ESTE MATERIAL TEM CARÁTER INFORMATIVO E EDUCATIVO
Se você gostou... visite nossas redes sociais

facebook.com/italovector
italovector

Visite também nosso site: italovector.com.br

SCAN ME

Capítulo 13 - Eletricidade

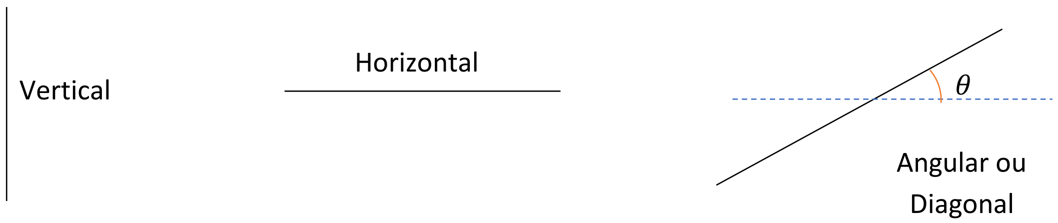
Aula 03 – Força Elétrica

1 – REVISÃO DE VETORES

A força elétrica é uma grandeza vetorial, ou seja, para ser perfeitamente compreendida, uma grandeza vetorial necessita de:

- **Módulo** (valor numérico) + Unidade;

- **Direção**
(linha geral)



- Sentido (especificação)	cima (+) Baixo (-)	Direita (+) Esquerda (-)	Nordeste, Sudoeste, etc.

Veja os exemplos:

a)

- 4 u

<u>Módulo:</u> 4 u (unidades)

<u>Direção:</u> Vertical

<u>Sentido:</u> Baixo

b)

3 u

<u>Módulo:</u> 3 u (unidades)

<u>Direção:</u> Horizontal

<u>Sentido</u>: Direita

c)

5 u

<u>Módulo:</u> 5 u (unidades)

<u>Direção:</u> Angular

Sentido: Nordeste

Obs: Há uma convenção que estabelece que o módulo (valor) do vetor será positivo se o vetor estiver para cima ou para a direita (+) e negativo se estiver para baixo ou para a esquerda (-)

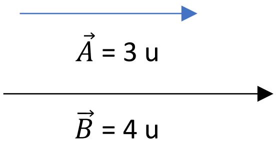
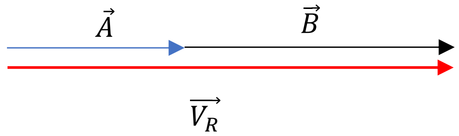
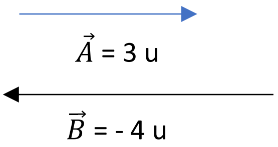
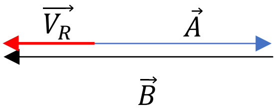
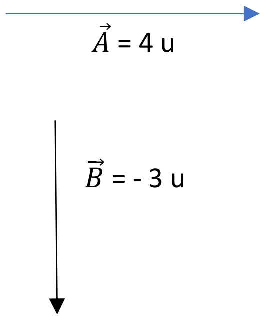
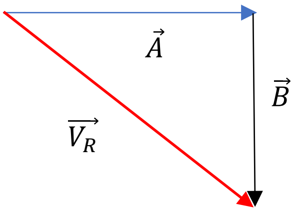
Para efetuar a operação de grandezas vetoriais existem algumas regrinhas, que vamos evidenciar melhor no **Capítulo 2.** Aqui na eletricidade normalmente usaremos a soma de vetores e aí nos cabe lembrar que a soma será conforme o ângulo entre os vetores; perceba que faremos uma separação entre:

Ângulo entre os vetores – Qual é o ângulo formado entre os dois vetores.

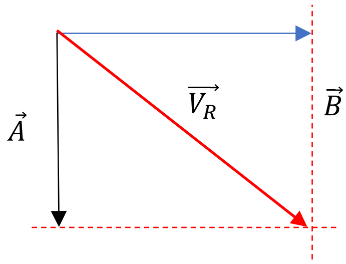
Vetor Resultante – É a representação da soma dos vetores, os dois vetores podem ser substituídos por apenas um vetor, que é chamado de vetor resultante ($\vec{V}_R$). É possível chegar na representação do vetor resultante usando a regra do polígono ou usando a regra do paralelogramo.

- ❖ Regra do polígono pode ser utilizada para <u>qualquer quantidade de vetores</u>
- ❖ Regra do paralelogramo pode ser utilizada <u>apenas para dois vetores, com direções diferentes.</u>

Módulo do Vetor Resultante – É o valor numérico que o vetor resultante assume, e não é simplesmente somar os dois módulos, é preciso entender que para cada ângulo, será calculado de uma forma diferente. Veja a tabela adiante:

Ângulo entre os vetores	**Vetor Resultante (Representação)**	**Módulo do Vetor Resultante (Valor)**
0º  Mesma direção e mesmo sentido	$\overrightarrow{V_R} = \vec{A} + \vec{B}$ Usamos a Regra do Polígono (Cabecinha na bundinha)  Essa é apenas a representação dos dois vetores, na extremidade de um vetor colocamos a origem do outro (regra do polígono)	Basta fazer a soma algébrica. $V_R = A + B$ Neste exemplo: $V_R = 3 + 4 = 7$ u
180º  Mesma direção e sentidos contrários, daí o módulo – 4, o sinal negativo indica apenas o sentido contrário.	$\overrightarrow{V_R} = \vec{A} + \vec{B}$ Usamos a Regra do Polígono (Cabecinha na bundinha)  Essa é apenas a representação dos dois vetores, na extremidade de um vetor colocamos a origem do outro (regra do polígono)	Basta fazer a soma algébrica. $V_R = A + B$ Neste exemplo: $V_R = 3 + (-4)$ $V_R = 3 - 4$ $V_R = -1$ u
90º  Direções e sentidos diferentes.	$\overrightarrow{V_R} = \vec{A} + \vec{B}$ Podemos usar a Regra do Polígono (Cabecinha na bundinha),  Essa é apenas a representação dos dois vetores, na extremidade de um vetor colocamos a origem do outro (regra do polígono). O vetor resultante parte da origem do primeiro vetor até a extremidade do último vetor	Pela geometria da figura, como existe um ângulo de 90º, o triângulo será retângulo, portanto... É possível utilizar o Teorema de Pitágoras $V_R^2 = A^2 + B^2$ Neste exemplo: $V_R^2 = 4^2 + (-3)^2$ $V_R^2 = 16 + 9$ $V_R^2 = 25$ u $V_R = 5$ u

Ou também podemos usar a Regra do Paralelogramo (bundinha com bundinha)



Essa é apenas a representação dos dois vetores, na origem de um vetor colocamos a origem do outro (regra do paralelogramo).

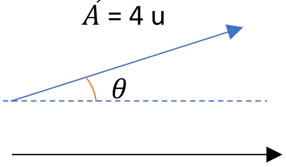
Traçamos as retas paralelas aos vetores - - - - - - - - - - -

O vetor resultante parte da origem dos vetores até o ponto de cruzamento entre as linhas paralelas aos vetores

Note que é possível representar os vetores de duas formas diferentes (regra do polígono ou regra do paralelogramo), mas o módulo será o mesmo.

OUTRO VALOR

$\vec{A}$ = 4 u



$\vec{B}$ = 4 u

O ângulo entre os vetores θ normalmente é: 30º, 45º ou 60º que são valores conhecidos.

Todavia, note que usando o ciclo trigonométrico:

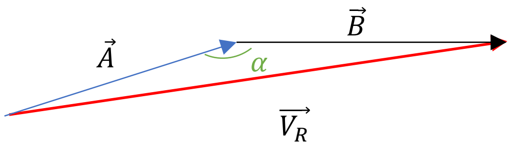
cos 60º = −cos 120º

cos 45º = −cos135º

cos 30º = −cos 150º

$$\vec{V_R} = \vec{A} + \vec{B}$$

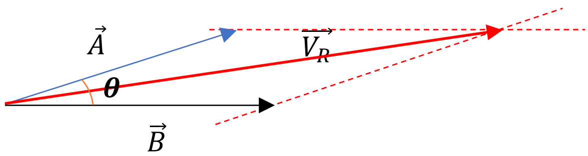
Podemos usar a Regra do Polígono (Cabecinha na bundinha),



Essa é apenas a representação dos dois vetores, na extremidade de um vetor colocamos a origem do outro (regra do polígono).

O vetor resultante parte da origem do primeiro vetor até a extremidade do último vetor

Ou também podemos usar a Regra do Paralelogramo (bundinha com bundinha)



Essa é apenas a representação dos dois vetores, na origem de um vetor colocamos a origem do outro (regra do paralelogramo)

Traçamos as retas paralelas aos vetores - - - - - - - - - - -

O vetor resultante parte da origem dos vetores até o ponto de cruzamento entre as linhas paralelas aos vetores

NÃO é possível utilizar o Teorema de Pitágoras, pois não há ângulo reto (90º), por isso usaremos a LEI DOS COSSENOS

Caso 01 – O vetor resultante V_R é oposto ao ângulo dado α

$$V_R^2 = A^2 + B^2 - 2.A.B.\cos\alpha$$

(esse caso é mais comum quando usamos a regra do polígono, a lei dos cossenos fica com sinal negativo).

Caso 02 – O vetor resultante V_R está cortando o ângulo dado θ

$$V_R^2 = A^2 + B^2 + 2.A.B.\cos\theta$$

(esse caso é mais comum quando usamos a regra do paralelogramo, a lei dos cossenos fica com sinal positivo).

Neste exemplo θ = 60º:

$$V_R^2 = 4^2 + (4)^2 + 2.4.4.\cos 60$$
$$V_R^2 = 16 + 16 + 2.16.(1/2)$$
$$V_R^2 = 48$$
$$V_R = 4\sqrt{3}\ u$$

Música – Fixação da soma de vetores

Se o ângulo for 0, soma bem sincero,
Se o ângulo é 180, subtrai e não inventa,
Se o ângulo é 90, faz Pitágoras e arrebenta,
E se for outro valor, Lei dos Cossenos meu amor

2 – A FORÇA ELÉTRICA

As cargas elétricas produzem em seu entorno um campo elétrico, a interação entre esses campos elétricos, produz a força elétrica. Seguindo o princípio de Atração e Repulsão que falamos na **Aula 01**, é possível perceber que as cargas de mesmo sinal se atraem (Fig. 01) e as de sinais contrários se repelem (Fig.02).

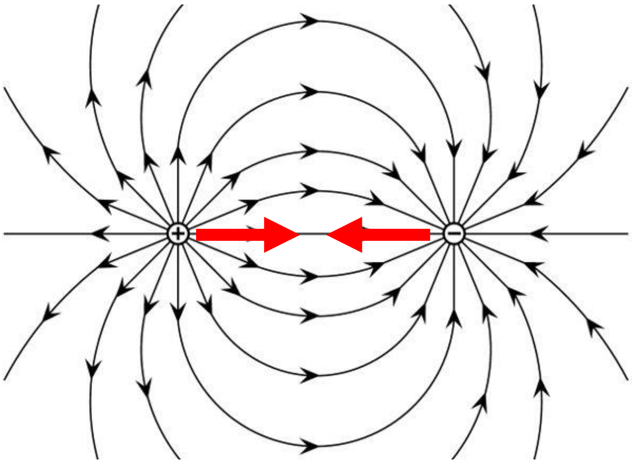


Fig. 01 – Campo elétrico de duas cargas OPOSTAS

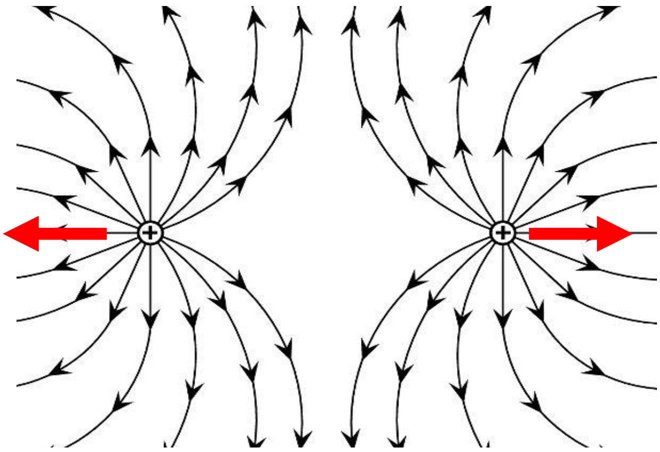
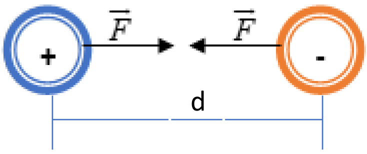


Fig. 02 – Campo elétrico de duas cargas IGUAIS

A força elétrica é uma grande vetorial, e portanto, deve ser analisada como um vetor; para ser completamente compreendida precisa de módulo, direção e sentido:

- **Tipo:** Força de Campo
- **Módulo:** Calculado a partir da Lei de Coulomb



$$F_{el} = \frac{K.|Q|.|q|}{d^2}$$

F: Força Elétrica (Unidade: N – Newton)

K: Constante eletrostática do meio (Cada meio tem um valor)

No vácuo: $K_0 = 9.10^9\ N.m^2/C^2$

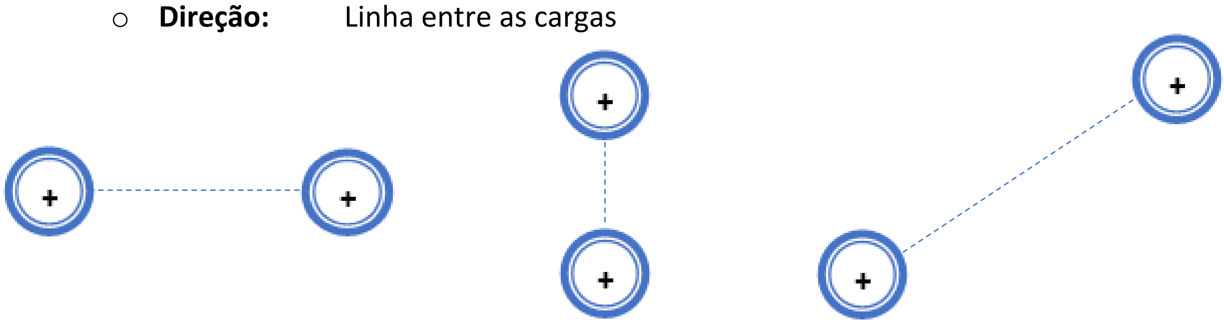
Sendo que: $K = \frac{1}{4\pi\xi}$ e ξ é a permissividade elétrica do meio, que no vácuo Vale: $\xi_0 = 8{,}85.10^{-12}\ C^2/N.m^2$

|Q| e |q|: Módulo das cargas elétricas (Unidade: C – Coulomb)

d: Distância entre as cargas elétricas (Unidade: m – metro)

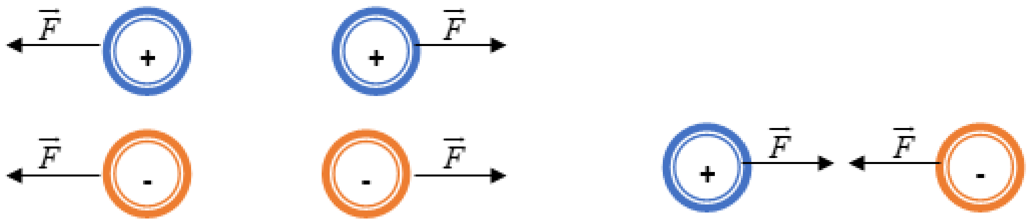
Obs: Quando a distância for dada em centímetros (cm) deverá ser passada para metros. O uso de notação científica, parece ser complicado, mas como a base é sempre a mesma, ajuda bastante os cálculos.

- **Direção:** Linha entre as cargas



- **Sentido:** Segue o princípio de Atração e Repulsão

(cargas de mesmo sinal – Repulsão) **(cargas de sinais contrários – Atração)**



<u>A força elétrica é diretamente proporcional ao módulo das cargas</u>

$$F_{el} \propto |Q|.|q|$$

Isso significa que se aumentarmos o módulo de uma das cargas (Q ou q) a força elétrica também irá aumentar (eq. 01) e consequentemente, se diminuirmos o módulo de uma das cargas, a força elétrica também irá diminuir (eq. 02).

$$\uparrow F_{el} \propto |Q|.|q| \uparrow \qquad \text{(eq.01)}$$

$$\downarrow F_{el} \propto |Q|.|q| \downarrow \qquad \text{(eq.02)}$$

<u>A força elétrica é inversamente proporcional ao QUADRADO da distância entre as cargas</u>

$$F_{el} \propto \frac{1}{d^2}$$

Isso significa que se aumentarmos a distância, a força será diminuída de forma quadrática e não de forma linear, tipo assim:

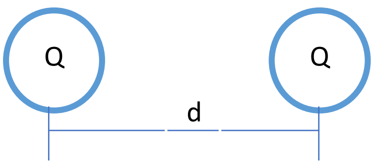


fig. 03 – Situação inicial

Inicialmente na **fig.03** temos que a força entre as duas cargas será:

$$F_{el} = \frac{K.Q^2}{d^2}$$

Mas se dobrarmos a distância entre as cargas for duplicada, seria natural pensar que a força elétrica cairia a metade, não é?

NÃO... Isso só aconteceria se a força e a distância fossem inversamente proporcionais (uma relação linear), mas aqui note que a fora é inversamente proporcional ao QUADRADO da distância, então...

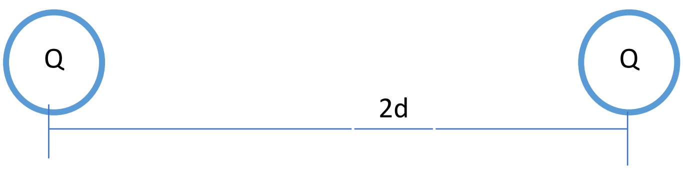


fig. 04 – Situação após alterar a distância

Agora, pela fig.04 teremos que a força entre as duas cargas será:

$$F_{el}' = \frac{K.Q^2}{2d^2} \quad \text{ou seja:} \quad F_{el}' = \frac{1}{4}.\frac{K.Q^2}{d^2} \quad \text{portanto:} \quad F_{el}' = \frac{F_{el}}{4}$$

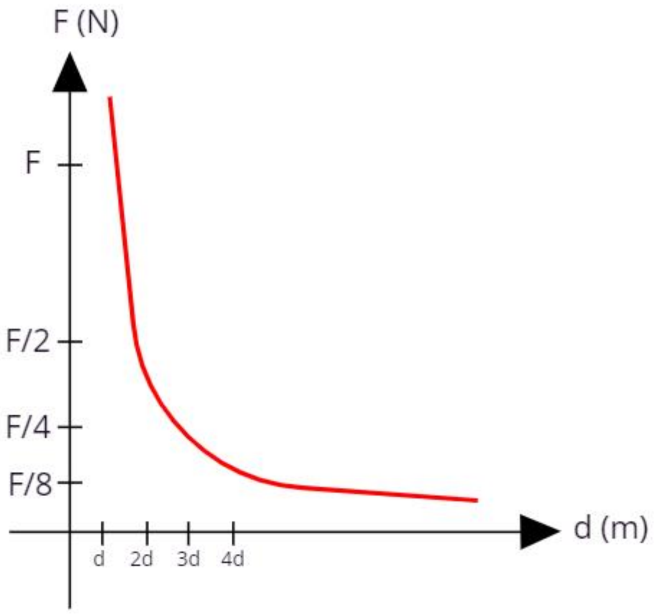
Percebemos assim que se a distância inicial foi multiplicada por 2, então a força será dividida por 2^2

Generalizando:

Se a distância for aumentada em **N** vezes → A Força elétrica será diminuída **N²** vezes

$$F_{el}' = \frac{F_{el}}{N^2}$$

Graficamente:



Exercícios – NÍVEL FÁCIL

1 - (UFJF MG/2015) A respeito da lei de Coulomb, marque a opção **CORRETA**.

a) A lei de Coulomb estabelece que a força elétrica é diretamente proporcional à distância entre duas cargas de mesmo sinal.

b) A lei de Coulomb estabelece que a força elétrica é inversamente proporcional ao produto entre duas cargas de mesmo sinal.

c) A lei de Coulomb estabelece que a força elétrica é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

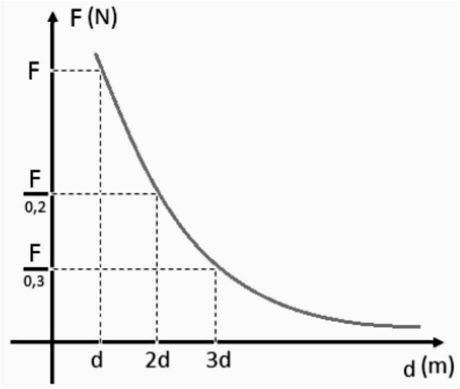
d) A lei de Coulomb estabelece que a força elétrica é inversamente proporcional ao produto das cargas e diretamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

e) A lei de Coulomb estabelece a força de atração entre os corpos.

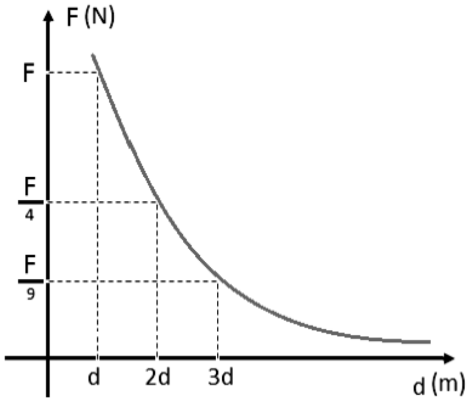
2 - (IFMT/2018) A lei de Coulomb descreve a interação entre as cargas elétricas. Toda carga elétrica não nula possui um campo elétrico que preenche todo o espaço ao seu redor, e, quando uma outra carga elétrica, designada carga de prova, está imersa no campo elétrico da carga originária, ela sofre uma força de atração ou repulsão, dependendo dos sinais das cargas. Na expressão matemática da lei de Coulomb, a força é proporcional ao valor das cargas elétricas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

Com base nessas informações, assinale a ÚNICA alternativa que descreve o gráfico $F \times d$, de acordo com a lei de Coulomb.

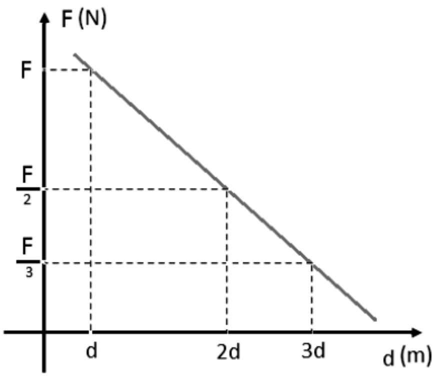
a)



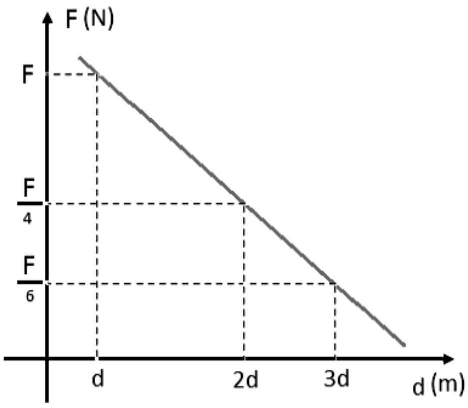
b)



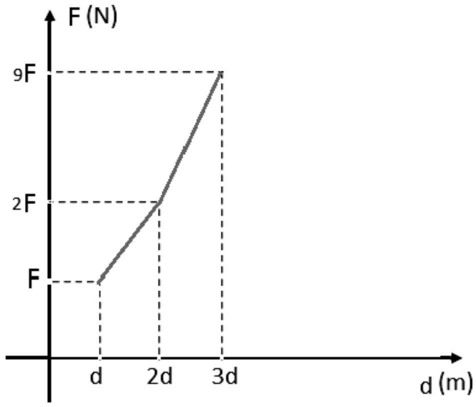
c)



d)



e)



3 - (PUCCAMP SP/2019) Duas partículas, A e B, eletrizadas com cargas positivas, são colocadas próximas uma da outra, no vácuo. Sabe-se que as massas das partículas são iguais e que a carga elétrica da partícula A é maior que a carga elétrica da partícula B. Considerando que sobre as partículas atuem apenas as forças de natureza eletrostática, de acordo com as *leis* de Coulomb e de Newton, imediatamente após serem soltas, as partículas se

a) repelem e ficam sujeitas à mesma aceleração.

b) repelem e a aceleração a que a partícula A fica sujeita é menor que a da partícula B.

c) repelem e a aceleração a que a partícula A fica sujeita é maior que a da partícula B.

d) atraem e ficam sujeitas à mesma aceleração.

e) atraem e a aceleração a que a partícula A fica sujeita é menor que a da partícula B.

4 - (FCM PB/2018) Para dois corpos carregados, respectivamente com cargas 2×10^{-5} C e -4×10^{-3} C, distantes 0,4 metros, qual o módulo da força de atração entre eles?

Dado: Constante eletrostática igual a $9 \times 10^{9} Nm^2/C^2$.

a) $4,5 \times 10^{3}$ N

b) 4×10^{4} N

c) 5×10^{3} N

d) 6×10^{6} N

e) 100 N

5 - (FCM PB/2017) Determine a força de atração entre dois corpos de carga 5×10^5C e $-2,5 \times 10^4$C distantes entre si 1,5 metros. Dado: constante eletrostática = 9×10^9 Nm^2 / C^2.

a) 1×10^{15} N

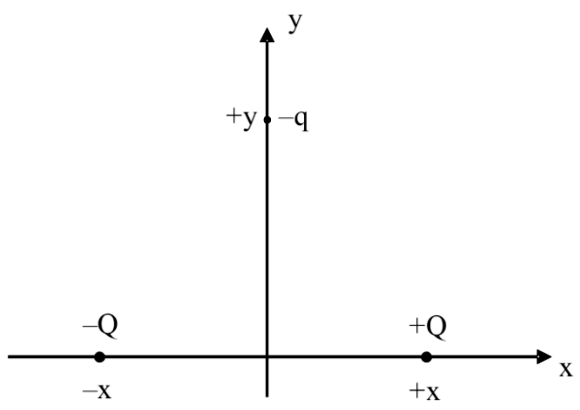
b) 2×10^{10} N

c) 3×10^{20} N

d) 1×10^{10} N

e) 5×10^{20} N

6 - (Mackenzie SP/2016) Dois corpos eletrizados com cargas elétricas puntiformes +Q e –Q são colocados sobre o eixo x nas posições +x e –x, respectivamente. Uma carga elétrica de prova –q é colocada sobre o eixo y na posição +y, como mostra a figura acima.



A força eletrostática resultante sobre a carga elétrica de prova

a) tem direção horizontal e sentido da esquerda para a direita.

b) tem direção horizontal e sentido da direita para a esquerda.

c) tem direção vertical e sentido ascendente.

d) tem direção vertical e sentido descendente.

e) é um vetor nulo.

Exercícios – NÍVEL MÉDIO

7 - (UEA AM/2016) Conhecer a constante eletrostática de uma substância nos possibilita selecionar qual o melhor meio para envolvermos corpos eletricamente carregados. Para uma forte interação entre esses corpos, pode-se utilizar o vácuo, que apresenta a maior constante eletrostática. Assim, para que houvesse uma menor interação entre duas cargas elétricas, q_1 = 2 μC e q_2 = 4 μC, colocadas a 40 cm uma da outra, foi utilizado o etanol e a medida da força de interação entre elas apresentou intensidade igual a 18×10^{-3} N. Nessa interação a constante eletrostática K no etanol tem valor, em N $\cdot$ m^2/C^2, igual a

a) $3,6 \times 10^8$.

b) $5,2 \times 10^8$.

c) $7,4 \times 10^8$.

d) $8,6 \times 10^8$.

e) $9,0 \times 10^8$.

8 - (Mackenzie SP/2018) Duas cargas elétricas +6,0 μC e +1,0 μC estão fixadas em uma região no vácuo a uma distância de 1,0 m uma da outra. A força resultante que atua em uma carga de –2,0 μC, colocada entre elas, será igual a zero, quando esta estiver a uma distância da carga de +1,0 μC de, aproximadamente,

Considere: $\sqrt{2} = 1,4$ e $\sqrt{3} = 1,7$

a) 0,3 m

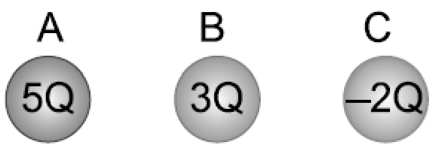
b) 0,4 m

c) 0,5 m

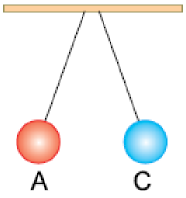
d) 0,7 m

e) 1,2 m

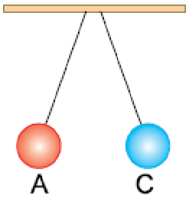
9 - (UNESP/2015) Em um experimento de eletrostática, um estudante dispunha de três esferas metálicas idênticas, A, B e C, eletrizadas, no ar, com cargas elétricas 5Q, 3Q e –2Q, respectivamente.



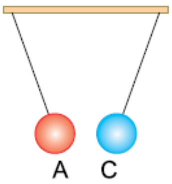
Utilizando luvas de borracha, o estudante coloca as três esferas simultaneamente em contato e, depois de separá-las, suspende A e C por fios de seda, mantendo-as próximas. Verifica, então, que elas interagem eletricamente, permanecendo em equilíbrio estático a uma distância d uma da outra. Sendo k a constante eletrostática do ar, assinale a alternativa que contém a correta representação da configuração de equilíbrio envolvendo as esferas A e C e a intensidade da força de interação elétrica entre elas.

a) 

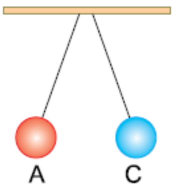
e $F = \frac{10kQ^2}{d^2}$

b) 

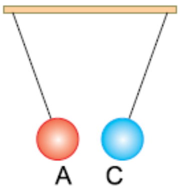
e $F = \frac{4kQ^2}{d^2}$

c) 

e $F = \frac{10kQ^2}{d^2}$

d) 

e $F = \frac{2kQ^2}{d^2}$

e) 

e $F = \frac{4kQ^2}{d^2}$

10 - (UFJF MG/2017) Duas pequenas esferas condutoras idênticas estão eletrizadas. A primeira esfera tem uma carga de 2Q e a segunda uma carga de 6Q. As duas esferas estão separadas por uma distância d e a força eletrostática entre elas é F1. Em seguida, as esferas são colocadas em contato e depois separadas por uma distância 2d. Nessa nova configuração, a força eletrostática entre as esferas é F2. Pode-se afirmar sobre a relação entre as forças F1 e F2, que:

a) F1 = 3 F2.

b) F1 = F2/12.

c) F1 = F2/3 .

d) F1 = 4 F2.

e) F1 = F2.

11 - (UEA AM/2016) Duas cargas elétricas, q_1 e q_2, apresentam, quando separadas a uma distância r uma da outra, uma intensidade da força de interação entre elas igual a F. Se as duas cargas forem duplicadas e a distância entre elas for reduzida à metade, a intensidade da força de interação entre essas duas cargas será igual a

a) $\frac{1}{2}F$

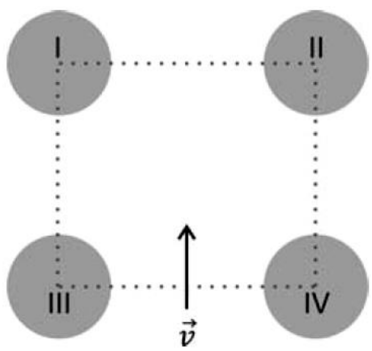
b) $\frac{1}{4}F$

c) 4 F

d) 8 F

e) 16 F

12 - (FUVEST SP/2016) 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

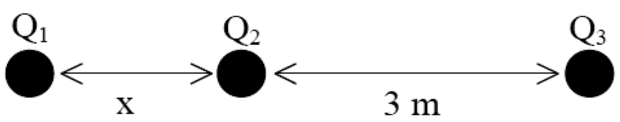
c) +Q, +Q, –Q, –Q

d) –Q, –Q, +Q, +Q

e) +Q, +2Q, –2Q, –Q

13 - (UNIMONTES MG/2015)

Três cargas Q_1 = 16 C, Q_2 = –9 C e Q_3 estão posicionadas conforme figura abaixo. O valor de x, em metros, para que a força coulombiana resultante em Q_3 seja nula, é de



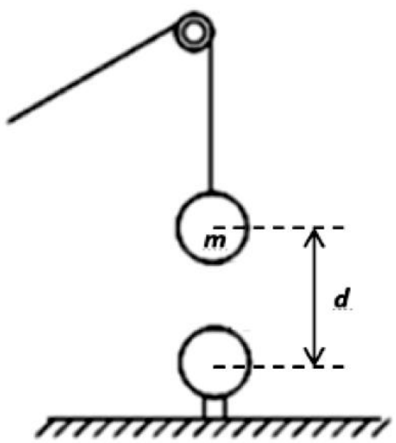
a) 4.

b) 3.

c) 2.

d) 1.

14 - (Fac. Israelita de C. da Saúde Albert Einstein SP/2017) Observe a figura abaixo onde duas esferas de massas iguais a **m** estão eletrizadas com cargas elétricas Q, iguais em módulo, porém de sinais contrários. Estando o sistema em equilíbrio estático, determine a distância d entre os centros das esferas. Adote o módulo da aceleração da gravidade igual a g, a constante eletrostática do meio igual a k e a tração na corda igual a T.



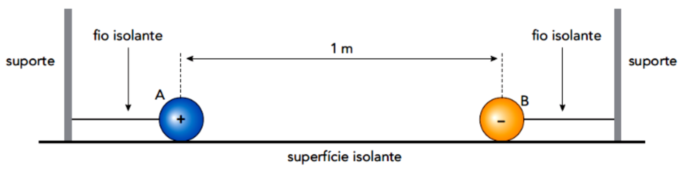
a) $d = |Q| \cdot \sqrt{\dfrac{k}{T - (m \cdot g)}}$

b) $d = |Q| \cdot \sqrt{\dfrac{T - (m \cdot g)}{k}}$

c) $d = \sqrt{\dfrac{T - (m \cdot g)}{k \cdot |Q|}}$

d) $d = \dfrac{1}{|Q|} \cdot \sqrt{\dfrac{k \cdot T}{m \cdot g}}$

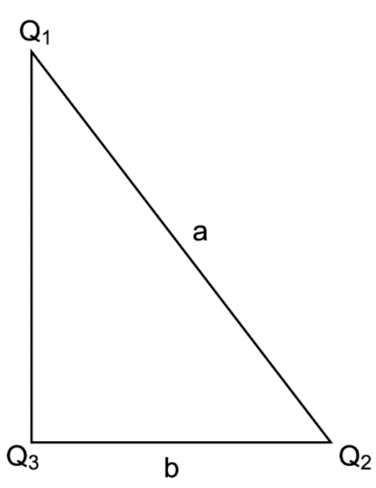
15 - (UERJ/2018) O esquema abaixo representa as esferas metálicas A e B, ambas com massas de 10^{-3} kg e carga elétrica de módulo igual a 10^{-6} C. As esferas estão presas por fios isolantes a suportes, e a distância entre elas é de 1 m.



Admita que o fio que prende a esfera A foi cortado e que a força resultante sobre essa esfera corresponde apenas à força de interação elétrica.

Calcule a aceleração, em m/s^2, adquirida pela esfera A imediatamente após o corte do fio.

16 - (UESB BA/2017)



Três cargas puntiformes, Q_1, Q_2 e Q_3, respectivamente iguais a $2{,}0\ \mu C$, $-3{,}0\ \mu C$ e $4\ \mu C$, são dispostas nos vértices de um triângulo retângulo, conforme mostra a figura. Considerando-se a constante eletrostática igual a $9{,}0 \times 10^9 N.m^2/C^2$ e as distâncias a e b, respectivamente iguais a 5,0cm e 3,0cm, é correto afirmar que o valor aproximado da intensidade da força resultante sobre a carga Q_3, em kN, é igual a

01. 0,11

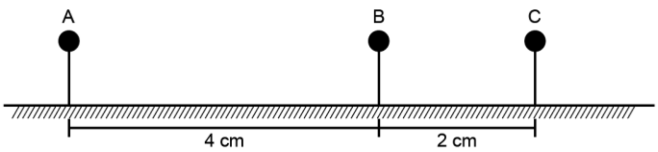
02. 0,13

03. 0,15

04. 0,17

05. 0,19

17 - (PUC RS/2016) Considere as informações que seguem. Três esferas de dimensões desprezíveis A, B e C estão eletricamente carregadas com cargas elétricas respectivamente iguais a 2q, q e q. Todas encontram-se fixas, apoiadas em suportes isolantes e alinhadas horizontalmente, como mostra a figura abaixo:



O módulo da força elétrica exercida por B na esfera C é F. O módulo da força elétrica exercida por A na esfera B é

a) F/4

b) F/2

c) F

d) 2F

e) 4F

18 - (UFRR/2017) Um professor de física quer descobrir as massas de dois corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal. Ele sabe apenas que a soma das duas massas é 15 g. Para resolver o problema ele faz o seguinte experimento: Num tubo vertical transparente evacuado e estreito, de modo a restringir qualquer movimento na horizontal, coloca o corpo de maior massa no fundo e, posteriormente coloca o segundo corpo dentro do tubo e verifica que devido à repulsão elétrica, o corpo de menor massa fica suspenso no ar, a uma altura H_1 do corpo de maior massa. Em seguida ele inverte a posição dos corpos e verifica que o de maior massa fica suspenso numa altura $H_2 = \frac{H_1}{2}$. Com essas informações, o professor conclui que as massas são

a) 12 g e 3 g;

b) 9 g e 6 g;

c) 10 g e 5 g;

d) 8 g e 7 g;

e) 13 g e 2 g.

19 - (UDESC/2016) Duas pequenas esferas estão separadas por uma distância de 30 cm. As duas esferas repelem-se com uma força de $7{,}5 \times 10^{-6}$ N. Considerando que a carga elétrica das duas esferas é 20 nC, a carga elétrica de cada esfera é, respectivamente:

a) 10 nC e 10 nC

b) 13 nC e 7 nC

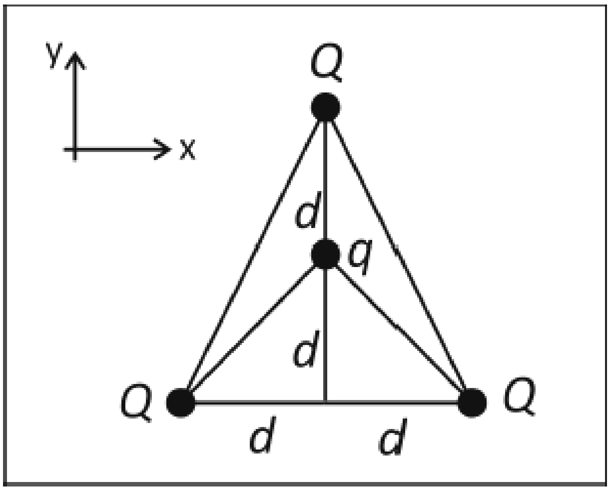
c) 7,5 nC e 10 nC

d) 12 nC e 8 nC

e) 15 nC e 5 nC

Exercícios – NÍVEL DIFÍCIL

20 - (FUVEST SP/2019) Três pequenas esferas carregadas com carga positiva *Q* ocupam os vértices de um triângulo, como mostra a figura. Na parte interna do triângulo, está afixada outra pequena esfera, com carga negativa *q*. As distâncias dessa carga às outras três podem ser obtidas a partir da figura. **A constante k_0 da lei de Coulomb vale 9×10^9 N m²/C²**



Sendo $Q = 2 \times 10^{-4}$ C, $q = -2 \times 10^{-5}$ C e d = 6m, a força elétrica resultante sobre a carga *q*

a) é nula.

b) tem direção do eixo y, sentido para baixo e módulo 1,8 N.

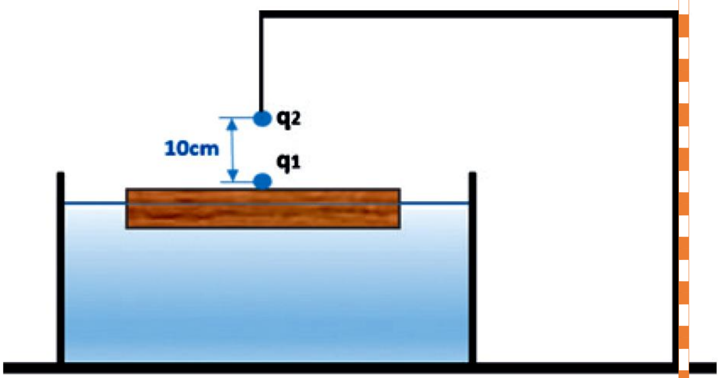
c) tem direção do eixo y, sentido para cima e módulo 1,0 N.

d) tem direção do eixo y, sentido para baixo e módulo 1,0 N.

e) tem direção do eixo y, sentido para cima e módulo 0,3 N.

21 - (PUC SP/2019) Uma placa retangular de madeira Pinus elliottii, cuja densidade é igual a 0,5g/cm³, possui as seguintes dimensões de arestas: 20cm x 40cm x 8cm. Ela encontra-se boiando em equilíbrio no interior de uma cuba preenchida com benzeno, cuja densidade é de 0,9 g/cm³. Depois de um certo instante, no centro da superfície emersa da placa de madeira, é fixada uma pequenina esfera metálica, de massa desprezível e eletrizada com carga $q_1 = -1{,}0\,\mu C$. Então, o sistema "madeira+esfera" é posicionado abaixo de um outro sistema formado por uma pequenina esfera metálica, idêntica àquela fixada na madeira, um fio isolante e um suporte também isolante. Essa segunda esferinha metálica está eletrizada com carga $q_2 = +20{,}0\,\mu C$. A distância entre os centros das esferas, consideradas pontuais, é de 10cm, conforme indica a figura.

Após alguns segundos, verifica-se o equilíbrio dos sistemas. Nas condições de equilíbrio, determine a razão aproximada, em porcentagem (%), entre os volumes imersos da placa de madeira com e sem a presença das esferinhas metálicas:



a) 55.

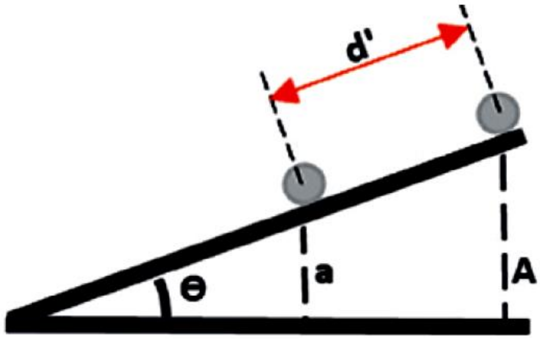
b) 50.

c) 45.

d) 35.

22 - (PUC SP/2019) Uma partícula esférica eletrizada com carga de módulo igual a q, de massa m, quando colocada em uma superfície plana, horizontal, perfeitamente lisa e com seu centro a uma distância d do centro de outra partícula eletrizada, fixa e também com carga de módulo igual a q, é atraída por ação da força elétrica, adquirindo uma aceleração α. Sabe-se que a constante eletrostática do meio vale K e o módulo da aceleração da gravidade vale g.

Determine a nova distância d', entre os centros das partículas, nessa mesma superfície, porém, com ela agora inclinada de um ângulo θ, em relação ao plano horizontal, para que o sistema de cargas permaneça em equilíbrio estático:



a) $d' = \frac{P \cdot sen\theta \cdot k \cdot q^2}{(A - a)}$

b) $d' = \frac{k \cdot q^2}{P(A - a)}$

c) $d' = \frac{P \cdot k \cdot q^2}{(A - a)}$

d) $d' = \frac{k \cdot q^2 \cdot (A - a)}{P \cdot sen\theta}$

GABARITO

1 - C

2 - B

3 - A

4 - A

5 - E

6 - A

MÉDIAS

7 - A

8 - A

9 - B

10 - A

11 - E

12 - C

13 - D

14 - A

15:

$$F_E = F_R \rightarrow \frac{K \times q_1 \times q_2}{d^2} = m \times a$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{1^2} = 10^{-3} \times a$$

$$a = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{10^{-3}} = 9m/s^2$$

16 - 02

17 - B

18 - A

19 - E

DIFÍCEIS

20 - E

21 - C

22 - B