

Física 3 - EMB5043

Prof. Diego Duarte
Lei de Coulomb (lista 1)

18 de agosto de 2022

1. Duas esferinhas idênticas de massa m estão carregadas com carga q e suspensas por fios isolantes de comprimento l (veja a figura 1). O ângulo de abertura resultante é 2θ . Mostre que $q^2 \cos \theta = 16\pi\epsilon_0 l^2 mg \sin^3 \theta$. Se $m = 1,0$ g, $l = 20$ cm e $\theta = 30^\circ$, qual é o valor da carga q ?

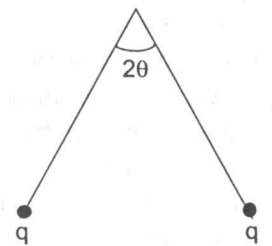


Figura 1: Exercício 1.

Resposta: $q = 0,16 \mu\text{C}$

2. Duas cargas puntiformes q , iguais, estão separadas por uma distância $2b$. Uma terceira carga q é obrigada a permanecer na mesma linha que une as anteriores. Mostre que, se x é o deslocamento da terceira carga, a partir do ponto médio das outras duas, existe uma força de restituição para pequenos deslocamentos $x \ll b$, que é aproximadamente linear, i.e., $F \approx q^2 x / \pi\epsilon_0 b^3$.
3. Cargas q , $2q$ e $3q$ são colocadas nos vértices de um triângulo equilátero de altura a , conforme mostra a figura 2. Uma carga Q de mesmo sinal que as outras três é colocada no centro do triângulo. Obtenha o vetor força resultante sobre Q em coordenadas cartesianas.

Resposta: $\vec{F} = [9\sqrt{3}qQ / (16\pi\epsilon_0 a^2)] \hat{i}$

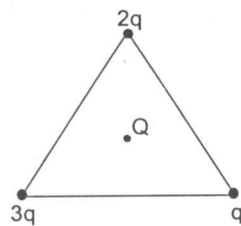


Figura 2: Exercício 3.

4. Uma carga Q é distribuída uniformemente sobre um fio semicircular de raio a como mostra a figura 3. Calcule o vetor força em coordenadas cartesianas que atua sobre uma carga de sinal oposto $-q$ colocada no centro da figura.

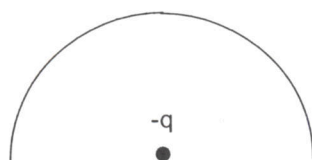


Figura 3: Exercício 4.

Resposta: $\vec{F} = [qQ / (2\pi^2\epsilon_0 a^2)] \hat{j}$

5. Um fio retilíneo muito longo na figura 4 está eletrizado com uma densidade linear de carga λ . Calcule a intensidade da força que atua sobre uma carga puntiforme q colocada à distância ρ do fio. **Dica:** para simplificações dos cálculos, verifique se a função integrada é par ou ímpar.

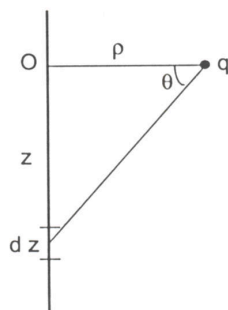


Figura 4: Exercício 5.

Resposta: $F = q\lambda / (2\pi\epsilon_0\rho)$

6. Dado o fio retilíneo de comprimento l da figura 5 uniformemente carregado com densidade linear de carga λ , calcule as componentes horizontal e vertical da força eletrostática que atua sobre uma carga q situada no ponto P de coordenadas (a, b) . Mostre que se aproximarmos este problema para um fio infinito, obtemos $F_x = 0$ e $\vec{F}_y = [q\lambda/(2\pi\epsilon_0 b)] \hat{j}$.

Respostas:

$$\vec{F}_x = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{a^2+b^2}} - \frac{1}{\sqrt{(l-a)^2+b^2}} \right] \hat{i}$$

$$\vec{F}_y = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0 b} \left[\frac{l-a}{\sqrt{(l-a)^2+b^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}} \right] \hat{j}$$

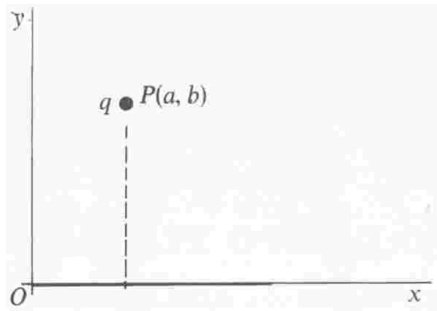


Figura 5: Exercício 6.

7. Calcular a intensidade da força eletrostática por unidade de comprimento entre dois fios retilíneos muito longos que possuem densidade linear de carga λ e λ' , sabendo que os dois fios estão afastados por uma distância d e posicionados na direção y .

Resposta: $\frac{dF}{dy} = \frac{\lambda\lambda'}{2\pi\epsilon_0 d}$

8. Uma partícula de massa m e carga negativa $-q$ está vinculada a mover-se sobre a mediatriz do segmento que liga duas cargas positivas $+Q$ separadas por uma distância d , conforme mostra a figura 6. Inicialmente, a partícula $-q$ está a uma distância $y \ll d$ do centro deste segmento. Mostre que ela executa um movimento harmônico simples em torno da mediatriz e calcule a **frequência angular** ω da oscilação. **Dica:** você deverá resolver a segunda lei de Newton considerando pequenas oscilações.

Resposta: $\omega = 2 \left(\frac{Qq}{\pi\epsilon_0 m d^3} \right)^{1/2}$

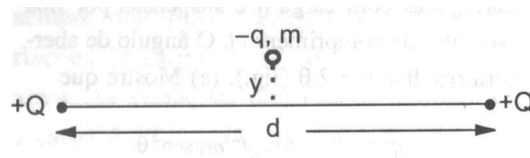


Figura 6: Exercício 8.

9. A densidade volumétrica de carga para uma distribuição esférica de raio R é dada por Ke^{-ar}/r^2 . Calcule a carga total em um hemisfério, sabendo que r é uma distância contada a partir do centro da esfera. Estude os limites do seu resultado.

Resposta: $Q = \frac{2K\pi}{a} (1 - e^{-aR})$

10. Determine o vetor de força exercida por $Q_1 = 1,0 \mu\text{C}$ que está no ponto $(3, 3, 3)$ sobre uma carga $Q_2 = 10 \text{ nC}$ que está no ponto $(6, 9, 3)$. As coordenadas são dadas em metro. **Dica:** aplicação da lei de Coulomb no formato vetorial.
11. Um disco localizado entre $0 \leq \rho \leq 1 \text{ m}$ e $z = 1 \text{ m}$ tem uma distribuição superficial uniforme de carga dada por $\sigma = 200 \text{ pC/m}^2$. Se uma carga pontual de $30 \mu\text{C}$ é colocada na origem do sistema de coordenadas, calcule o vetor de força que atua sobre a carga pontual.

Resposta: $\vec{F} = (99,2)\hat{k} \mu\text{N}$.