



FAP 2292

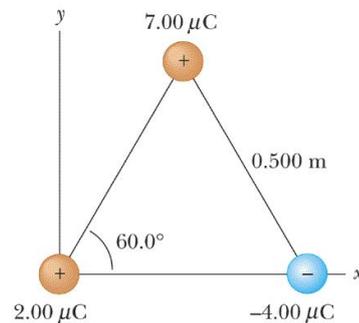
Lista de Exercícios 1
 Forças e Campos Elétricos

Exercícios Sugeridos (25/2/2010)

A numeração corresponde ao Livros Textos A e B.

A19.7 Três cargas pontuais são colocadas nos vértices de um triângulo equilátero, como mostrado na Figura P19.7. Calcule a força elétrica resultante sobre cada uma das três cargas.

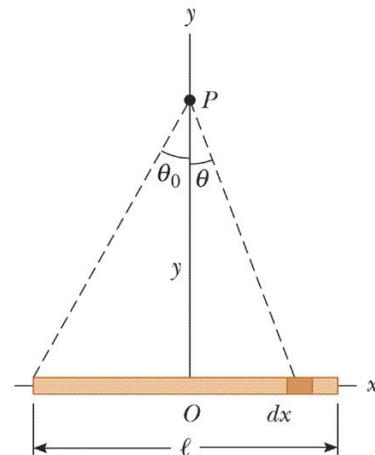
Figura P19.7



A19.18 Uma linha contínua de carga encontra-se ao longo do eixo x , estendendo-se de $x = +x_0$ até o infinito positivo. A linha é carregada com densidade linear de carga λ_0 . Quais são a magnitude e a direção do campo elétrico na origem?

A19.19 Uma haste fina de comprimento ℓ e densidade de carga linear uniforme λ se encontra sobre o eixo x , como mostrado na Figura P19.19. (a) Mostre que o campo elétrico em P , a uma distância $|y|$ sobre sua mediatriz, não tem nenhuma componente x e é dado por $\mathbf{E} = (2k_e \lambda \sin \theta_0 / y) \hat{y}$. (b) Use o resultado anterior para mostrar que quando o comprimento da haste é infinito $\ell \rightarrow \infty$, o campo em P fica $\mathbf{E} = (2k_e \lambda / y) \hat{y}$.

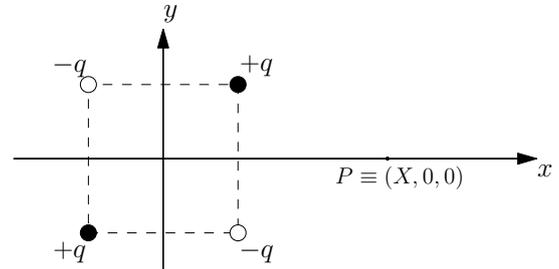
Figura P19.19



A19.25 Uma pequena esfera carregada positivamente tem uma massa de 1,00 g e cai do repouso no vácuo de uma altura de 5,00 m em um campo elétrico uniforme vertical com magnitude de $1,00 \times 10^4$ N/C. A esfera atinge o solo com uma velocidade de 21,0 m/s. Determine (a) a direção do campo elétrico (para cima ou para baixo), e (b) a carga da esfera.

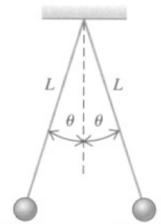
A19.27 Duas placas horizontais metálicas, cada uma com 100 mm^2 , são alinhadas a $10,0 \text{ mm}$ de distância. Elas recebem cargas iguais e opostas de modo que um campo elétrico uniforme de 2000 N/C apontando para baixo se estabelece na região entre elas. Uma partícula de massa de $2,00 \times 10^{-16} \text{ kg}$ e com carga positiva de $1,00 \times 10^{-6} \text{ C}$ deixa o centro da placa inferior com velocidade inicial de $1,00 \times 10^5 \text{ m/s}$ fazendo um ângulo de $37,0^\circ$ acima da horizontal. Descreva a trajetória da partícula. Que placa ela atinge e em que posição em relação à sua posição inicial?

P1.1 Duas cargas puntiformes positivas iguais, $+q$, e duas cargas puntiformes negativas iguais, $-q$, se encontram fixas nos vértices de um quadrado de lado a . As cargas de mesmo sinal se localizam em vértices opostos. Utilize o sistema de coordenadas indicado na figura, cuja origem está no centro do quadrado.



- Calcule o vetor força sobre a carga positiva da direita.
- Calcule o vetor campo elétrico num ponto genérico do eixo x , $\mathbf{E}(X,0,0)$.

B21.76 Duas esferas idênticas estão suspensas por fios de seda de comprimento $L = 0,500 \text{ m}$, presos em um ponto comum (ver figura). Cada esfera possui $m = 8,0 \text{ g}$. O raio de cada esfera é muito pequeno em comparação à distância entre as esferas, de modo que elas podem ser consideradas cargas puntiformes. Uma esfera possui uma carga q_1 e a outra possui uma carga diferente q_2 ; as esferas se afastam e, quando elas atingem o equilíbrio, cada fio forma um ângulo $\theta = 20,0^\circ$ com a vertical.



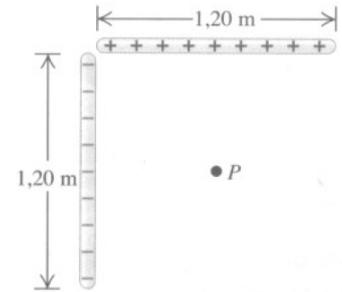
- Faça um diagrama do corpo livre para cada esfera na posição de equilíbrio, identificando com símbolos todas as forças que atuam em cada esfera.
- Determine o módulo da força eletrostática que atua sobre cada esfera e calcule a tensão em cada fio.
- Com base nos dados do problema, o que você pode concluir sobre os módulos e os sinais das cargas q_1 e q_2 ? Explique suas respostas.
- Agora um pequeno fio condutor é conectado entre as duas esferas, permitindo que ocorra uma transferência de cargas de uma para outra até que as duas esferas fiquem com cargas iguais; a seguir o fio é removido. Então, cada fio passa a formar um ângulo de $30,0^\circ$ com a vertical. Calcule os valores das cargas originais q_1 e q_2 .

B21.81 Intensidade da força elétrica. Imagine duas sacolas de $1,0 \text{ g}$ com prótons, uma no pólo norte e outra no pólo sul. (a) Quantos prótons há em cada sacola? (b) Calcule a atração gravitacional e a repulsão elétrica que cada sacola exerce sobre a outra. (c) As forças no item (b) são suficientes para que você sinta que está segurando uma das sacolas?

B21.82 Força elétrica dentro do núcleo. As dimensões típicas do núcleo atômico são da ordem de 10^{-15} m (1 fm). (a) Se a distância entre dois prótons em um núcleo é de $2,0 \text{ fm}$, ache o módulo da força elétrica que cada um exerce sobre o outro. Essa força é suficientemente grande para ser sentida por uma pessoa? (b) Considerando que os prótons se repelem de forma tão intensa, por que eles não saem do núcleo?

B21.96 Uma carga positiva Q é distribuída uniformemente ao longo de uma semicircunferência de raio a . Obtenha o campo elétrico (módulo, direção e sentido) no centro de curvatura.

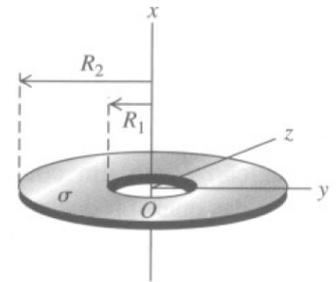
B21.99 Dois fios não condutores de 1,20 m se encontram em um ângulo reto. Um segmento possui $+2,50 \mu\text{C}$ de carga uniformemente distribuída ao longo do comprimento, e a outra possui $-2,50 \mu\text{C}$ de carga uniformemente distribuída ao longo do comprimento, como indica a figura.



- Determine o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico produzido por esses fios no ponto P , que se situa a 60,0 cm de cada fio.
- Se um elétron for libertado de P , quais são o módulo, a direção e o sentido da força resultante que esses fios exercem sobre ele?

B21.103 Uma placa infinita, com uma carga positiva por unidade de área igual a σ , está sobre o plano xy . Uma segunda placa infinita, com uma carga negativa por unidade de área $-\sigma$ está sobre o plano yz . Determine o campo elétrico resultante em todos os pontos que não estejam situados sobre nenhum desses planos. Expresse a resposta em termos dos vetores unitários \hat{i} , \hat{j} e \hat{k} .

B21.104 Denomina-se *coroa anular* um disco fino de raio externo R_2 com um buraco circular concêntrico de raio interno R_1 (Figura ao lado). Uma coroa anular possui uma densidade superficial de carga σ sobre sua superfície.



- Determine a carga total sobre a coroa.
- 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 \mathbf{E} . Considere todos os pontos acima e abaixo do plano da coroa anular da figura.
- 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"?
- Uma partícula puntiforme com massa m e carga $-q$ pode se mover 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. (Considere que a coroa anular seja mantida fixa.)

B21.107 Duas barras delgadas de comprimento L estão sobre o eixo Ox , uma delas entre os pontos $x = a/2$ e $x = a/2 + L$ e a outra entre os pontos $x = -a/2$ e $x = -a/2 - L$. Cada barra possui uma carga Q distribuída uniformemente ao longo de seu comprimento.

- Calcule o campo elétrico produzido pela segunda barra nos pontos situados ao longo da parte positiva do eixo Ox .
- Mostre que o módulo da força que uma barra exerce sobre a outra é dado por

$$F = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} \ln \left[\frac{(a+L)^2}{a(a+2L)} \right].$$

- Mostre que, quando $a \gg L$, o módulo dessa força se reduz a $F \cong Q^2/4\pi\epsilon_0 a^2$. Interprete esse resultado.

Sugestão: use o desenvolvimento em série $\ln(1+z) = z - z^2/2 + z^3/3 - \dots$, válido para $|z| \ll 1$.