

Aula 00

*Marinha do Brasil - Complementares de
Oficiais CP-QC-CA/FN/IM (Concentração
em Sistemas de Armas) Física - 2025
(Pós-Edital)*

Autor:
Vinicius Silva

07 de Abril de 2024

Sumário

1 - Introdução.....	2
2 - Carga elétrica e Força elétrica (Lei de Coulomb).....	2
2.1 – Interação entre cargas elétricas.....	3
2.2 – Lei de Coulomb.....	4
3 - Campo elétrico.....	8
3.1 – Linhas de campo ou linhas de força.....	8
3.2 – Módulo do campo elétrico.....	11
3.3 – Campo elétrico uniforme.....	13
4 - Trabalho, Energia e Potencial Eletrostático.....	14
4.1 – Potencial Elétrico.....	14
4.2 – Energia potencial eletrostática.....	15
4.3 – Comportamento das cargas nos campos elétricos.....	16
4.4 – Trabalho da força elétrica.....	17
4.5 – Superfícies equipotenciais.....	19
4.6 – Condutores em equilíbrio eletrostático.....	21
4.7 – Capacidade elétrica ou capacitância.....	23
4.8 – Cálculo da energia elétrica consumida por um aparelho.....	25
Questões Comentadas.....	26
Lista de Questões.....	60
Gabarito.....	76
FÓRMULAS MAIS UTILIZADAS NA AULA.....	77



1 - Introdução.

Olá meus amigos e amigas do Estratégia Concursos!

O que vamos fazer nessa e nas próximas páginas é entender de forma ampla e completa o tema da eletrostática, através de teoria completa de Força Elétrica, Campo Elétrico, Potencial Elétrico e Energia Potencial Elétrica.

Abraço.

Prof. Vinicius Silva.

2 - Carga elétrica e Força elétrica (Lei de Coulumb)

Bom, nesse início vamos ver as bases da eletricidade, que é o conceito de carga elétrica, suas implicações e a Lei de Coulomb, que introduz a ideia de força elétrica.

A carga elétrica é uma característica que todo corpo possui em relação à sua eletrização.

É necessário entender quais os três tipos de partículas elementares que têm relação com a carga elétrica.



Próton +	Carga elétrica positiva
Elétron -	Carga elétrica negativa
Nêutron	Carga elétrica nula

A carga elétrica de um corpo pode ser positiva, negativa ou nula, de acordo com a seguinte relação:

1. Quando um corpo possui **mais prótons do que elétrons** \Rightarrow **carga elétrica positiva**.
2. Quando um corpo possui **mais elétrons do que prótons** \Rightarrow **carga elétrica negativa**.

3. Quando um corpo possui o número de prótons igual ao número de elétrons \Rightarrow carga elétrica nula.

OBS.: Cuidado! Geralmente, em provas, a banca induz você ao erro com a seguinte assertiva: “um corpo neutro não apresenta carga elétrica”. O item está **FALSO**, pois o corpo neutro possui carga elétrica sim, mas não há saldo positivo, nem negativo ele está “zerado” não possui nem prótons a mais, nem elétrons a mais, ou seja, o corpo pode ser considerado neutro.

Aos valores das cargas do elétron e do próton são iguais em módulo e é chamada de carga elementar.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

A diferença entre a carga de um próton e de um elétron está apenas no sinal, que é positivo e negativo, respectivamente.

Para finalizar a ideia de carga elétrica, basta lembrar que a carga elétrica é quantizada, ou seja, ela é sempre um múltiplo inteiro da carga elementar.

$$\begin{aligned} |Q| &= n \cdot e \\ n &\in \mathbb{Z}_+ \end{aligned}$$

2.1 – Interação entre cargas elétricas

Agora que você sabe o que é uma carga elétrica, quais os tipos e quando um corpo está carregado positivamente e negativamente, vamos entender como as cargas elétricas interagem umas com as outras.

Existem dois tipos de interação:

- **Atração:**

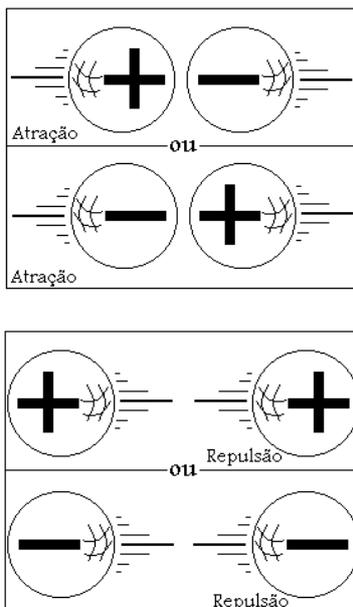
A atração ocorre quando duas cargas de sinais opostos são postas próximas uma da outra. Aqui vale a máxima: “os opostos se atraem”.

- **Repulsão:**

A repulsão ocorre entre duas cargas de mesmo sinal, sejam elas positivas ou negativas.

Resumindo:





Essa parte de interação é simples e rápida.

Vamos agora entender no próximo tópico a quantização da atração ou repulsão.

2.2 – Lei de Coulomb

A Lei de Coulomb traduz matematicamente de que depende o valor da força de atração ou repulsão entre duas cargas elétricas.

A força eletrostática entre duas cargas elétricas puntiformes (de dimensões desprezíveis) é diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas elétricas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas.

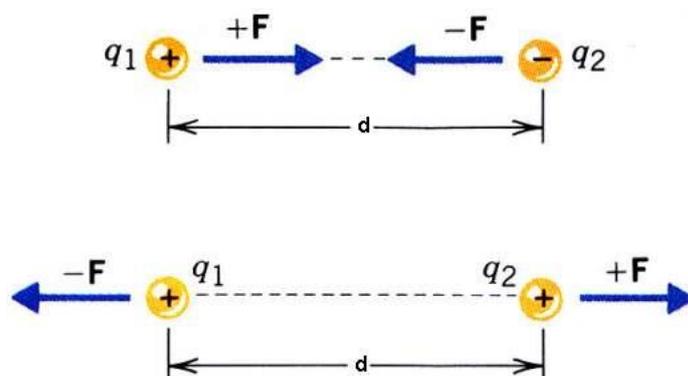
Assim,



$$|\vec{F}| = \frac{K \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Essa fórmula define o módulo da força elétrica entre duas cargas elétricas puntiformes.

A direção da força é sempre a da linha que liga as duas cargas e o sentido irá depender do tipo de força, se de repulsão ou atração.



Na figura acima você observa o exemplo de duas cargas elétricas sofrendo atração (primeira figura) e repulsão (segunda figura).

Lembre-se ainda de que a força de tração/repulsão eletrostática entre duas cargas é um vetor e por isso deve ser operada vetorialmente, de acordo com as regras da resultante de vetores, considerando-se a direção e o sentido dos vetores.

2.2.1 – Constante eletrostática

A constante de proporcionalidade que apareceu na fórmula da força eletrostática é a chamada constante eletrostática do meio no qual estão inseridas as cargas elétricas.

Trata-se de uma característica do meio, ou seja, varia de acordo com o meio.

Abaixo segue uma tabela com os valores da constante eletrostática de alguns meios:



	K (N. m²/C²)
Vácuo	9,0 . 10 ⁹
Ar seco	≅ 9,0.10 ⁹
Benzeno	2,3 . 10 ⁹
Petróleo	3,6 . 10 ⁹
Etanol	3,6 . 10 ⁸
Água	1,1 . 10 ⁸

Geralmente vamos utilizar a constante eletrostática do vácuo, que é praticamente igual à constante eletrostática do ar seco.

2.2.2 – Permissividade eletrostática do meio

A permissividade eletrostática do meio também é uma constante, que depende do meio no qual inseridas as cargas, e pode aparecer em uma questão de força elétrica, pois há uma relação matemática entre a constante eletrostática e a permissividade elétrica do meio.

$$K = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}$$

A permissividade elétrica do meio é o ϵ_0 que aparece na fórmula acima.

Abaixo segue uma tabela com os valores respectivos das permissividades elétricas de acordo com o meio:

Material	ϵ (pF/m)	Material	ϵ (pF/m)
Óleo mineral	19,5	Látex	de 20 a 50
Acetona	191	Madeira	de 10 a 60
Ar	8,84	Papelão	49,5
Água destilada	707	PVC	de 30 a 40
Baquelita	de 50 a 80	Vidro	de 40 a 60

Calculando a constante eletrostática de acordo com a fórmula, para o vácuo:



$$K = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 8,84 \cdot 10^{-12}} = 9,0 \cdot 10^9 (SI)$$

A assim por diante, poderíamos calcular as constantes eletrostáticas de todos os meios acima, veja que a potência de 10^{-12} foi utilizada, pois a permissividade elétrica está em unidades **pF/m**, o "p" significa 10^{-12} .

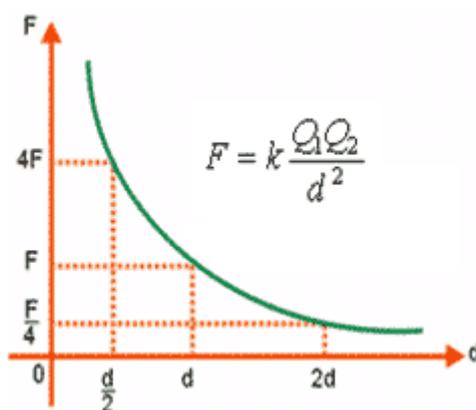
A fórmula da força eletrostática entre duas cargas pode ser modificada então para:



$$|\vec{F}| = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Fique ligado, pois a fórmula é a mesma, apenas utilizando-se a permissividade no lugar da constante eletrostática.

A dependência da força com a distância é algo muito relevante para provas. Note que a força é inversamente proporcional à distância, no entanto a força é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Assim, graficamente podemos dizer:



Assim, se a distância se reduz à metade, então a força reduz a um quarto do que era inicialmente.

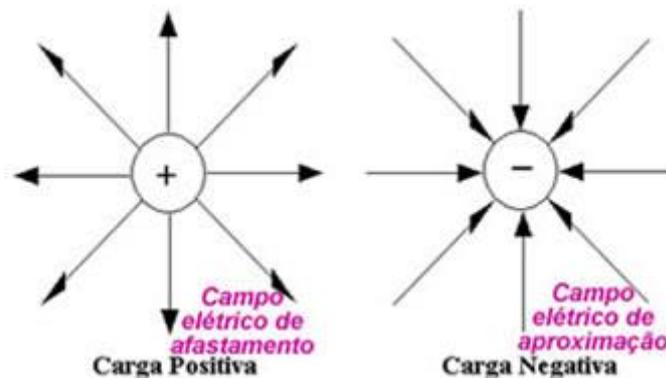


3 - Campo elétrico

O campo elétrico é outra grandeza física da eletricidade.

Toda carga elétrica gera ao seu redor um campo de ação no qual toda carga que é inserida sofre uma força elétrica.

A depender da carga, esse campo pode ser divergente ou convergente.



Veja que a carga elétrica positiva gera um campo elétrico divergente enquanto a carga elétrica negativa gera um campo elétrico convergente.

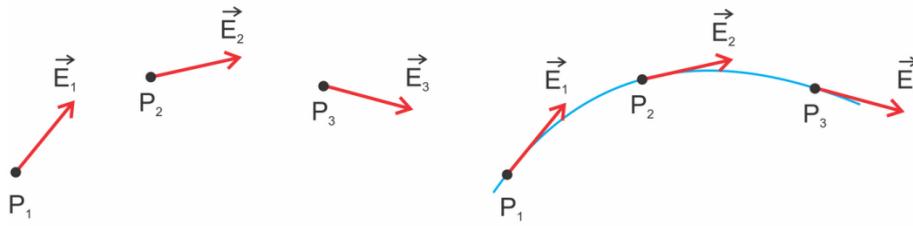
3.1 – Linhas de campo ou linhas de força

Linhas de campo são linhas que caracterizam geometricamente o campo elétrico em um determinado local.

As linhas de campo do campo elétrico gerado por uma carga positiva são as retas radiais que têm como origem a carga pontual assim como o são também as linhas de campo na carga negativa, porém em sentido contrário.

Podemos resumir então a definição de linhas de campo com a seguinte expressão:

Linhas de campo são linhas, retas ou não, que tangenciam o vetor campo elétrico resultante em um ponto do espaço.



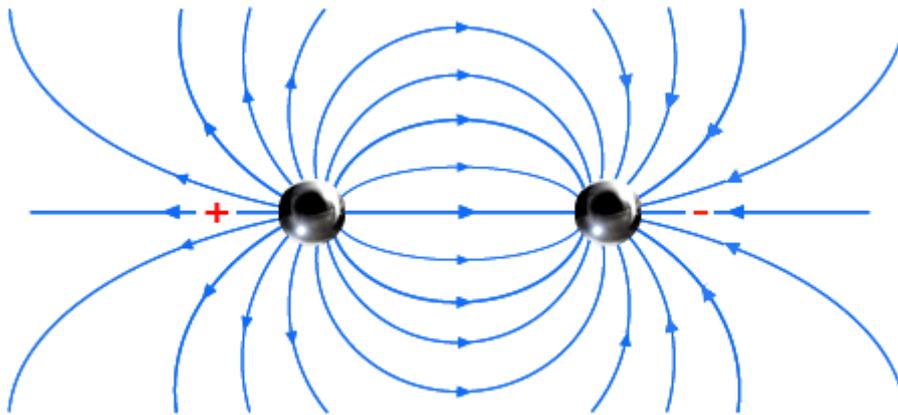
As consequências mais relevantes desse fato são as seguintes:

- Linhas de campo ou linhas de força nunca se cruzam, pois caso se cruzassem, haveria dois campos elétricos resultantes em um ponto do espaço, quando na verdade só pode existir um campo resultante.
- Linhas de campo nunca são linhas fechadas.

Assim, você acabou de entender qual será o sentido e a direção de um campo elétrico gerado por uma carga puntiforme. Resta-nos, nesse início, aprender a fórmula para o cálculo do módulo do campo elétrico.

Outro fato interessante acerca das linhas de força é o fato de que o campo elétrico é mais intenso nos locais em que as linhas de campo são mais próximas.

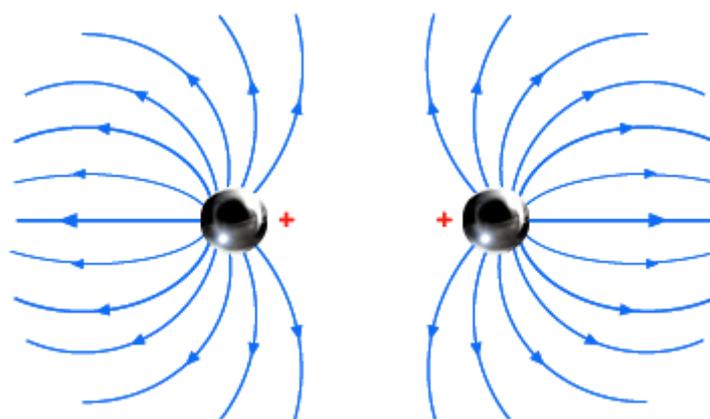
Veja abaixo a representação em que constam as linhas de campo geradas por duas cargas puntiformes:



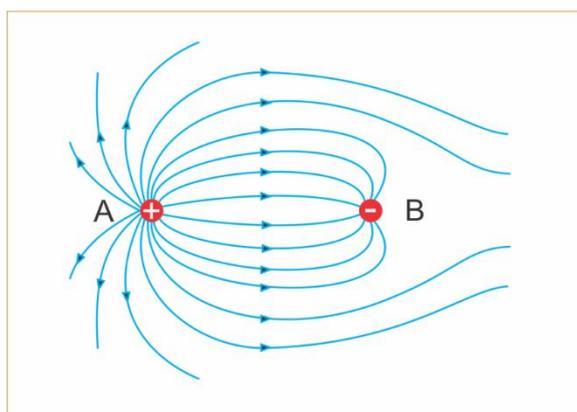
A simetria da figura garante que os módulos das cargas são iguais, porém de sinais opostos.



Professor, como seria um esquema de linhas de força representando cargas de sinais opostos e de cargas cujos módulos são diferentes?



O esquema acima representa cargas de sinais iguais sendo ambas positivas.



Note que as linhas são divergentes em A, então a carga de A é positiva; por outro lado, as linhas convergem para B, então a carga de B é negativa.

Observe ainda que o número de linhas de campo que partem de A é maior do que as que chegam em B, isso significa que o módulo da carga elétrica de A é maior que o da carga elétrica de B.

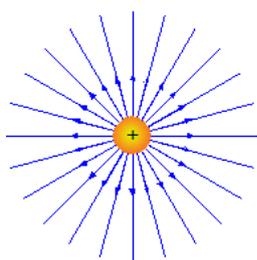
3.2 – Módulo do campo elétrico

O módulo do campo elétrico será obtido de acordo com a definição de campo elétrico.

$$\vec{F} = \vec{E}.q$$

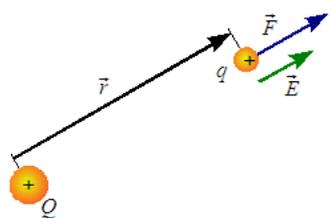
Dessa fórmula podemos encontrar o sentido da força elétrica de uma carga inserida em um campo elétrico.

- Se a carga for positiva, a força tem o mesmo sentido do campo elétrico.



Linhas de campo.
Quando a fonte do campo é uma carga positiva, o campo é divergente.

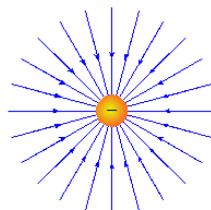
Uma carga de prova positiva fica sujeita a uma força paralela e no mesmo sentido do campo.



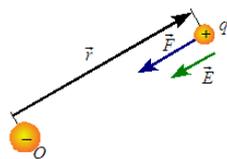
interferenciafisica.blogspot.com

- Se a carga for negativa, a força tem o sentido oposto ao do campo elétrico.

Linhas de campo.
Quando a fonte do campo é uma carga negativa, o campo é convergente.



Uma carga de prova positiva fica sujeita a uma força paralela e no mesmo sentido do campo.



interferenciafisica.blogspot.com

Isso é uma decorrência simples do fato de que a força é igual ao vetor campo elétrico multiplicado por uma constante que pode ser positiva ou negativa; sendo está positiva, os dois possuirão sentidos iguais, se negativa, sentidos opostos.

Agora fica fácil encontrar o módulo do campo elétrico gerado por uma carga elétrica puntiforme.

Vamos raciocinar: Se a força sobre uma carga "q" é dada por:

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

Quando inserida em um campo elétrico gerado por uma carga Q, então:



$$\begin{aligned} |\vec{F}| &= |\vec{E}| \cdot |q| \\ |\vec{E}| &= \frac{|\vec{F}|}{|q|} = \frac{K \cdot |Q| \cdot |q|}{d^2} \\ |\vec{E}| &= \frac{K \cdot |Q|}{d^2} \end{aligned}$$

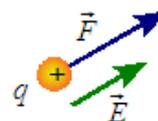
A unidade no sistema internacional de unidades, para o campo elétrico, é o **N/C (newton/coulomb)**.

Observe na figura abaixo o campo elétrico gerado por uma carga:

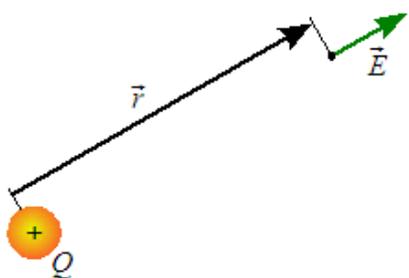


A intensidade do campo pode ser calculada em função da força e da carga de prova...

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



... ou em função da carga fonte e da distância da fonte ao ponto onde se quer calcular.

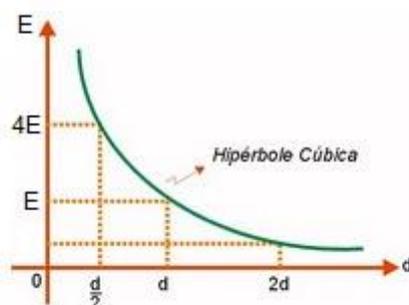


$$E = \frac{k \cdot Q}{r^2}$$

interferenciafisica.blogspot.com

O gráfico da força elétrica em função da distância também é importante, pois é através dele que podemos verificar o módulo do campo elétrico em função da distância, matematicamente.

Mais uma vez são duas grandezas inversamente proporcionais, no entanto, o módulo do campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Assim, temos o seguinte gráfico:

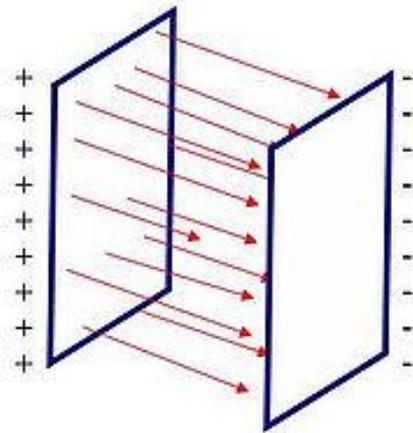


A ideia do gráfico é a mesma do gráfico da força em função da distância.

3.3 – Campo elétrico uniforme

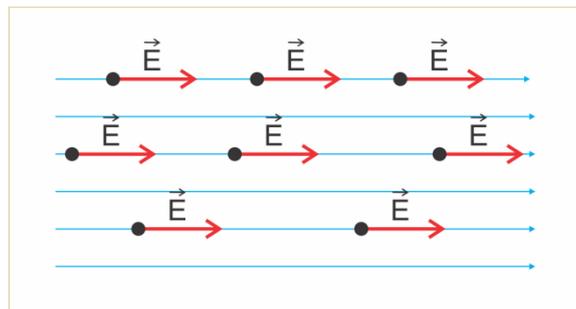
O campo elétrico uniforme é um tipo de campo elétrico que você deve conhecer, trata-se de um tipo particular de campo elétrico, geralmente gerado no interior de duas placas grandes carregadas eletricamente com cargas de sinais opostos.





O campo elétrico uniforme é representado por um vetor perpendicular às placas e a qualquer distância o valor dele é o mesmo, por isso que se chama de campo elétrico uniforme, o espaçamento entre as linhas também é o mesmo.

Observe uma representação das linhas de força de um campo uniforme:



4 - Trabalho, Energia e Potencial Eletrostático

Essa parte da eletrostática é a mais longa e um pouco mais complexa que as outras, uma vez que vamos sair de duas grandezas vetoriais, para passarmos a uma grandeza escalar, que é o potencial eletrostático e o trabalho e energia eletrostática.

4.1 – Potencial Elétrico

O potencial elétrico gerado por uma carga elétrica pode ser positivo ou negativo, trata-se de uma grandeza escalar, portanto, possui sinal algébrico.

Primeiramente, você precisa saber que o potencial elétrico é uma característica associada a uma região na qual temos um campo elétrico gerado por uma carga elétrica.

O potencial de qualquer coisa está associado à capacidade que um corpo tem de fazer alguma coisa. Se eu digo que você tem um grande potencial para passar em um concurso público, estou dizendo, em outras palavras que você acumula todas as ferramentas necessárias para realizar um feito, que é a aprovação em concurso.

Na Física é a mesma coisa, se eu digo que um certo ponto do espaço possui um grande potencial elétrico, estou dizendo, em outras palavras que uma carga teste colocada naquele ponto possui a capacidade grande de fazer alguma coisa.

A capacidade associada a esse ponto do espaço é a realização de trabalho da força elétrica.

Isso mesmo, a força elétrica realiza trabalho, e esse trabalho está associado diretamente ao potencial elétrico do ponto no qual está colocada a carga teste.

Assim, resumindo, podemos dizer que o potencial elétrico é uma grandeza escalar associada ao campo elétrico gerado por uma carga elétrica, e pode ser calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$V = \frac{K \cdot Q}{d}$$

A unidade SI do potencial elétrico é o **Volt (V)**.

4.2 – Energia potencial eletrostática

A energia potencial eletrostática é a grandeza fruto do produto do potencial pela carga elétrica que se está querendo calcular a energia associada.

Assim, a energia potencial eletrostática é dada por:

$$E_{pot} = q \cdot V$$

Lembre-se de que o sinal da carga é relevante para a fórmula acima, que pode ser modificada, caso apliquemos a fórmula do potencial vista acima:



$$E_{pot} = q.V = q \cdot \frac{K.Q}{d}$$
$$E_{pot} = \frac{K.Q.q}{d}$$

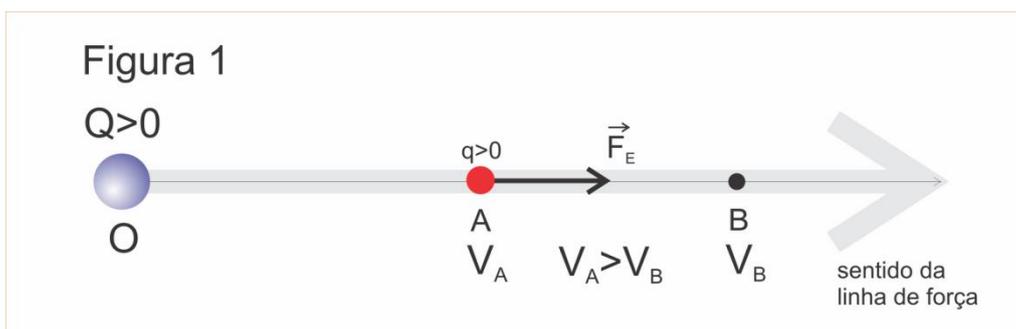
Se as cargas elétricas tiverem sinais opostos, a energia potencial será negativa, o que implica dizer que a energia potencial associada é negativa também.

Portanto, não se esqueça de levar em conta o sinal das cargas em todos os cálculos vistos a partir deste tópico.

Para finalizar, vamos comentar acerca da unidade de energia potencial elétrica:

A unidade, no SI, é o **J**, a unidade de energia utilizada na mecânica. No entanto, aqui vamos conhecer uma nova unidade para a unidade que é o **W.h**, os detalhes vamos ver nos próximos tópicos.

4.3 – Comportamento das cargas nos campos elétricos



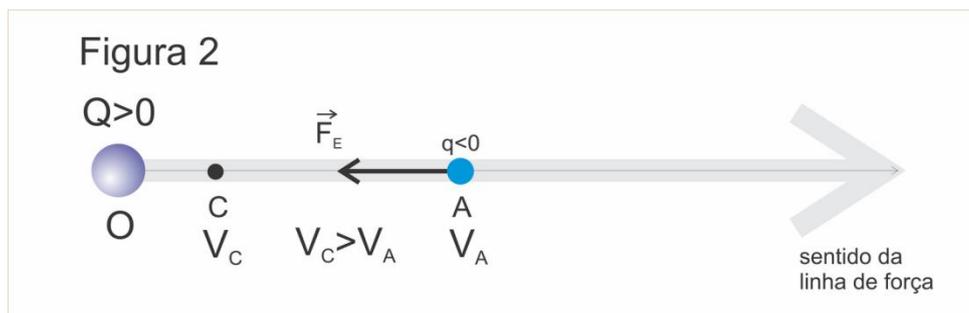
Na figura acima, temos uma linha de força associada ao campo elétrico gerado por uma carga pontual positiva (campo divergente).

Uma carga teste será repelida, de acordo com o que foi visto no início da aula acerca das cargas elétricas.

Assim, a força elétrica é de repulsão.

O potencial elétrico gerado pela carga positiva é menor no ponto B, uma vez que a distância é maior, e assim, de acordo com a fórmula vista acima, o potencial elétrico será menor.

Veja que a tendência natural da carga teste é atingir uma energia potencial eletrostática menor.



Uma carga negativa colocada no mesmo campo elétrico será atraída, o que nos permite dizer que terá tendência de atingir pontos de maior potencial elétrico.

No entanto, como a carga é negativa, a energia potencial elétrica será menor, uma vez que o número tornar-se-á mais negativo, ao aproximar-se da carga fonte do campo elétrico.

Na verdade, seja qual for a configuração, a energia potencial elétrica sempre tem tendência de ser reduzida.

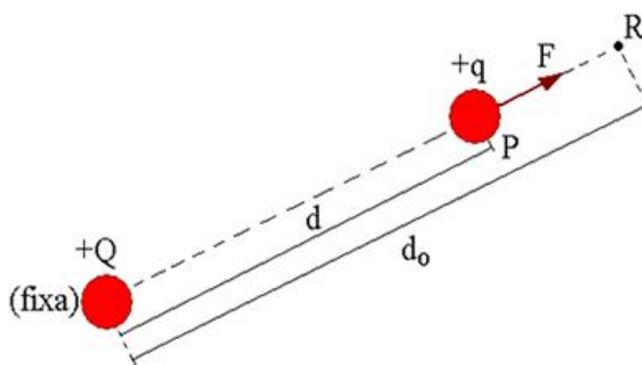
Essa é a tendência espontânea de uma carga elétrica quando abandonada em um campo elétrico. Tente fazer o mesmo raciocínio adotado nas observações acima caso a carga fonte seja negativa.

4.4 – Trabalho da força elétrica

O trabalho de qualquer força é dado formalmente pela fórmula abaixo:

$$\tau = \int F \cdot dx$$

Aplicando a fórmula da força elétrica à integral acima, chegamos a seguinte conclusão:



$$\tau = \frac{K.Q.q}{d} - \frac{K.Q.q}{d_0}$$
$$\tau = q \left(\frac{K.Q}{d} - \frac{K.Q}{d_0} \right) = q(V_i - V_f)$$
$$\tau = q.U$$

Veja que acima acabamos de demonstrar uma relação de suma importância para o decorrer desse assunto, ou seja, o trabalho da força elétrica realizado para deslocar uma carga elétrica de um ponto localizado a uma distância d da carga fonte para um ponto localizado a uma distância d_0 será dado pela relação abaixo:

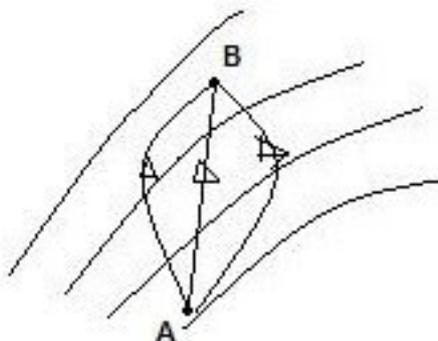
$$\tau = q.U$$

Onde U é a diferença de potencial, entre os pontos inicial e final, não confunda essa diferença com um Δ que caracteriza a grandeza final subtraída da inicial.

U é a diferença de potencial que é dada pelo potencial inicial menos o potencial final.

Outra informação importante acerca do trabalho da força elétrica é que ele não depende da trajetória tomada pela carga de teste, ou seja, ele depende apenas da posição final e da posição inicial.

Essa é uma característica das forças conservativas, o trabalho depende apenas da posição final e inicial.

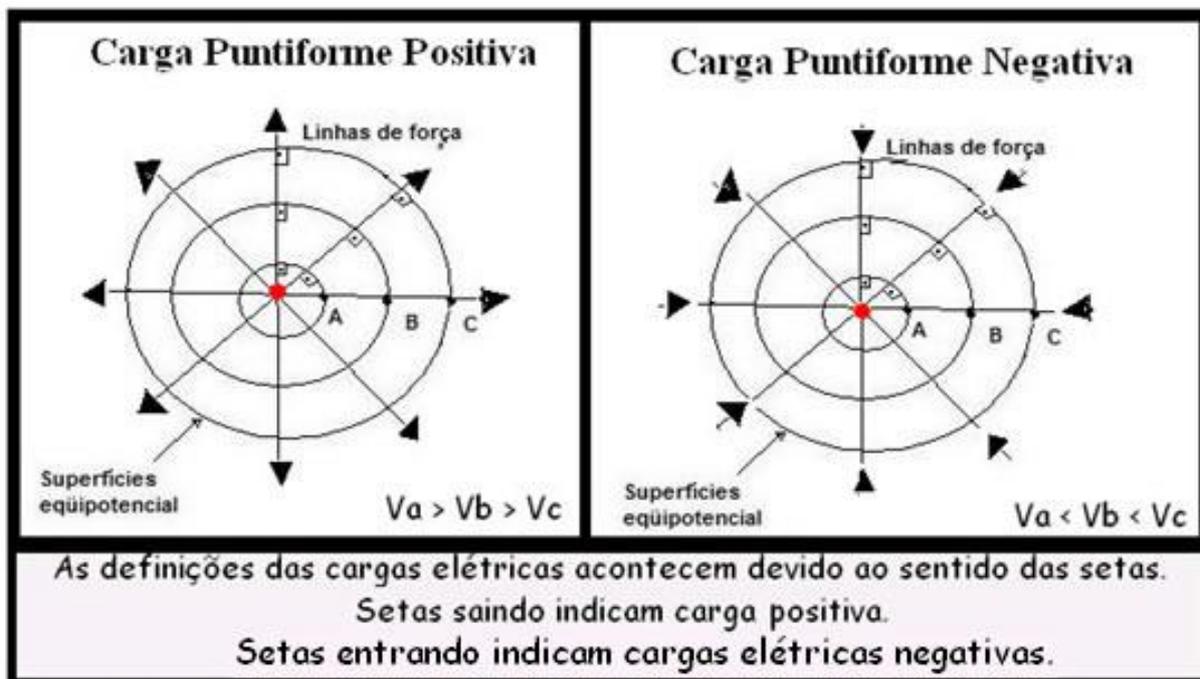


Acima você percebe três trajetórias distintas de se carregar uma carga elétrica de um ponto A até um ponto B, todas elas implicam o mesmo trabalho realizado.

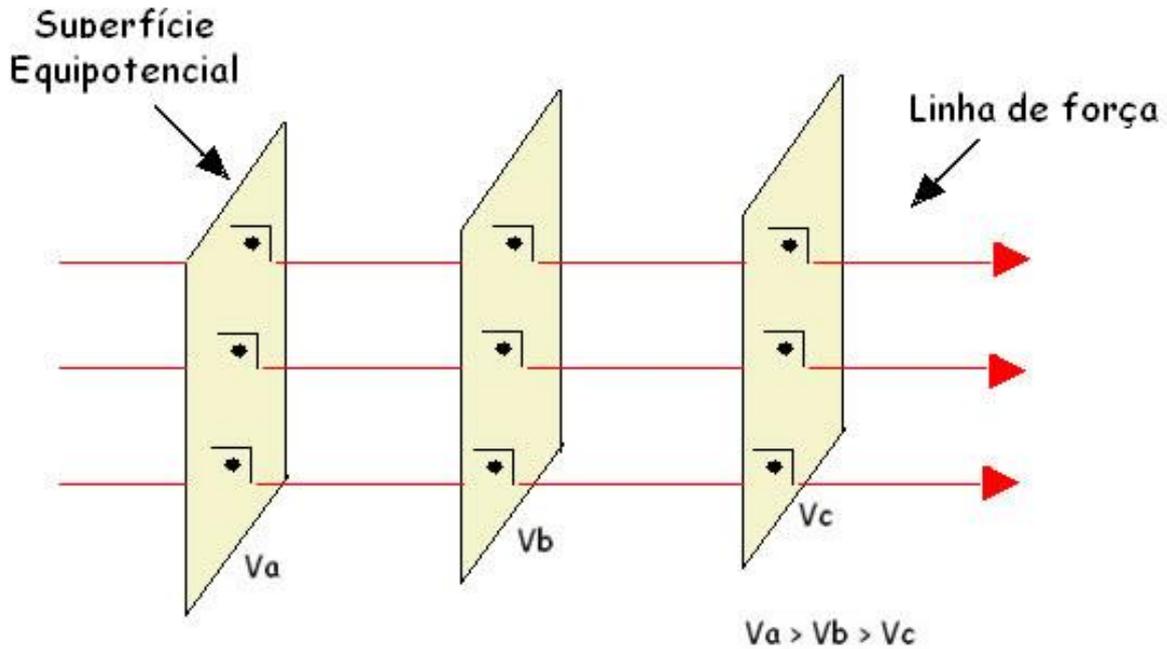
4.5 – Superfícies equipotenciais

Superfícies equipotenciais são simples de se entender, pois são superfícies que conservam o potencial, tendo, portanto, em toda a sua extensão o mesmo potencial elétrico.

Exemplos de superfícies equipotenciais seguem abaixo:



Acima exemplos de equipotenciais em cargas pontiformes.



Acima exemplos de superfícies equipotenciais em um campo elétrico uniforme com linhas paralelas.

A mais importante observação é que para deslocar uma carga elétrica dentro de uma superfície equipotencial não é necessário realizar trabalho.

$$\tau = q.U$$

Como não há diferença de potencial entre os pontos final e inicial, uma vez que são iguais, o trabalho será nulo.

$$\tau = q.0$$
$$\tau = 0$$

Podemos ainda calcular a diferença de potencial em um campo elétrico uniforme, de acordo com a equação acima, veja.

Em um campo elétrico uniforme o valor é constante, logo, podemos escrever:

$$F.d = q.U$$
$$E.q.d = q.U$$
$$E.d = U$$

Essa é a famosa fórmula do “EDU”, muito útil nas questões sobre campo e ddp (diferença de potencial).

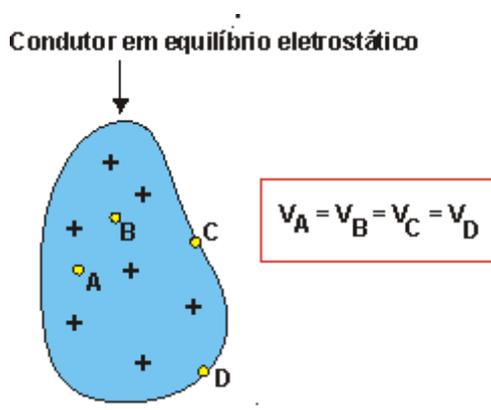
4.6 – Condutores em equilíbrio eletrostático



Vamos nesse tópico fazer um breve resumo dos condutores em equilíbrio eletrostático, sabendo que em um condutor é considerado em equilíbrio quando não há mais movimento ordenado de cargas no seu interior e em sua superfície.

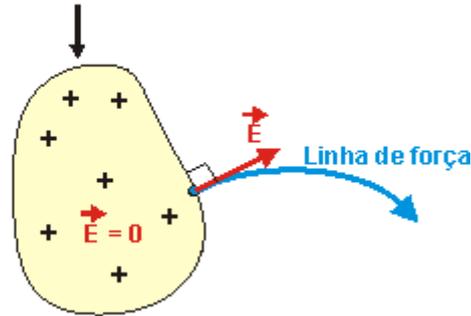
Se o condutor estiver carregado, as cargas estarão dispostas na superfície, pois é lá que elas estarão o mais distanciadas possível, sejam positivas ou negativas.

No interior, como não há carga elétrica o campo elétrico é nulo e o potencial é constante, pois caso houvesse diferença de potencial as cargas deveriam se movimentar e um dos princípios básicos do condutor em equilíbrio é o fato de que não há movimento de portadores de carga no seu interior e nem em sua superfície.



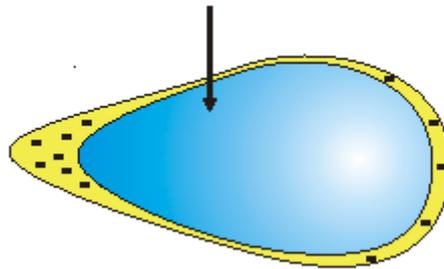
Na superfície o campo elétrico é não nulo e é perpendicular à superfície.

Condutor em equilíbrio eletrostático



Os condutores que apresentam formas irregulares possuem uma condensação de cargas nas pontas, estando, portanto, dispostas na forma abaixo:

Condutor carregado em equilíbrio eletrostático



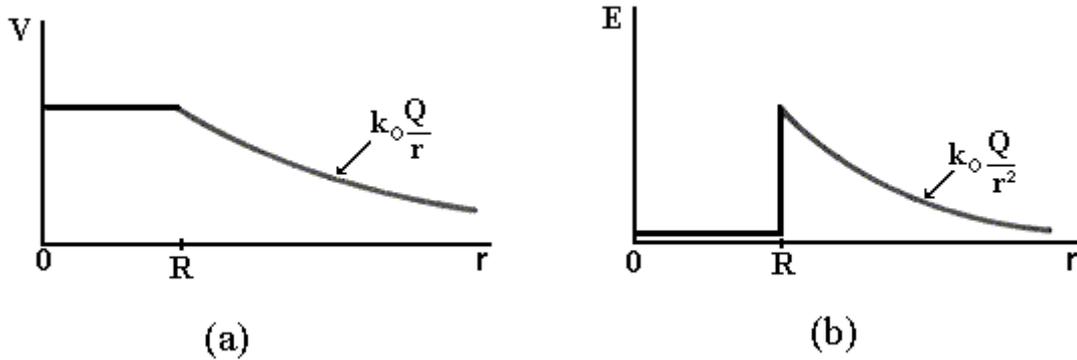
A essa propriedade dá-se o nome de poder das pontas, e é justamente por conta disso que os para-raios são pontiagudos.

Vamos aplicar as considerações acima para traçar o gráfico do campo elétrico e do potencial elétrico de uma esfera condutora em equilíbrio eletrostático.

Como na esfera (condutor em equilíbrio) o campo elétrico é nulo no seu interior e a partir da superfície ele deixa de ser nulo e vai diminuindo com a distância, podemos dizer que:

O campo é máximo então na superfície, enquanto no seu interior é nulo.

O potencial, por sua vez, é constante no interior até a superfície e depois sofre redução, de acordo com o gráfico abaixo.



4.7 – Capacidade elétrica ou capacitância

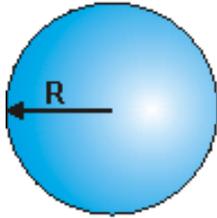
A capacidade eletrostática de um condutor está associada à capacidade que um corpo possui de acumular carga elétrica, e é calculada de acordo com a fórmula abaixo:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Onde Q é a carga acumulada e V é o potencial elétrico do condutor.

Para um condutor esférico, podemos dizer que:

Condutor esférico



Carga Q >>> Potencial V

$$V = K \frac{Q}{R}$$

Capacidade elétrica C

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow C = \frac{Q}{K \frac{Q}{R}} \Rightarrow C = \frac{R}{K}$$

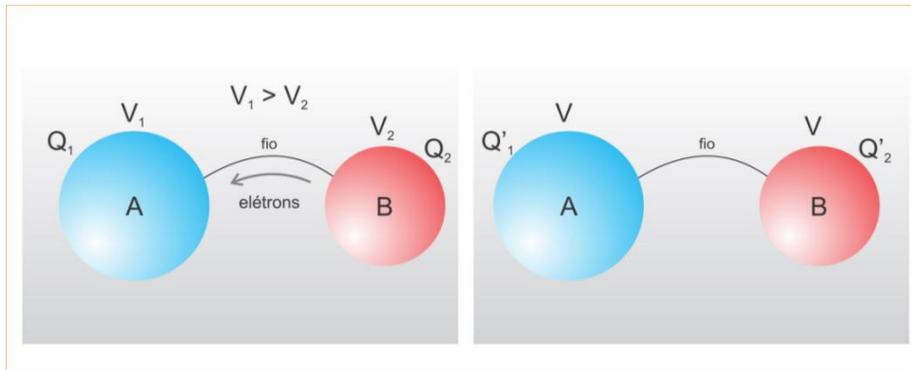
Ou seja, a capacidade eletrostática é proporcional ao raio da esfera.

Assim, podemos dizer que quanto maior for o raio do condutor maior será a carga elétrica dele.



Imagine agora a situação em que dois condutores de geometrias diferentes (raios diferentes) em contato, com cargas elétricas diferentes.

Quando estes condutores entrarem em contato, haverá um fluxo de elétrons até que eles atinjam o chamado equilíbrio eletrostático.



Até atingir o equilíbrio eletrostático, haverá um fluxo de elétrons pelo fio ideal que caracteriza uma corrente elétrica. Quando o equilíbrio é estabelecido, os potenciais são idênticos e as cargas são diferentes da inicial.

Podemos aplicar um princípio básico para encontrar as cargas finais. É o princípio da conservação da carga elétrica.

$$Q_1' + Q_2' = Q_1 + Q_2$$

Para calcular as cargas elétricas finais, basta lembrar que o potencial elétrico de cada esfera é igual, assim:

$$V = \frac{KQ_1'}{R_1}$$
$$V = \frac{KQ_2'}{R_2}$$

igualando :

$$\frac{KQ_1'}{R_1} = \frac{KQ_2'}{R_2}$$
$$\frac{Q_1'}{R_1} = \frac{Q_2'}{R_2}$$

Assim, as duas equações acima permitem encontrar a carga final de cada esfera.

Caso as esferas possuam raios idênticos, então as cargas finais serão iguais e serão iguais a metade da soma das cargas iniciais.

4.8 – Cálculo da energia elétrica consumida por um aparelho

Para finalizar a ideia da eletrostática, falta apenas comentar um pouco acerca do cálculo da energia elétrica consumida.

Vamos utilizar a ideia de potência e energia:

$$Pot = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$
$$\Delta E = Pot \cdot \Delta t$$

Assim, a energia consumida será igual a potência elétrica do aparelho multiplicada pelo tempo que ele fica ligado.

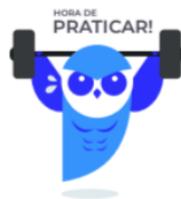
Esse cálculo, geralmente é dado em KWh, que é uma unidade de energia, para isso devemos utilizar a potência em KW e o tempo em h.

De posse do valor do KWh, podemos calcular qual será o custo da energia elétrica consumida naquele intervalo de tempo.

$$custo = Energia \times valor (KWh)$$



QUESTÕES COMENTADAS



1. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2011) Considere duas pequenas esferas condutoras idênticas, A e B, carregadas eletricamente. A esfera A está carregada com carga positiva Q , e a esfera B, com carga negativa $-Q/2$. As duas são colocadas em contato. Após estabelecer-se o equilíbrio eletrostático, elas são separadas. Qual a carga final da esfera A?

- a) Q
- b) $Q/4$
- c) Zero
- d) $-Q/2$
- e) $-4Q$

Comentários:

Pessoal, questão bem simples! Para saber qual a carga final das esferas após o contato, é só somar a carga total (levando em consideração o sinal também) e depois dividir essa soma pelo número de cargas, que no caso são duas. Vejamos:



$$Q_{Total} = Q_A + Q_B = Q - Q/2 = Q/2$$

$$Q_{A_{Final}} = Q_{B_{Final}} = Q_{Total} / 2 = Q/4$$

Portanto, gabarito **letra B**.

2. (NC-UFPR - ITAIPU BINACIONAL - Profissional Nível Técnico I/ 2017) Em relação ao campo elétrico, assinale a alternativa correta.

- a) Uma carga elétrica positiva produz um campo elétrico divergente ao seu redor.
- b) O campo elétrico é uma grandeza escalar.
- c) Em relação à unidade de medida, o campo elétrico é dado em coulomb (C).
- d) Quando duas cargas negativas estão próximas uma da outra, há entre elas uma força de atração.
- e) A intensidade E do campo elétrico criado por uma carga Q é inversamente proporcional à intensidade dessa carga.

Comentários:

A **alternativa A** está correta e é o gabarito da questão. Sim, Cargas positivas tem linhas de força divergentes e as cargas negativas convergentes

A **alternativa B** está incorreta. Campo elétrico não é uma grandeza escalar como massa, volume, temperatura, mas sim uma grandeza vetorial

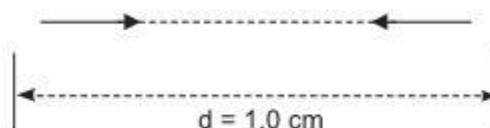
A **alternativa C** está incorreta. A unidade do campo elétrico é N/C ou Newton por Coulomb.

A **alternativa D** está incorreta. Quando cargas estão próximas uma da outra, há uma entre ela uma força de REPULSÃO.

A **alternativa E** está incorreta. Não é inversamente e sim diretamente proporcional.

Portanto, gabarito **letra A**.

3. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2011)



A figura ilustra duas partículas carregadas com cargas de sinais opostos, mas de mesmo módulo $|q| = 1,0 \text{ C}$, separadas por uma distância $d = 1,0 \text{ cm}$.

Qual o valor da força de atração eletrostática, em newtons?

Dado: constante eletrostática no vácuo

$$k = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

- a) $9,0 \times 10^5$
- b) $7,0 \times 10^9$
- c) $9,0 \times 10^{11}$
- d) $9,0 \times 10^{13}$
- e) $6,02 \times 10^{23}$

Comentários:

Questão de simples aplicação de fórmula. Vejamos:

$$|\vec{F}| = \frac{K \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

$$F = 9,0 \times 10^9 \cdot \frac{(1,0) \cdot (1,0)}{(0,01\text{m})^2}$$

$$F = \frac{9,0 \times 10^9}{(10^{-2})^2} = \frac{9,0 \times 10^9}{10^{-4}} = 9,0 \cdot 10^{13} \text{ N}$$

Portanto, gabarito **letra D**.

4. (CESGRANRIO - LIQUIGÁS - Técnico Químico/ 2018) Quando colocada em um determinado ponto de um campo elétrico, uma carga puntiforme de $2 \times 10^{-3} \text{ C}$ é submetida a uma força de intensidade de $4 \times 10^{-2} \text{ N}$.

A intensidade do campo elétrico, em N/C, é igual a

- a) 2×10^{-5}



- b) 5×10^{-2}
- c) 2×10^{-1}
- d) 2×10^1
- e) 5×10^2

Comentários:

Mais uma questão de simples aplicação de fórmula. Vejamos:

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

$$4 \cdot 10^{-2} = E \cdot (2 \cdot 10^{-3})$$

$$E = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^1 \text{ N/C}$$

Portanto, gabarito **letra D**.

5. (CESGRANRIO - Transpetro - Técnico de Operação Júnior/ 2018) Duas partículas carregadas $-Q$ e $-2Q$ estão separadas por uma distância $3L$, de acordo com a Figura a seguir.



O campo elétrico líquido, medido no ponto B situado a uma distância L da partícula $-Q$, é expresso do seguinte modo:

- a) $\frac{11|Q|}{36\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita
- b) $\frac{19|Q|}{36\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita



- c) $\frac{3|Q|}{64\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita
- d) $\frac{9|Q|}{32\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita
- e) $\frac{11|Q|}{32\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita

Comentários:

Pessoal, temos que o campo elétrico gerado por uma carga em um determinado ponto a distância d é dado por:

$$|\vec{E}| = \frac{K \cdot |Q|}{d^2}$$

Como as cargas são negativas, então o sentido do campo gerado por elas é voltado para elas mesmas, ou seja, as linhas dos campos elétricos gerados são voltadas para as cargas. Sendo assim, já podemos afirmar que o campo elétrico total terá sentido para a direita, em direção as cargas negativas. Portanto, basta calcular o valor do campo considerando as cargas e as distâncias dadas:

$$|E_{-Q}| = \frac{K|-Q|}{L^2} = \frac{K|Q|}{L^2}$$

$$|E_{-2Q}| = \frac{K|-2Q|}{(4L)^2} = \frac{2K|Q|}{16L^2} = \frac{K|Q|}{8L^2}$$

Agora basta somar os dois campos para encontrar o campo elétrico líquido:

$$E_{Líquido} = |E_{-Q}| + |E_{-2Q}|$$
$$E_{Líquido} = \frac{K|Q|}{L^2} + \frac{K|Q|}{8L^2} = \frac{8K|Q| + K|Q|}{8L^2} = \frac{9K|Q|}{8L^2}$$

Professor, não tem reposta! Caaaalma! É só substituir o valor do K que encontraremos o gabarito.



$$K = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}$$

$$E_{Líquido} = \frac{9K|Q|}{8L^2}$$

$$E_{Líquido} = \frac{9|Q|}{8L^2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{9|Q|}{32\pi\epsilon_0 L^2}$$

Portanto, gabarito **letra D**.

6. (FUNDEP (Gestão de Concursos) - UFVJM-MG - Técnico de Laboratório/Física/ 2017) Uma esfera condutora de um metro de diâmetro está eletrizada negativamente e encontra-se em equilíbrio eletrostático no vácuo completamente isolada de outros corpos.

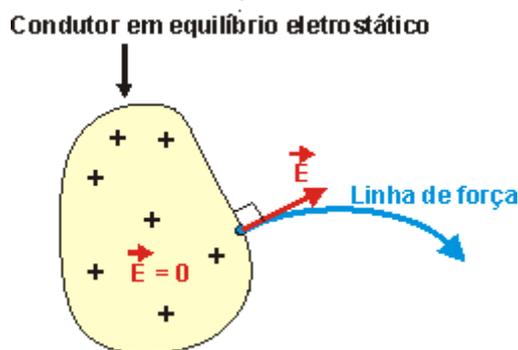
Sabendo que a uma distância de 40 m de seu centro o campo elétrico é de 900 V/m, qual é a intensidade do campo elétrico e do potencial elétrico a uma distância de 20 cm do centro dessa esfera, respectivamente?

(Considere a constante eletrostática de $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$)

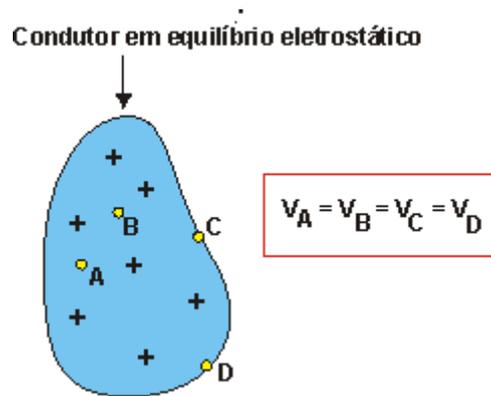
- a) $3,6 \times 10^7 \text{ V/m} / -7,2 \times 10^6 \text{ V}$
- b) $0 \text{ V/m} / -7,2 \times 10^6 \text{ V}$
- c) $3,6 \times 10^7 \text{ V/m} / -2,88 \times 10^6 \text{ V}$
- d) $0 \text{ V/m} / -2,88 \times 10^6 \text{ V}$

Comentários:

Pessoal, conforme estudamos na teoria, sabemos que a intensidade do vetor campo elétrico no interior de um condutor carregado de eletricidade e em equilíbrio eletrostático é sempre nulo. Relembre:



Da mesma forma, vemos que o potencial elétrico em qualquer parte do condutor é igual:



Para encontrar o valor do Potencial elétrico no interior da esfera (que é constante em qualquer ponto no interior da esfera e o mesmo da superfície), devemos achar primeiro o valor carga Q que está carregada negativamente. Para isso, usaremos a intensidade do campo elétrico dado a 40m do seu centro:

$$|\vec{E}| = \frac{K \cdot |Q|}{d^2}$$

$$900 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot Q}{40^2}$$

$$Q = \frac{1600 \cdot 900}{9 \cdot 10^9} = \frac{1600 \cdot 100}{1 \cdot 10^9}$$

$$Q = \frac{16 \cdot 1}{1 \cdot 10^5} = 16 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

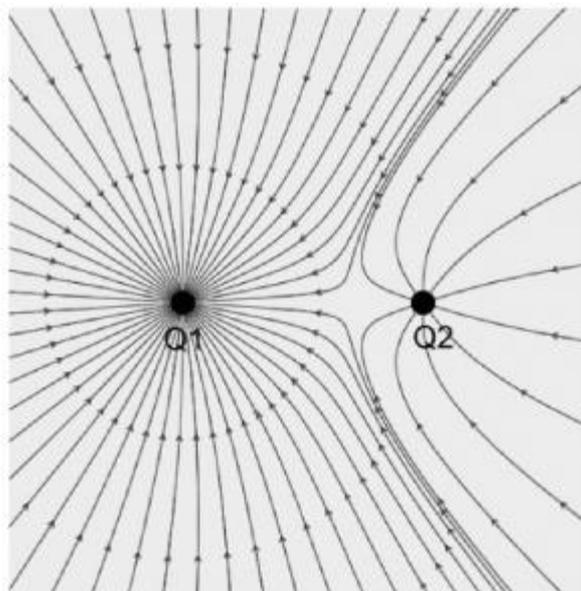
Agora é só calcular o valor do potencial elétrico. Lembrando que o potencial no interior do condutor é igual ao potencial na superfície deste. Sendo assim, iremos usar o valor do raio = 0,5m como distância a fim de calcular o potencial. Vejamos:

$$V = \frac{K \cdot Q}{d}$$

$$V = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-5}}{0,5} = 2,88 \cdot 10^6 \text{ V}$$

Portanto, gabarito **letra D**.

7. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2017) O diagrama de linhas de campo elétrico gerado por esferas puntiformes carregadas eletricamente com cargas Q1 e Q2 é mostrado abaixo.



Com base nas informações fornecidas por este diagrama, conclui-se que as cargas Q1 e Q2 são

- a) positivas e $|Q1| > |Q2|$
- b) positivas e $|Q1| < |Q2|$
- c) opostas e $|Q1| = |Q2|$
- d) negativas e $|Q1| > |Q2|$
- e) negativas e $|Q1| < |Q2|$

Comentários:

A direção e o sentido do campo elétrico dependem do sinal da carga que gera esse campo:

Se $Q > 0$ (**positivo**), o campo elétrico é de **afastamento**.

Se $Q < 0$ (**negativo**), o campo elétrico é de **aproximação**.

Vemos na figura que em Q1 e em Q2 o campo se aproxima, logo as cargas são negativas.

Agora resta-nos saber a relação entre os módulos da carga. Pela figura, é perceptível que há mais linhas de campo chegando na carga Q1 do que na carga Q2. Sendo assim, chegamos à conclusão que $|Q1| > |Q2|$.

Portanto, gabarito **letra D**.

8. (COSEAC - UFF - Técnico de Laboratório/ 2017) Têm-se duas cargas elétricas puntiformes de mesmo valor e sinais contrários, fixas no vácuo e afastadas por uma distância d . Sabendo-se que o módulo do campo elétrico vale E e o valor do potencial elétrico vale V , no ponto médio entre as cargas, tem-se:

- a) $E \neq 0$ e $V \neq 0$
- b) $E \neq 0$ e $V = 0$
- c) $E = 0$ e $V = 0$
- d) $E = 0$ e $V \neq 0$
- e) $E = 2V/d$

Comentários:

Pessoal, aqui nem precisamos fazer conta! Vejamos:

1 - Campo Elétrico. Como temos duas cargas de sinais contrários, então em uma das cargas o campo será entrando e na outra será saindo. E o que acontece no ponto médio? Ora, se as cargas fossem do mesmo sinal, então o valor do campo elétrico seria zero, já que os dois campos estariam com a mesma tendência (afastamento ou aproximação) sendo que em sentidos contrários, fazendo com que o campo total seja zero. Mas como as cargas possuem sinais contrários, então os dois campos estarão no mesmo sentido: saindo da carga positiva e chegando na carga negativa. Sendo assim, temos que o campo elétrico é aumentando, ou seja, é diferente de zero.

2 - Potencial elétrico. Já quando se trata de potencial, sabemos que ela não é uma grandeza vetorial, e sim escalar. Sendo assim, o potencial total no ponto médio será igual a soma dos potenciais, sendo que estes são influenciados pelos sinais das cargas. Portanto, como temos uma carga positiva e outra negativa, teremos um potencial positivo e outro negativo. Como a distância é a mesma para as duas cargas e seus valores são iguais, então temos que o potencial no ponto médio será igual a ZERO.

Portanto, gabarito **letra B**.

9. (COSEAC - 2017 - UFF - Técnico de Laboratório/ 2017) Uma esfera condutora, oca, está eletricamente carregada e isolada. Para um ponto de sua superfície, os módulos do campo elétrico e do potencial elétrico são 1000 N/C e 100 V . Considerando um ponto no interior da esfera, na parte oca, os módulos para o campo elétrico e para o potencial elétrico são, respectivamente:



- a) zero N/C e zero V.
- b) zero N/C e 100 V.
- c) 1000 N/C e 100 V.
- d) 1000 N/C e 10 V.
- e) 1000 N/C e zero V.

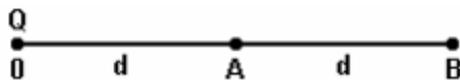
Comentários:

Como já vimos em questões anteriores, aqui a questão cobra que você saiba de duas características sobre o que acontece no interior de condutores:

- 1 - Campo elétrico no seu interior é zero.
- 2 - O potencial elétrico de qualquer ponto no interior do condutor é igual ao potencial elétrico na superfície deste.

Portanto, gabarito **letra B**.

10. (COSEAC - UFF - Técnico de Laboratório/ 2017) Considere uma carga desprovida de dimensões Q , fixa no ponto 0 , e os pontos A e B , de acordo com o apresentado abaixo.



Os módulos do vetor campo elétrico e do potencial elétrico gerados pela carga no ponto A valem, respectivamente, E e V . Nessas condições, os módulos dessas grandezas no ponto B valem, respectivamente,

- a) $4E$ e $2V$
- b) $2E$ e $4V$
- c) $E/2$ e $V/2$
- d) $E/2$ e $V/4$
- e) $E/4$ e $V/2$

Comentários:

Questão bem simples, pessoal! Basta analisar as fórmulas do campo e do potencial, dobrar a distância, e observar o que isso acarreta no valor destes. Vejamos:



$$|\vec{E}| = \frac{K \cdot |Q|}{d^2} \quad V = \frac{K \cdot Q}{d}$$

Agora é só dobrar a distância e analisar:

$$|E'| = \frac{K \cdot |Q|}{(2d)^2} = \frac{K \cdot |Q|}{4d^2} = \frac{1}{4} \frac{K \cdot |Q|}{d^2}$$

$$|E'| = \frac{1}{4} \cdot |E|$$

$$V' = \frac{K \cdot Q}{2d} = \frac{1}{2} \frac{K \cdot Q}{d}$$

$$V' = \frac{1}{2} V$$

Portanto, gabarito **letra E**.

11. (CESGRANRIO - PETROQUÍMICA SUAPE - Supervisor de Produção / 2011) Duas esferas condutoras idênticas X e Y, com cargas elétricas, respectivamente, de 1,0 C e 2,0 C, são postas em contato e depois separadas. Logo em seguida, a esfera Y é colocada em contato com uma terceira esfera, também idêntica, carregada negativamente com carga de -1,0 C. Qual a carga final, em coulombs, da esfera Y?

- a) Zero
- b) 0,25
- c) 1,25
- d) 1,5
- e) 2,5

Comentários:



Questão simples que nos pede para analisar a situação final da carga Y após entrar em contato com duas cargas. Vejamos por partes:

1 - Contato das cargas X e Y:

Conforme vimos no início das questões, aqui basta somar a carga total, levando em consideração o sinal, e dividir pelo número de cargas:

$$Q_{Total} = Q_X + Q_Y = 1,0 + 2,0 = 3,0C$$

$$Q_X = Q_Y = \frac{Q_{Total}}{2} = 1,5C$$

2 - Contato das cargas Y e Z (terceira carga):

$$Q_{Total} = Q_Z + Q_Y = -1,0 + 1,5 = 0,5C$$

$$Q_Z = Q_Y = \frac{Q_{Total}}{2} = 0,25C$$

Portanto, gabarito **letra B**.

12. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico(a) de Operação Júnior/ 2014) Duas partículas metálicas X e Y, inicialmente neutras, foram eletrizadas. A partícula X perdeu $2,50 \times 10^{10}$ elétrons, e a partícula Y ganhou $2,50 \times 10^{10}$ elétrons.

Qual será, aproximadamente, em newtons, o módulo da força de interação elétrica entre as partículas X e Y se elas forem colocadas a 2,00 cm uma da outra no vácuo?

Dados

Carga do elétron = $1,60 \times 10^{-19}$ C

Constante eletrostática no vácuo = $9,00 \times 10^9$ N.m².C⁻²



- a) 0,00
- b) $7,20 \times 10^{-6}$
- c) $1,41 \times 10^{-5}$
- d) $3,60 \times 10^{-4}$
- e) 9,00

Comentários:

Perceba que a questão nos pede a força elétrica entre as duas partículas, mas não nos dá diretamente as cargas delas. Sendo assim, precisamos usar o número de elétrons dado para então calcularmos a carga de cada. Como as duas ganharam ou perderam $2,50 \cdot 10^{10}$ elétrons, o MÓDULO da carga de ambas as partículas será o mesmo, o que diferencia é elas estarem carregadas com sinais opostos, pois a partícula X está com um excesso de prótons e a partícula Y está com excesso de elétrons. Assim:

$$|Q| = n \cdot e$$
$$n \in \mathbb{Z}_+$$

$$Q = n \cdot e$$

$$Q = (2,50 \cdot 10^{10}) \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})$$

$$Q = 4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Agora basta calcular a força elétrica:

$$|\vec{F}| = \frac{K \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

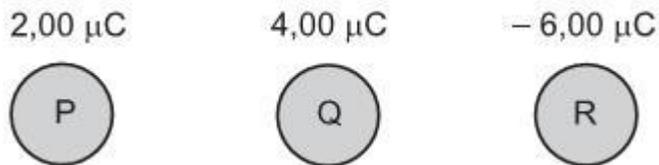
$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (4 \cdot 10^{-9}) \cdot (4 \cdot 10^{-9})}{(2,00 \text{ cm})^2}$$

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (4 \cdot 10^{-9}) \cdot (4 \cdot 10^{-9})}{(0,02 \text{ m})^2} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Portanto, gabarito **letra D**.



13. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2014) Três esferas metálicas idênticas encontram-se fixas e isoladas eletricamente de sua vizinhança, como mostra a Figura abaixo.



Inicialmente, as esferas P, Q e R encontram-se carregadas eletricamente com 2,00 μC , 4,00 μC e - 6,00 μC , respectivamente. Neste momento inicial, o módulo da força de interação elétrica entre P e Q é F_1 . As esferas P e Q são, então, postas em contato e afastadas novamente. Em seguida, as esferas Q e R são postas em contato e depois todas as esferas retornam às suas posições iniciais. Agora o novo módulo da força de interação elétrica entre P e Q passa a ser F_2 .

O valor da razão $\frac{F_1}{F_2}$ é, aproximadamente,

- a) 0,889
- b) 1,78
- c) 2,00
- d) 5,33
- e) 10,7

Comentários:

Questão interessante que possui alguns passos a serem seguidos, mas é tranquila. Perceba que as esferas são postas em contato e depois voltam para suas posições originais. Com isso, temos que calcular a carga final das esferas para então calcular a força. Vejamos:



1 - Contato entre P e Q:

$$Q_{Total} = Q_P + Q_Q = 2,00\mu C + 4,00\mu C$$

$$Q_{Total} = 6,00\mu C$$

$$Q_P = Q_Q = \frac{Q_{Total}}{2} = 3,00\mu C$$

2 - Contato entre Q e R:

$$Q_{Total} = Q_R + Q_Q = -6,00\mu C + 3,00\mu C$$

$$Q_{Total} = -3,00\mu C$$

$$Q_R = Q_Q = \frac{Q_{Total}}{2} = -1,50\mu C$$

Agora é só encontrar uma expressão para a força F1 e F2 e tentar relacioná-las. Note que não vai ser necessário realizar todo o cálculo, mas apenas encontrar uma expressão e depois dividir uma pela outra. Vejamos:

$$F_1 = \frac{K \cdot |Q_P| \cdot |Q_Q|}{d^2} = \frac{K}{d^2} \cdot (2,00\mu C) \cdot (4,00\mu C)$$

$$F_2 = \frac{K \cdot |Q_P'| \cdot |Q_Q'|}{d^2} = \frac{K}{d^2} \cdot (3,00\mu C) \cdot (1,50\mu C)$$

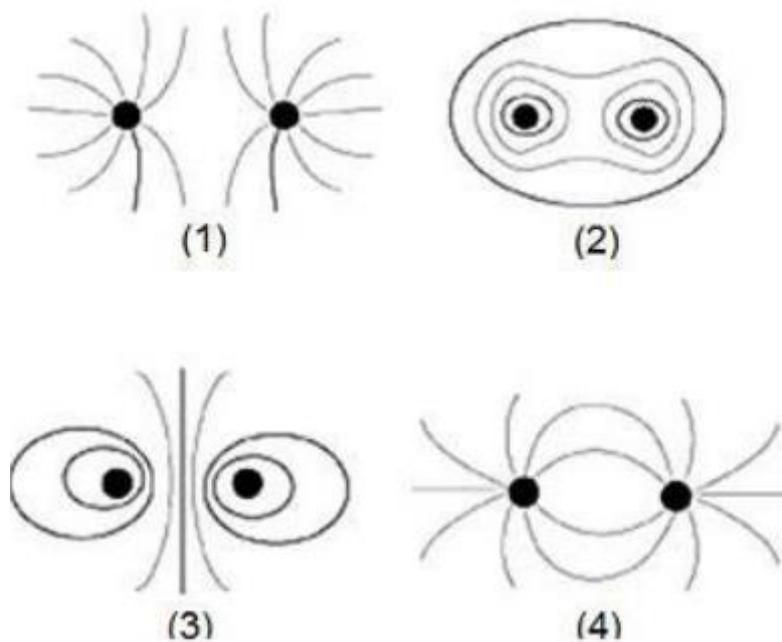
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{K}{d^2} \cdot (2,00\mu C) \cdot (4,00\mu C)}{\frac{K}{d^2} \cdot (3,00\mu C) \cdot (1,50\mu C)}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{(2,00\mu C) \cdot (4,00\mu C)}{(3,00\mu C) \cdot (1,50\mu C)} = \frac{2.4}{3.1,5} = 1,78$$

Portanto, gabarito **letra B**.



14. (CETRO - ANVISA - Técnico em Regulação/ 2013) Observe abaixo quatro sistemas formados por duas cargas puntiformes.



Assinale a alternativa que interpreta corretamente cada uma das figuras apresentadas.

- a) Figura 1 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 2 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 3 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 4 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos.
- b) Figura 1 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 2 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmos sinais opostos/ Figura 3 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 4 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal.
- c) Figura 1 - Linhas de campo de duas cargas de valores distintos e de mesmo sinal/ Figura 2 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 3 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 4 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos.
- d) Figura 1 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 2 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 3 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 4 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos.

e) Figura 1 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 2 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 3 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 4 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal.

Comentários:

Comentemos uma a uma:

1 - Figura 1: Perceba que as linhas de campo estão se repelindo, assim como elas são iguais em módulos. Portanto, a Figura 1 se refere a **Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal**.

2 - Figura 2: Perceba que não foram desenhadas linhas de campo, mas círculos, superfícies. Como vimos na teoria, se trata de superfícies equipotenciais, conforme vimos na aula:



Portanto, a Figura 2 se refere a **Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal**.

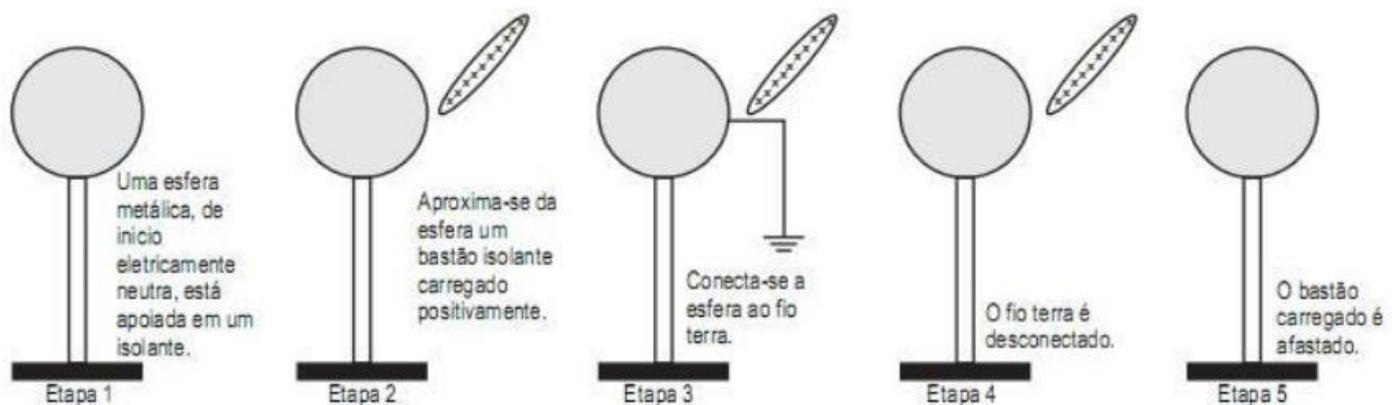
3 - Figura 3: Aqui também estamos tratando de superfícies, visto que temos círculos ao redor das cargas. Mas nesse caso, temos cargas de sinais opostos, visto que as superfícies não estão se somando e formando uma só, mas meio que "destruindo" mutuamente suas superfícies.

Portanto, a Figura 3 se refere a **Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos**.

4 - Figura 4: Aqui é o caso oposto da Figura 1. Note que aqui há linhas de campo saindo de uma carga a outra. Portanto, a Figura 4 se refere a **Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos**.

Portanto, gabarito **letra A**.

15. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2012) A sequência de um experimento de eletrização é mostrada na figura abaixo.



Analisando-se as etapas do experimento, verifica-se que, na etapa

- a) 2, a esfera encontra-se carregada negativamente.
- b) 3, a esfera encontra-se neutra.
- c) 4, a esfera encontra-se carregada positivamente.
- d) 5, a esfera encontra-se neutra.
- e) 5, a esfera encontra-se carregada negativamente.

Comentários:

Etapa 1: Esfera Neutra;

Etapa 2: Continua Neutra, apenas as cargas negativas se aproximam da barra positiva;

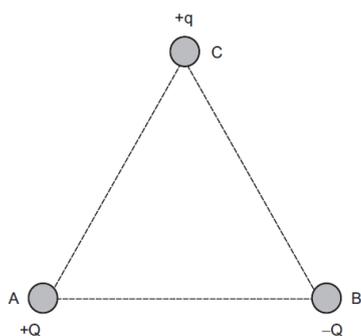
Etapa 3: Todas as cargas positivas saem, ficando apenas cargas negativas;

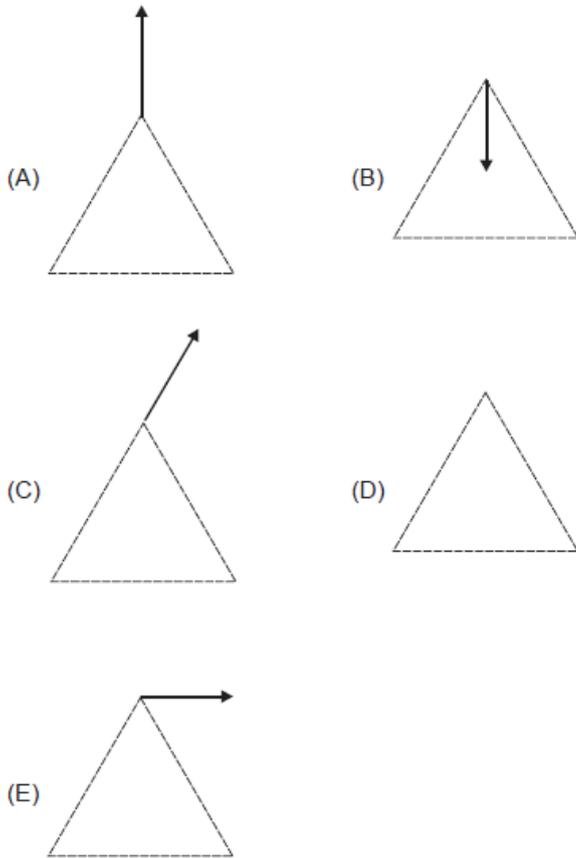
Etapa 4: Encontra-se apenas as negativas, já que na etapa passada saíram as positivas;

Etapa 5: Permanece as cargas negativas.

Portanto, gabarito é **letra E**.

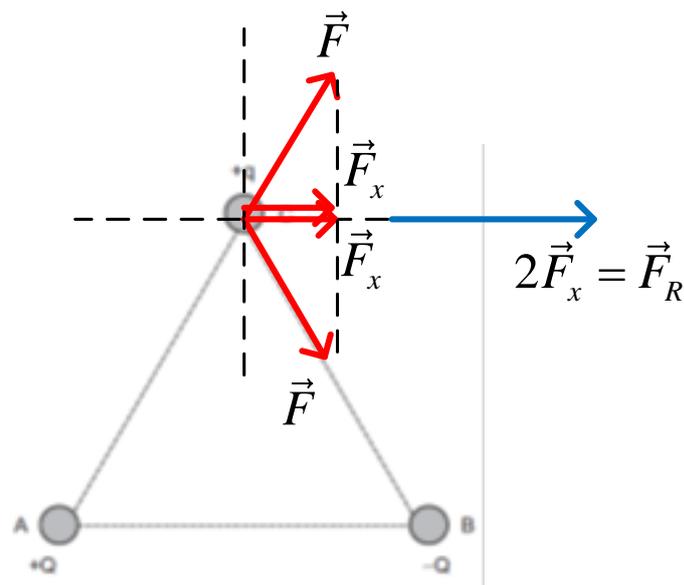
16. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR 2010) Duas esferas idênticas, carregadas eletricamente com carga de módulos iguais e sinais contrários, $+Q$ e $-Q$, são colocadas, respectivamente, nos vértices A e B de um triângulo equilátero, como representado acima. Uma terceira esfera idêntica, de carga positiva $+q$, está situada no vértice C do triângulo. A representação do vetor Força Elétrica que atua sobre essa partícula é





Comentários:

A Força elétrica atuante na carga que está no vértice C será representada da forma abaixo:



A força elétrica é um vetor, como qualquer outro vetor força, portanto, devemos calcular a força resultante entre os vetores força, lembrando-se de que uma delas é de atração, enquanto a outra é de repulsão.

Portanto, gabarito **letra E**.

17. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – GEOFÍSICO JÚNIOR – 2010) Uma gota de óleo de $4,0 \cdot 10^{-3} \text{g}$ de massa está no espaço compreendido entre as duas placas paralelas de um capacitor, cada uma com 125 cm^2 de área. Quando a placa superior tem uma carga de $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ e a inferior uma carga equivalente negativa, a gota permanece em equilíbrio estático. Qual a carga transportada pela gota, em unidades do sistema internacional? Considere: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{N}^{-1}$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- a) $8,70 \cdot 10^{-13}$
- b) $9,0 \cdot 10^{-11}$
- c) $5,0 \cdot 10^{-6}$
- d) $6,0 \cdot 10^{-9}$
- e) $2,0 \cdot 10^{-6}$

Comentários:

Note que a força elétrica deverá equilibrar a força peso da gota, portanto, devemos igualar essas forças e encontrar a carga elétrica

Vamos usar a fórmula da força elétrica de acordo com a equação trabalhada na parte teórica.

$$\begin{aligned}F_{el} &= P \\E \cdot q &= m \cdot g \\E \cdot q &= 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \\E \cdot q &= 39,2 \cdot 10^{-6}\end{aligned}$$

Para encontrar o campo elétrico vamos fazer uso do conhecimento de capacitores:



$$C = \frac{Q}{U} = \frac{5,0 \cdot 10^{-6}}{E \cdot d} = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$
$$E = \frac{5,0 \cdot 10^{-6}}{\epsilon_0 \cdot A} = \frac{5,0 \cdot 10^{-6}}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 125 \cdot 10^{-4}}$$
$$E = 4,5 \cdot 10^7 \text{ N / C}$$

Assim, basta substituir:

$$E \cdot q = 39,2 \cdot 10^{-3}$$
$$4,5 \cdot 10^7 \cdot q = 39,2 \cdot 10^{-6}$$
$$q = 8,7 \cdot 10^{-13} \text{ C}$$

Portanto, gabarito **letra A**.

18. (CESGRANRIO – CASA DA MOEDA DO BRASIL – AUXILIAR DE OPERAÇÃO – ELÉTRICA – 2012) A tarifa domiciliar de energia elétrica é de, aproximadamente, R\$ 0,50 por kWh. Uma lâmpada de 60 W, ligada durante 8 horas todas as noites, representará um acréscimo, em reais, na conta mensal de luz de

- a) 144,00
- b) 72,00
- c) 14,40
- d) 7,20
- e) 3,60

Comentários:

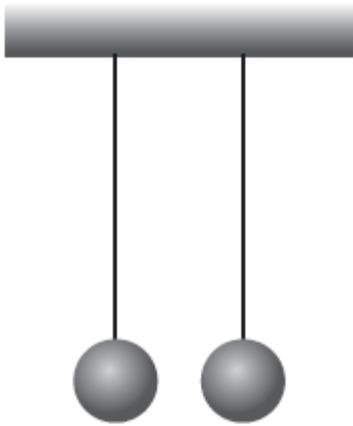
Nessa questão vamos calcular o valor do consumo aplicando diretamente a fórmula vista na parte teórica da aula:

$$\text{consumo} = \text{Pot} \cdot \Delta t \cdot (\text{custo})$$
$$\text{consumo} = 60 \cdot 8 \cdot 30 \cdot \frac{0,5}{1.000}$$
$$\text{consumo} = \text{R\$}7,20$$



Portanto, gabarito **letra D**.

19. (CESGRANRIO – INNOVA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012) Duas pequenas esferas metálicas idênticas e eletricamente neutras estão suspensas por fios isolantes como mostra a figura abaixo.



Em um determinado momento, uma das esferas é eletrizada. O que ocorrerá logo após essa eletrização?

- a) Não haverá interação elétrica entre as esferas.
- b) As esferas irão repelir-se, o que impedirá o contato entre elas.
- c) As esferas irão inicialmente se atrair e, se entrarem em contato, irão repelir-se logo após esse contato.
- d) As esferas irão inicialmente se atrair e, se entrarem em contato, irão manter-se em contato.
- e) As esferas irão inicialmente se atrair e, se entrarem em contato, irão perder a carga e voltar à posição inicial de equilíbrio, anterior à eletrização.

Comentários:

Se uma das esferas será eletrizada ela induzirá uma carga oposta à dela na região mais próxima.

Assim, podemos afirmar que a eletrização de uma das esferas fará com que haja uma polarização de cargas na esfera neutra, ocorre uma separação das cargas.

Assim, haverá uma atração inicial, até que elas se toquem, dividindo a carga inicialmente fornecida a uma das esferas.

Ao fim, teremos repulsão, uma vez que terão a mesma carga, de mesmo sinal.

Portanto, gabarito **letra C**.

20. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – GEOFÍSICO JÚNIOR – 2012) A diferença de potencial entre duas placas paralelas infinitas deve ser ajustada para que o módulo do campo elétrico entre essas placas seja 25,0 N/C quando a distância entre elas é de $2,0 \times 10^{-4}$ m. Qual é, em volts, a diferença de potencial aplicada entre essas placas?

- a) $8,0 \times 10^{-6}$
- b) $5,0 \times 10^{-3}$
- c) $1,3 \times 10^{-1}$
- d) $1,3 \times 10^5$
- e) $1,0 \times 10^{-6}$

Comentários:

Essa é fácil eim! Você deve se lembrar do EDU!

Vamos aplicar a fórmula diretamente e depois marcar a resposta correta:

$$\begin{aligned} E \cdot d &= U \\ 25,0 \times 2,0 \cdot 10^{-4} &= U \\ U &= 5,0 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

Campo elétrico uniforme entre placas paralelas, use EDU!

Portanto, gabarito **letra B**.

21. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) Duas partículas carregadas com cargas de sinais opostos, mas de mesmo módulo $|q| = 1,0$ C, separadas por uma distância $d = 1,0$ cm. Qual o valor da força de atração eletrostática, em newtons?

Dado: constante eletrostática no vácuo

$$k = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$



- a) $9,0 \times 10^5$
- b) $7,0 \times 10^9$
- c) $9,0 \times 10^{11}$
- d) $9,0 \times 10^{13}$
- e) $6,02 \times 10^{23}$

Comentários:

Essa é mais uma de aplicação direta da fórmula da lei de Coulomb:

$$F_{el} = \frac{K \cdot Q \cdot q}{d^2} = \frac{9,0 \cdot 10^9 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{(1,0 \cdot 10^{-2})^2}$$
$$F_{el} = 9,0 \cdot 10^{13} \text{ N}$$

Portanto, gabarito **letra D**.

22. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) Considere duas pequenas esferas condutoras idênticas, A e B, carregadas eletricamente. A esfera A está carregada com carga positiva Q, e a esfera B, com carga negativa -Q/2. As duas são colocadas em contato. Após estabelecer-se o equilíbrio eletrostático, elas são separadas. Qual a carga final da esfera A?

- a) Q
- b) Q/4
- c) zero
- d) -Q/2
- e) - 4Q

Comentários:

As esferas terão cargas iguais, uma vez que são idênticas. Assim, basta calcular a carga total inicial e após dividir por dois, uma vez que cada esfera terá a metade da carga total.



$$Q_{total} = Q_1 + Q_2$$
$$Q_{total} = Q + \frac{-Q}{2} = \frac{Q}{2}$$

Logo, cada esfera terá a metade da carga total líquida, ou seja, $Q/4$.

Portanto, gabarito **letra B**.

23. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) Uma partícula de carga elétrica igual a 2,0 C desloca-se de um ponto A para um ponto B, sofrendo uma queda de potencial elétrico de 10 V. Qual a variação na energia potencial elétrica dessa partícula, em joules, durante o deslocamento?

- a) -40
- b) -20
- c) -5
- d) 5
- e) 20

Comentários:

A variação da energia potencial elétrica será sempre negativa, uma vez que a carga elétrica sempre procura diminuir a energia potencial elétrica.

Como a carga é positiva, então, ela vai procurar pontos de menor potencial elétrico.

Assim, podemos dizer que:

$$\Delta E_{pot} = q \cdot \Delta U = 2,0 \cdot (-10)$$
$$\Delta E_{pot} = -20,0 J$$

Portanto, gabarito **letra B**.



24. (CESGRANRIO – PETROBRÁS DISTRIBUIDORA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR - 2008) Com três esferas condutoras idênticas, A, B e C, que têm, respectivamente, cargas iguais a $4Q$, $-Q$ e $6Q$, são realizadas as seguintes experiências:

1ª) a esfera A é colocada em contato com a esfera C, estando B distante; em seguida separa-se A de C;

2ª) toca-se agora a esfera C, com sua nova carga, na esfera B, mantendo A afastada; logo a seguir, separa-se C de B. Ao final do processo, a esfera C terá carga

- a) Q
- b) $2Q$
- c) $3Q/4$
- d) $3Q/2$
- e) $3Q$

Comentários:

As esferas são idênticas, o que nos permite dizer que as cargas finais serão igualmente divididas.

Assim, após a primeira experiência, teremos:

$$Q_A = Q_C = \frac{Q_{total}}{2} = \frac{4Q + 6Q}{2} = 5Q.$$

Mais uma vez, na segunda experiência vamos fazer a mesma coisa e utilizar o mesmo raciocínio:

$$Q_C = Q_B = \frac{Q_{total}}{2} = \frac{5Q + (-Q)}{2} = 2Q.$$

Veja que a banca examinadora gosta de questões de equilíbrio eletrostático.

Portanto, gabarito **letra B**.



25. (CESGRANRIO – PETROBRÁS DISTRIBUIDORA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR - 2010) Duas cargas elétricas puntiformes A e B estão fixas a uma distância de 4m uma da outra. Suas cargas, em coulombs, são $2Q$ e $-Q$, respectivamente, e a constante eletrostática vale k , em unidades do Sistema Internacional. O vetor campo elétrico no ponto médio de AB, resultante da ação dessas duas cargas, tem intensidade, em N/C, igual a

- a) $kQ/6$, no sentido de A para B.
- b) $kQ/4$, no sentido de B para A.
- c) $kQ/4$, no sentido de A para B.
- d) $3kQ/4$, no sentido de B para A.
- e) $3kQ/4$, no sentido de A para B.

Comentários:

O vetor campo elétrico resultante no ponto médio será dado pela resultante vetorial. Como uma carga é positiva e a outra é negativa, uma delas criará um campo convergente no ponto em questão e a outra um campo divergente no mesmo ponto em questão.

Assim, os campos irão se somar, uma vez que acabarão apontando no mesmo sentido:

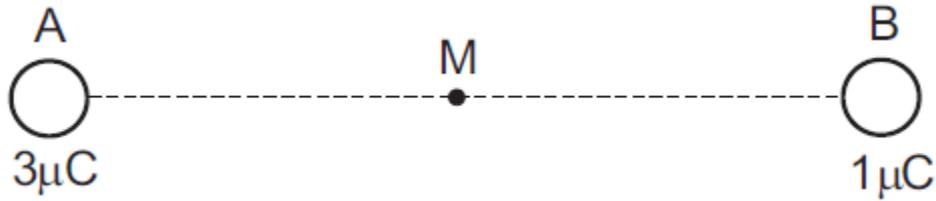
$$E_{res} = E_1 + E_2$$
$$E_{res} = \frac{k \cdot 2Q}{2^2} + \frac{k \cdot Q}{2^2} = \frac{3k \cdot Q}{4}$$

O sentido será da carga positiva para a negativa, funciona sempre assim, saindo da positiva e chegando na negativa.

Portanto, gabarito **letra E**.

26. (CESGRANRIO – TERMOCEARÁ – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2009)





Duas cargas positivas puntiformes A e B, respectivamente com $3\mu\text{C}$ e $1\mu\text{C}$, localizadas no vácuo, estão separadas por uma distância fixa de 1 m , como ilustrado acima. O ponto M está localizado na posição média entre as duas cargas. Sabendo-se que a constante eletrostática, no vácuo, é $9.10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2$, a intensidade do campo elétrico resultante em M, devido às duas cargas, vale, em N/C

- a) $1,44.10^5$
- b) $1,80.10^4$
- c) $2,70.10^4$
- d) $3,60.10^4$
- e) $7,20.10^4$

Comentários:

Questão bem parecida com a anterior, no entanto, como ambas as cargas são positivas, os campos elétricos serão mutuamente em sentidos opostos. Assim, o campo resultante será a subtração de cada campo individual.

$$E_{res} = \frac{k.Q_A}{d^2} - \frac{k.Q_B}{d^2}$$
$$E_{res} = \frac{9,0.10^9.3,0.10^{-6}}{0,5^2} - \frac{9,0.10^9.1,0.10^{-6}}{0,5^2}$$
$$E_{res} = 72.10^3 = 7,2.10^4\text{ N / C}$$

Portanto, gabarito **letra E**.



27. (CESGRANRIO – TRANSPETRO – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012) Duas esferas metálicas X e Y encontram-se, inicialmente, eletricamente isoladas. As cargas elétricas e os diâmetros das esferas são listados na tabela abaixo.

	Carga elétrica (μC)	Diâmetro (cm)
Esfera X	+ 60	60
Esfera Y	- 40	40

Se as esferas entrarem em contato elétrico e, em seguida, forem isoladas novamente, qual será, em μC , a nova carga da esfera Y?

- a) 8,0
- b) 12
- c) 15
- d) 20
- e) 50

Comentários:

As cargas serão proporcionais aos respectivos raios, bem como a sua soma será igual à carga inicial.

$$Q_X + Q_Y = 60 + (-40)$$
$$Q_X + Q_Y = 20\mu\text{C}$$
$$\frac{Q_X}{30} = \frac{Q_Y}{20} \Rightarrow 2 \cdot Q_X = 3 \cdot Q_Y$$

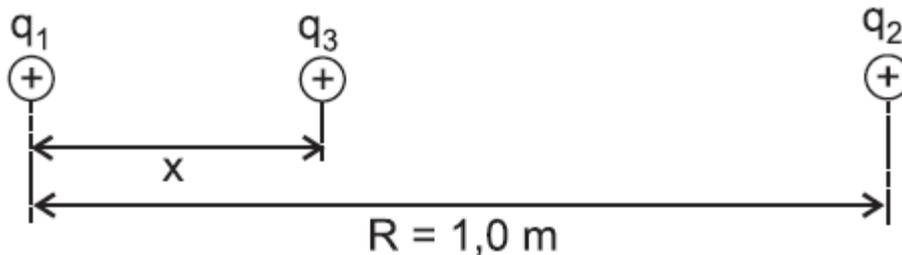
multiplicando a primeira equação por 2 :

$$2Q_X + 2Q_Y = 2 \cdot 20\mu\text{C}$$
$$3 \cdot Q_Y + 2Q_Y = 40\mu\text{C}$$
$$5Q_Y = 40\mu\text{C}$$
$$Q_Y = 8\mu\text{C}$$



Portanto, gabarito **letra A**.

28. (CESGRANRIO – TRANSPETRO – TÉCNICO EM OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012)



Três cargas elétricas pontuais carregadas positivamente estão alinhadas, dispostas conforme a figura acima. As cargas q_1 e q_2 estão fixas. Sabendo-se que $q_1 = 4q_2$, qual deve ser a distância x da terceira carga para que fique em equilíbrio entre q_1 e q_2 ?

- a) 1,0 m
- b) 2,0 m
- c) 1/3 m
- d) 2/3 m
- e) 4/5 m

Comentários:

Para eu haja equilíbrio entre as cargas, devemos ter forças de repulsão iguais, provocadas pelas cargas 1 e 2.



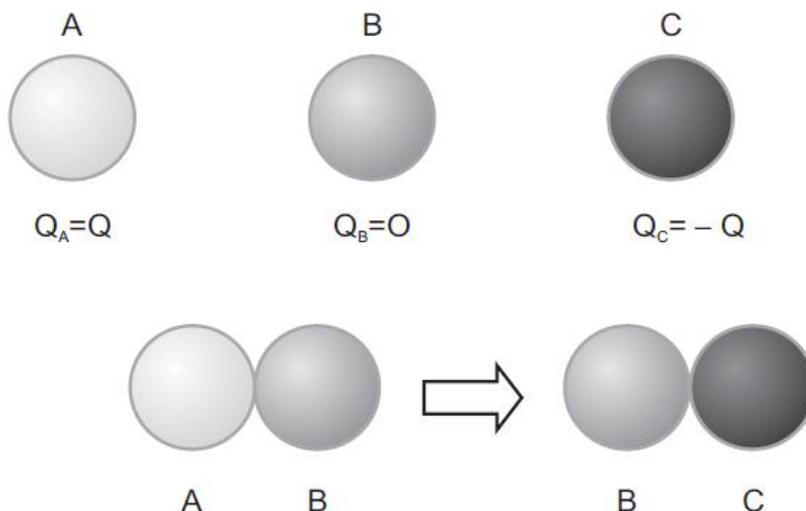
$$F_{13} = F_{23}$$
$$\frac{K \cdot q_1 \cdot q_3}{x^2} = \frac{K \cdot q_2 \cdot q_3}{(1-x)^2}$$
$$\frac{x^2}{(1-x)^2} = \frac{q_1}{q_2} = 4$$

extraindo a raiz quadrada :

$$\frac{x}{(1-x)} = 2 \Rightarrow x = 2 - 2 \cdot x$$
$$3 \cdot x = 2$$
$$x = 2/3m$$

Portanto, gabarito **letra D**.

29. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – TÉCNICO EM OPERAÇÃO JÚNIOR – 2010)



Três esferas metálicas condutoras e idênticas possuem cargas elétricas de $Q_A = +Q$; $Q_B = 0$ e $Q_C = -Q$, respectivamente. Primeiramente, faz-se o contato das esferas A e B e, logo em seguida, o contato somente da esfera B com a esfera C. Qual é a carga final da esfera B?



- a) $-Q/8$
- b) $-Q/4$
- c) $-Q/2$
- d) $Q/2$
- e) $2Q$

Comentários:

Esferas idênticas dividirão as cargas igualmente após o equilíbrio eletrostático:

Após o primeiro contato:

$$Q_A = Q_B = \frac{Q_{total(AeB)}}{2} = \frac{Q+0}{2} = \frac{Q}{2}$$

Após o segundo contato:

$$Q_C = Q_B = \frac{Q_{total(CeB)}}{2} = \frac{\frac{Q}{2} + (-Q)}{2} = -\frac{Q}{4}$$

Portanto, gabarito **letra B**.

30. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – TÉCNICO EM OPERAÇÃO JÚNIOR – 2010) Considere três esferas condutoras idênticas A, B e C, carregadas eletricamente e postas em contato da seguinte maneira: primeiramente, a esfera A, inicialmente carregada, é colocada em contato com a esfera B; logo em seguida, a mesma é colocada em contato com a esfera C; ao final do processo, a carga final da esfera C é zero. Considerando que as cargas iniciais são, respectivamente, $Q_{iA} = Q$ e $Q_{iC} = -Q/2$, qual a carga inicial da esfera B, Q_{iB} ?

- a) $-Q/4$
- b) $Q/2$
- c) Q
- d) $2Q$
- e) zero

Comentários:



Inicialmente houve contato entre A e B, que possuem o mesmo tamanho, ou seja, a carga final será a carga inicial total dividida por dois, pois como o tamanho das esferas condutoras é o mesmo, elas irão dividir a carga total inicial.

Assim,

$$Q_B = \frac{Q_{i_B} + Q_{i_A}}{2} = \frac{Q_{i_B} + Q}{2}$$

Após esse primeiro contato, a esfera B será contactada com a esfera C, que por sua vez ficará com carga nula ao final do processo.

Assim,

$$Q_{f_C} = \frac{Q_{i_C} + Q_B}{2} = \frac{-\frac{Q}{2} + \frac{Q_{i_B} + Q}{2}}{2}$$
$$0 = -\frac{Q}{2} + \frac{Q_{i_B} + Q}{2}$$
$$\Rightarrow Q_{i_B} = 0$$

Portanto, gabarito **letra E**.



LISTA DE QUESTÕES

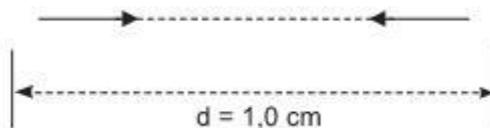
1. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2011) Considere duas pequenas esferas condutoras idênticas, A e B, carregadas eletricamente. A esfera A está carregada com carga positiva Q , e a esfera B, com carga negativa $-Q/2$. As duas são colocadas em contato. Após estabelecer-se o equilíbrio eletrostático, elas são separadas. Qual a carga final da esfera A?

- a) Q
- b) $Q/4$
- c) Zero
- d) $-Q/2$
- e) $-4Q$

2. (NC-UFPR - ITAIPU BINACIONAL - Profissional Nível Técnico I/ 2017) Em relação ao campo elétrico, assinale a alternativa correta.

- a) Uma carga elétrica positiva produz um campo elétrico divergente ao seu redor.
- b) O campo elétrico é uma grandeza escalar.
- c) Em relação à unidade de medida, o campo elétrico é dado em coulomb (C).
- d) Quando duas cargas negativas estão próximas uma da outra, há entre elas uma força de atração.
- e) A intensidade E do campo elétrico criado por uma carga Q é inversamente proporcional à intensidade dessa carga.

3. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2011)



A figura ilustra duas partículas carregadas com cargas de sinais opostos, mas de mesmo módulo $|q| = 1,0 \text{ C}$, separadas por uma distância $d = 1,0 \text{ cm}$.

Qual o valor da força de atração eletrostática, em newtons?

Dado: constante eletrostática no vácuo

$$k = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$



- a) $9,0 \times 10^5$
- b) $7,0 \times 10^9$
- c) $9,0 \times 10^{11}$
- d) $9,0 \times 10^{13}$
- e) $6,02 \times 10^{23}$

4. (CESGRANRIO - LIQUIGÁS - Técnico Químico/ 2018) Quando colocada em um determinado ponto de um campo elétrico, uma carga puntiforme de $2 \times 10^{-3} \text{ C}$ é submetida a uma força de intensidade de $4 \times 10^{-2} \text{ N}$.

A intensidade do campo elétrico, em N/C, é igual a

- a) 2×10^{-5}
- b) 5×10^{-2}
- c) 2×10^{-1}
- d) 2×10^1
- e) 5×10^2

5. (CESGRANRIO - Transpetro - Técnico de Operação Júnior/ 2018) Duas partículas carregadas $-Q$ e $-2Q$ estão separadas por uma distância $3L$, de acordo com a Figura a seguir.



O campo elétrico líquido, medido no ponto B situado a uma distância L da partícula $-Q$, é expresso do seguinte modo:

- a) $\frac{11|Q|}{36\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita
- b) $\frac{19|Q|}{36\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita
- c) $\frac{3|Q|}{64\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita
- d) $\frac{9|Q|}{32\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita



e) $\frac{11|Q|}{32\pi\epsilon_0 L^2}$, para a direita

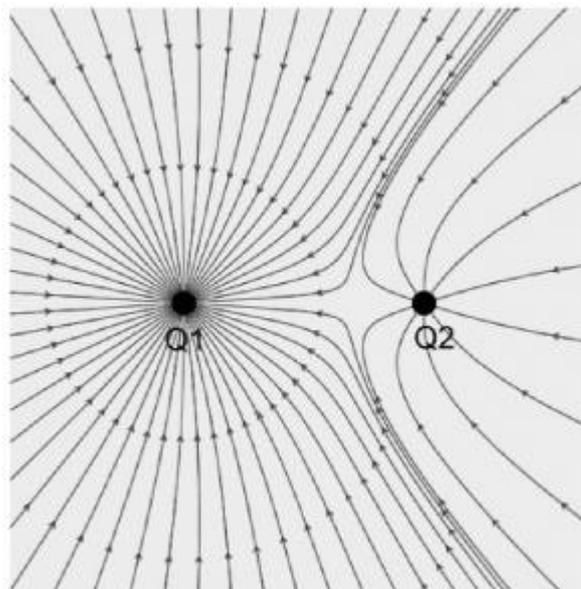
6. (FUNDEP (Gestão de Concursos) - UFVJM-MG - Técnico de Laboratório/Física/ 2017) Uma esfera condutora de um metro de diâmetro está eletrizada negativamente e encontra-se em equilíbrio eletrostático no vácuo completamente isolada de outros corpos.

Sabendo que a uma distância de 40 m de seu centro o campo elétrico é de 900 V/m, qual é a intensidade do campo elétrico e do potencial elétrico a uma distância de 20 cm do centro dessa esfera, respectivamente?

(Considere a constante eletrostática de $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$)

- a) $3,6 \times 10^7 \text{ V/m} / -7,2 \times 10^6 \text{ V}$
- b) $0 \text{ V/m} / -7,2 \times 10^6 \text{ V}$
- c) $3,6 \times 10^7 \text{ V/m} / -2,88 \times 10^6 \text{ V}$
- d) $0 \text{ V/m} / -2,88 \times 10^6 \text{ V}$

7. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2017) O diagrama de linhas de campo elétrico gerado por esferas puntiformes carregadas eletricamente com cargas Q1 e Q2 é mostrado abaixo.



Com base nas informações fornecidas por este diagrama, conclui-se que as cargas Q1 e Q2 são

- a) positivas e $|Q1| > |Q2|$
- b) positivas e $|Q1| < |Q2|$
- c) opostas e $|Q1| = |Q2|$
- d) negativas e $|Q1| > |Q2|$
- e) negativas e $|Q1| < |Q2|$

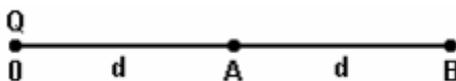
8. (COSEAC - UFF - Técnico de Laboratório/ 2017) Têm-se duas cargas elétricas puntiformes de mesmo valor e sinais contrários, fixas no vácuo e afastadas por uma distância d . Sabendo-se que o módulo do campo elétrico vale E e o valor do potencial elétrico vale V , no ponto médio entre as cargas, tem-se:

- a) $E \neq 0$ e $V \neq 0$
- b) $E \neq 0$ e $V = 0$
- c) $E = 0$ e $V = 0$
- d) $E = 0$ e $V \neq 0$
- e) $E = 2V/d$

9. (COSEAC - 2017 - UFF - Técnico de Laboratório/ 2017) Uma esfera condutora, oca, está eletricamente carregada e isolada. Para um ponto de sua superfície, os módulos do campo elétrico e do potencial elétrico são 1000 N/C e 100 V . Considerando um ponto no interior da esfera, na parte oca, os módulos para o campo elétrico e para o potencial elétrico são, respectivamente:

- a) zero N/C e zero V .
- b) zero N/C e 100 V .
- c) 1000 N/C e 100 V .
- d) 1000 N/C e 10 V .
- e) 1000 N/C e zero V .

10. (COSEAC - UFF - Técnico de Laboratório/ 2017) Considere uma carga desprovida de dimensões Q , fixa no ponto O , e os pontos A e B , de acordo com o apresentado abaixo.



Os módulos do vetor campo elétrico e do potencial elétrico gerados pela carga no ponto A valem, respectivamente, E e V . Nessas condições, os módulos dessas grandezas no ponto B valem, respectivamente,

- a) $4E$ e $2V$
- b) $2E$ e $4V$
- c) $E/2$ e $V/2$
- d) $E/2$ e $V/4$
- e) $E/4$ e $V/2$

11. (CESGRANRIO - PETROQUÍMICA SUAPE - Supervisor de Produção / 2011) Duas esferas condutoras idênticas X e Y, com cargas elétricas, respectivamente, de $1,0\text{ C}$ e $2,0\text{ C}$, são postas em contato e depois separadas. Logo em seguida, a esfera Y é colocada em contato com uma terceira esfera, também idêntica, carregada negativamente com carga de $-1,0\text{ C}$. Qual a carga final, em coulombs, da esfera Y?

- a) Zero
- b) $0,25$
- c) $1,25$
- d) $1,5$
- e) $2,5$

12. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico(a) de Operação Júnior/ 2014) Duas partículas metálicas X e Y, inicialmente neutras, foram eletrizadas. A partícula X perdeu $2,50 \times 10^{10}$ elétrons, e a partícula Y ganhou $2,50 \times 10^{10}$ elétrons.

Qual será, aproximadamente, em newtons, o módulo da força de interação elétrica entre as partículas X e Y se elas forem colocadas a $2,00\text{ cm}$ uma da outra no vácuo?

Dados

Carga do elétron = $1,60 \times 10^{-19}\text{ C}$

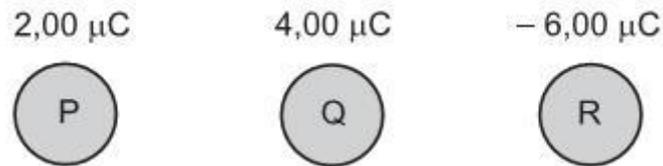
Constante eletrostática no vácuo = $9,00 \times 10^9\text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$

- a) $0,00$
- b) $7,20 \times 10^{-6}$
- c) $1,41 \times 10^{-5}$
- d) $3,60 \times 10^{-4}$



e) 9,00

13. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2014) Três esferas metálicas idênticas encontram-se fixas e isoladas eletricamente de sua vizinhança, como mostra a Figura abaixo.



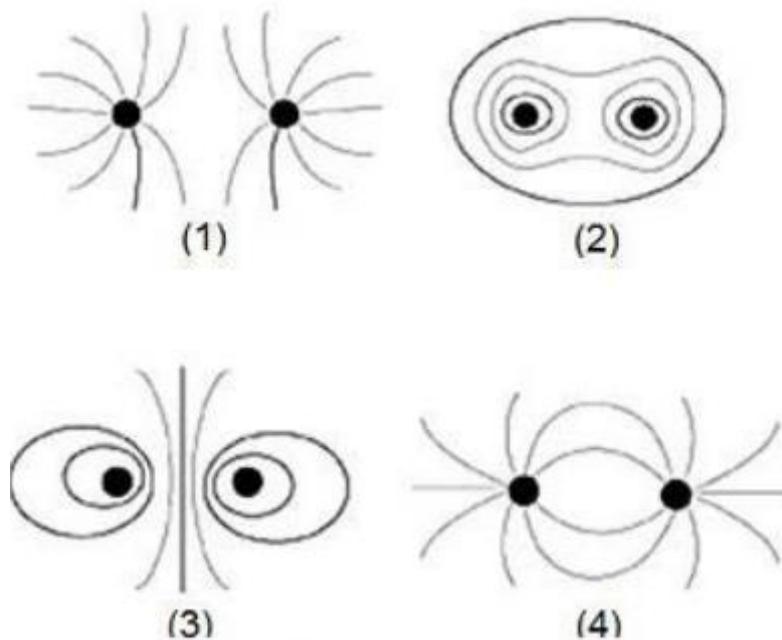
Inicialmente, as esferas P, Q e R encontram-se carregadas eletricamente com 2,00 μC , 4,00 μC e - 6,00 μC , respectivamente. Neste momento inicial, o módulo da força de interação elétrica entre P e Q é F_1 . As esferas P e Q são, então, postas em contato e afastadas novamente. Em seguida, as esferas Q e R são postas em contato e depois todas as esferas retornam às suas posições iniciais. Agora o novo módulo da força de interação elétrica entre P e Q passa a ser F_2 .

O valor da razão $\frac{F_1}{F_2}$ é, aproximadamente,

- a) 0,889
- b) 1,78
- c) 2,00
- d) 5,33
- e) 10,7

14. (CETRO - ANVISA - Técnico em Regulação/ 2013) Observe abaixo quatro sistemas formados por duas cargas puntiformes.

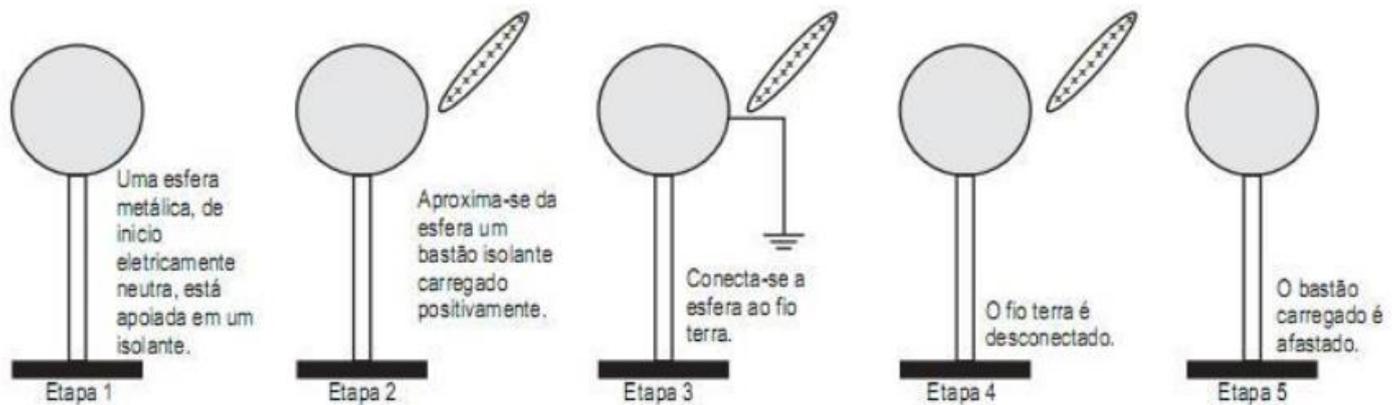




Assinale a alternativa que interpreta corretamente cada uma das figuras apresentadas.

- a) Figura 1 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 2 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 3 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 4 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos.
- b) Figura 1 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 2 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmos sinais opostos/ Figura 3 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 4 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal.
- c) Figura 1 - Linhas de campo de duas cargas de valores distintos e de mesmo sinal/ Figura 2 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 3 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 4 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos.
- d) Figura 1 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 2 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 3 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 4 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos.
- e) Figura 1 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 2 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de sinais opostos/ Figura 3 - Superfícies equipotenciais de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal/ Figura 4 - Linhas de campo de duas cargas de mesmo valor e de mesmo sinal.

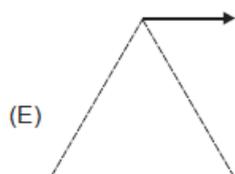
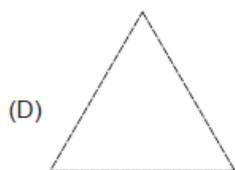
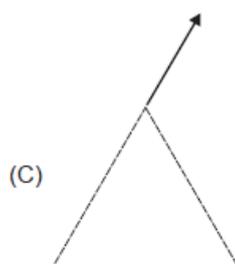
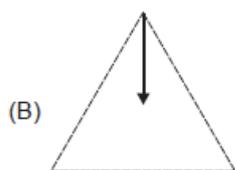
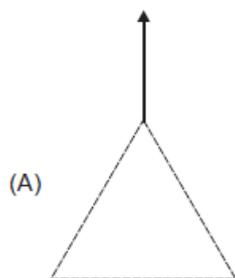
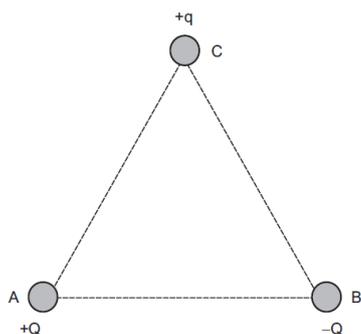
15. (CESGRANRIO - Petrobras - Técnico de Operação Júnior/ 2012) A sequência de um experimento de eletrização é mostrada na figura abaixo.



Analisando-se as etapas do experimento, verifica-se que, na etapa

- a) 2, a esfera encontra-se carregada negativamente.
- b) 3, a esfera encontra-se neutra.
- c) 4, a esfera encontra-se carregada positivamente.
- d) 5, a esfera encontra-se neutra.
- e) 5, a esfera encontra-se carregada negativamente.

16. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR 2010) Duas esferas idênticas, carregadas eletricamente com carga de módulos iguais e sinais contrários, $+Q$ e $-Q$, são colocadas, respectivamente, nos vértices A e B de um triângulo equilátero, como representado acima. Uma terceira esfera idêntica, de carga positiva $+q$, está situada no vértice C do triângulo. A representação do vetor Força Elétrica que atua sobre essa partícula é



17. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – GEOFÍSICO JÚNIOR – 2010) Uma gota de óleo de $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ de massa está no espaço compreendido entre as duas placas paralelas de um capacitor, cada uma com 125 cm^2 de área. Quando a placa superior tem uma carga de $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ e a inferior uma carga equivalente negativa, a gota permanece em equilíbrio estático. Qual a carga transportada pela gota, em unidades do sistema internacional? Considere: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{s}^2$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

a) $8,70 \cdot 10^{-13}$

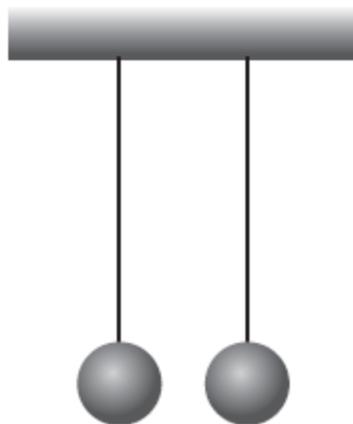


- b) $9,0 \cdot 10^{-11}$
- c) $5,0 \cdot 10^{-6}$
- d) $6,0 \cdot 10^{-9}$
- e) $2,0 \cdot 10^{-6}$

18. (CESGRANRIO – CASA DA MOEDA DO BRASIL – AUXILIAR DE OPERAÇÃO – ELÉTRICA – 2012) A tarifa domiciliar de energia elétrica é de, aproximadamente, R\$ 0,50 por kWh. Uma lâmpada de 60 W, ligada durante 8 horas todas as noites, representará um acréscimo, em reais, na conta mensal de luz de

- a) 144,00
- b) 72,00
- c) 14,40
- d) 7,20
- e) 3,60

19. (CESGRANRIO – INNOVA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012) Duas pequenas esferas metálicas idênticas e eletricamente neutras estão suspensas por fios isolantes como mostra a figura abaixo.



Em um determinado momento, uma das esferas é eletrizada. O que ocorrerá logo após essa eletrização?

- a) Não haverá interação elétrica entre as esferas.
- b) As esferas irão repelir-se, o que impedirá o contato entre elas.
- c) As esferas irão inicialmente se atrair e, se entrarem em contato, irão repelir-se logo após esse contato.
- d) As esferas irão inicialmente se atrair e, se entrarem em contato, irão manter-se em contato.
- e) As esferas irão inicialmente se atrair e, se entrarem em contato, irão perder a carga e voltar à posição inicial de equilíbrio, anterior à eletrização.

20. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – GEOFÍSICO JÚNIOR – 2012) A diferença de potencial entre duas placas paralelas infinitas deve ser ajustada para que o módulo do campo elétrico entre essas placas seja 25,0 N/C quando a distância entre elas é de $2,0 \times 10^{-4}$ m. Qual é, em volts, a diferença de potencial aplicada entre essas placas?

- a) $8,0 \times 10^{-6}$
- b) $5,0 \times 10^{-3}$
- c) $1,3 \times 10^{-1}$
- d) $1,3 \times 10^5$
- e) $1,0 \times 10^{-6}$

21. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) Duas partículas carregadas com cargas de sinais opostos, mas de mesmo módulo $|q| = 1,0$ C, separadas por uma distância $d = 1,0$ cm. Qual o valor da força de atração eletrostática, em newtons?

Dado: constante eletrostática no vácuo

$$k = 9,0 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

- a) $9,0 \times 10^5$
- b) $7,0 \times 10^9$
- c) $9,0 \times 10^{11}$
- d) $9,0 \times 10^{13}$
- e) $6,02 \times 10^{23}$



22. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) Considere duas pequenas esferas condutoras idênticas, A e B, carregadas eletricamente. A esfera A está carregada com carga positiva Q , e a esfera B, com carga negativa $-Q/2$. As duas são colocadas em contato. Após estabelecer-se o equilíbrio eletrostático, elas são separadas. Qual a carga final da esfera A?

- a) Q
- b) $Q/4$
- c) zero
- d) $-Q/2$
- e) $-4Q$

23. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) Uma partícula de carga elétrica igual a $2,0\text{ C}$ desloca-se de um ponto A para um ponto B, sofrendo uma queda de potencial elétrico de 10 V . Qual a variação na energia potencial elétrica dessa partícula, em joules, durante o deslocamento?

- a) -40
- b) -20
- c) -5
- d) 5
- e) 20

24. (CESGRANRIO – PETROBRÁS DISTRIBUIDORA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR - 2008) Com três esferas condutoras idênticas, A, B e C, que têm, respectivamente, cargas iguais a $4Q$, $-Q$ e $6Q$, são realizadas as seguintes experiências:

1ª) a esfera A é colocada em contato com a esfera C, estando B distante; em seguida separa-se A de C;

2ª) toca-se agora a esfera C, com sua nova carga, na esfera B, mantendo A afastada; logo a seguir, separa-se C de B. Ao final do processo, a esfera C terá carga

- a) Q
- b) $2Q$

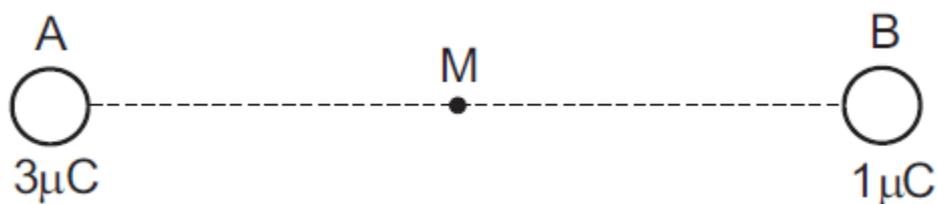


- c) $3Q/4$
- d) $3Q/2$
- e) $3Q$

25. (CESGRANRIO – PETROBRÁS DISTRIBUIDORA – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR - 2010) Duas cargas elétricas puntiformes A e B estão fixas a uma distância de 4m uma da outra. Suas cargas, em coulombs, são $2Q$ e $-Q$, respectivamente, e a constante eletrostática vale k , em unidades do Sistema Internacional. O vetor campo elétrico no ponto médio de AB, resultante da ação dessas duas cargas, tem intensidade, em N/C, igual a

- a) $kQ/6$, no sentido de A para B.
- b) $kQ/4$, no sentido de B para A.
- c) $kQ/4$, no sentido de A para B.
- d) $3kQ/4$, no sentido de B para A.
- e) $3kQ/4$, no sentido de A para B.

26. (CESGRANRIO – TERMOCEARÁ – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2009)



Duas cargas positivas puntiformes A e B, respectivamente com $3\mu\text{C}$ e $1\mu\text{C}$, localizadas no vácuo, estão separadas por uma distância fixa de 1 m, como ilustrado acima. O ponto M está localizado na posição média entre as duas cargas. Sabendo-se que a constante eletrostática, no vácuo, é $9.10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$, a intensidade do campo elétrico resultante em M, devido às duas cargas, vale, em N/C

- a) $1,44.10^5$
- b) $1,80.10^4$



- c) $2,70 \cdot 10^4$
- d) $3,60 \cdot 10^4$
- e) $7,20 \cdot 10^4$

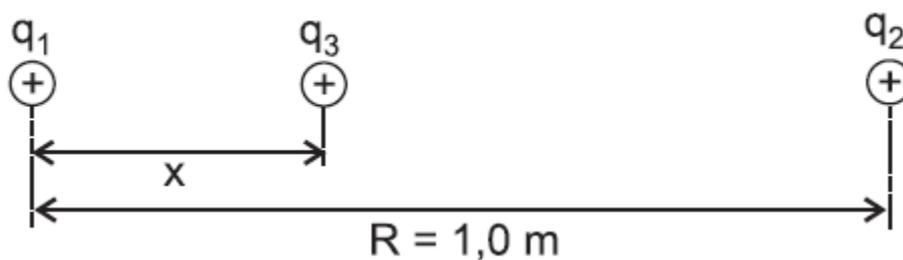
27. (CESGRANRIO – TRANSPETRO – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012) Duas esferas metálicas X e Y encontram-se, inicialmente, eletricamente isoladas. As cargas elétricas e os diâmetros das esferas são listados na tabela abaixo.

	Carga elétrica (μC)	Diâmetro (cm)
Esfera X	+ 60	60
Esfera Y	- 40	40

Se as esferas entrarem em contato elétrico e, em seguida, forem isoladas novamente, qual será, em μC , a nova carga da esfera Y?

- a) 8,0
- b) 12
- c) 15
- d) 20
- e) 50

28. (CESGRANRIO – TRANSPETRO – TÉCNICO EM OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012)

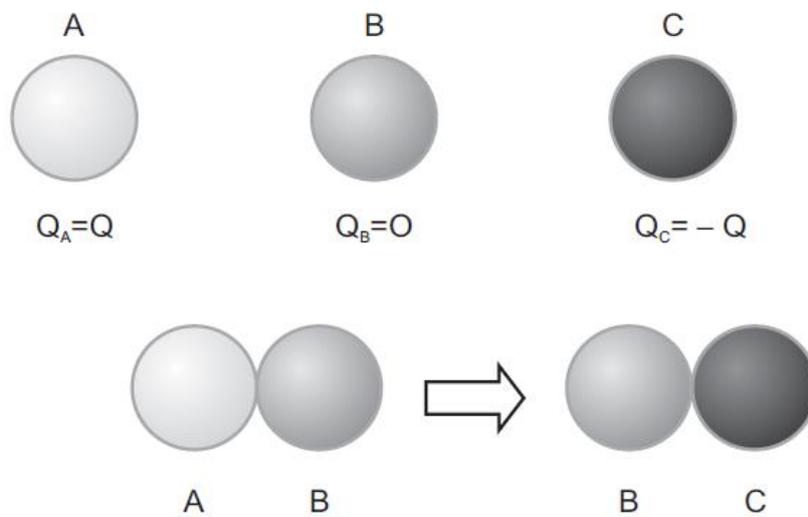


Três cargas elétricas pontuais carregadas positivamente estão alinhadas, dispostas conforme a figura acima. As cargas q_1 e q_2 estão fixas. Sabendo-se que $q_1 = 4q_2$, qual deve ser a distância x da terceira carga para que fique em equilíbrio entre q_1 e q_2 ?



- a) 1,0 m
- b) 2,0 m
- c) 1/3 m
- d) 2/3 m
- e) 4/5 m

29. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – TÉCNICO EM OPERAÇÃO JÚNIOR – 2010)



Três esferas metálicas condutoras e idênticas possuem cargas elétricas de $Q_A = +Q$; $Q_B = 0$ e $Q_C = -Q$, respectivamente. Primeiramente, faz-se o contato das esferas A e B e, logo em seguida, o contato somente da esfera B com a esfera C. Qual é a carga final da esfera B?

- a) $-Q/8$
- b) $-Q/4$
- c) $-Q/2$
- d) $Q/2$
- e) $2Q$

30. (CESGRANRIO – PETROBRÁS – TÉCNICO EM OPERAÇÃO JÚNIOR – 2010) Considere três esferas condutoras idênticas A, B e C, carregadas eletricamente e postas em contato da seguinte maneira: primeiramente, a esfera A, inicialmente carregada, é colocada em contato com a esfera B; logo em seguida, a mesma é colocada em contato com a esfera C; ao final do processo, a carga final da esfera C é zero. Considerando que as cargas iniciais são, respectivamente, $Q_{iA} = Q$ e $Q_{iC} = -Q/2$, qual a carga inicial da esfera B, Q_{iB} ?

- a) $-Q/4$
- b) $Q/2$
- c) Q
- d) $2Q$
- e) zero



GABARITO

GABARITO



- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. B | 11. B | 21. D |
| 2. A | 12. D | 22. B |
| 3. D | 13. B | 23. B |
| 4. D | 14. A | 24. B |
| 5. D | 15. E | 25. E |
| 6. D | 16. E | 26. E |
| 7. D | 17. A | 27. A |
| 8. B | 18. D | 28. D |
| 9. B | 19. C | 29. B |
| 10. E | 20. B | 30. E |



FÓRMULAS MAIS UTILIZADAS NA AULA

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$
$$|Q| = n \cdot e$$
$$n \in \mathbb{Z}_+$$
$$|\vec{F}| = \frac{K \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$
$$K = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}$$

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$
$$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$$
$$|\vec{E}| = \frac{K \cdot |Q|}{d^2}$$

$$V = \frac{K \cdot Q}{d}$$
$$E_{pot} = q \cdot V$$
$$E_{pot} = \frac{K \cdot Q \cdot q}{d}$$
$$\tau = q \cdot U$$
$$E \cdot d = U$$
$$C = \frac{Q}{V}$$
$$\Delta E = Pot \cdot \Delta t$$

$$custo = Energia \times valor \text{ (KWh)}$$



ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1 Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2 Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3 Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4 Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5 Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6 Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7 Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8 O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.