da distância r . (b) Qual é carga total sobre (i) a superfície interna da esfera oca pequena; (ii) a superfície externa da esfera oca pequena; (iii) a superfície interna da esfera oca grande; (iv) a superfície externa da esfera oca grande?



B22.61 (a) Uma esfera isolante com raio a possui uma densidade de carga uniforme ρ . A esfera não está centralizada na origem, porém seu centro está localizado no ponto $\mathbf{r} = \mathbf{b}$. Demonstre que o campo elétrico no interior da esfera é dado por $\mathbf{E} = \rho(\mathbf{r} - \mathbf{b})/3\epsilon_0$. (b) Uma esfera isolante com raio R possui um buraco esférico com raio a , localizado no interior de seu volume, e está centralizado em um ponto a a uma distância b do centro da esfera, em que $a < b < R$ (uma seção reta da esfera é indicada na figura). A parte maciça da esfera possui uma densidade volumétrica de carga ρ uniforme. Determine o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico \mathbf{E} no interior do buraco e mostre que \mathbf{E} é uniforme em todos os pontos do volume do buraco. (Sugestão: Use o princípio da superposição e o resultado do item (a).)



B22.66 Uma região do espaço contém uma carga positiva Q que está distribuída uniformemente ao longo de uma esfera de tal modo que a densidade volumétrica de carga $\rho(r)$ é dada por:

$$\rho(r) = \begin{cases} \alpha & \text{para } r \leq R/2 \\ 2\alpha(1 - r/R) & \text{para } R/2 \leq r \leq R \\ 0 & \text{para } r > R. \end{cases}$$

Nessas relações, α é uma constante positiva com unidades de C/m^3 . (a) Determine α em função de Q e R . (b) Aplicando a lei de Gauss, deduza uma expressão para o módulo do campo elétrico E em função da distância r . Faça esse cálculo separadamente para cada uma das três regiões. Expresse suas respostas em termos da carga total Q . Verifique cuidadosamente se seus resultados coincidem quanto às fronteiras entre as três regiões. (c) Que fração da carga total está contida no interior da região $r \leq R/2$? (d) Se um elétron com carga $q' = -e$ está oscilando em torno do ponto $r = 0$ (o centro da distribuição) com amplitude menor do que $R/2$, mostre que o movimento é harmônico simples. (e) Qual é o período do movimento da parte (d)? (f) Se a amplitude do movimento descrito na parte (e) é maior do que $R/2$, o movimento resultante é harmônico simples? Por quê?