CAMPO ELÉTRICO

Considere uma região no espaço que está inicialmente livre de influência de qualquer corpo eletrizado. Imagine que nessa região seja colocado um corpo eletrizado com carga Q. A presença desse corpo (Q) gera, na região ao seu redor, uma propriedade física VETORIAL que chamamos de Campo Elétrico ($\vec{E}$).

É através do campo elétrico que as cargas, mesmo à distância, conseguem interagir e exercer força elétrica mutuamente. Observamos que quando uma carga de prova q é imersa em um campo elétrico $\vec{E}$, ela sofre uma força elétrica $\vec{F}e$, a relação entre essas grandezas é dada por:

$$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$$

Característica de $\vec{E}$:

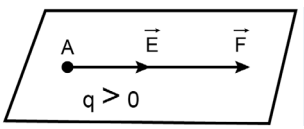
- Intensidade: $|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}_e|}{|q|}$
- Direção: Mesma de $\vec{F}_e$
- Sentido: O vetor campo elétrico sempre tem sentido de afastamento, em relação a carga Q, se esta for positiva. O vetor campo elétrico sempre tem sentido de aproximação, em relação a carga Q, se esta for negativa. Essas afirmações independem do sinal da carga de prova q.

Observações:

I. Estamos usando como notação para carga fonte (Q), a carga geradora do campo elétrico $\vec{E}$ na região e para carga de prova (q), a carga sob a influência do campo elétrico $\vec{E}$. Deve-se entender que o campo elétrico $\vec{E}$ independe da carga de prova (q).

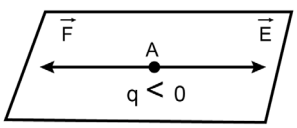
II. Quando a carga de prova q é positiva os vetores $\vec{F}_e$ e possuem mesma direção e sentido.

Se **q** é positiva (q > 0):



III. Quando a carga de prova q é negativa os vetores $\vec{F}_e$ e $\vec{E}$ possuem mesma direção e sentidos opostos.

Se **q** é negativa (q < 0):



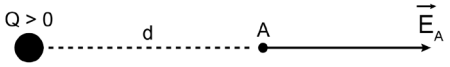
IV. Unidade no Sistema internacional $\vec{E}$: $\frac{\text{newton}}{\text{coulomb}} = \frac{N}{C}$ Perceba que essa unidade mostra que a intensidade do vetor campo elétrico representa o valor da força elétrica por unidade de carga. Imagine, por exemplo, que a intensidade do campo elétrico em um ponto do espaço é de $|\vec{E}| = 10\frac{N}{C}$ e que nesse ponto seja colocada uma carga q = +4C, atuará nela uma força elétrica cuja intensidade é calculada por:

$$|\vec{F}_e| = q \cdot |\vec{E}|$$
$$|\vec{F}_e| = 4 \cdot 10$$
$$|\vec{F}_e| = 40N$$

Perceba que $|\vec{E}| = 10\frac{N}{C}$ significa que, para cada +1C, a carga de prova q sofrerá uma força de 10N, como no exemplo tínhamos a carga q = +4C ela sofreu uma força total de 40N, se colocássemos outra carga de +8C sob influência de mesma intensidade de campo elétrico $|\vec{E}| = 10\frac{N}{C}$, ela sofreria uma força de 80N e assim em diante.

CAMPO ELÉTRICO GERADO POR UMA CARGA PUNTIFORME

Uma carga puntiforme **Q**, na figura abaixo, gera um campo elétrico, no ponto **A**, distante **d**, onde está colocada uma carga de prova **q**, que sofre uma força elétrica F.



Pela definição de campo elétrico, sabemos que:

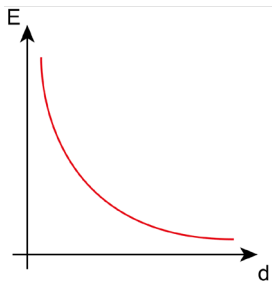
$$\vec{E}_A = \frac{\vec{F}}{q}$$

Pela Lei de Coulomb, o módulo da força elétrica é dado por:

$$F = k \cdot \frac{|Q||q|}{d^2}$$

Substituindo, teremos a expressão para o módulo do vetor campo elétrico, gerado por uma carga puntiforme de valor Q a uma distância **d**.

$$E_A = \frac{F}{|q|} \Rightarrow \frac{k \cdot \frac{|Q||q|}{d^2}}{|q|} \qquad \boxed{E_A = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}}$$



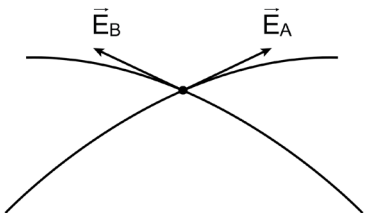
CAMPO ELÉTRICO GERADO POR VÁRIAS CARGAS PUNTIFORMES

Em um sistema em que haja várias cargas puntiformes, para determinarmos o campo elétrico em um ponto, devemos calcular o campo elétrico gerado por cada carga e depois somarmos. O aluno deverá ter muito cuidado, pois será uma soma vetorial, já que a grandeza é vetorial.

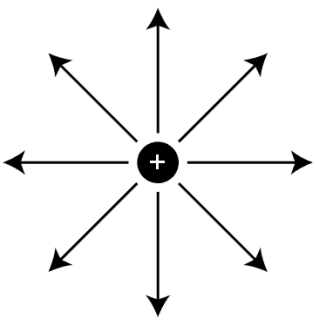
$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \cdots + \vec{E}_n$$

LINHAS DE FORÇA

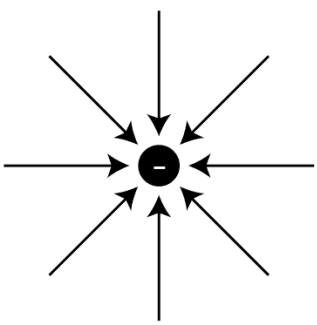
As linhas de força são utilizadas para demonstrar o comportamento do campo elétrico em determinada região do espaço. A direção e o sentido do vetor Campo elétrico é tangente às linhas de força (ou campo), por isso jamais teremos um cruzamento das linhas, pois isso representaria duas direções possíveis de campo para um mesmo ponto do espaço.



Para uma carga pontual, a direção do campo é radial e o sentido dependente do sinal.

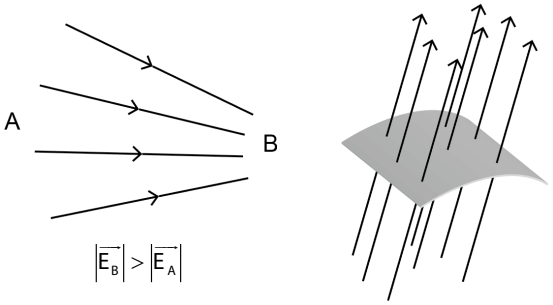


Sentido divergente

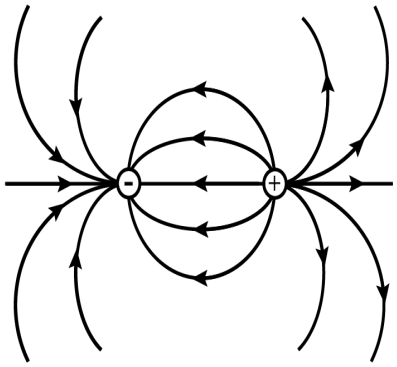


Sentido convergente

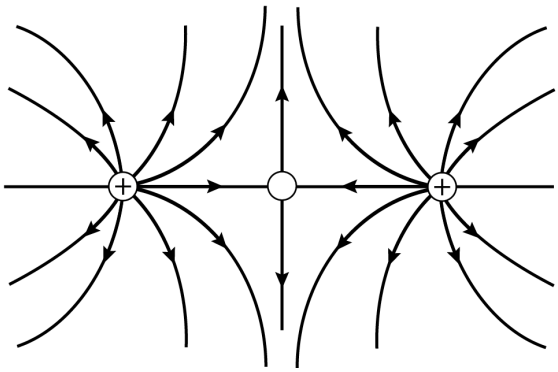
Além disso, a densidade de linhas de força (número de linhas que atravessam uma unidade de área) está associada à intensidade do Campo Elétrico.



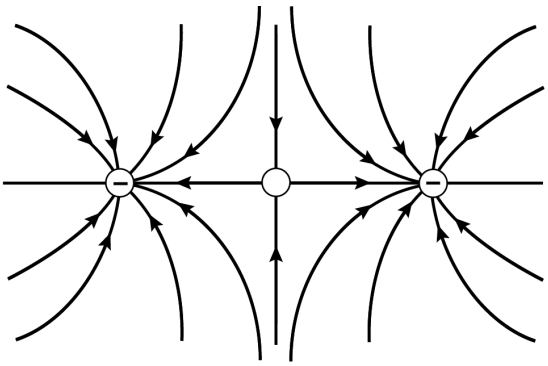
Na figura **abaixo**, as linhas de força demonstram o comportamento do campo elétrico com duas cargas de sinais opostos.



Na figura abaixo, temos as linhas de força para duas cargas de mesmo sinal.



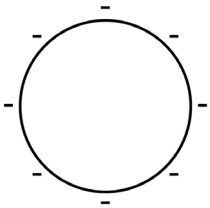
Linhas de força geradas por duas cargas positivas e de mesmo valor.



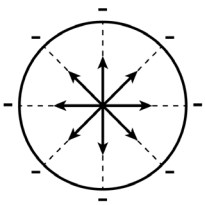
Linhas de força geradas por duas cargas negativas e de mesmo valor.

CAMPO ELÉTRICO NO INTERIOR DE UM CONDUTOR

Um condutor é caracterizado por ter uma mobilidade elétrica, isso acontece porque os elétrons da última camada de valência trocam de átomos com facilidade, são os chamados elétrons livres. Quando um corpo condutor é carregado, essas cargas elétricas se depositam na parte mais externa do corpo.



Fazendo uma análise mais didática, suponha uma esfera condutora e carregada, vamos representar o vetor Campo elétrico no centro do corpo.



Todo vetor será anulado pelo seu simétrico, portanto o campo elétrico no centro do condutor será zero. Esse resultado será ampliado por nós para qualquer ponto no interior do condutor, esse fenômeno também é conhecido como blindagem eletrostática.

$$\vec{E}_{Interior} = 0$$

BLINDAGEM ELETROSTÁTICA E GAIOLA DE FARADAY

Como explicado acima, em um condutor eletricamente carregado, as cargas em excesso se distribuem pela superfície externa, gerando uma blindagem eletrostática, um famoso experimento que envolve esse fenômeno é o da Gaiola de Faraday.

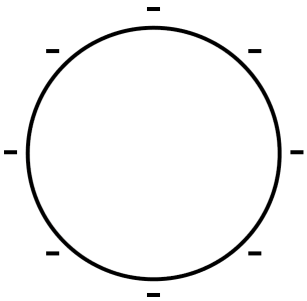
Michael Faraday, em 1836, para demonstrar que um condutor eletrizado possui um campo elétrico nulo em seu interior construiu uma gaiola metálica, onde foi colocada um isolante e uma cadeira de madeira onde Faraday sentou. Ao induzir uma descarga elétrica na gaiola as cargas elétricas se distribuíram pela superfície externa da gaiola e Michael Faraday não foi atingido.



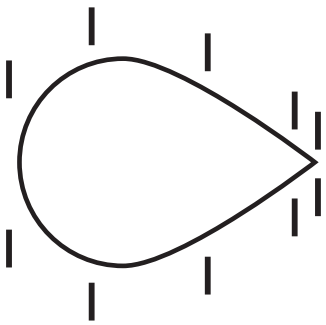
https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Prof._Giovane_Irribarem_de_Mello_dentro_da_Gaiola_de_Faraday.JPG

PODER DAS PONTAS

Em condutores esféricos eletricamente carregados as cargas elétricas em excesso se distribuem na superfície externa de forma homogênea, ou seja, com densidade superficial de cargas uniforme.



Entretanto para condutores que possuem regiões pontiagudas, nas pontas a densidade de cargas é maior, o que gera um campo elétrico na região externa mais intenso nessa região pontiaguda. Esse fenômeno é denominado de poder das pontas.



Detalhe:

É difícil manter eletrizado um condutor que possua regiões pontiagudas, pois essas regiões perdem cargas com maior facilidade do que outras regiões.

PARA-RAIOS DE FRANKLIN

O objetivo para o uso de para-raios é a proteção de uma casa, um prédio, uma região, de ação prejudicial de um raio. O para-raios arquiteta um percurso seguro, da descarga elétrica principal, entre a Terra e a nuvem.

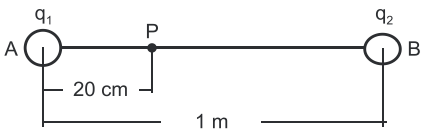


https://pixabay.com/pt/photos/nova-iorque-tempestade-de-raios-938212/

O para-raios é formado por uma haste condutora com uma extremidade pontiaguda, quando uma nuvem eletrizada se aproxima da região, ela induz nas pontas uma carga de sinal oposto. O campo elétrico, próximo as pontas, fica tão intenso que ioniza o ar e induz uma descarga elétrica através da haste até a Terra. Essa haste, cujas pontas ficam no topo dos prédios, é aterrada para conduzir a eletricidade para o solo e não danificar as construções ao redor.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

01.(IFSUL) As cargas elétricas puntiformes q_1 = 20μC e q_2 = 64μC estão fixas no vácuo (k_0 = 9 x 10^9 N·m²/C²) respectivamente nos pontos A e B, conforme a figura a seguir.



O campo elétrico resultante no ponto P tem intensidade de

a) 3,0 x 10^6 N/C
b) 3,6 x 10^6 N/C
c) 4,0 x 10^6 N/C
d) 4,5 x 10^6 N/C
e) 5,0 x 10^6 N/C

Resolução: B

Cálculo do campo elétrico $\vec{E}_1$ no ponto P gerado pela carga q_1:

$$E_1 = \frac{k_0 \cdot q_1}{d_1^2} \Rightarrow E_1 = \frac{9\cdot10^9 \ \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 20\cdot10^{-6}\ C}{(2\cdot10^{-1}\ m^2)^2} \Rightarrow$$

$$E_1 = \frac{9\cdot10^9 \ \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 20\cdot10^{-6}\ C}{4\cdot10^{-2}\ m^2} \Rightarrow E_1 = 45\cdot10^5\ \frac{N}{C}$$

de intensidade e sentido para direita de q_1.

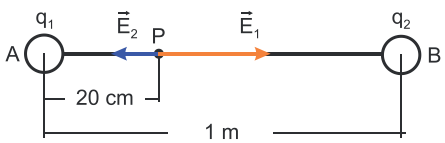
Cálculo do campo elétrico $\vec{E}_2$ no ponto P gerado pela carga q_2:

$$E_2 = \frac{k_0 \cdot q_2}{d_2^2} \Rightarrow E_2 = \frac{9\cdot10^9 \ \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 64\cdot10^{-6}\ C}{(8\cdot10^{-1}\ m^2)^2} \Rightarrow$$

$$E_2 = \frac{9\cdot10^9 \ \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 64\cdot10^{-6}\ C}{64\cdot10^{-2}\ m^2} \Rightarrow E_2 = 9\cdot10^5\ \frac{N}{C}$$

de intensidade e sentido para esquerda de q_2.

Cálculo do campo elétrico resultante de acordo com o esquema abaixo:



Logo, o campo resultante tem direção horizontal, no sentido de A para B, cuja intensidade é dada pela soma vetorial dos campos de cada carga em P.

$$E_r = E_1 + E_2 = 45\cdot10^5\ \frac{N}{C} - 9\cdot10^5\ \frac{N}{C} = 36\cdot10^5\ \frac{N}{C} \therefore E_r = 3{,}6\cdot10^6\ \frac{N}{C}$$

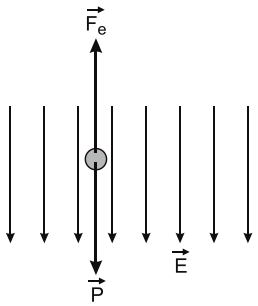
02.(UDESC) A carga elétrica de uma partícula com 2,0 g de massa, para que ela permaneça em repouso, quando colocada em um campo elétrico vertical, com sentido para baixo e intensidade igual a 500 N/C, é:

a) + 40 nC
b) + 40 μC
c) + 40 mC
d) - 40 μC
e) - 40 mC

Essa questão é a chave para que você consiga resolver as questões 1, 2 e 10 dos exercícios propostos, leia com atenção a resolução.

Resolução: D

A figura mostra o campo elétrico e as forças que agem na partícula. Observe que a carga deve ser negativa, pois, a Força Elétrica deve ser para cima para que anule a força Peso, sendo assim, a Força elétrica deve ter sentido oposto ao Campo Elétrico (que na questão é para baixo) e isso ocorre apenas para cargas negativas.



Para haver equilíbrio é preciso que:

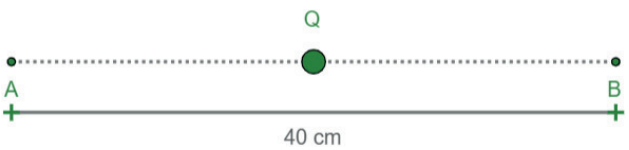
$$F_e = P \rightarrow |q|E = mg \rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{2\times10^{-3}\times10}{500} = 4\times10^{-5}C = 40\mu C$$

$q = -40\mu C$

EXERCÍCIOS PROTREINO

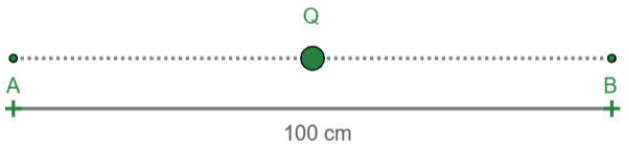
01. Determine a intensidade, a direção e o sentido do vetor campo elétrico nos pontos A e B da figura, gerado pela carga puntiforme Q = 4·10^{-9} C.

Adote: k = 9·10^9 N·m²/C²



02. Uma carga Q = 2,5·10^2 μC está fixa no ponto médio do segmento de reta contido entre os pontos A e B. Calcule a intensidade, a direção e o sentido do campo elétrico no ponto A.

Determine, em seguida, a direção e o sentido da força elétrica que atua em uma carga de prova q = -1μC quando colocada no sobre o ponto B.



03. Nos pontos A e B, separados por uma distância de 12 metros, fixam-se cargas elétricas puntiformes Q_A = +9mC e Q_B = +1mC respectivamente.

Adote: K = $9 \cdot 10^9$ N·m²/C²



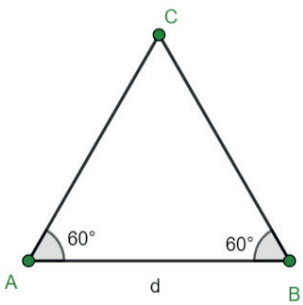
a) Calcule o campo elétrico resultante no ponto médio do segmento de reta AB;

b) Calcule a distância do ponto A até o ponto P, sabendo que no ponto P o vetor campo elétrico resultante é nulo.

04. Nos pontos A e B, separados por uma distância d = 0,3 metros, fixam-se cargas elétricas puntiformes Q_A = +4 nC e Q_B = -4nC respectivamente.

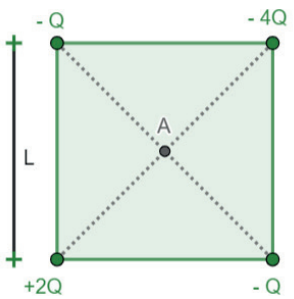
Calcule o módulo do campo elétrico resultante no ponto C.

Adote: K = $9 \cdot 10^9$ N·m²/C²



05. Nos vértices de um quadrado de lado L = $2 \cdot \sqrt{2}$ m foram fixadas cargas elétricas puntiformes, conforme a imagem.

Determine, em função da constante eletrostática do vácuo k_0 e da carga Q, a intensidade do campo elétrico resultante no ponto A.



EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (ENEM) Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é

a) entrar no carro.
b) entrar na barraca.
c) entrar no quiosque.
d) abrir um guarda-chuva.
e) ficar embaixo da árvore.

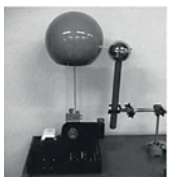
02. (ENEM) Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a)

a) campo magnético da Terra.
b) corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
c) resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
d) campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
e) força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

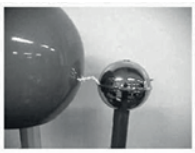
03. (ENEM) Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente (Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.

Figura 1



Gerador de Van de Graaff

Figura 2



Descarga elétrica no gerador

Figura 3



Lâmpada fluorescente

Disponível em: http://naveastro.com. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a)

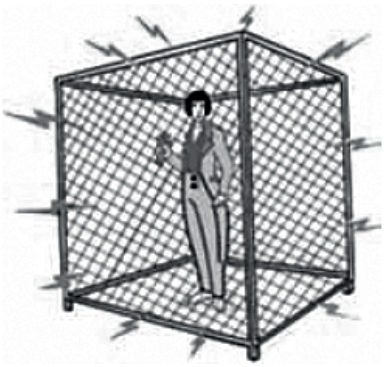
a) carga elétrica.
b) campo elétrico.
c) corrente elétrica.
d) capacitância elétrica.
e) condutividade elétrica.

04. (UECE) Considere as seguintes grandezas físicas: tempo, massa, campo elétrico. Essas grandezas são, respectivamente,

a) escalar, vetorial e vetorial.
b) vetorial, vetorial e vetorial.
c) vetorial, escalar e escalar.
d) escalar, escalar e vetorial.

05. (FGV) A gaiola de Faraday é um curioso dispositivo que serve para comprovar o comportamento das cargas elétricas em equilíbrio.

A pessoa em seu interior não sofre descarga



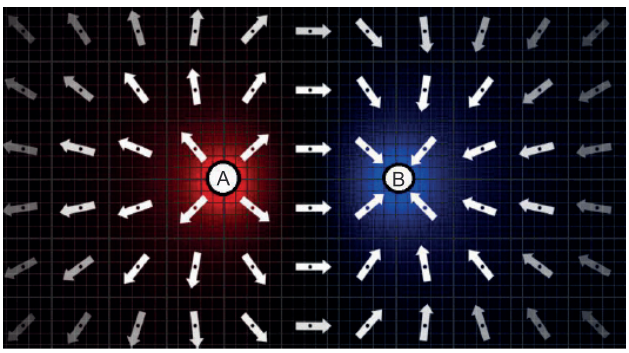
Dessa experiência, conclui-se que o campo elétrico no interior da gaiola é

a) uniforme e horizontal, com o sentido dependente do sinal das cargas externas.
b) nulo apenas na regiyo central onde esta a pessoa.
c) mais intenso próximo aos vértices, pois é lá que as cargas mais se concentram.
d) uniforme, dirigido verticalmente para cima ou para baixo, dependendo do sinal das cargas externas.
e) inteiramente nulo.

06. (UEMG) "Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder (EUA) cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta".

Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso: 11 dez. 2018.

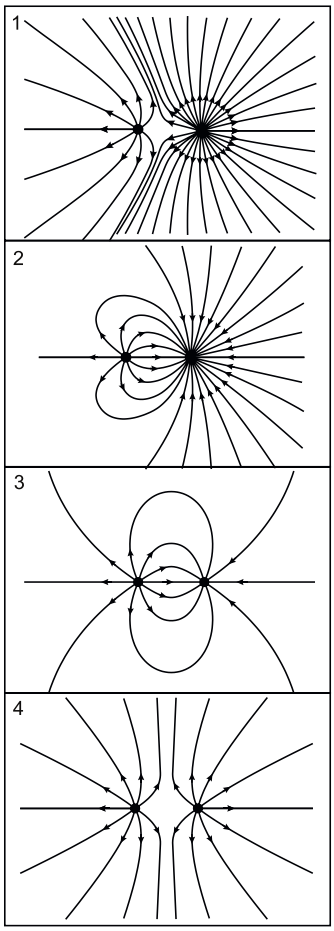
A figura a seguir foi obtida pelo PhET, sendo que duas partículas A e B, eletricamente carregadas, foram colocadas em uma determinada região do espaço. As setas indicam a direção e o sentido das linhas de força do vetor campo elétrico do sistema.



A respeito das cargas elétricas A e B, é **CORRETO** afirmar que:

a) Ambas são eletricamente positivas.
b) Ambas são eletricamente negativas.
c) B é eletricamente positiva e A é negativa.
d) A é eletricamente positiva e B é negativa.

07. (UFRGS) Na figura abaixo, está mostrada uma série de quatro configurações de linhas de campo elétrico.

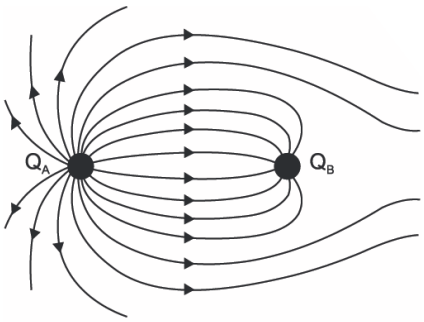


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas da sentença abaixo, na ordem em que aparecem.

Nas figuras _____, as cargas são de mesmo sinal e, nas figuras _____, as cargas têm magnitudes distintas.

a) 1 e 4 - 1 e 2
b) 1 e 4 - 2 e 3
c) 3 e 4 - 1 e 2
d) 3 e 4 - 2 e 3
e) 2 e 3 - 1 e 4

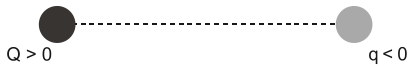
8. (PUCRS) Para responder à questão, considere a figura abaixo, que representa as linhas de força do campo elétrico gerado por duas cargas pontuais Q_A e Q_B.



A soma Q_A e Q_B é necessariamente um número

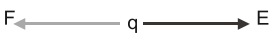
a) par.
b) ímpar.
c) inteiro.
d) positivo.
e) negativo

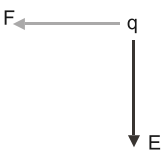
09. (UEA) Duas cargas elétricas puntiformes, Q e q, sendo Q positiva e q negativa, são mantidas a uma certa distância uma da outra, conforme mostra a figura.

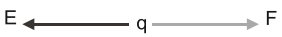


A força elétrica F, que a carga negativa q sofre, e o campo elétrico E, presente no ponto onde ela é fixada, estão corretamente representados por

a) 

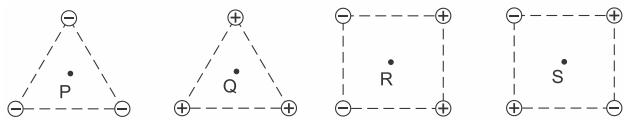
b) 

c) 

d) 

e) 

10. (UERN) Os pontos P, Q, R e S são equidistantes das cargas localizadas nos vértices de cada figura a seguir:



Sobre os campos elétricos resultantes, é correto afirmar que

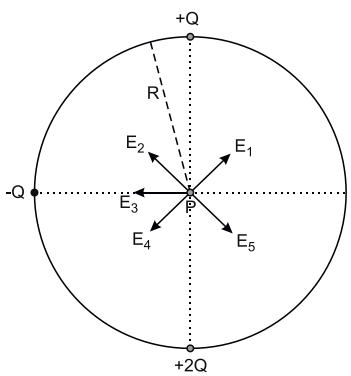
a) é nulo apenas no ponto R.
b) são nulos nos pontos P, Q e S.
c) são nulos apenas nos pontos R e S.
d) são nulos apenas nos pontos P e Q.

11. (ACAFE) Em uma atividade de eletrostática, são dispostas quatro cargas pontuais (de mesmo módulo) nos vértices de um quadrado. As cargas estão dispostas em ordem cíclica seguindo o perímetro a partir de qualquer vértice.

A situação em que o valor do campo elétrico no centro do quadrado **não** será nulo é:

a) $+|q|, -|q|, +|q|, -|q|$
b) $+|q|, +|q|, +|q|, +|q|$
c) $+|q|, +|q|, -|q|, -|q|$
d) $-|q|, -|q|, -|q|, -|q|$

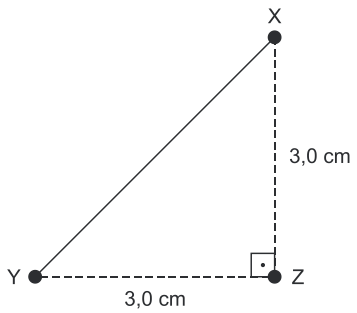
12. (UFRGS) As cargas elétricas +Q, -Q e +2Q estão dispostas num círculo de raio R, conforme representado na figura abaixo.



Com base nos dados da figura, é correto afirmar que, o campo elétrico resultante no ponto situado no centro do círculo está representado pelo vetor

a) E_1. b) E_2. c) E_3. d) E_4. e) E_5.

13. (ESPCEX (AMAN)) No triângulo retângulo isóceles XYZ, conforme desenho abaixo, em que $XZ = YZ = 3{,}0$ cm, foram colocadas uma carga elétrica puntiforme $Qx = +6$ nC no vértice X e uma carga elétrica puntiforme $Qy = +8$ nC no vértice Y.



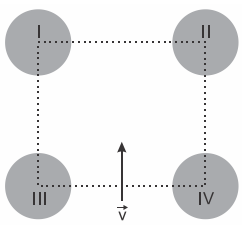
Desenho ilustrativo - fora de escala

A intensidade do campo elétrico resultante em Z, devido às cargas já citadas é

Dados: o meio é o vácuo e a constante eletrostática do vácuo é $k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

a) $2 \cdot 10^5$ N/C. c) $8 \cdot 10^4$ N/C. e) 10^5 N/C.
b) $6 \cdot 10^3$ N/C. d) 10^4 N/C.

14. (FUVEST) Os centros de quatro esferas idênticas, I, II, III e IV, com distribuições uniformes de carga, formam um quadrado. Um feixe de elétrons penetra na região delimitada por esse quadrado, pelo ponto equidistante dos centros das esferas III e IV, com velocidade inicial $\vec{v}$ na direção perpendicular à reta que une os centros de III e IV, conforme representado na figura.



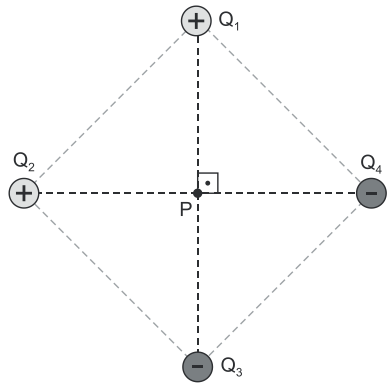
A trajetória dos elétrons será retilínea, na direção de $\vec{v}$, e eles serão acelerados com velocidade crescente dentro da região plana delimitada pelo quadrado, se as esferas I, II, III e IV estiverem, respectivamente, eletrizadas com cargas

Note e adote:

Q é um número positivo.

a) $+Q, -Q, -Q, +Q$
b) $+2Q, -Q, +Q, -2Q$
c) $+Q, +Q, -Q, -Q$
d) $-Q, -Q, +Q, +Q$
e) $+Q, +2Q, -2Q, -Q$

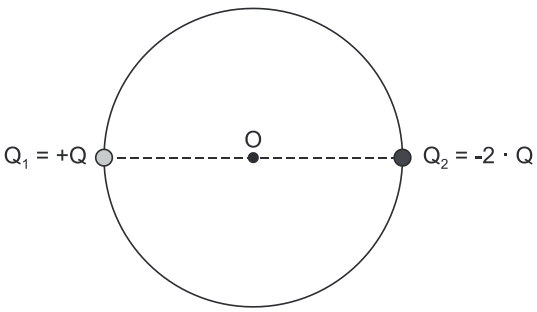
15. (FAMERP) Quatro cargas elétricas puntiformes, Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4, estão fixas nos vértices de um quadrado, de modo que $|Q_1|=|Q_2|=|Q_3|=|Q_4|$. As posições das cargas e seus respectivos sinais estão indicados na figura.



Se E for o módulo do campo elétrico no ponto P, centro do quadrado, devido à carga Q_1, o campo elétrico resultante no ponto P, devido à presença das quatro cargas, terá módulo

a) zero
b) $4 \cdot E$
c) $\sqrt{2} \cdot E$
d) $2 \cdot \sqrt{2} \cdot E$
e) $4 \cdot \sqrt{2} \cdot E$

16. (UEFS) Duas cargas elétricas puntiformes, Q_1 e Q_2, estão fixas sobre uma circunferência de centro O, conforme a figura.



Considerando que $\vec{E}$ representa o vetor campo elétrico criado por uma carga elétrica puntiforme em determinado ponto e que E representa o módulo desse vetor, é correto afirmar que, no ponto O:

a) $\vec{E}_2 = -2 \cdot \vec{E}_1$
b) $\vec{E}_2 = 2 \cdot \vec{E}_1$
c) $\vec{E}_2 = \vec{E}_1$
d) $E_2 = -E_1$
e) $E_2 = -2 \cdot E_1$

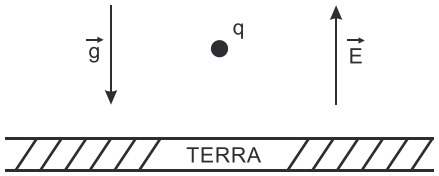
17. (ESPCEX (AMAN)) Considere uma esfera metálica de massa igual a 10^{-6} kg e carga positiva de 10^{-3} C. Ela é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial $v_0 = 50\,m/s$, em uma região onde há um campo elétrico uniforme apontado verticalmente para baixo, de módulo $E = 10^{-2}$ N/C.

A máxima altura que a esfera alcança, em relação ao ponto de onde foi lançada, é de

Dado: considere a aceleração da gravidade igual a $10\,m/s^2$.

a) 32,5 m.
b) 40,5 m.
c) 62,5 m.
d) 70,0 m.
e) 82,7 m.

18. (ESPCEX (AMAN)) Uma partícula de carga q e massa 10^{-6} kg foi colocada num ponto próximo à superfície da Terra onde existe um campo elétrico uniforme, vertical e ascendente de intensidade $E = 10^5$ N/C.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Sabendo que a partícula está em equilíbrio, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10\,m/s^2$, o valor da carga q e o seu sinal são respectivamente:

a) 10^{-3} μC, negativa
b) 10^{-5} μC, positiva
c) 10^{-5} μC, negativa
d) 10^{-4} μC, positiva
e) 10^{-4} μC, negativa

19. (CEFET) Considere os dados abaixo para resolver a(s) questão(ões), quando for necessário.

Constantes físicas

Aceleração da gravidade próximo à superfície da Terra: $g = 10\,m/s^2$

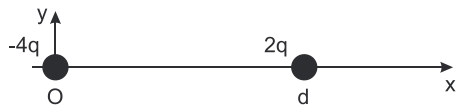
Aceleração da gravidade próximo à superfície da Lua: $g = 1{,}6\,m/s^2$

Densidade da água: $\rho = 1{,}0\,g/cm^3$

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3{,}0 \times 108\,m/s$

Constante da lei de Coulomb: $k_0 = 9{,}0 \times 10^9\ N \cdot m^2/C^2$

Duas cargas elétricas fixas estão separadas por uma distância d conforme mostra o esquema seguinte.



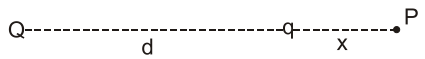
Os pontos sobre o eixo x, onde o campo elétrico é nulo, estão localizados em

a) $x = (2-\sqrt{2}) \cdot d$ e $x = (2+\sqrt{2}) \cdot d$.
b) $x = -(2-\sqrt{2}) \cdot d$ e $x = -(2+\sqrt{2}) \cdot d$.
c) $x = -(2-\sqrt{2}) \cdot d$ e $x = (2+\sqrt{2}) \cdot d$.
d) $x = (2-\sqrt{2}) \cdot d$.
e) $x = (2+\sqrt{2}) \cdot d$.

20. (UNIMONTES) Duas cargas puntiformes Q e q são separadas por uma distância d, no vácuo (veja figura). Se, no ponto P, o campo elétrico tem módulo nulo, a relação entre Q e q é igual a

Dado:

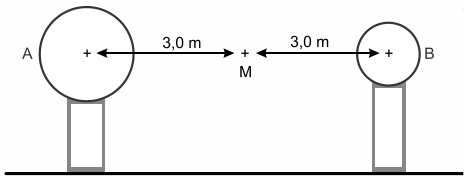
$K_0 = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$



a) $Q = -q\dfrac{(x+d)^2}{d^2}$.
b) $q = -Q\dfrac{(x+d)^2}{x^2}$.
c) $Q = -q\dfrac{(x+d)^2}{x^2}$.
d) $Q = -2q\dfrac{(x+d)^2}{x^2}$.

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

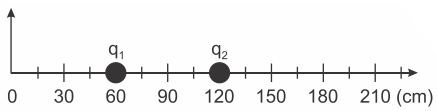
01. (FAMERP) Duas esferas metálicas de dimensões diferentes, situadas no ar, são eletrizadas e colocadas sobre suportes isolantes com seus centros distando 6,0 metros entre si. As esferas são unidas com um fio condutor até que atinjam o equilíbrio eletrostático, situação em que a esfera A fica eletrizada com carga positiva de valor 8,0 x 10^{-8} C e a esfera B com carga também positiva de valor 5,0 x 10^{-8} C.



a) Considerando que, para atingir o equilíbrio, 2,0 x 10^{11} elétrons foram transferidos entre as esferas, que a carga de cada elétron é, em módulo, 1,6 x 10^{-19} C e que o processo durou 4,0 x 10^{-6} segundos, calcule a intensidade média da corrente elétrica, em ampères, que percorreu o condutor nesse intervalo de tempo.

b) Considerando a constante eletrostática do ar igual a 9,0 x 10^{9} (N·m²)/C², calcule a intensidade do campo elétrico, em N/C, resultante da ação das cargas elétricas das duas esferas no ponto M.

02. (UFJF-PISM 3) Duas cargas elétricas, q_1 = +1μC e q_2 = -4 μC, estão no vácuo, fixas nos pontos 1 e 2, e separadas por uma distância d = 60 cm, como mostra a figura abaixo.



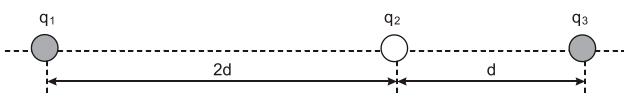
Como base nas informações, determine:

a) A intensidade, a direção e o sentido do vetor campo elétrico resultante no ponto médio da linha reta que une as duas cargas.

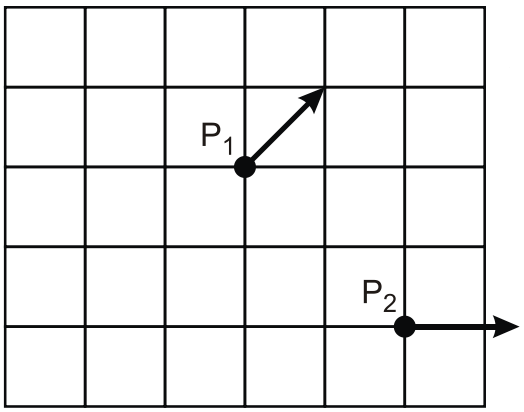
b) O ponto em que o campo elétrico resultante é nulo à esquerda de q_1.

03. (UFPE) Três cargas elétricas, q_1 = -16 μC, q_2 = +1,0 μC e q_3 = -4,0 μC, são mantidas fixas no vácuo e alinhadas, como mostrado na figura. A distância d = 1,0 cm. Calcule o módulo do campo elétrico produzido na posição da carga q_2, em V/m.

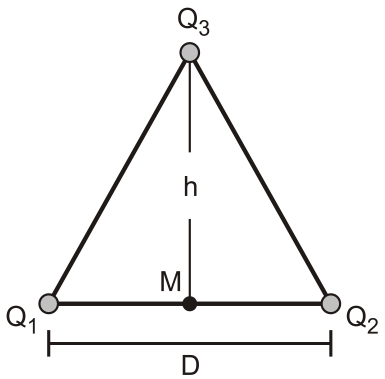
Dados:
Aceleração da gravidade: 10 m/s².
Densidade do mercúrio: 13,6 g/cm³.
Pressão atmosférica: 1,0 · 10^5 N/m².
Constante eletrostática: $k_0 = 1/4\pi\varepsilon 0 = 9{,}0 \cdot 10^9$ N·m²/C².



04. (UFPE) Uma carga elétrica puntiforme gera campo elétrico nos pontos P_1 e P_2. A figura a seguir mostra setas que indicam a direção e o sentido do vetor campo elétrico nestes pontos. Contudo, os comprimentos das setas não indicam os módulos destes vetores. O modulo do campo elétrico no ponto P_1 e 32 V/m. Calcule o modulo do campo elétrico no ponto P_2, em V/m.



05. (UFPE) Nos vértices de um triângulo isósceles são fixadas três cargas puntiformes iguais a Q_1 = +1,0 × 10^{-6} C; Q_2 = - 2,0 × 10^{-6} C; e Q_3 = +4,0 × 10^{-6} C. O triângulo tem altura h = 3,0 mm e base D = 6,0 mm. Determine o módulo do campo elétrico no ponto médio M, da base, em unidades de 10^9 V/m.



GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. A	05. E	09. B	13. E	17. C
02. D	06. D	10. B	14. C	18. D
03. B	07. A	11. C	15. D	19. E
04. D	08. D	12. B	16. B	20. C

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. a) $i_m = 8 \times 10^{-3}$ A.
b) E_R = 30 N/C.
02. a) E = 5 x 10^5 N/C.
b) x = 60 – 60 → x = 0.
03. E = 0.
04. E_2 = 16 V/m
05. 5·10^9 V/m

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES