

Folha 1 – Cargas, forças e campos

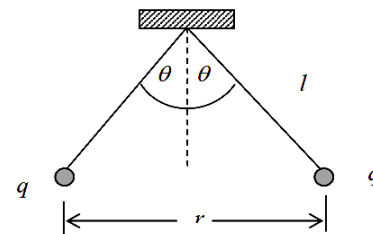
- 1) O núcleo de um átomo de ferro tem um raio de 4,0 fm e possui 26 prótons.
- Qual seria a intensidade da força repulsiva entre dois prótons se estivessem separados da distância de 4,0 fm?
 - Sabendo que a massa de um próton é de $1,67 \times 10^{-27}$ kg, será a força gravitacional que os conseguiria manter juntos a essa distância?
 - O que pode concluir? Qual o nome da força responsável pela estabilidade de um núcleo atómico?

R: (a) 14 N; (b) $1,2 \times 10^{-35}$ N.

- 2) Em cada um dos vértices de um triângulo equilátero de lado $a = 1$ m, têm-se as seguintes cargas $q_1 = -2 \times 10^{-6}$ C, $q_2 = 1 \times 10^{-6}$ C e $q_3 = 1 \times 10^{-6}$ C. Qual a força resultante que atua sobre a carga q_1 ? Considere a carga q_1 e q_3 posicionadas sobre o eixo dos xx.

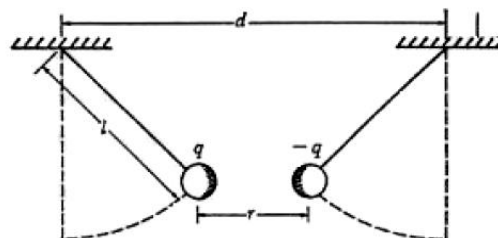
R: $\vec{F} = (27 \times 10^{-3} \hat{e}_x + 16 \times 10^{-3} \hat{e}_y)$ N

- 3) Para o sistema da figura formado por dois pêndulos idênticos, carregados com cargas iguais q , e massas iguais m , determine:
- O valor do ângulo teta, para que o sistema se encontre em equilíbrio.
 - A distância de separação x , entre as cargas, para ângulos pequenos.



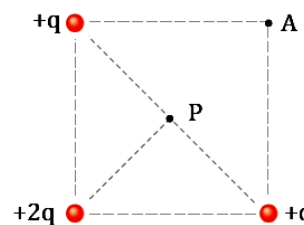
R: (a) $\sin^2 \theta \tan \theta = \frac{Kq^2}{4l^2 mg}$ (b) $x = \left(\frac{lq^2}{2\pi\epsilon_0 mg} \right)^{1/3}$

- 4) Duas partículas de igual massa m , estão suspensas por uma corda de comprimento l , em pontos separados, de uma distância d , como se mostra na figura. Calcule a magnitude de cada carga, considerando a distância que as separa, em equilíbrio, de r .



R: $q = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 mgr^2 [(d-r)/2]}{l^2 - [(d-r)/2]^2}^{1/2}}$

- 5) Na figura, representa-se uma distribuição de cargas elétricas (consideradas pontuais). O valor de q é igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C e o quadrado tem de lado 5,0 mm.

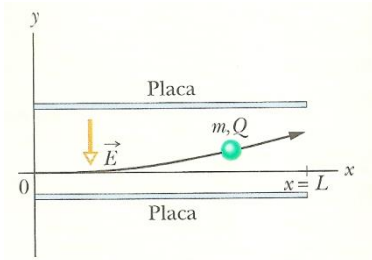


- Qual o campo elétrico resultante no ponto P? Represente na figura esse vetor.
- Qual o potencial elétrico resultante no ponto P?
- Se colocasse uma carga elétrica igual a $-100 q$ no ponto P, qual a intensidade da força elétrica F_e a que ficaria sujeita? Represente na figura o vetor F_e .
- Qual o trabalho realizado pela força elétrica quando a carga é deslocada do ponto P para o ponto A?

R: (a) $|\vec{E}| = 2,3 \times 10^4$ N C⁻¹ $\vec{E} = (1,6 \times 10^{-4} \hat{e}_x + 1,6 \times 10^{-4} \hat{e}_y)$ N/C; (b) $1,62 \times 10^6$ V;

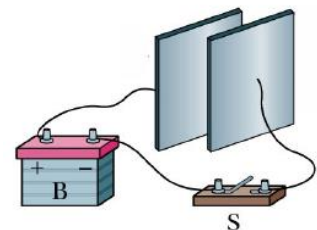
(c) $\vec{F} = (-2,6 \times 10^{-21} \hat{e}_x - 2,6 \times 10^{-21} \hat{e}_y)$ N ou $|\vec{F}| = 3,68 \times 10^{-21}$ N; (d) $-1,04 \times 10^{-23}$ J.

- 6) A figura ao lado mostra as placas deflectoras de uma impressora jato de tinta, com eixos de coordenadas superpostas. Uma gota de tinta com massa m de $1,3 \times 10^{-10}$ kg e uma carga negativa de valor absoluto $q = 1,5 \times 10^{-13}$ C penetra na região entre as placas, movendo-se inicialmente na direção do eixo x com velocidade $v_x = 18$ m/s. O comprimento L de cada placa é 1,6 cm. As placas estão carregadas e, portanto, produzem um campo elétrico em todos os pontos da região entre elas. Suponha que esse campo E esteja dirigido verticalmente para baixo, seja uniforme e tenha um módulo de $1,4 \times 10^6$ N/C. Qual é a deflexão vertical da gota ao deixar a região entre as placas? (desprezar a força gravitacional)



R: $6,4 \times 10^{-4}$ m

- 7) Considere duas placas metálicas que tendo sido ligadas a uma bateria ficaram carregadas com igual quantidade de carga, mas de sinal contrário. V_1 e V_2 são os potenciais elétricos a que se encontra cada uma destas placas, afastadas de uma distância d . Este sistema é designado de condensador plano e no seu interior o campo elétrico em qualquer ponto é constante (exceto perto dos bordos das placas).

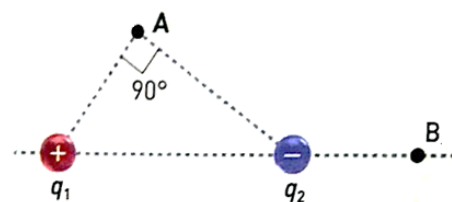


- Mostre que a intensidade do campo elétrico é igual a $(V_1 - V_2)/d$. Represente na figura o vetor campo elétrico.
- Suponha que a diferença de potencial $V_1 - V_2$ é igual a 300 V e que as placas estão separadas da distância de 50 mm. Se introduzisse num ponto entre as armaduras uma carga q igual a $+2,0 \times 10^{-7}$ C, qual o valor da força que atuaria nessa carga. Represente na figura a direção e o sentido dessa força elétrica.
- Qual o valor do trabalho realizado pelo campo elétrico para deslocar a carga elétrica q da placa A para a placa B?

R: (a) $E = (V_1 - V_2)/d$; (b) $1,2 \times 10^{-3}$ N; (c) $6,0 \times 10^{-5}$ J.

- 8) Considere duas cargas elétricas pontuais, $q_1 = 2,0 \mu\text{C}$ e $q_2 = -3,0 \mu\text{C}$, no vácuo, a 50 cm uma da outra.

- Caracterize o vetor da força elétrica no ponto A, situado a 30 cm da carga q_1 , como se mostra na figura. Considerando que nesse ponto existe uma carga de prova.



- Determine o ponto no eixo das duas cargas em que o potencial é nulo, à esquerda de q_1 .
- Determine o módulo do vetor campo elétrico no ponto B, situado a 25 cm da carga q_2 , como se identifica na figura.

R: (a) $|\vec{F}_e| = 2,60 \times 10^5$ (N) com $13,3^\circ$ c/ xx; (b) $x = -100$ cm; (c) $|\vec{E}| = 400 \times 10^3$ (N/C).

- 9) Quando o campo elétrico existente no ar é superior a $3,0 \times 10^6$ V m $^{-1}$, pode torná-lo condutor, facto este conhecido das pessoas que já sentiram pequenos choques elétricos quando, por exemplo, aproximam um dedo de uma superfície metálica. Suponha que ao arrastar uma mala de viagem durante algumas dezenas de metros ao longo de um piso com alcatifa, o seu corpo ganha uma determinada quantidade de carga. Quando chega ao elevador prepara-se para carregar no botão metálico, mas à distância de 0,50 cm deste sente uma descarga elétrica (o que é sempre desagradável). Considere o campo elétrico entre a extremidade do seu dedo e o botão como o campo elétrico entre dois planos infinitos e de acordo com este modelo faça uma estimativa:

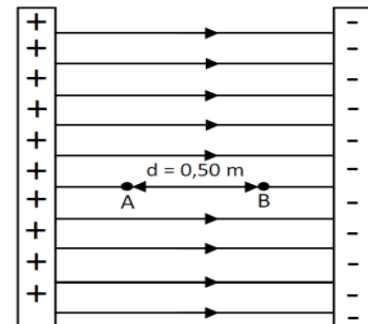
- Da diferença de potencial que deveria existir entre o seu dedo e o botão do elevador;
- Da carga por unidade de área que existia na ponta do dedo.

R: (a) 15 kV; (b) $27 \mu\text{C m}^{-2}$.

- 10)** Um protão é abandonado, a partir do repouso, no ponto A de um campo elétrico uniforme de intensidade $8,0 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$. Determine:

- O módulo resultante das forças que atuam no protão. ($m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $q_p = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$)
- A diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B (da figura).
- A energia cinética do protão quando atinge o ponto B.

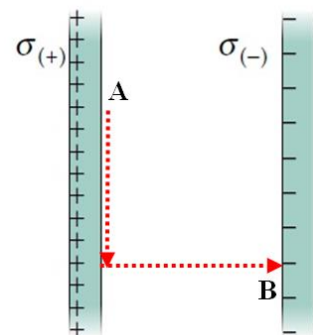
R: (a) $F_R = 1,3 \times 10^{-14} \text{ N}$; (b) $4,0 \times 10^4 \text{ V}$; (c) $6,4 \times 10^{-15} \text{ J}$.



- 11)** A figura mostra uma parte de duas planas metálicas infinitas e paralelas carregadas eletricamente. Os valores das densidades superficiais de cargas são $\sigma_{(+)} = 6,8 \mu\text{C/m}^2$ para a placa carregada positivamente e $\sigma_{(-)} = 4,3 \mu\text{C/m}^2$ para a placa com carga de sinal negativo.

- Determine o campo elétrico na região entre as placas.
- Qual é a diferença de potencial entre as duas placas sabendo que a distância que as separa é de 5 mm?
- Determine o trabalho realizado pela força elétrica se pretendêssemos deslocar uma carga de $-3,5 \mu\text{C}$ segundo o trajeto AB indicado na figura.

R: (a) $6,3 \times 10^5 \text{ N/C}$; (b) 3,15 KV; (c) $-11 \times 10^{-3} \text{ J}$



- 12)** Duas cargas pontuais de $+5,0 \text{ nC}$ estão posicionadas no eixo do x. Uma na origem, e a outra no ponto $x = 8,0 \text{ cm}$.

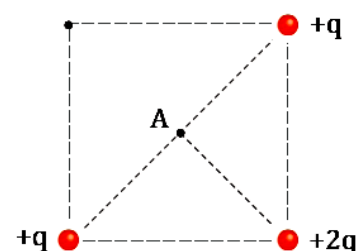
- Qual o potencial criado por estas cargas num ponto P, posicionado em $x = 4,0 \text{ cm}$?
- Qual a força elétrica a que uma carga de $+3,0 \text{ nC}$, está sujeita quando se encontra em $x = -6,0 \text{ cm}$?
- Qual o trabalho realizado sobre a carga $+3,0 \text{ nC}$, para a deslocar de $x = -6,0 \text{ cm}$ até ao ponto P($x = 4,0 \text{ cm}$)?

R: $22,5 \times 10^2 \text{ V}$; $4,44 \times 10^{-5} \text{ N}$, xx negativo; $3,5 \times 10^{-6} \text{ J}$

- 13)** Na figura, está representada uma distribuição de cargas elétricas pontuais. O valor de q é igual a $3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$, o quadrado representado tem de lado $7,5 \text{ mm}$.

- Qual o potencial elétrico resultante no ponto A?
- Qual o campo elétrico resultante no ponto A?
- Suponha que coloca uma carga elétrica, no ponto A, igual a $-150 q$, qual a intensidade da força elétrica a que esta fica sujeita?

R: $2,17 \times 10^{-6} \text{ V}$; $2,05 \times 10^{-4} \text{ N/C}$; $9,83 \times 10^{-21} \text{ N}$



14) Duas cargas pontuais $Q_1 = 20 \text{ nC}$ e $Q_2 = -80 \text{ nC}$ estão no vazio, nas posições cujas coordenadas nos eixos (x,y), em cm, são: $Q_1 (0,0)$, $Q_2 (100,0)$. Determine:

- O campo elétrico criado pelas duas cargas em A, cujas coordenadas são (40, 0) cm.
- O campo elétrico criado pelas duas cargas em B, cujas coordenadas são (40,50) cm.
- A força a que uma carga $Q_3 = -15 \text{ nC}$ é sujeita quando colocada na posição B. (Intensidade, direção e sentido)

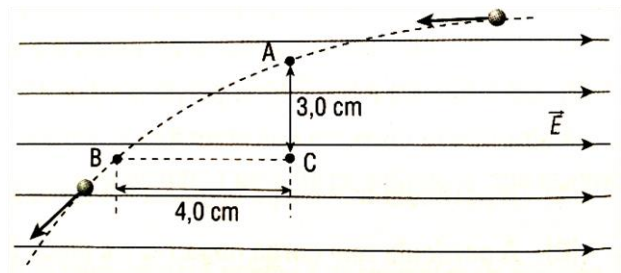
R: $3125\vec{e}_x (\text{V/m})$; $1181\vec{e}_x - 412\vec{e}_y (\text{V/m})$; $1,87 \times 10^{-5} \text{ N}$, $19,8^\circ$ c/ xx negativo

15) Um condensador com a capacidade $C = 0,5 \mu\text{F}$. No qual se coloca entre as suas placas, polietileno (permissividade relativa de 2,3), com uma espessura de 0,2 mm. O condensador foi ligado a uma fonte tendo os seus terminais ficado a uma diferença de potencial de 80 V. Determine:

- Qual deverá ser a área de cada uma das placas?
- A energia elétrica que ficou armazenada no condensador.
- A força que se exerce sobre um eletrão entre as placas.
- Qual a velocidade com que um eletrão, que é abandonado numa placa, chega à outra placa?

R: $4,91 \text{ m}^2$; $1,6 \times 10^{-3} \text{ J}$; $6,4 \times 10^{-14} \text{ N}$; $5,3 \times 10^6 \text{ m/s}$

16) Uma partícula carregada positivamente, com carga $q = 3,0 \times 10^{-15} \text{ C}$, é lançada num campo elétrico uniforme de intensidade $E = 2,0 \times 10^3 \text{ V/m}$, descrevendo o movimento que se representa na figura.

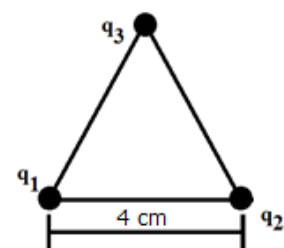


- Calcule a intensidade da força elétrica que atua sobre a partícula no interior do campo elétrico.
- Qual o trabalho realizado pela força elétrica, quando a partícula se desloca de A para B?
- Considere agora que a partícula tem de massa $200 \times 10^{-12} \text{ g}$, qual é a variação da energia potencial da partícula entre os pontos A e B?

R: $6,0 \times 10^{-12} \text{ N}$; $-2,4 \times 10^{-13} \text{ J}$; $1,8 \times 10^{-13} \text{ J}$

17) A distribuição de cargas apresentada na figura encontra-se no ar ($\epsilon_{\text{ar}} \cong \epsilon_{\text{vácuo}}$). Sabendo que $q_1 = 2 \text{ nC}$, $q_2 = -2 \text{ nC}$ e $q_3 = 4 \text{ nC}$, e o triângulo é equilátero.

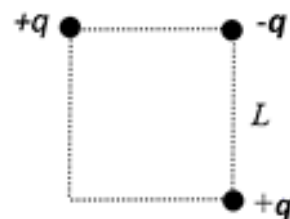
- Represente graficamente, no ponto médio da base do triângulo, o campo elétrico criado por cada carga e o campo elétrico resultante.
- Qual a intensidade, direção e sentido da força elétrica a que está sujeita uma carga, $q_4 = -\frac{2}{3} \times 10^{-3} \text{ C}$ colocada no ponto médio da base do triângulo.
- Determine o trabalho realizado pela força elétrica para deslocar a carga q_4 desde o ponto médio da base até ao centro do triângulo.



R: 63,24 N, força faz um ângulo de $161,6^\circ$ com o sentido positivo do eixo dos xx; 0,69 J

18) Três cargas elétricas pontuais, do mesmo módulo, ocupam os vértices de um quadrado de lado L , como se representa na figura.

(Considere que $L = 4 \text{ cm}$ e $q = 15 \mu\text{C}$).



a) Represente, esquematicamente no vértice vazio do quadrado, o campo elétrico produzido por cada carga, e o campo resultante nesse vértice.

b) Calcule o campo elétrico total nesse vértice.

c) Calcule a força total produzida sobre uma carga de $-10 \mu\text{C}$ colocada nesse vértice.

R: $77,0 \times 10^6 \text{ N/C}$ $[-54,41 \times 10^6 \vec{e}_x - 54,5 \times 10^6 \vec{e}_y (\text{N/C})]$; $(-544,8 \vec{e}_x - 544,8 \vec{e}_y) \text{ N}$