

Aula 00

*PC-PR (Papiloscopista Policial) Física -
2026 (Pós-Edital)*

Autor:
Vinicius Silva

07 de Julho de 2026

Sumário

1. Introdução	2
2. Conteúdo da aula.....	2
3. Carga elétrica e Força elétrica (Lei de Coulumb)	2
3.1 Interação entre cargas elétricas	4
3.2 Lei de Coulomb	5
4. Campo elétrico.....	9
4.1 Linhas de campo ou linhas de força.....	9
4.2. Módulo do campo elétrico	12
4.3 Campo elétrico uniforme	15
5. Trabalho, Energia e Potencial Eletrostático.	16
5.1. Potencial Elétrico	16
5.2. Energia potencial eletrostática.....	17
5.3 Comportamento das cargas nos campos elétricos	18
5.4. trabalho da força elétrica	20
5.5 Superfícies equipotenciais.....	22
5.6 Condutores em equilíbrio eletrostático	25
5.7 Capacidade elétrica ou capacitância.....	27
5.8 Cálculo da energia elétrica consumida por um aparelho	29
6. Exercícios Propostos	31
7. Exercícios Comentados	60
8. Gabarito.....	150
9. Fórmulas mais utilizadas na aula.....	151



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. CONTEÚDO DA AULA

Cargas elétricas em repouso; campo elétrico; potencial elétrico

3. 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.

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

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

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.



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

3.1 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:

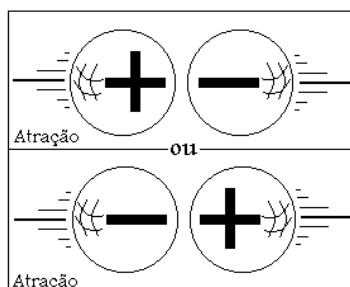
- **Atração:**

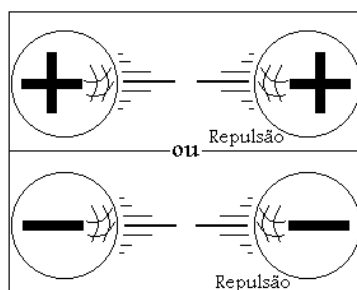
A atração ocorre quando duas cargas de sinais opostos são postas próximas uma da outra. Aqui vale a máxima: "os opostos se atraem".

- **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.

3.2 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.

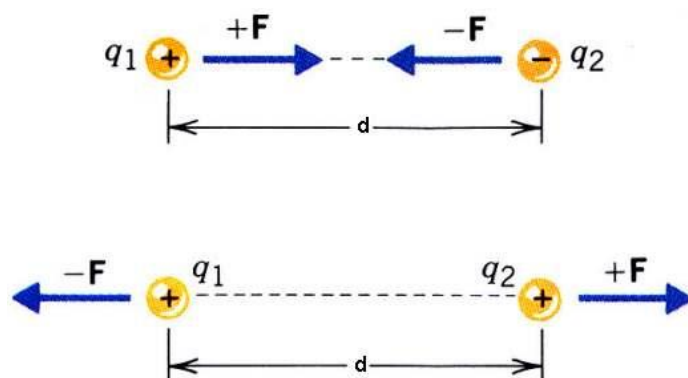
Assim,

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

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 carga 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.

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:

	$K \text{ (N. m}^2/\text{C}^2\text{)}$
Vácuo	$9,0 \cdot 10^9$
Ar seco	$\cong 9,0 \cdot 10^9$
Benzeno	$2,3 \cdot 10^9$
Petróleo	$3,6 \cdot 10^9$
Etanol	$3,6 \cdot 10^8$
Água	$1,1 \cdot 10^8$



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

Permissividade eletrostática do meio

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

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

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:



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

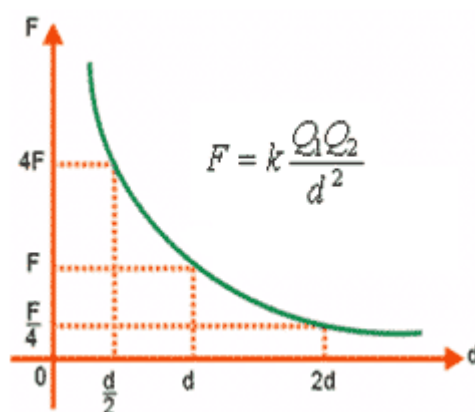
A assim por diante, poderíamos calcular as constantes eletrostáticas de todos os meios acima, veja que a potencia de 10^{-12} foi utilizada, pois a permissividade elétrica está em unidades **pF/m**, o "p" significa 10^{-12} .

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

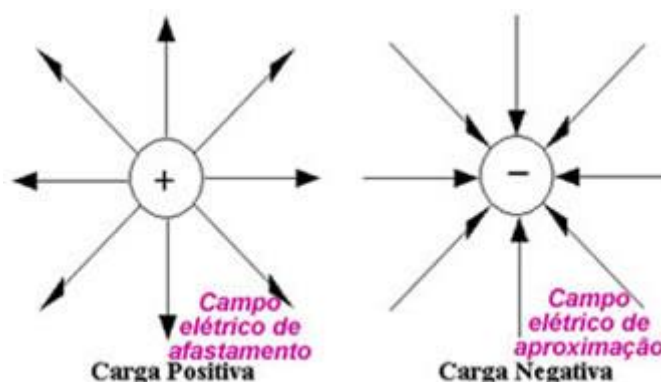


4. CAMPO ELÉTRICO

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 que a carga elétrica negativa gera um campo elétrico convergente.

4.1 LINHAS DE CAMPO OU LINHAS DE FORÇA

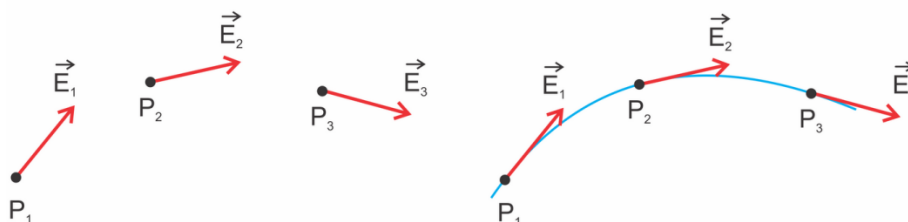
Linhas de campo são linhas que caracterizam geometricamente o campo elétrico em um determinado local.

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:

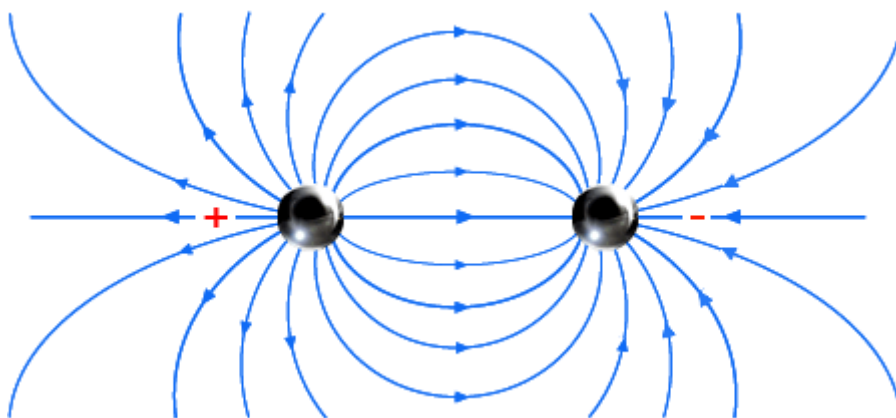
- Linhas de campo ou linhas de força nunca se cruzam, pois caso se cruzassem, haveria dois campos elétricos resultantes em um ponto do espaço, quando na verdade só pode existir um campo resultante.
- Linhas de campo nunca são linhas fechadas.

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:

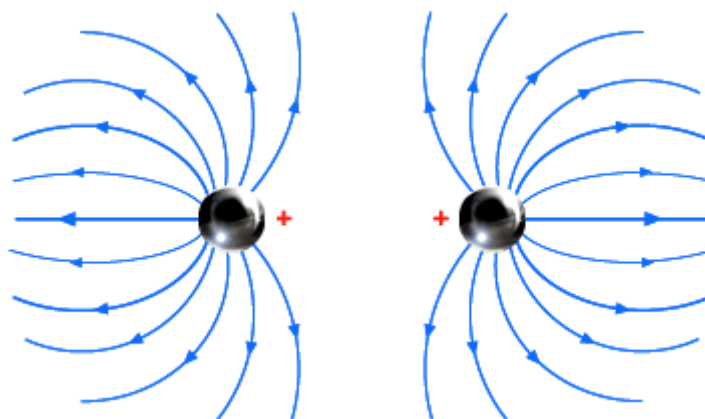




A simetria da figura garante que os módulos das cargas são iguais, porém de sinais opostos.

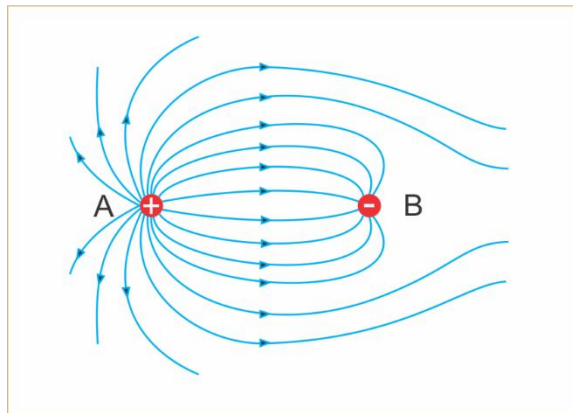


Professor, como seria um esquema de linhas de força representando cargas de sinais opostos e também de cargas cujo módulo são diferentes?



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.

4.2. MÓDULO DO CAMPO ELÉTRICO

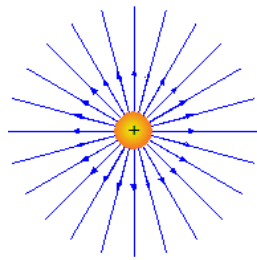
O módulo do campo elétrico será obtido de acordo com a definição de campo elétrico.

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

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

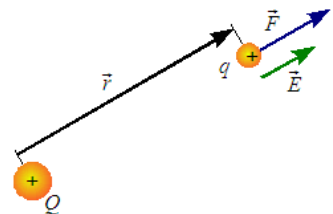
- Se a carga for positiva, a força tem o mesmo sentido do campo elétrico.





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

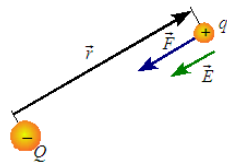
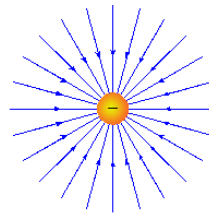
Uma carga de prova positiva fica sujeita a uma força paralela e no mesmo sentido do campo.



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 esta 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:

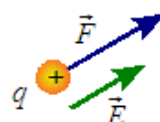
$$\begin{aligned} |\vec{F}| &= |\vec{E}| \cdot |q| \\ |\vec{E}| &= \frac{|\vec{F}|}{|q|} = \frac{K \cdot |Q| \cdot |q|}{d^2} \\ |\vec{E}| &= \frac{K \cdot |Q|}{d^2} \end{aligned}$$

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

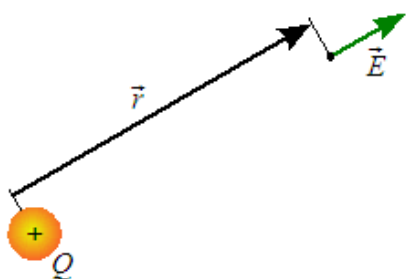
Observe na figura abaixo o campo elétrico gerado por uma carga:

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.



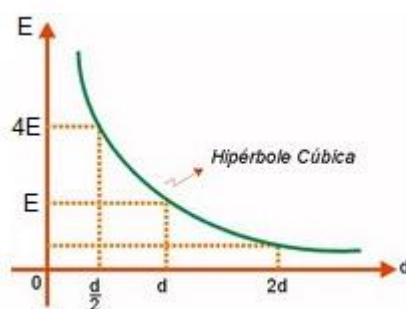
$$E = \frac{k \cdot Q}{r^2}$$

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.

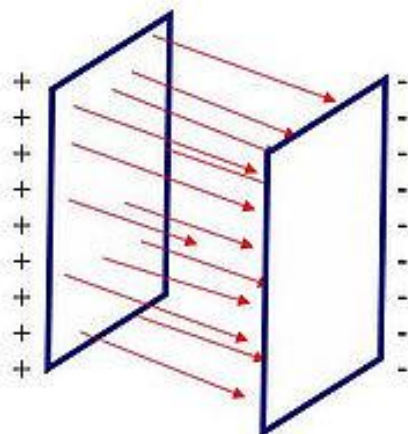
Mais uma vez são duas grandezas inversamente proporcionais, no entanto, o módulo do campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Assim, temos o seguinte gráfico:



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

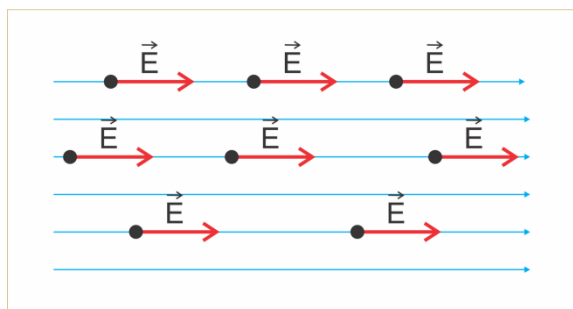
4.3 CAMPO ELÉTRICO UNIFORME

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:



5. 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.

5.1. 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:

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

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

5.2. 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:



$$E_{pot} = q.V$$

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:

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

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

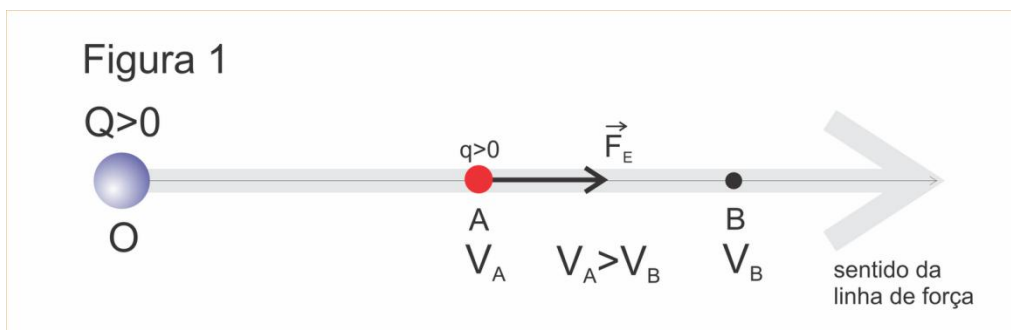
Portanto, não se esqueça de levar em conta o sinal das cargas em todos os cálculos vistos a partir deste tópico.

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.

5.3 COMPORTAMENTO DAS CARGAS NOS CAMPOS ELÉTRICOS





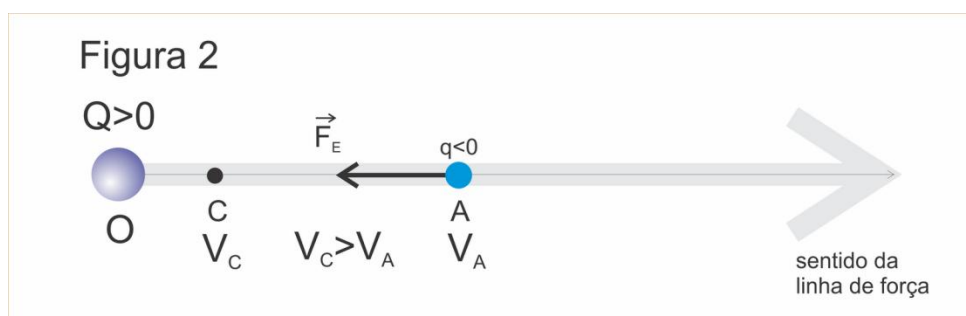
Na figura acima, temos uma linha de força associada ao campo elétrico gerado por uma carga pontual positiva (campo divergente).

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.

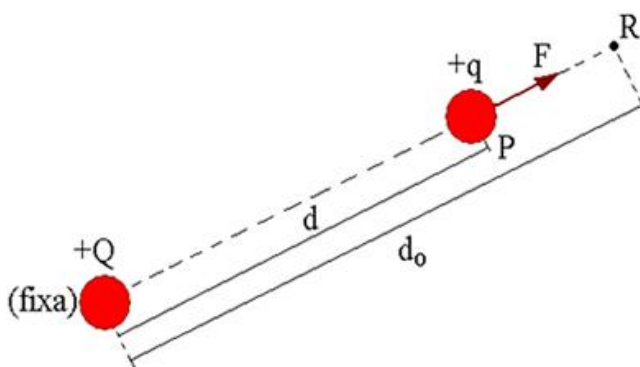
Essa é a tendência espontânea de uma carga elétrica quando abandonada em um campo elétrico. Tente fazer o mesmo raciocínio adotado nas observações acima caso a carga fonte seja negativa.

5.4. TRABALHO DA FORÇA ELÉTRICA

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

$$\tau = \int F . dx$$

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



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

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:

$$\tau = q.U$$

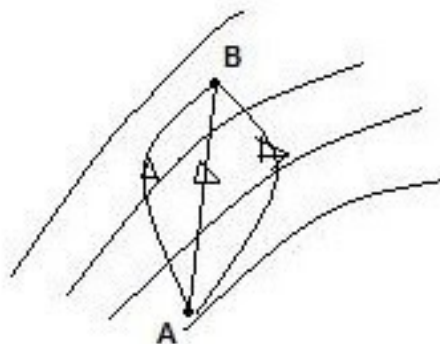
Onde U é a diferença de potencial, entre os pontos inicial e final, não confunda essa diferença com um Δ que caracteriza a grandeza final subtraída da inicial.

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.





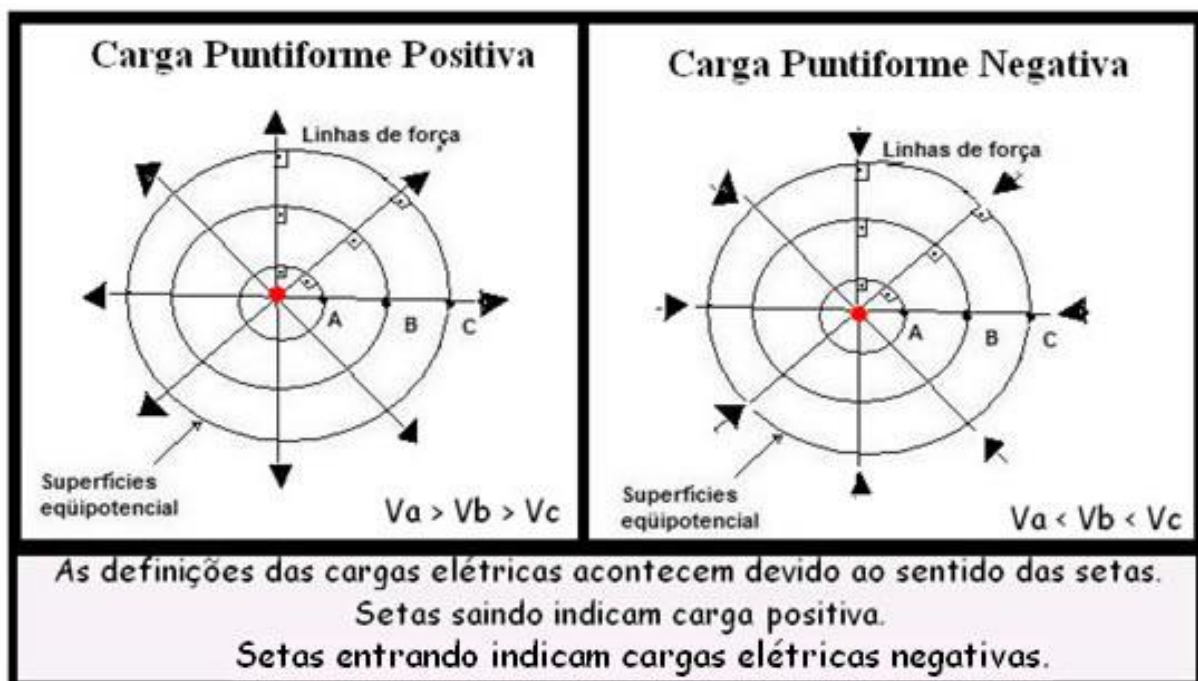
Acima você percebe três trajetórias distintas de se carregar uma carga elétrica de um ponto A até um ponto B, todas elas implicam o mesmo trabalho realizado.

5.5 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.

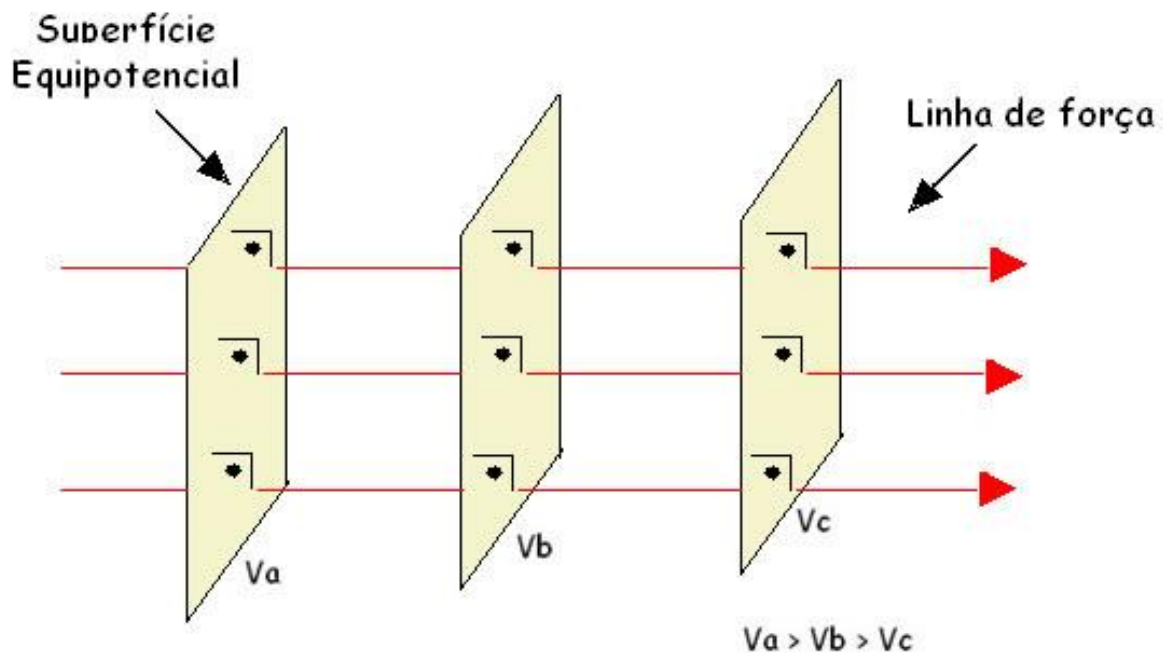
Exemplos de superfícies equipotenciais seguem abaixo:





Acima exemplos de equipotenciais em cargas puntiformes.





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:

$$\begin{aligned} F.d &= q.U \\ E.q.d &= q.U \\ E.d &= U \end{aligned}$$

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

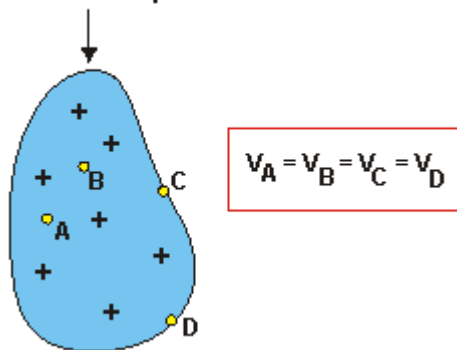
5.6 CONDUTORES EM EQUILÍBRIO ELETROSTÁTICO

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.

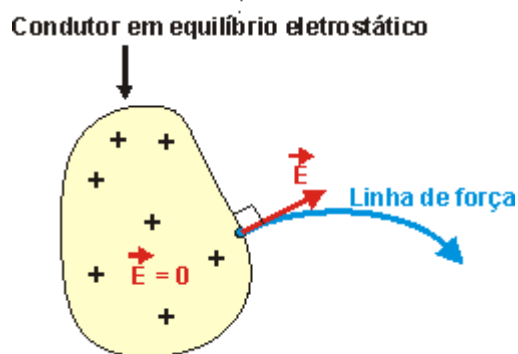
Se o condutor estiver carregado, as cargas estarão dispostas na superfície, pois é lá que elas estarão o mais distanciadas possível, sejam positivas ou negativas.

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.

Condutor em equilíbrio eletrostático



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



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



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

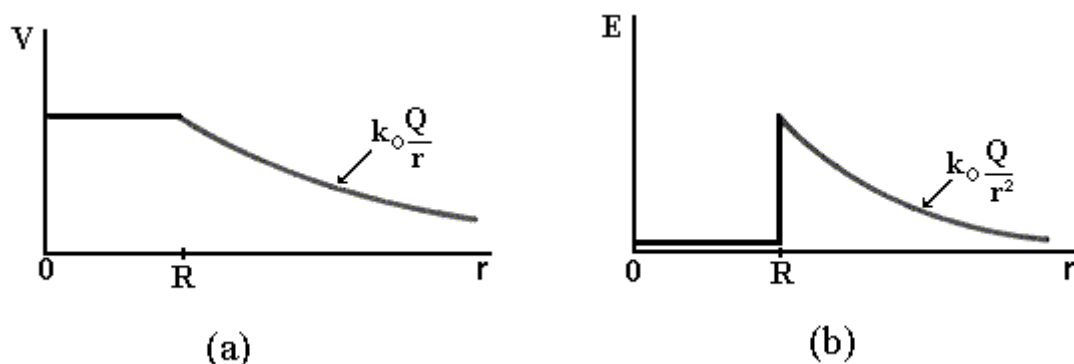
Vamos aplicar as considerações acima para traçar o gráfico do campo elétrico e do potencial elétrico de uma esfera condutora em equilíbrio eletrostático.

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 que 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.





5.7 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.

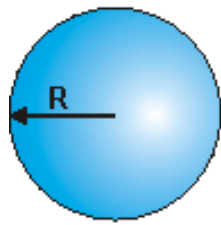
Para um condutor esférico, podemos dizer que:

Condutor esférico

Carga $Q \gg \gg$ Potencial V

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

Capacidade elétrica C

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


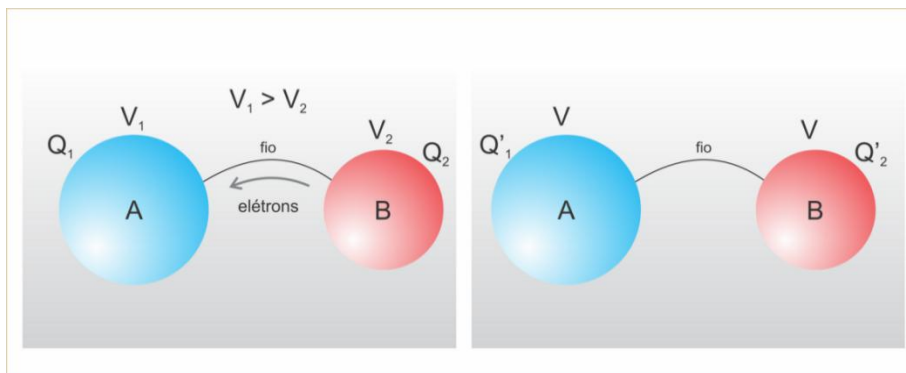


Ou seja, a capacidade eletrostática é proporcional ao raio da esfera.

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 também serão iguais a metade da soma das cargas iniciais.

5.8 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 potencia 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.

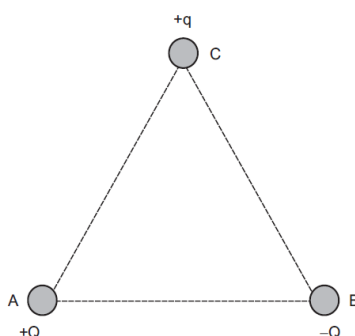
$$\text{custo} = \text{Energia} \times \text{valor (KWh)}$$

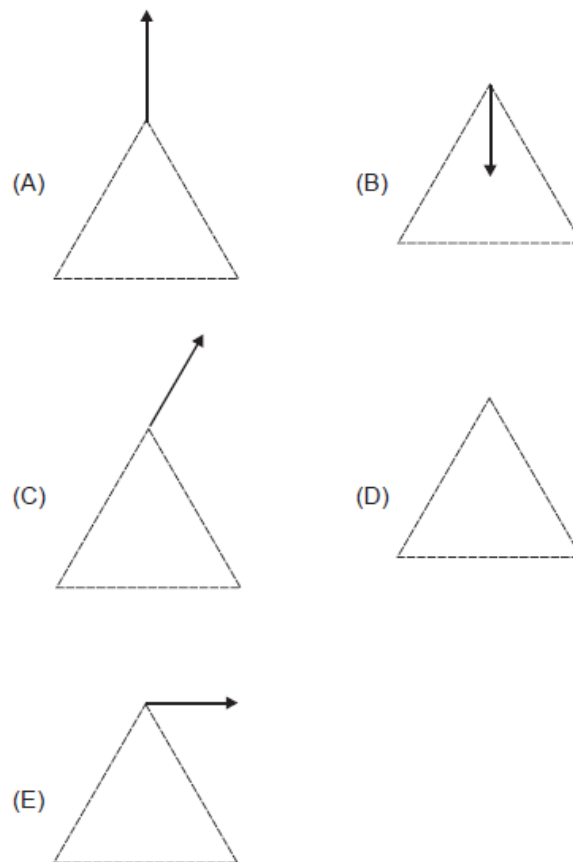


6. EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- **Eletrostática**

1. (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





2. (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 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

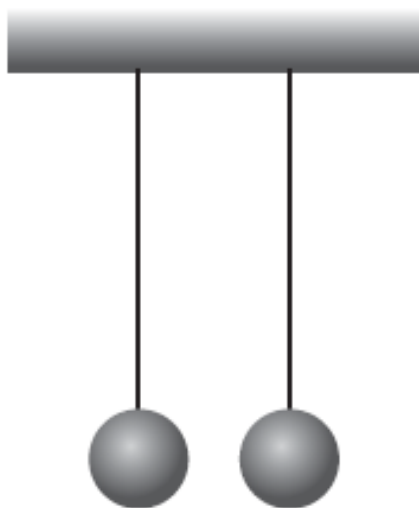
- (A) $8,70 \cdot 10^{-13}$
- (B) $9,0 \cdot 10^{-11}$
- (C) $5,0 \cdot 10^{-6}$
- (D) $6,0 \cdot 10^{-9}$
- (E) $2,0 \cdot 10^{-6}$



3. (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

4. (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.

5. (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 $25,0 \text{ N/C}$ quando a distância entre elas é de $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}$. 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) $1,0 \times 10^{-6}$

6. (CESGRANRIO - PETROBRÁS - TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2011) 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) $6,02 \times 10^{23}$

7. (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) $-4Q$

8. (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

9. (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) $3Q/4$

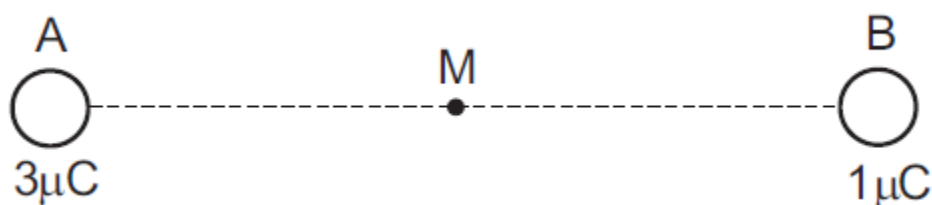


- (D) $3Q/2$
(E) $3Q$

10. (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.

11. (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 $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, a intensidade do campo elétrico resultante em M, devido às duas cargas, vale, em N/C

- (A) $1,44 \cdot 10^5$
(B) $1,80 \cdot 10^4$
(C) $2,70 \cdot 10^4$
(D) $3,60 \cdot 10^4$



(E) $7,20 \cdot 10^4$

12. (CESGRANRIO – TRANSPETRO – TÉCNICO DE OPERAÇÃO JÚNIOR – 2012)

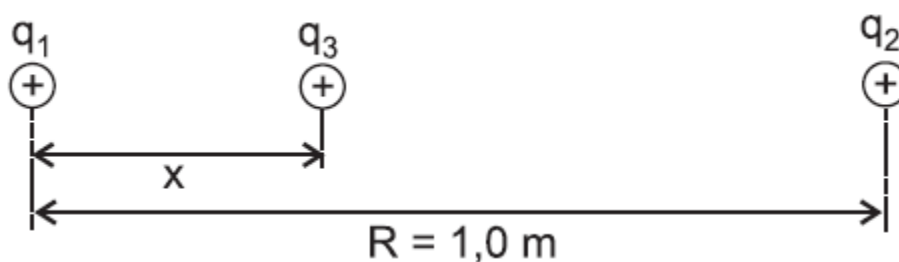
Duas esferas metálicas X e Y encontram-se, inicialmente, eletricamente isoladas. As cargas elétricas e os diâmetros das esferas são listados na tabela abaixo.

	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

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



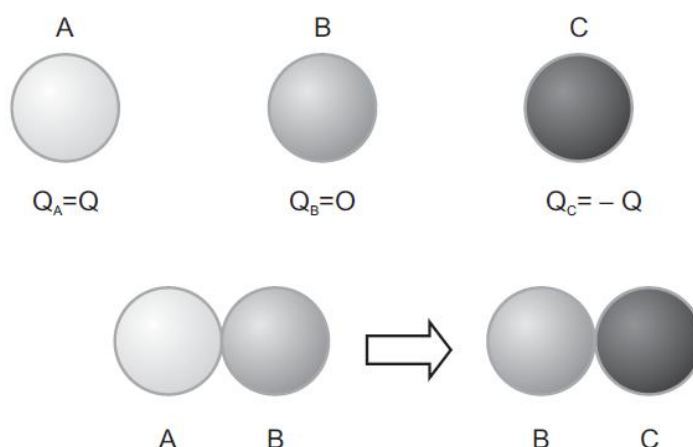
Três cargas elétricas pontuais carregadas positivamente estão alinhadas, dispostas conforme a figura acima. As cargas q_1 e q_2 estão fixas. Sabendo-se que $q_1 = 4q_2$, qual deve ser a distância x da terceira carga para que fique em equilíbrio entre q_1 e q_2 ?

- (A) 1,0 m



- (B) 2,0 m
- (C) $1/3$ m
- (D) $2/3$ m
- (E) $4/5$ m

14. (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) $2Q$

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

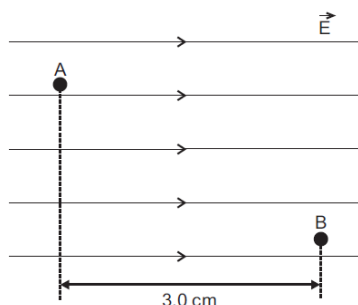
Considere três esferas condutoras idênticas A, B e C, carregadas eletricamente e postas em contato da seguinte maneira: primeiramente, a esfera A, inicialmente carregada, é colocada em contato com a esfera B; logo em seguida, a mesma é colocada em contato com a esfera C; ao final do processo, a carga 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

Considere dois pontos A e B em uma região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme horizontal E, como mostra a figura abaixo.



A intensidade do campo elétrico é de 1.500 N/C .

Qual é a diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B?

- (A) 15 V (B) 30 V (C) 45 V (D) 500 V (E) 1.500 V

16. (CESGRANRIO – PETROQUÍMICA SUAPE – OPERADOR PLENO – 2011) Duas pequenas esferas metálicas idênticas estão no vácuo. Uma delas está eletrizada com carga igual a $10\mu\text{C}$ e a outra está neutra. As esferas são colocadas em contato até entrar em equilíbrio eletrostático. A seguir, são colocadas a 30 cm de distância uma da outra, originando uma força de repulsão entre elas. Sabendo-se que a constante eletrostática no vácuo vale $9,0 \cdot 10^9 (\text{SI})$, intensidade dessa força, em newtons, é

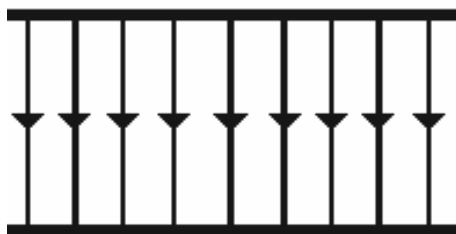
- (A) $1,0$



- (B) 2,5
- (C) 5,0
- (D) 10,0
- (E) 25,0

17. (CESPE-UNB – TELEBRÁS – 2013) De acordo com a Lei de Coulomb, o módulo da força entre duas cargas elétricas Q_1 e Q_2 é dada por $F = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{R}$, em que R é o raio das respectivas cargas e k é uma constante de proporcionalidade.

18. (CESPE-UNB – UNIPAMPA – TÉCNICO EM LABORATÓRIO DE FÍSICA – 2009)



Considerando a figura acima, que ilustra algumas linhas de campo elétrico entre placas paralelas eletricamente carregadas, com cargas uniformemente distribuídas na área de cada placa, julgue os itens subsequentes.

1. Na situação mostrada, as cargas positivas encontram-se na placa superior, e as negativas, na placa inferior.
2. Um elétron, ao ser posicionado em um ponto no centro das placas e liberado para se movimentar, se deslocará no sentido contrário às linhas de campo.
3. As linhas de campo mostradas são paralelas às superfícies de potencial constante.
4. Se a figura acima representasse um capacitor com ddp entre as placas igual a 10 V e distância entre as placas de 2 cm, um elétron com carga igual a $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$, posicionado entre as placas, estará submetido a uma força de $8 \times 10^{-19} \text{N}$.

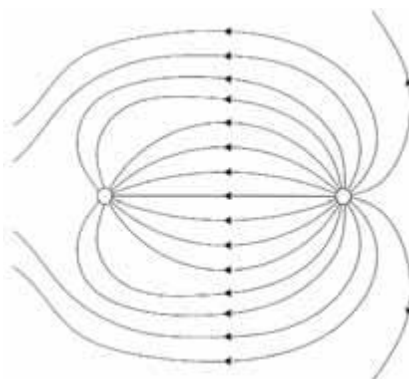


19. (CESPE-UNB – CBM/DF – OPERADOR DE VIATURAS – 2011) Nos vértices de um hexágono regular de lado a , foram distribuídas seis cargas elétricas, três positivas, $+q$, e três negativas, $-q$, de mesmo módulo. Elas foram dispostas de forma alternada, de maneira a não haver em vértices consecutivos, cargas com o mesmo sinal. Com relação a essa situação, julgue os próximos itens.

1. O módulo da força elétrica sobre uma carga adicional Q , colocada no centro do hexágono é expressa por $3^{1/2} \times K \times q \times Q/a^2$.
2. No centro geométrico do hexágono, o campo elétrico é nulo e o potencial elétrico é diferente de zero.

20. (CESPE-UNB – CBM/ES – OFICIAL COMBATENTE – 2011) Com base nos conceitos de força, campo e potencial elétrico, julgue os itens que se seguem.

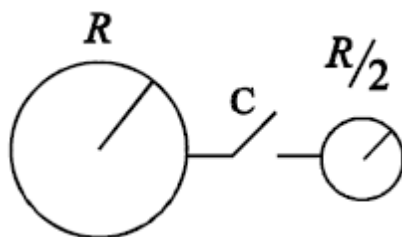
1. O princípio de superposição linear para os campos elétricos é consequência da natureza vetorial destes.
2. A figura a seguir descreve corretamente as linhas de campo elétrico que surgem da interação entre duas cargas puntiformes de mesmo módulo e de sinais opostos.



3. Considere que a carga puntiforme positiva $Q = 2,00 \times 10^{-8} \text{ C}$, com massa de $1,00 \times 10^{-4} \text{ g}$, parta do repouso de um ponto A e acelere, sob ação exclusiva da força elétrica, até adquirir a velocidade $v = 0,2 \text{ m/s}$ ao chegar a um ponto B. Nessa situação, a diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B é de 100 V e o potencial do ponto A é maior que o do ponto B.



21. (CESPE-UNB – UNIPAMPA – TÉCNICO EM LABORATÓRIO DE FÍSICA – 2009)

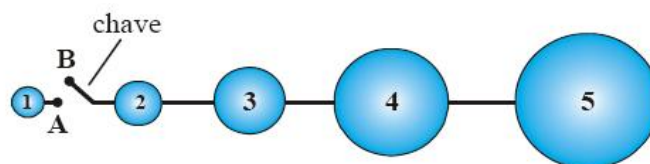


Uma casca esférica metálica de raio R , que tem carga positiva distribuída uniformemente sobre sua superfície, pode ser conectada, por meio de uma chave C , a uma segunda casca esférica de raio $R/2$, eletricamente neutra, conforme ilustrado na figura acima. A respeito dessa situação, julgue os itens abaixo.

1. Após as esferas serem conectadas, fechando-se a chave C , no equilíbrio eletrostático, a corrente entre elas será nula, assim como será nulo o campo elétrico no interior das esferas.
2. A intensidade do campo elétrico observado no exterior de uma esfera carregada decai com o quadrado da distância ao centro da esfera.
3. No equilíbrio eletrostático, mantendo-se as esferas conectadas, o potencial elétrico na esfera de raio R será maior que o potencial elétrico da esfera de raio $R/2$.
4. O equilíbrio eletrostático ocorre em virtude do deslocamento de elétrons em um sentido e de prótons no sentido oposto, entre as esferas, por meio do contato.
5. As linhas de campo elétrico, na esfera carregada, antes de a chave ter sido ligada, são paralelas à superfície da esfera.

22. (CESPE – CBM/DF – OFICIAL BOMBEIRO MILITAR - 2006)





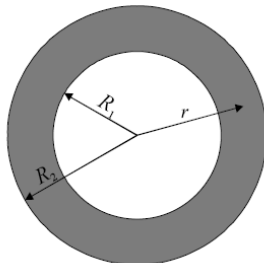
Algumas nanoestruturas moleculares de carbono apresentam condutividade elétrica. A figura acima mostra um conjunto de cinco nanoestruturas esféricas, de dimensões diferentes, cujos raios satisfazem à relação $r_{n+1} = 2r_n$, em que r_n corresponde ao raio da esfera indicada pelo número n , $n = 1, 2, \dots, 5$. As esferas de 2 a 5 estão conectadas por nanofios condutores elétricos e existe uma chave que, quando fechada, permite a conexão dessas esferas à esfera 1. Com a chave aberta, a esfera 1 tem carga elétrica equivalente à carga de 620 elétrons e as outras esferas estão eletricamente neutras. Considerando que a chave mencionada no texto tenha sido fechada e que, após isso, o sistema tenha adquirido equilíbrio eletrostático, julgue os itens a seguir, sabendo que a carga elementar do elétron é igual a $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ e admitindo que, nesse equilíbrio, não haja elétrons nos fios condutores.

1. Como as nanoestruturas estão em equilíbrio eletrostático, elas têm o mesmo potencial eletrostático.
2. Se r_3 é igual a $50 \text{ \AA}$, então o valor absoluto do potencial eletrostático da esfera 3 é menor que $1,6 \times 10^{-9} \text{ V}$.
3. Considere que Q_n seja a carga da n -ésima esfera na situação de equilíbrio eletrostático. Nesse caso,
$$\frac{Q_1 + 2Q_2 + 3Q_3 + 4Q_4 + 5Q_5}{r_1 + 2r_2 + 3r_3 + 4r_4 + 5r_5} = \frac{Q_2}{r_2}.$$
4. No equilíbrio eletrostático, há 320 elétrons na esfera 5.
5. Suponha que, em vez de 5, o sistema descrito tenha N esferas, que, antes do fechamento da chave, a esfera 1 tenha carga elétrica inicial igual a 1.890 vezes a carga do elétron, e que, na situação de equilíbrio eletrostático obtido após o fechamento da chave, a carga elétrica da esfera 3 seja igual a 120 vezes a carga do elétron. Nesse caso, $N > 8$.

23. (CESPE – INMETRO – 2007) A figura acima ilustra uma casca esférica condutora de raio interno R_1 e raio externo R_2 . Considerando que essa casca esférica tenha sido



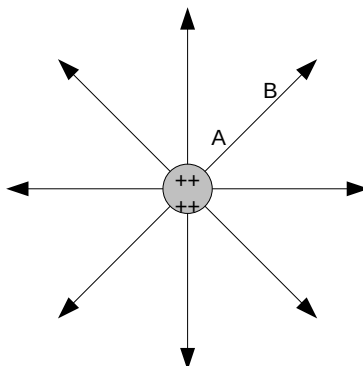
carregada com carga total igual a $4Q$, e que, após o carregamento seja mantida eletricamente isolada, em equilíbrio eletrostático, julgue os itens subsequentes.



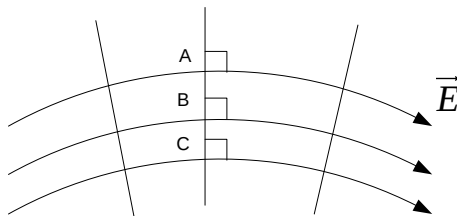
1. O campo elétrico na região $R_1 < r < R_2$ é nulo.
2. O potencial elétrico na região $R_1 < r < R_2$ é igual a zero.
3. Tanto o campo elétrico quanto o potencial elétrico em um ponto no exterior da casca esférica, ou seja, para $r > R_2$, são diferentes de zero.

24. (CESPE - UNB - CBM/ES - OFICIAL BOMBEIRO MILITAR - 2008) O campo elétrico é um campo vetorial produzido por cargas puntiformes ou corpos carregados. As linhas de campo, ou linhas de força, de um campo elétrico permitem visualizar a configuração do campo em determinada região. Acerca de campo elétrico, potencial elétrico e linhas de campo, julgue os itens a seguir.

1. Na situação ilustrada abaixo, em que são mostradas linhas de campo elétrico produzido por uma carga puntiforme $+q$, é correto afirmar que a intensidade do campo elétrico no ponto A é superior à intensidade do campo elétrico no ponto B.



2. Na configuração a seguir, os pontos A, B e C têm o mesmo potencial.



3. Em um condutor carregado, em equilíbrio eletrostático, as linhas de campo são sempre perpendiculares à superfície do condutor.

4. Pode-se estimar a intensidade de um campo elétrico em determinada região por meio do fluxo do vetor campo elétrico nessa região, ou seja, pelo número de linhas de força que atravessam determinada superfície. Assim, em regiões onde as linhas de campo elétrico estão mais próximas, a intensidade do campo elétrico é menor que em regiões onde as linhas desse campo estão mais separadas.

25. (CESPE-UNB – SEDUC/CE – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) Uma esfera metálica maciça de raio igual a R foi carregada com carga q distribuída uniformemente em todo o seu volume. Em situação de equilíbrio eletrostático,

A. a diferença de potencial entre dois pontos no interior da esfera é positiva e maior que zero.

B. se a esfera citada fosse oca, o potencial no interior dela seria nulo.

C. o potencial elétrico no centro da esfera é nulo.

D. o campo elétrico, em um ponto a uma distância $a > R$, é dado pela relação $(1/4)\pi\epsilon_0 q/a$, em que ϵ_0 é a constante dielétrica do meio.

E. o campo elétrico no interior da esfera é nulo.

26. (CESPE-UNB – SEDUC/CE – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) Considere que duas cargas puntiformes de módulos e sinais desconhecidos estejam separadas por



uma distância d e que o campo elétrico seja nulo no ponto médio do segmento que une as cargas. Nessa situação, as cargas têm

- A. sinais contrários e módulos diferentes.
- B. sinais contrários e o mesmo módulo.
- C. o mesmo sinal e o módulo de uma carga é igual a metade do módulo da outra.
- D. o mesmo módulo e o mesmo sinal.
- E. o mesmo módulo e sinais diferentes.

27. (CESPE-UNB – SEDUC/CE – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) Considerando-se que quatro cargas — duas positivas e duas negativas — de módulos iguais a q tenham sido colocadas nos vértices de um quadrado de lado L , é correto afirmar que o potencial no centro do quadrado

- A. é quatro vezes maior que o potencial gerado por cada carga no centro do quadrado.
- B. é igual ao dobro do potencial gerado por cada carga no centro do quadrado.
- C. independe do sinal das cargas.
- D. é igual à metade do potencial gerado por cada carga no centro do quadrado.
- E. é nulo.

28. (CESPE – UNB – IFB – 2010) Considere que aos terminais de um circuito elétrico seja ligada uma fonte de tensão de valor 220 V CC. Por esses terminais, a cada 5 segundos, fluem 10 coulombs correspondentes a uma carga elétrica. A partir dessas informações, julgue os itens a seguir.

1. Supondo que esse circuito fique ligado diariamente durante apenas 15 minutos e que $1 \text{ kW} \times \text{h}$ custe R\$ 0,40, ao final de 30 dias de uso o custo total a ser pago pela energia elétrica consumida pelo circuito será maior que R\$ 10,00.



29. (VUNESP-SP – CTA – TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA – 2013) Duas partículas puntiformes eletricamente carregadas, $Q_1 = 100 \text{ } [\mu\text{C}]$ e $Q_2 = 500 \text{ } [\mu\text{C}]$, foram posicionadas a uma distância de $5 \text{ } [\text{mm}]$, entre si, em um meio que possui permissividade elétrica $\epsilon_{\text{meio}} = 4^{-1}\pi^{-1} \text{ } [\text{mF}\cdot\text{m}^{-1}]$. Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do módulo da força de atração entre essas partículas.

- (A) 0,02 [N]
- (B) 0,10 [N]
- (C) 0,20 [N]
- (D) 1,00 [N]
- (E) 2,00 [N]

30. (VUNESP – SP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA – 2012) Embora não se saiba exatamente o que é carga elétrica, conhecemos suas características e propriedades. A saber:

- I. Existem três tipos de cargas elétricas: a negativa, a positiva e a neutra.
- II. Cargas elétricas do mesmo tipo se repelem e de tipos diferentes se atraem.
- III. A carga elétrica total de um sistema isolado eletricamente é constante.
- IV. Em todo átomo, o número de elétrons é igual ao de prótons quando esse átomo encontra-se eletricamente neutro.

Está correto o contido em

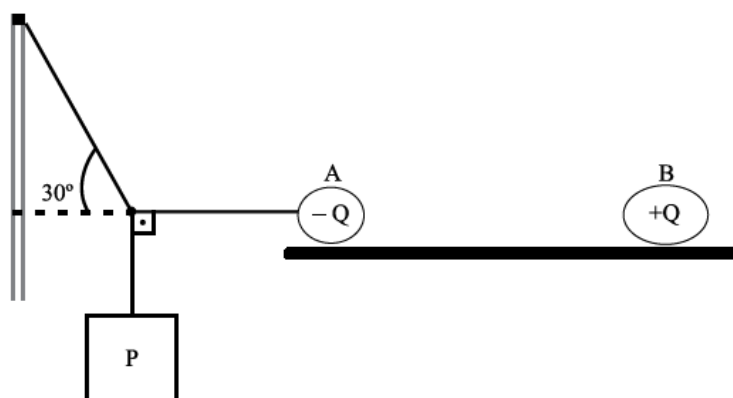
- (A) I e IV, apenas.
- (B) II e III, apenas.
- (C) II e IV, apenas.
- (D) II, III e IV, apenas.
- (E) I, II, III e IV.



31. (VUNESP – SP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA – 2012) A aplicação dos conhecimentos aprendidos sobre eletricidade pode ser verificada no próprio ambiente da sala de aula. Suponha que, em uma escola, determinada sala de aula possui 8 canaletas com 2 lâmpadas de 60 W, cada, e dois ventiladores de teto, ambos de 70 W. Admitindo-se que esses elementos permanecem ligados nos 5 dias úteis da semana, das 7:00 às 23:00, o consumo elétrico semanal dessa sala de aula é, em kWh,

- (A) 94.
- (B) 88.
- (C) 72.
- (D) 66.
- (E) 50.

32. (VUNESP – SP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) As esferas A e B são idênticas, eletrizadas com cargas $-Q$ e $+Q$ respectivamente, distantes uma da outra de 30 cm, são colocadas em repouso em uma superfície lisa. Para manter o sistema em equilíbrio, o peso do corpo P dever ser de 36 N e a carga B deverá estar fixada na superfície. A constante eletrostática $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m/C}^2$; $\sin 30^\circ = 0,5$; $\cos 30^\circ = 0,87$. Para a situação dada, o módulo da carga Q, em coulomb, é



- (A) $2,85 \cdot 10^{-5}$
- (B) $2,75 \cdot 10^{-6}$
- (C) $2,65 \cdot 10^{-5}$
- (D) $2,55 \cdot 10^{-6}$
- (E) $2,45 \cdot 10^{-5}$



33. (FUNIVERSA – PC-GO – PERITO CRIMINAL) Duas cargas elétricas $q_1 = 2e$ e $q_2 = 4e$ com massas $m_1 = m$ e $m_2 = 2m$, respectivamente, são colocadas a uma distância d uma da outra. Nessa situação, denotando por k_e a constante de Coulomb e por g a aceleração da gravidade, é correto afirmar que a condição para que a força elétrica entre as duas cargas se iguale à força peso exercida sobre a carga de massa m_2 ocorrerá se

- (A) $k_e/g = \frac{1}{4} m(d/e)^2$
- (B) $k_e/g = \frac{1}{4} m(e/d)^2$
- (C) $g/k_e = \frac{1}{4} m(d/e)^2$
- (D) $g/k_e = \frac{1}{4} m(e/d)^2$
- (E) $k_e/g = \frac{1}{4} m(d/e^2)$

34. (NCE – RJ – UFRJ – FÍSICO) Duas partículas, cada uma com carga elétrica igual a q , estão fixas em dois vértices opostos de um quadrado. Em um terceiro vértice fixamos uma partícula de carga q' tal que o campo elétrico gerado pelas três partículas no quarto vértice seja nulo. A razão q'/q entre a carga q' e a carga q é:

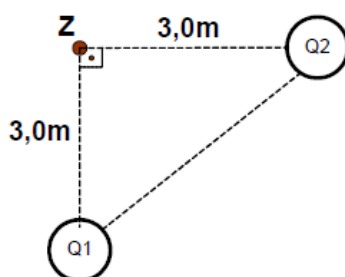
- (A) $-2\sqrt{2}$
- (B) -2
- (C) $-\sqrt{2}$
- (D) -1
- (E) $-1/\sqrt{2}$

35. (IFTO – TÉCNICO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA) Considere três partículas constituídas por: Próton (m_P), um próton Dêuteron (m_D) = um próton + um nêutron e uma Partícula Alfa (m_A) = dois prótons + dois nêutrons. Elas serão aceleradas por um campo elétrico uniforme a partir do repouso por durante um certo tempo percorrendo distâncias equivalentes a d_P , d_D e d_A cuja relação entre elas será:

- a) $d_P > d_D = d_A$
- b) $d_P > d_D > d_A$
- c) $d_P > d_D < d_A$
- d) $d_P < d_D > d_A$
- e) $d_P = d_D > d_A$



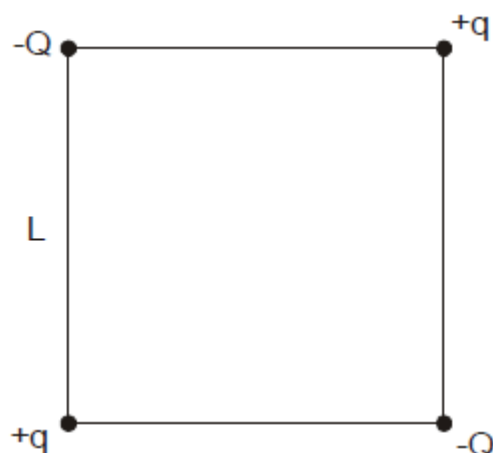
36. (CEFET-BA – TÉCNICO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA) Ao montarmos um sistema composto por duas cargas pontuais Q_1 e Q_2 de intensidade $3\mu\text{C}$ e $-4\mu\text{C}$, respectivamente, conforme esquema, estabeleceu-se um campo elétrico e um potencial elétrico no ponto Z. Considerando que estão imersas no vácuo, onde a constante elétrica vale $k_0 = 9,0 \times 10^9 \text{N.m/C}^2$, pode-se afirmar que o módulo do campo elétrico e o potencial no ponto Z valem, respectivamente:



- A. $3 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $-9 \times 10^3 \text{ V}$
- B. $4 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $3 \times 10^3 \text{ V}$
- C. $3 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $4 \times 10^{-3} \text{ V}$
- D. $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $5 \times 10^3 \text{ V}$
- E. $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $-3 \times 10^3 \text{ V}$

37. (FCC – PREFEITURA DE SÃO PAULO – ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE) Quatro cargas elétricas puntiformes estão fixas nos vértices de um quadrado de lado L , como na figura, onde estão também indicados os módulos e sinais das cargas. Para que a força elétrica resultante numa das cargas $+q$ seja nula, o módulo da carga $-Q$ deve ser

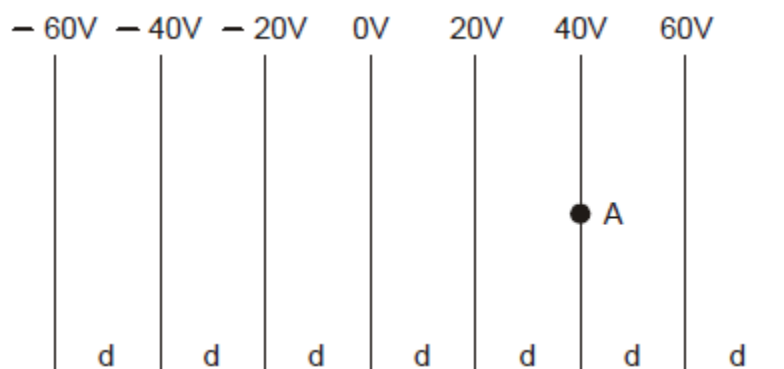




- (A) $q\sqrt{2}$
- (B) q
- (C) $q\sqrt{2}/2$
- (D) $q/2$
- (E) $q\sqrt{2}/4$

38. (FCC – PREFEITURA DE SÃO PAULO – ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE)

Na figura abaixo, estão representadas as superfícies equipotenciais de um campo elétrico uniforme. A distância entre as superfícies representadas vale $d = 10 \text{ cm}$.



Uma partícula de massa $m = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$ e eletrizada com carga $q = 1,0 \text{ } \mu\text{C}$ é abandonada, em repouso, no ponto A. Após percorrer $0,50 \text{ m}$, sua velocidade, em m/s , será



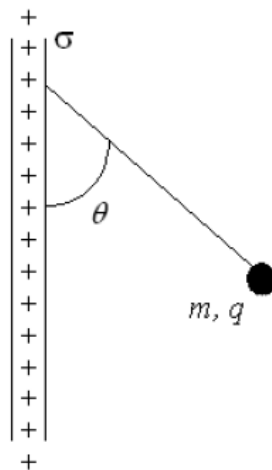
- (A) 10
- (B) 50
- (C) 100
- (D) 200
- (E) 500

39. (IFAC – PROFESSOR DE ENSINO TECNOLÓGICO) São dadas duas cargas elétricas: $Q_1 = -4 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 16 \mu\text{C}$. Elas estão separadas por uma distância linear de 4,5 cm. Determine a qual distância da carga Q_2 , o campo elétrico resultante dessas duas cargas será nulo.

- a) 9 cm
- b) 4,5 cm
- c) 2,25 cm
- d) 6 cm
- e) 1,75 cm

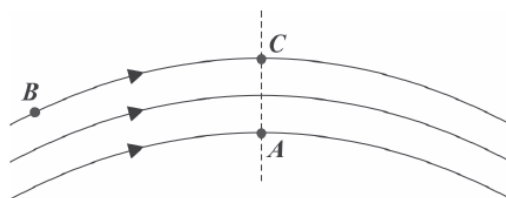
40. (NUCEPE – PC/PI – PERITO CRIMINAL) Uma pequena esfera não condutora carregada com carga $q = +10^{-8} \text{ C}$ e massa $m = 10^{-6} \text{ kg}$ está suspensa por um fio isolante que faz um ângulo $\theta = 45^\circ$ com a vertical onde existe uma placa não condutora uniformemente carregada (plano carregado com cargas positivas) com densidade superficial de carga σ , conforme indica a figura abaixo. Considere que a aceleração da gravidade no local vale $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$ é a permissividade elétrica do vácuo. O valor aproximado da densidade superficial de carga σ do plano de cargas para manter a esfera em equilíbrio será:





- A) $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- B) $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- C) $3,2 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- D) $0,5 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- E) $1,2 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$

41. (FGV – PC/RJ – PERITO CRIMINAL) A figura mostra alguns trechos das linhas de um campo eletrostático. Nela, estão marcados os pontos A, B e C, e a linha tracejada AC é perpendicular às linhas de campo que a interceptam.

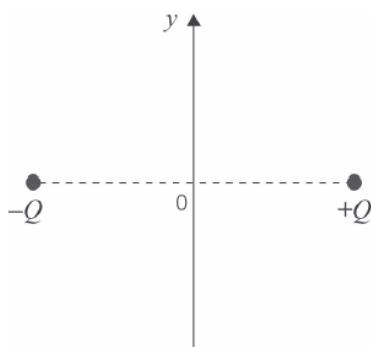


Denotando por V_A , V_B e V_C os potenciais eletrostáticos nos pontos A, B e C, respectivamente, podemos afirmar que

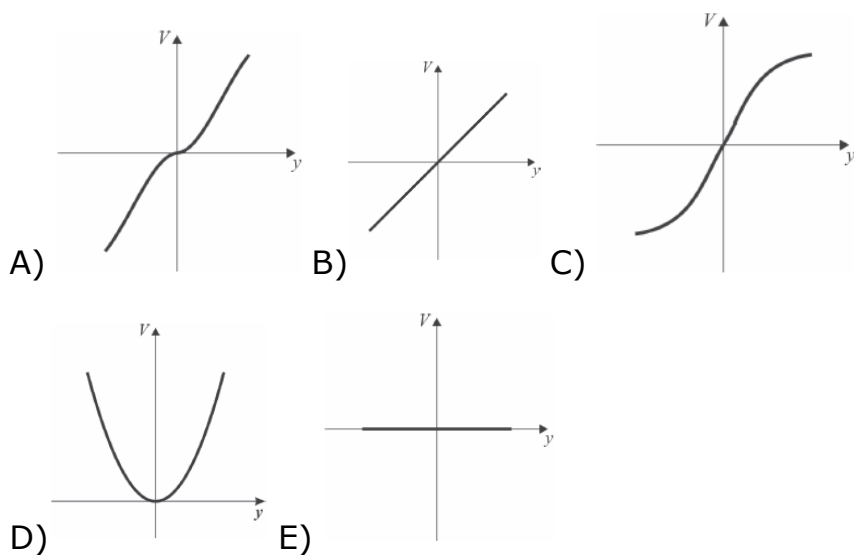
- (A) $V_B > V_C = V_A$.
- (B) $V_B < V_C = V_A$.
- (C) $V_B > V_C > V_A$.
- (D) $V_B = V_C > V_A$.
- (E) $V_B = V_C < V_A$.



42. (FGV – PC/RJ – PERITO CRIMINAL) A figura mostra um dipolo elétrico formado pelas cargas $+Q$ e $-Q$. O eixo orientado Oy é constituído por pontos equidistantes das cargas $+Q$ e $-Q$.



O gráfico que melhor representa como o potencial elétrico do campo criado pelo dipolo varia em função da ordenada dos pontos do eixo Oy é



43. (IAUPE / SESC-PE – 2013) Um pêndulo simples é constituído por uma esfera metálica de massa m carregada com uma carga elétrica q , suspensa por um fio isolante de comprimento L e de massa desprezível. Em um local em que a aceleração da gravidade é g , o período de oscilação do pêndulo é T_0 . Quando um campo elétrico uniforme e constante E é aplicado verticalmente em toda a região do pêndulo, o seu período aumenta por um fator k ($k > 1$).



Qual é a intensidade do campo elétrico?

a) $\frac{mg}{q} \left[1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{k}{T_o} \right)^2} \right]$

b) $\frac{mg}{q} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{k}{T_o} \right)^2} \right]$

c) $\frac{mg}{q} \left(1 - \frac{1}{k^2} \right)$

d) $\frac{mg}{q} \left(1 + \frac{1}{k^2} \right)$

e) $\frac{kmgT_o}{q}$

44. (CEBRASPE (CESPE) - 2024 - Soldado Bombeiro Militar (CBM PA)) No que se refere ao fenômeno de formação dos raios, julgue os itens seguintes.

I Na formação das nuvens, há um acúmulo de cargas elétricas em um lado da nuvem.

II No solo, por indução, há um acúmulo de cargas opostas na sua superfície em contraposição às cargas elétricas mais próximas das nuvens.

III Um raio acontece quando o campo elétrico gerado pela diferença de potencial entre a nuvem e o solo é maior que a rigidez dielétrica do ar.

Assinale a opção correta.

- A. Nenhum item está certo.
- B. Apenas o item I está certo.
- C. Apenas o item II está certo.
- D. Apenas o item III está certo.
- E. Todos os itens estão certos.



45. (CEBRASPE (CESPE) - 2024 - Profissional Petrobrás de Nível Técnico (PETROBRAS)/Operação) Considerando que a distância entre dois átomos idênticos, cujos núcleos são compostos por dois prótons e dois nêutrons, seja " d " e sabendo que cada um desses dois núcleos exerce sobre o outro uma força elétrica F_e e uma força gravitacional F_g , julgue o item seguinte.

As forças F_e e F_g são inversamente proporcionais ao quadrado de d , sendo F_e uma força de repulsão e F_g uma força de atração.

46. (CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Profissional Petrobrás de Nível Técnico (PETROBRAS)/Operação de lastro) Em relação à eletricidade e à eletrônica, julgue o seguinte item.

A força elétrica de atração entre duas cargas elétricas de sinais opostos é objeto de estudo da eletrostática.

47. (CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Professor II (Pref Recife)/Ciências) A respeito de átomo, eletricidade, modelos atômicos e ondas eletromagnéticas, julgue o seguinte item.

Considere que duas partículas, A e B, estejam eletricamente carregadas e que, ao aproximá-las, se verifique que surge entre elas uma força de repulsão. Nessa situação, é correto afirmar que as partículas A e B possuirão cargas elétricas de sinais opostos.

48. CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Físico (FUB) Julgue o item seguinte, relacionado aos conceitos de eletricidade.

Considere que duas partículas elétricas positivamente carregadas, q_A e q_B , de módulos $1 \mu\text{C}$ e $16 \mu\text{C}$, respectivamente, estejam fixas em um plano horizontal e localizadas a uma distância de 1 m uma da outra. Se uma terceira partícula, negativamente carregada q_C , for posicionada entre as cargas q_A e q_B , alinhada a elas, e a 20 cm da carga q_A , então a carga q_C estará em equilíbrio eletrostático com as outras duas.

49. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Professor (SEE PE)/Física) Considerando que cargas elétricas superficiais, de sinais opostos, estejam distribuídas uniformemente em



duas placas condutoras planas, paralelas e de dimensões muito grandes (teoricamente tendendo ao infinito), julgue os itens a seguir, a respeito dessa situação.

Uma carga elétrica colocada exatamente no meio do caminho entre as duas placas ficaria em equilíbrio.

50. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Professor (SEE PE)/Física) Considerando que cargas elétricas superficiais, de sinais opostos, estejam distribuídas uniformemente em duas placas condutoras planas, paralelas e de dimensões muito grandes (teoricamente tendendo ao infinito), julgue os itens a seguir, a respeito dessa situação.

O vetor campo elétrico entre as placas é constante.

51. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Professor (SEE PE)/Física) Considerando que cargas elétricas superficiais, de sinais opostos, estejam distribuídas uniformemente em duas placas condutoras planas, paralelas e de dimensões muito grandes (teoricamente tendendo ao infinito), julgue os itens a seguir, a respeito dessa situação.

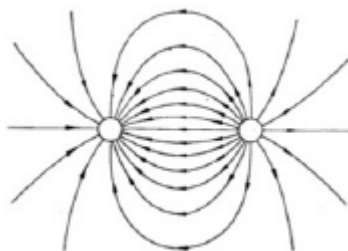
O potencial elétrico entre as placas é constante.

52. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Profissional Petrobras de Nível Superior (PETROBRAS)/Engenharia de Equipamentos) Concernente à teoria eletromagnética, julgue o item que se segue.

53. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Profissional Petrobras de Nível Superior (PETROBRAS)/Engenharia de Equipamentos) Concernente à teoria eletromagnética, julgue o item que se segue.

A figura a seguir ilustra o comportamento das linhas de campo elétrico gerado por duas cargas elétricas positivas, pontuais.





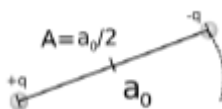
54. (CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Físico (FUB) Julgue o item seguinte, relacionado aos conceitos de eletricidade.

Uma casca esférica condutora com distribuição uniforme de carga elétrica atrai ou repele uma partícula eletricamente carregada situada do lado de fora dela, entretanto, se a partícula eletricamente carregada estiver situada no interior dessa casca esférica condutora, ela não exercerá nenhuma força eletrostática sobre a partícula no seu interior.

55. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Atividades Técnicas de Complexidade Intelectual (MCom)) Julgue o item a seguir, a respeito de eletromagnetismo, arquitetura de computadores e modelo de referência OSI.

O coulomb, que é a unidade de carga elétrica, é considerado um valor de carga extremamente grande, representando uma grande quantidade de elétrons, sendo o elétron a menor carga elétrica conhecida.

56. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Profissional Petrobras de Nível Superior (PETROBRAS)/Geofísica/Física) Uma carga pontual negativa rotaciona em órbita circular em torno de uma carga pontual positiva, conforme ilustra a figura a seguir. A distância entre as cargas é a_0 .



tendo como referência inicial essas informações, e considerando que $\mathbf{r}$ seja um versor que parte da carga positiva para a carga negativa, julgue o item a seguir.



O potencial elétrico no ponto $A=a_0/2$ é nulo.

57. (CEBRASPE (CESPE) - 2021 - Papiloscopista Policial Federal) Considere uma esfera isolante com distribuição de carga não uniforme dada por $\rho=Cr/R$

, em que R representa o raio da esfera, r , a distância de um ponto qualquer da esfera até o centro, e C , uma constante. Com base na eletrostática e em áreas correlatas, julgue o item que se seguem.

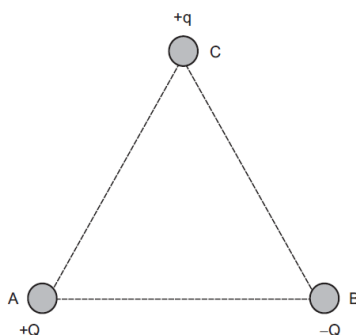
Embora a distribuição de carga não seja uniforme, a superfície da esfera isolante é equipotencial.

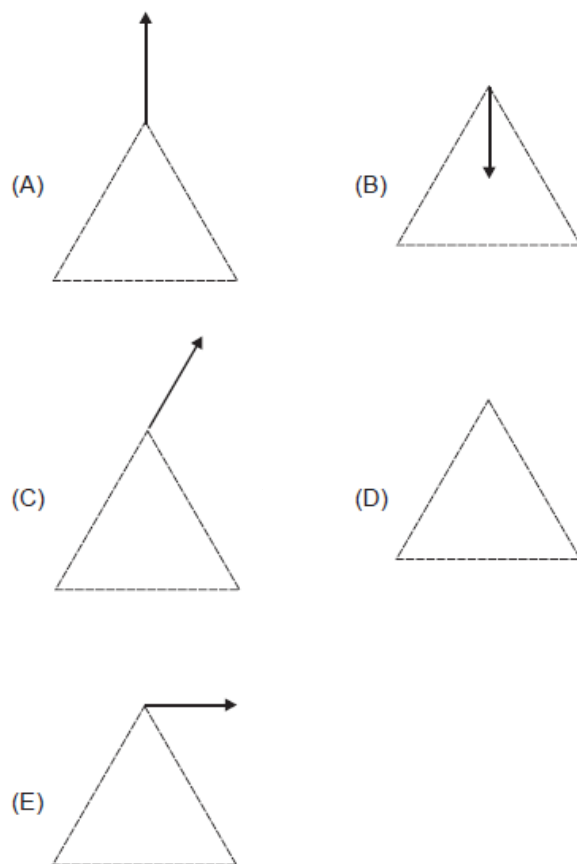


7. EXERCÍCIOS COMENTADOS

- **Eletrostática**

1. (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



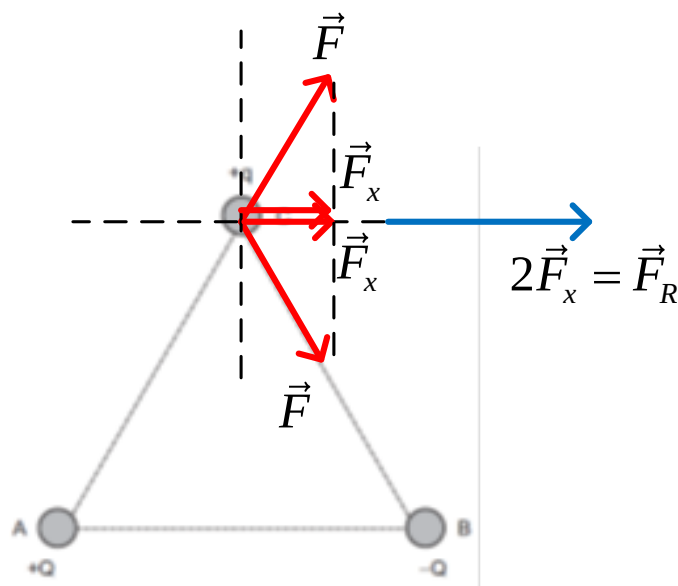


Resposta: item E.

Comentário:

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.

2. (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) $2,0 \cdot 10^{-6}$

Resposta: Item A.

Comentário:



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:

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

Assim, basta substituir:

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

3. (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

Resposta: Item D.

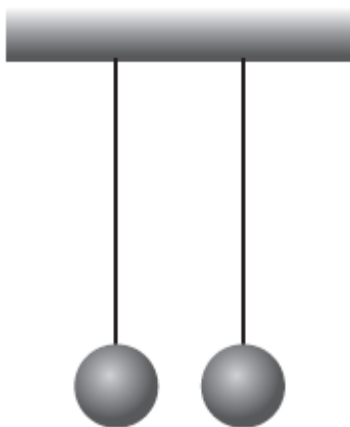
Comentário:

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

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

4. (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.

Resposta: Item C.

Comentário:

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.

5. (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) $1,0 \times 10^{-6}$

Resposta: Item B.

Comentário:

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!

6. (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) $6,02 \times 10^{23}$

Resposta: Item D.

Comentário:

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

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

7. (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) $-4Q$

Resposta: Item B.

Comentário:

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, $Q/4$.

8. (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

Resposta: item B.

Comentário:



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:

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

$$\Delta E_{pot} = -20,0 J$$

9. (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) $3Q$

Resposta: item B.

Comentário:



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.

10. (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.

Resposta: item E.

Comentário:



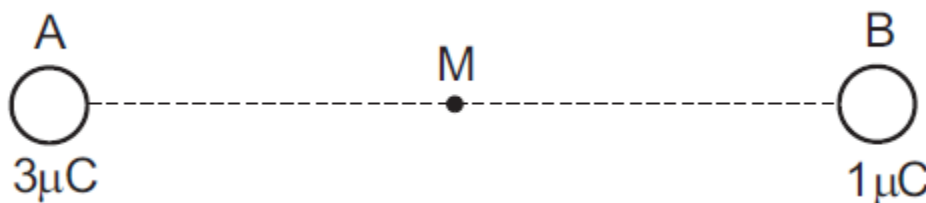
O vetor campo elétrico resultante no ponto médio será dado pela resultante vetorial. Como uma carga é positiva e a outra é negativa, uma delas criará um campo convergente no ponto em questão e a outra um campo divergente no mesmo ponto em questão.

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.

11. (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 $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, a intensidade do campo elétrico resultante em M, devido às duas cargas, vale, em N/C

- (A) $1,44 \cdot 10^5$
- (B) $1,80 \cdot 10^4$
- (C) $2,70 \cdot 10^4$
- (D) $3,60 \cdot 10^4$
- (E) $7,20 \cdot 10^4$



Resposta: Item E.

Comentário:

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.

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

12. (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

Resposta: Item A.

Comentário:

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

$$Q_X + Q_Y = 60 + (-40)$$

$$Q_X + Q_Y = 20 \mu C$$

$$\frac{Q_X}{30} = \frac{Q_Y}{20} \Rightarrow 2.Q_X = 3.Q_Y$$

multiplicando a primeira equação por 2 :

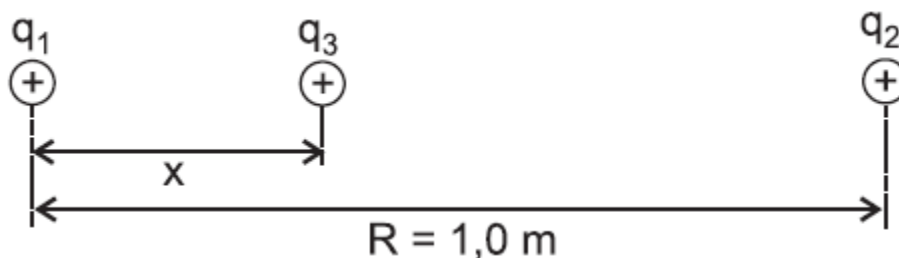
$$2Q_X + 2Q_Y = 2.20 \mu C$$

$$3.Q_Y + 2Q_Y = 40 \mu C$$

$$5Q_Y = 40 \mu C$$

$$Q_Y = 8 \mu C$$

13. (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

Resposta: Item D.

Comentário:

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

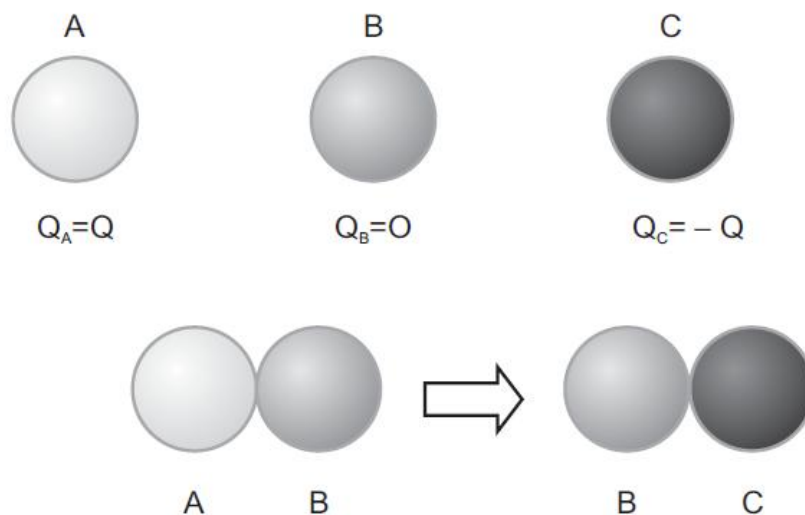
$$\begin{aligned} F_{13} &= F_{23} \\ \frac{K \cdot q_1 \cdot q_3}{x^2} &= \frac{K \cdot q_2 \cdot q_3}{(1-x)^2} \\ \frac{x^2}{(1-x)^2} &= \frac{q_1}{q_2} = 4 \\ \text{extraindo a raiz quadrada :} \\ \frac{x}{(1-x)} &= 2 \Rightarrow x = 2 - 2.x \\ 3.x &= 2 \\ x &= 2 / 3m \end{aligned}$$

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



74
152





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) $2Q$

Resposta: Item B.

Comentário:

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:

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

15. (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, $Q_A = Q$ e $Q_C = -Q/2$, qual a carga inicial da esfera B, Q_B ?

- (A) $-Q/4$
- (B) $Q/2$
- (C) Q
- (D) $2Q$
- (E) zero

Resposta: Item E.

Comentário:

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,



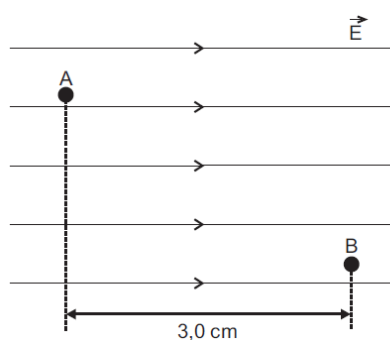
$$Q_B = \frac{Q_{i_B} + Q_{i_A}}{2} = \frac{Q_{i_B} + Q}{2}$$

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,

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

Considere dois pontos A e B em uma região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme horizontal E, como mostra a figura abaixo.



A intensidade do campo elétrico é de 1.500 N/C.

Qual é a diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B?



(A) 15 V (B) 30 V (C) 45 V (D) 500 V (E) 1.500 V

Resposta: Item C.

Comentário:

Nessa questão vamos mais uma vez utilizar a equação do EDU!

Veja que temos um campo elétrico uniforme, o que já nos indica a possibilidade de utilizar a equação em comento.

Vamos a ela:

$$\begin{aligned}E.d &= U \\1.500 \times 3,0 \cdot 10^{-2} &= U \\U &= 45V\end{aligned}$$

16. (CESGRANRIO – PETROQUÍMICA SUAPE – OPERADOR PLENO – 2011) Duas pequenas esferas metálicas idênticas estão no vácuo. Uma delas está eletrizada com carga igual a $10\mu\text{C}$ e a outra está neutra. As esferas são colocadas em contato até entrar em equilíbrio eletrostático. A seguir, são colocadas a 30 cm de distância uma da outra, originando uma força de repulsão entre elas. Sabendo-se que a constante eletrostática no vácuo vale $9,0 \cdot 10^9 (\text{SI})$, intensidade dessa força, em newtons, é

- (A) 1,0
- (B) 2,5
- (C) 5,0
- (D) 10,0
- (E) 25,0

Resposta: Item B.

Comentário:



Nessa questão vamos rapidamente calcular a carga de cada uma das esferas após o contato. Veja que como apenas um delas está carregada e que ambas são idênticas, então a carga de cada uma delas após o contato será igual à metade da carga inicial daquela que está carregada.

Logo, a carga de cada esfera será de $5\mu\text{C}$.

Calculando a força eletrostática em newtons:

$$F_{el} = \frac{K.Q^2}{d^2} = \frac{9,0.10^9.(5.10^{-6})^2}{(30.10^{-2})^2}$$
$$F_{el} = \frac{9,0.10^9.25.10^{-12}}{900.10^{-4}} = 25.10^{-1} = 2,5\text{N}$$

17. (CESPE-UNB – TELEBRÁS – 2013) De acordo com a Lei de Coulomb, o módulo da força entre duas cargas elétricas Q_1 e Q_2 é dada por $F = \frac{k.Q_1.Q_2}{R}$, em que R é o raio das respectivas cargas e k é uma constante de proporcionalidade.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

O item relembra a força de atração/repulsão de Coulomb entre duas cargas elétricas puntiformes.

A força é dada pela seguinte relação:



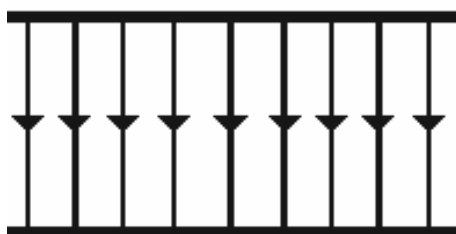
$$F = \frac{k.Q_1.Q_2}{d^2}$$

Ou seja, no denominador da fórmula consta o quadrado da distância que separa as duas cargas e não os raios delas.

As cargas sendo puntiformes não há razão para falar em raio da esfera influenciando na força de atração/repulsão eletrostática.

A distância deve ser considerada entre os centros das esferas, como se as cargas estivessem acumuladas naqueles pontos.

18. (CESPE-UNB – UNIPAMPA – TÉCNICO EM LABORATÓRIO DE FÍSICA – 2009)



Considerando a figura acima, que ilustra algumas linhas de campo elétrico entre placas paralelas eletricamente carregadas, com cargas uniformemente distribuídas na área de cada placa, julgue os itens subsequentes.

1. Na situação mostrada, as cargas positivas encontram-se na placa superior, e as negativas, na placa inferior.

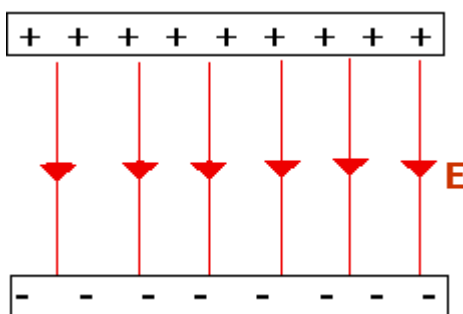
Resposta: Item correto.

Comentário:



Para responder a esse item com segurança, basta você perceber que as linhas de força para cargas positivas são divergentes e para as negativas são convergentes, ou seja, elas saem das cargas positivas e chegam nas cargas negativas.

Assim, nas placas planas paralelas acima a placa superior é positiva, enquanto que a placa inferior é negativa, basta verificar o sentido das linhas de força do campo elétrico uniforme estabelecido entre as placas.



2. Um elétron, ao ser posicionado em um ponto no centro das placas e liberado para se movimentar, se deslocará no sentido contrário às linhas de campo.

Resposta: Item correto.

Comentário:

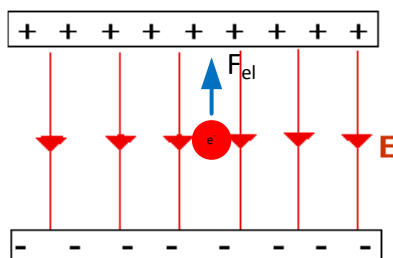
O item está correto, basta você lembrar das dicas dadas na parte teórica da aula, onde eu comentei que a força elétrica tem o sentido definido pelo sinal da carga. Veja abaixo a fórmula:

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

Assim, se a carga for positiva, a força tem o mesmo sentido do campo, caso contrário, ela terá sentido oposto ao do campo elétrico.



Como no item a carga em questão é um **elétron**, que possui carga negativa, então a força será contrária às linhas de campo, logo o movimento de um elétron abandonado seguirá o mesmo sentido da força resultante, que será a força elétrica.



Você ainda poderia ter resolvido a questão com os conceitos iniciais de atração e repulsão de cargas elétricas, bastava saber que a carga negativa é atraída pela placa carregada positivamente.

3. As linhas de campo mostradas são paralelas às superfícies de potencial constante.

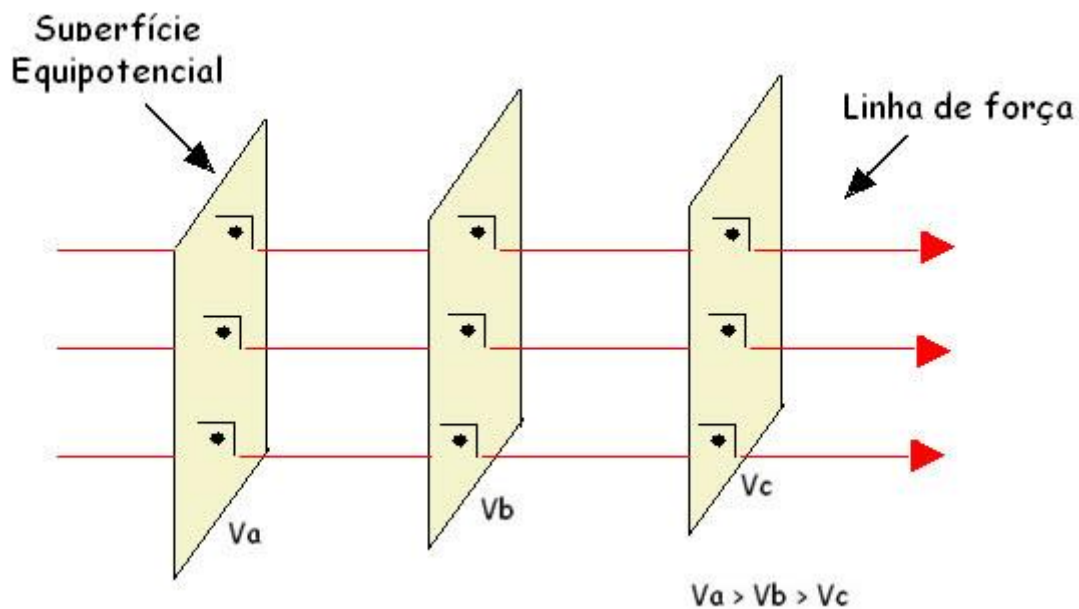
Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Primeiramente você deve se lembrar que a superfície de potencial constante é a famosa superfície equipotencial, mostrada também na parte teórica do nosso curso.

Essa superfície, no caso do campo elétrico uniforme é dada de acordo com a figura abaixo, que foi extraída da parte teórica da aula:





Veja que a superfície equipotencial é perpendicular ao campo elétrico uniforme, ou seja, forma 90° com as linhas de campo.

4. Se a figura acima representasse um capacitor com ddp entre as placas igual a 10 V e distância entre as placas de 2 cm, um elétron com carga igual a $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$, posicionado entre as placas, estará submetido a uma força de $8 \times 10^{-19} \text{N}$.

Resposta: item incorreto.

Comentário:

Nesse caso basta aplicar as fórmulas vistas na parte teórica da aula.

Como precisamos da força elétrica, então vamos determina-la com base na fórmula:

$$|\vec{F}_{el}| = |\vec{E}| \cdot q$$

No entanto, o campo elétrico não foi fornecido, o que nos obriga a tentar encontrar uma fórmula para determinar o campo elétrico.



A fórmula é a que nós vimos na parte teórica também que envolve o módulo do campo uniforme a ddp entre as placas e a distância que as separa.

$$\begin{aligned} |\vec{E}| \cdot d &= U \\ |\vec{E}| &= \frac{U}{d} = \frac{10}{2 \cdot 10^{-2}} = 500 \text{ V / m} \end{aligned}$$

De posse do campo elétrico, fica fácil determinar a força elétrica:

$$\begin{aligned} |\vec{F}_{el}| &= |\vec{E}| \cdot q \\ |\vec{F}_{el}| &= 500 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \\ |\vec{F}_{el}| &= 8,0 \cdot 10^{-17} \text{ N} \end{aligned}$$

Cuidado com as unidades de distância para não cair em “cascas de banana”

Essa foi uma questão muito interessante do **CESPE**, versando sobre os conceitos e fórmulas vistas na parte teórica da eletrostática, na qual foi possível perceber a força do nosso material teórico, que carrega em seu bojo todas as ferramentas para a resolução das questões.

19. (CESPE-UNB – CBM/DF – OPERADOR DE VIATURAS – 2011) Nos vértices de um hexágono regular de lado a , foram distribuídas seis cargas elétricas, três positivas, $+q$, e três negativas, $-q$, de mesmo módulo. Elas foram dispostas de forma alternada, de maneira a não haver em vértices consecutivos, cargas com o mesmo sinal. Com relação a essa situação, julgue os próximos itens.

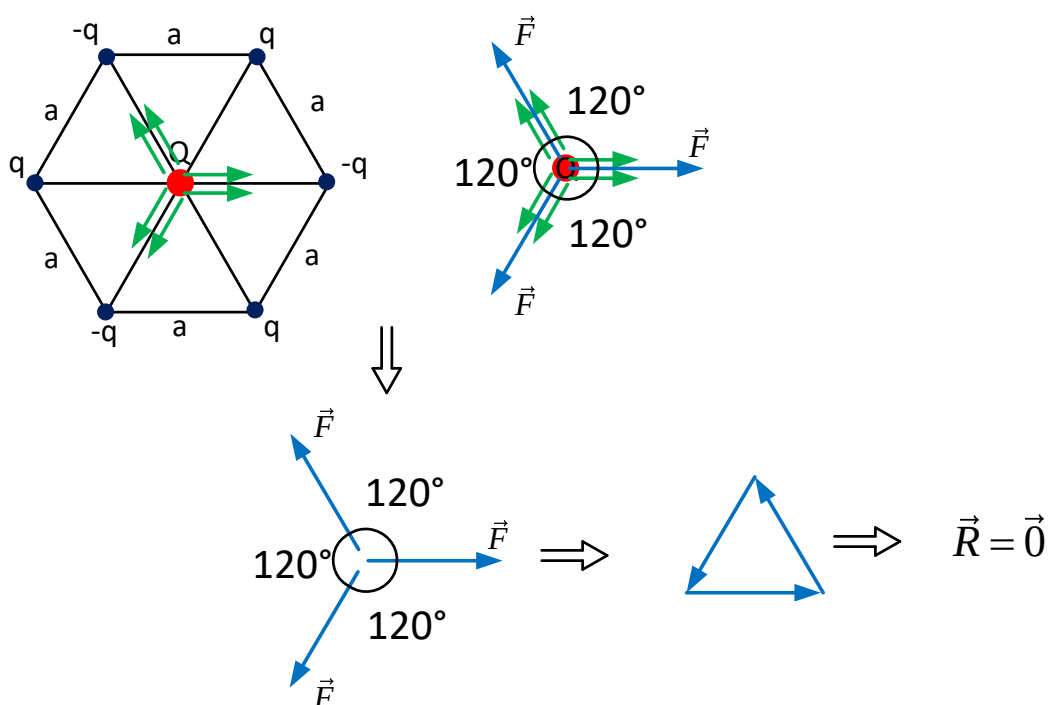
1. O módulo da força elétrica sobre uma carga adicional Q , colocada no centro do hexágono é expressa por $3^{1/2} \times K \times q \times Q/a^2$.

Resposta: Item incorreto.



Comentário:

A resposta para o item a seguir leva em conta a ideia da soma vetorial. Vamos montar o esquema do hexágono, com as respectivas cargas elétricas em seus vértices e calcular a força resultante atuante na carga central.



Veja que não foi necessário calcular nenhuma força, de acordo com a lei de Coulomb, uma vez que os vetores verdes são todos idênticos e os vetores azuis, por via de consequência também o são.

Assim, os vetores força azuis irão formar um triângulo equilátero cuja resultante é nula, de acordo com a regra do polígono fechado dos vetores.

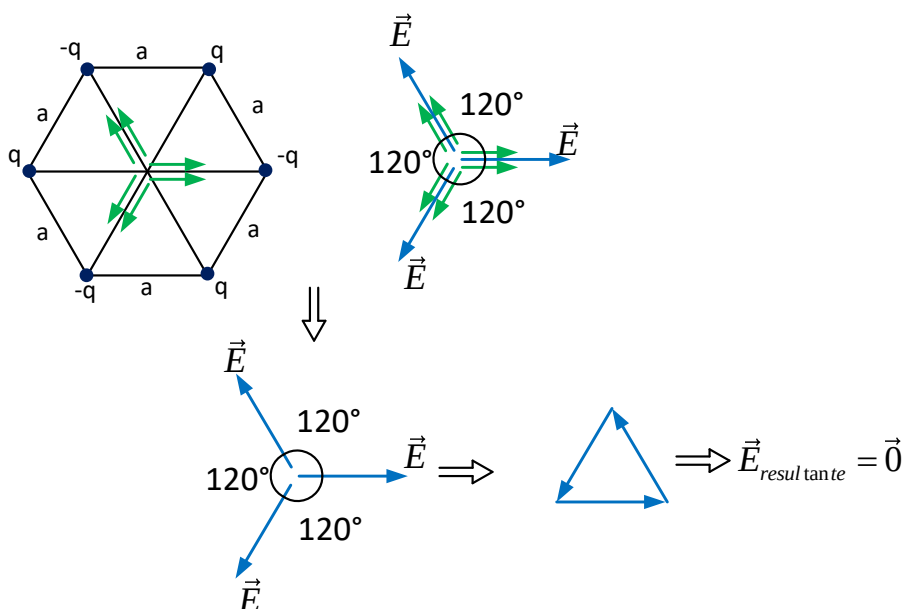
2. No centro geométrico do hexágono, o campo elétrico é nulo e o potencial elétrico é diferente de zero.

Resposta: Item incorreto.



Comentário:

Vamos mais uma vez fazer uso da figura acima para verificar o campo elétrico no centro do hexágono.



Os vetores verdes representam os campos elétricos gerados pelas cargas elétricas q e $-q$. os vetores azuis representam os campos elétricos resultantes parciais. Veja que eles formam um triângulo equilátero e por via de consequência possuem resultante nula.

Assim, o campo elétrico é nulo no centro do hexágono.

O potencial elétrico é uma grandeza escalar, portanto não precisamos calcular nenhuma grandeza vetorial e por isso não precisamos montar esquemas vetoriais.

Vamos aplicar a fórmula do potencial elétrico:

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

O potencial resultante é a soma algébrica dos potenciais gerados por cada carga elétrica localizada nos vértices do hexágono.



Veja que as distâncias serão iguais a “a” e as cargas terão o mesmo modulo, no entanto, o sinal deve ser considerado para efeito de cálculo.

$$V_{\text{resultante}} = \frac{K.q}{a} + \frac{K.(-q)}{a} + \frac{K.q}{a} + \frac{K.(-q)}{a} + \frac{K.q}{a} + \frac{K.(-q)}{a}$$
$$V_{\text{resultante}} = 0$$

Ou seja, o potencial resultante também é nulo no centro do hexágono.

20. (CESPE-UNB – CBM/ES – OFICIAL COMBATENTE – 2011) Com base nos conceitos de força, campo e potencial elétrico, julgue os itens que se seguem.

1. O princípio de superposição linear para os campos elétricos é consequência da natureza vetorial destes.

Resposta: Item correto.

Comentário:

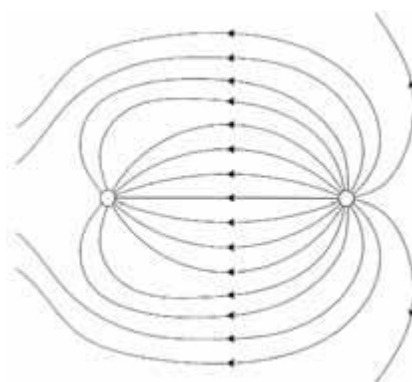
A superposição é o fato de um campo elétrico agir, independentemente de outro campo gerado por outra fonte no mesmo ponto.

É justamente isso que significa o fato de o campo elétrico ser uma grandeza vetorial, elas se somam vetorialmente para gerar um campo elétrico resultante.

As ações de cada campo gerado em cada posição é independente da outra.

2. A figura a seguir descreve corretamente as linhas de campo elétrico que surgem da interação entre duas cargas puntiformes de mesmo módulo e de sinais opostos.





Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Questão que pode ser facilmente resolvida com base no que foi explicado na parte teórica da nossa aula. Veja que as linhas de campo saem da carga da direita e chegam a carga da esquerda, o que significa que a carga da direita é positiva enquanto que a carga da esquerda é negativa.

Lembre-se: as linhas de campo saem das cargas positivas e chegam nas cargas negativas.

Portanto, as cargas possuem sinais distintos.

No entanto, quanto ao módulo de cada carga, pode-se afirmar que são cargas de módulos diferentes, pois da carga positiva saem mais linhas do que chegam na carga negativa.

Assim, podemos dizer que a carga positiva tem módulo maior que o módulo da carga negativa.

3. Considere que a carga puntiforme positiva $Q = 2,00 \times 10^{-8} \text{ C}$, com massa de $1,00 \times 10^{-4} \text{ g}$, parta do repouso de um ponto A e acelere, sob ação exclusiva da força elétrica, até adquirir a velocidade $v = 0,2 \text{ m/s}$ ao chegar a um ponto B. Nessa situação, a diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B é de 100 V e o potencial do ponto A é maior que o do ponto B.



Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Primeiramente vamos verificar a análise teórica do problema acima.

A carga é positiva, logo ela irá procurar diminuir sua energia potencial elétrica, como tendência natural, procurando pontos de menor potencial elétrico. Assim, o potencial do ponto B deve ser menor que o potencial do ponto A.

Até aí o item esta correto.

Vamos calcular o valor da ddp entre os pontos, nos valendo da relação vista na parte teórica da aula:

$$\tau = q.U$$

Para calcular o trabalho da força elétrica vamos levar em conta que ela é a força resultante e o trabalho da força resultante é igual à variação da energia cinética.



$$\Delta E_{cin} = q.U$$

$$U = \frac{\Delta E_{cin}}{q}$$

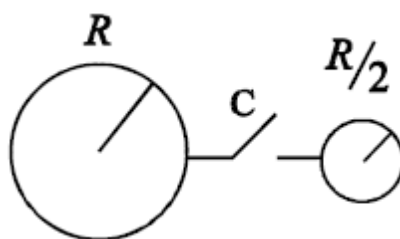
$$U = \frac{E_{cin_{final}}}{q} = \frac{\frac{m.V^2}{2}}{q} = \frac{m.V^2}{2.q}$$

$$U = \frac{m.V^2}{2.q} = \frac{1,0.10^{-4}.10^{-3}.(0,2)^2}{2.2,0.10^{-8}}$$

$$U = \frac{0,04.10^{-7}}{4,0.10^{-8}} = 0,1volt$$

Portanto, o item está incorreto por conta da ddp entre os pontos que foi informada em desconformidade com o valor correto.

21. (CESPE-UNB – UNIPAMPA – TÉCNICO EM LABORATÓRIO DE FÍSICA – 2009)



Uma casca esférica metálica de raio R , que tem carga positiva distribuída uniformemente sobre sua superfície, pode ser conectada, por meio de uma chave C , a uma segunda casca esférica de raio $R/2$, eletricamente neutra, conforme ilustrado na figura acima. A respeito dessa situação, julgue os itens abaixo.

1. Após as esferas serem conectadas, fechando-se a chave C , no equilíbrio eletrostático, a corrente entre elas será nula, assim como será nulo o campo elétrico no interior das esferas.



Resposta: Item correto.

Comentário:

Essa questão versa sobre a ideia de condutores em equilíbrio eletrostático. Já vimos na parte teórica que o campo elétrico no interior de um condutor em equilíbrio é nulo, pois não há carga elétrica no interior dele.

Na mesma toada, como no equilíbrio não há mais fluxo de cargas nem no interior dos condutores, nem na superfície e ainda no fio, pois no equilíbrio, o potencial elétrico de ambos é o mesmo, o que implica dizer que a corrente elétrica sobre o fio é nula, conforme visto na parte teórica.

2. A intensidade do campo elétrico observado no exterior de uma esfera carregada decai com o quadrado da distância ao centro da esfera.

Resposta: item correto.

Comentário:

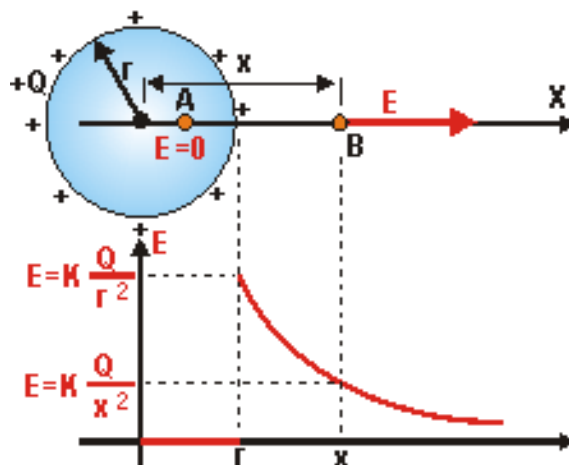
No exterior da esfera o campo elétrico decai exponencialmente de acordo com a fórmula abaixo:

$$E = \frac{K.q}{d^2}$$

Onde q é o módulo da carga elétrica na superfície do condutor esférico, d é a distância do ponto considerado ao centro da esfera.

Graficamente, teríamos:





Veja no gráfico que o campo elétrico é nulo no interior do condutor, sofre um salto para um valor máximo na superfície e depois decai exponencialmente.

3. No equilíbrio eletrostático, mantendo-se as esferas conectadas, o potencial elétrico na esfera de raio R será maior que o potencial elétrico da esfera de raio $R/2$.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

O potencial elétrico das esferas no equilíbrio é o mesmo, não havendo diferença entre eles. Nesse caso, cessa o fluxo de carga pelo fio e a corrente elétrica é nula no fio ideal.

4. O equilíbrio eletrostático ocorre em virtude do deslocamento de elétrons em um sentido e de prótons no sentido oposto, entre as esferas, por meio do contato.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Os prótons não se deslocam, eles são fixos no núcleo dos átomos, quem possui mobilidade elétrica são os elétrons.



O fluxo ocorre da seguinte forma:

Se a esfera A possui um excesso de elétrons eles migram para a esfera B a fim de estabelecer o equilíbrio eletrostático.

Se a esfera A possui um excesso de prótons eles não migram para a esfera B, o que ocorre, na verdade, é um fluxo dos elétrons da esfera B para a esfera A a fim também de estabelecer o equilíbrio eletrostático.

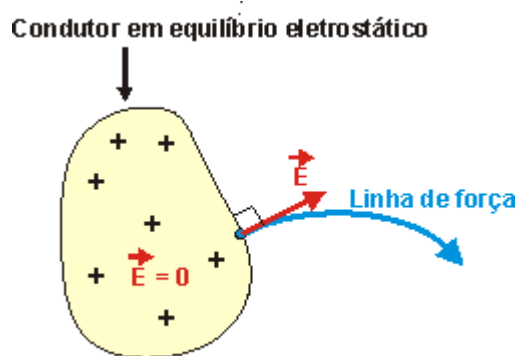
5. As linhas de campo elétrico, na esfera carregada, antes de a chave ter sido ligada, são paralelas à superfície da esfera.

Resposta: item incorreto.

Comentário:

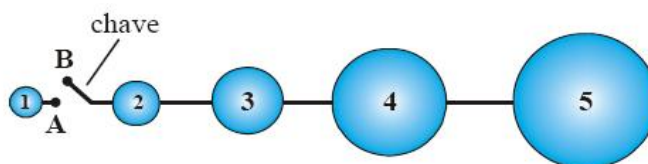
As linhas de campo em uma esfera são perpendiculares à superfície da esfera. Lembre-se também de que isso foi comentado na parte teórica do curso.

Realmente a nossa parte teórica ficou muito bem redigida e completa, pois estamos conseguindo resolver as questões baseados em tudo que foi explicado na parte teórica.



22. (CESPE – CBM/DF – OFICIAL BOMBEIRO MILITAR - 2006)





Algumas nanoestruturas moleculares de carbono apresentam condutividade elétrica. A figura acima mostra um conjunto de cinco nanoestruturas esféricas, de dimensões diferentes, cujos raios satisfazem à relação $r_{n+1} = 2r_n$, em que r_n corresponde ao raio da esfera indicada pelo número n , $n = 1, 2, \dots, 5$. As esferas de 2 a 5 estão conectadas por nanofios condutores elétricos e existe uma chave que, quando fechada, permite a conexão dessas esferas à esfera 1. Com a chave aberta, a esfera 1 tem carga elétrica equivalente à carga de 620 elétrons e as outras esferas estão eletricamente neutras. Considerando que a chave mencionada no texto tenha sido fechada e que, após isso, o sistema tenha adquirido equilíbrio eletrostático, julgue os itens a seguir, sabendo que a carga elementar do elétron é igual a $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ e admitindo que, nesse equilíbrio, não haja elétrons nos fios condutores.

1. Como as nanoestruturas estão em equilíbrio eletrostático, elas têm o mesmo potencial eletrostático.

Resposta: Item correto.

Comentário:

Mais uma vez a questão aborda o conceito de condutor em equilíbrio eletrostático.

Para um condutor da forma mostrada no enunciado, o equilíbrio eletrostático é atingido quando os potenciais eletrostáticos de todos os condutores são iguais.

Esse potencial chama-se potencial de equilíbrio eletrostático.

Essa foi fácil eim!

2. Se r_3 é igual a $50 \text{ \AA}$, então o valor absoluto do potencial eletrostático da esfera 3 é menor que $1,6 \times 10^{-9} \text{ V}$.



Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Vamos calcular inicialmente a carga de cada esfera para depois encontrar o potencial de equilíbrio.

A carga inicial provém da esfera 1, que, inicialmente possui uma carga de 620 elétrons.

Lembrando que as cargas são proporcionais aos raios, conforme visto na parte teórica também:

$$\frac{Q_1}{R_1} = \frac{Q_2}{R_2} = \frac{Q_3}{R_3} = \frac{Q_4}{R_4} = \frac{Q_5}{R_5} = \text{Constante}(k)$$

Como os raios são tais que $r_{n+1} = 2r_n$, então $R_2 = 2R_1$; $R_3 = 2R_2 = 4R_1$; $R_4 = 2.R_3 = 8.R_1$; $R_5 = 2.R_4 = 16.R_1$

Aplicando o princípio da conservação da carga elétrica:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 620e$$

Aplicando a ideia dos raios à equação das cargas em função dos raios, usando ainda a constante k , temos:



$$\begin{aligned}\frac{Q_1}{R_1} &= k \Rightarrow Q_1 = k.R_1 \\ \frac{Q_2}{R_2} &= k \Rightarrow Q_2 = k.R_2 \\ \frac{Q_3}{R_3} &= k \Rightarrow Q_3 = k.R_3 \\ \frac{Q_4}{R_4} &= k \Rightarrow Q_4 = k.R_4 \\ \frac{Q_5}{R_5} &= k \Rightarrow Q_5 = k.R_5\end{aligned}$$

Aplicando a fórmula da conservação da carga:

$$\begin{aligned}kR_1 + kR_2 + kR_3 + kR_4 + kR_5 &= 620e \\ k(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) &= 620e\end{aligned}$$

Como o único raio fornecido foi o da esfera 3, vamos deixar todos os raios em função do raio da esfera 3.

$$R_1 = R_3/4; R_2 = R_3/2; R_4 = 2.R_3; R_5 = 4R_3.$$

Vamos assim, encontrar a constante de proporcionalidade:

$$\begin{aligned}kR_1 + kR_2 + kR_3 + kR_4 + kR_5 &= 620e \\ k(R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) &= 620e \\ k\left(\frac{R_3}{4} + \frac{R_3}{2} + R_3 + 2R_3 + 4R_3\right) &= 620e \\ k.R_3\left(\frac{31}{4}\right) &= 620 \Rightarrow k.R_3 = 80 \cdot (-1,6 \cdot 10^{-19}) \\ k.R_3 &= -128 \cdot 10^{-19} (SI)\end{aligned}$$



Finalmente, vamos calcular o potencial da esfera 3, que será o potencial de equilíbrio eletrostático.

$$\begin{aligned}V_3 &= \frac{K.Q_3}{R_3} \\V_3 &= 9,0.10^9 \cdot \frac{Q_3}{R_3} = 9,0.10^9.k \\V_3 &= 9,0.10^9 \cdot \frac{-128.10^{-19}}{R_3} \\V_3 &= 9,0.10^9 \frac{-128.10^{-19}}{50.10^{-10}} \\V_3 &= -23,04volts\end{aligned}$$

3. Considere que Q_n seja a carga da n -ésima esfera na situação de equilíbrio eletrostático. Nesse caso, $\frac{Q_1 + 2Q_2 + 3Q_3 + 4Q_4 + 5Q_5}{r_1 + 2r_2 + 3r_3 + 4r_4 + 5r_5} = \frac{Q_2}{r_2}$.

Resposta: Item correto.

Comentário:

Vamos proceder ao cálculo da expressão da esquerda:



$$\frac{Q_1 + 2Q_2 + 3Q_3 + 4Q_4 + 5Q_5}{r_1 + 2r_2 + 3r_3 + 4r_4 + 5r_5}$$

$$\sum_1^5 \frac{nQ_n}{nr_n}$$

$$\sum_1^5 \frac{n2^{n-1}Q_1}{n2^{n-1}r_1}$$

$$\frac{Q_1}{r_1} \sum_1^5 \frac{n2^{n-1}}{n2^{n-1}}$$

$$\frac{Q_1}{r_1}$$

Mas, a expressão da direita pode ser simplificada também. Veja:

$$\frac{Q_2}{r_2} = \frac{2Q_1}{2r_1} = \frac{Q_1}{r_1}$$

Portanto as duas expressões são iguais.

4. No equilíbrio eletrostático, há 320 elétrons na esfera 5.

Resposta: item correto

Comentário:

Vamos calcular as cargas de cada esfera após o equilíbrio:

Lembre-se que ao fechar a chave, a carga inicial armazenada na esfera 1 será redistribuída para as duas esferas (1 e 2) de modo que seus potenciais elétricos permaneçam iguais.



$$\begin{aligned}V_2 &= V_1(\text{equilíbrio}) \\ \frac{KQ_2}{R_2} &= \frac{KQ_1}{R_1} \\ \frac{Q_2}{R_2} &= \frac{Q_1}{R_1} \\ Q_2 &= \frac{R_2}{R_1} Q_1 \\ Q_2 &= 2Q_1\end{aligned}$$

Desta forma, podemos generalizar o cálculo da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}Q_2 &= 2Q_1 \\ Q_3 &= 2Q_2 \\ Q_4 &= 2Q_3 \\ Q_5 &= 2Q_4\end{aligned}$$

Modificando e deixando todas as cargas em função da carga da esfera 1 após o equilíbrio.



$$\begin{aligned}Q_1 &= Q_1 \\Q_2 &= 2Q_1 \\Q_3 &= 4Q_1 \\Q_4 &= 8Q_1 \\Q_5 &= 16Q_1 \\ \text{Generalizando,} \\Q_n &= 2^{n-1}Q_1\end{aligned}$$

Outro princípio que nos ajudará a resolver essa questão é o da conservação das cargas. A carga inicial de 620 elétrons será conservada e distribuída para as esferas de 1 a 5 de forma que elas possuam o mesmo potencial elétrico.

Aplicando o princípio, teremos:

$$\begin{aligned}Q_{TOTAL_{INICIAL}} &= Q_{TOTAL_{FINAL}} \\620e^- &= Q_1 + 2Q_1 + 4Q_1 + 8Q_1 + 16Q_1 \\31Q_1 &= 620e^- \\Q_1 &= 20e^- \\Q_1 &= -3,2 \cdot 10^{-18} C\end{aligned}$$

Do calculo acima, poderemos calcular a carga de quaisquer das esferas:

$$\begin{aligned}Q_1 &= -3,2 \cdot 10^{-18} C \\Q_2 &= -6,4 \cdot 10^{-18} C \\Q_3 &= -1,28 \cdot 10^{-17} C \\Q_4 &= -2,56 \cdot 10^{-17} C \\Q_5 &= -5,12 \cdot 10^{-17} C\end{aligned}$$



Dividindo a carga da esfera 5 pela carga do elétron:

$$\frac{5,12 \cdot 10^{-17}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 320$$

Portanto, a esfera 5 acumula em sua superfície uma quantidade de 320 elétrons. O que era de se esperar já que se trata da esfera de maior raio, e carga e raio são grandezas diretamente proporcionais.

5. Suponha que, em vez de 5, o sistema descrito tenha N esferas, que, antes do fechamento da chave, a esfera 1 tenha carga elétrica inicial igual a 1.890 vezes a carga do elétron, e que, na situação de equilíbrio eletrostático obtido após o fechamento da chave, a carga elétrica da esfera 3 seja igual a 120 vezes a carga do elétron. Nesse caso, $N > 8$.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Vamos usar algumas expressões demonstradas nos itens anteriores.

As cargas em cada esfera seguirão a mesma lei de formação:

$$\begin{aligned} Q_n &= 2^{n-1} Q_1 \\ \text{mas, } Q_3 &= 120e^- \\ \text{então,} \\ Q_3 &= 2^2 Q_1 \\ 4Q_1 &= 120e^- \\ Q_1 &= 30e^- \end{aligned}$$



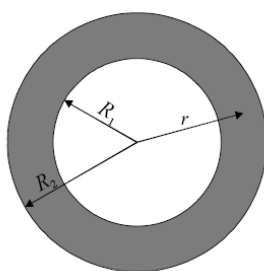
Usando mais uma vez o princípio da conservação da carga elétrica:

$$\begin{aligned}1890e^- &= \sum_1^n 2^{n-1} Q_1 \\1890e^- &= 30e^- (2^0 + 2^1 + 2^2 + \dots + 2^n) \\63 &= \frac{2^0(2^n - 1)}{2 - 1}, \text{ lembre-se da fórmula da soma dos termos de uma PG: } S = \frac{a_1(q^n - 1)}{q - 1} \\2^n - 1 &= 63 \\2^n &= 64 \\n &= 6\end{aligned}$$

Portanto, teríamos na situação um total de 6 esferas e não 8 como afirma o item.

Essa foi uma questão realmente muito complicada, no entanto, tentamos resolvê-la baseada no que foi dito na parte teórica, para que você veja que é plenamente possível resolver uma questão dessas.

23. (CESPE – INMETRO – 2007) A figura acima ilustra uma casca esférica condutora de raio interno R_1 e raio externo R_2 . Considerando que essa casca esférica tenha sido carregada com carga total igual a $4Q$, e que, após o carregamento seja mantida eletricamente isolada, em equilíbrio eletrostático, julgue os itens subsequentes.



1. O campo elétrico na região $R_1 < r < R_2$ é nulo.

Resposta: Item correto.

Comentário:



Na figura acima temos uma casca esférica condutora carregada e em equilíbrio eletrostático. Portanto trata-se de um condutor em equilíbrio.

Já vimos na questão anterior que um condutor em equilíbrio eletrostático possui algumas particularidades, uma das quais se refere ao campo elétrico.

O campo elétrico no interior de um condutor em equilíbrio é nulo, ou seja, para uma distância r , tal que $R_1 < r < R_2$, teremos um ponto interno.

Assim, o campo elétrico nesse ponto será nulo.

2. O potencial elétrico na região $R_1 < r < R_2$ é igual a zero.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Por outro lado, o potencial elétrico é constante e diferente de zero para um ponto no interior do condutor em equilíbrio, e não nulo.

Vamos aprender a calcular o campo elétrico para um ponto qualquer tal que $R_1 < r < R_2$.

Conforme foi aprendido nas questões anteriores o potencial elétrico interior é constante e obedece à fórmula abaixo.

$$V_{INT} = \frac{K \cdot 4Q}{R_2}$$

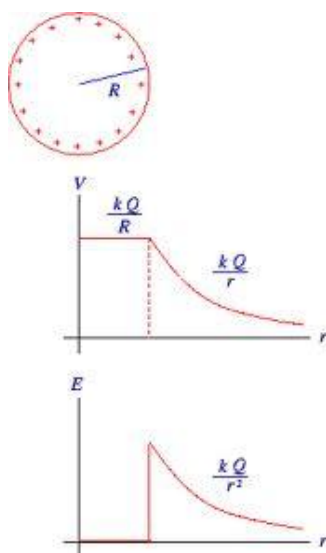
3. Tanto o campo elétrico quanto o potencial elétrico em um ponto no exterior da casca esférica, ou seja, para $r > R_2$, são diferentes de zero.

Resposta: Item correto.



Comentário:

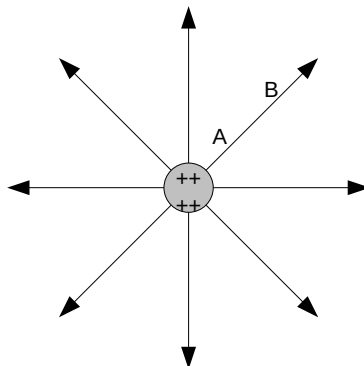
Para um ponto no exterior o campo elétrico é não nulo e o potencial que já era diferente de zero passará a ser menor, quanto maior for a distância. Veja nos gráficos abaixo novamente o comportamento do campo e potencial elétrico em função da distância.



24. (CESPE - UNB - CBM/ES - OFICIAL BOMBEIRO MILITAR - 2008) O campo elétrico é um campo vetorial produzido por cargas puntiformes ou corpos carregados. As linhas de campo, ou linhas de força, de um campo elétrico permitem visualizar a configuração do campo em determinada região. Acerca de campo elétrico, potencial elétrico e linhas de campo, julgue os itens a seguir.

1. Na situação ilustrada abaixo, em que são mostradas linhas de campo elétrico produzido por uma carga puntiforme $+q$, é correto afirmar que a intensidade do campo elétrico no ponto A é superior à intensidade do campo elétrico no ponto B.



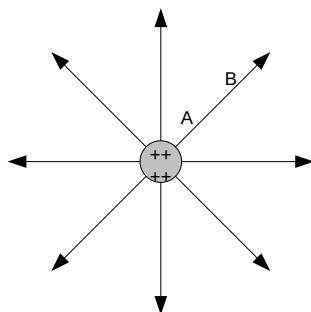


Resposta: Item correto.

Comentário:

A questão aborda mais uma vez os conteúdos de força, campo e potencial elétrico.

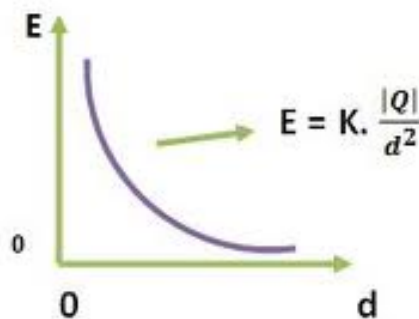
O item, ele afirma que na figura abaixo o campo elétrico em "A" é maior que em "B".



O item está correto, pois quanto mais próximo da carga, maior será o módulo do campo elétrico. Isso pode ser comprovado analisando-se tanto o gráfico, como a fórmula para o cálculo do módulo do campo elétrico.

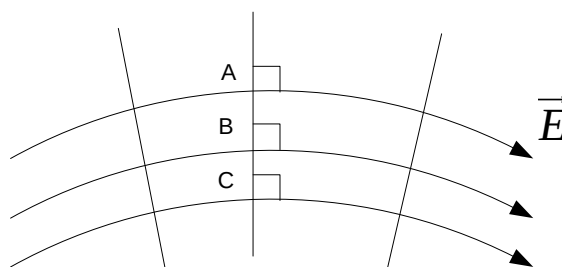
$$E = \frac{K \cdot |Q|}{d^2}$$





Além disso, na parte teórica foi comentado que quando as linhas de campo estão mais concentradas isso significa que estamos diante de um ponto de campo elétrico maior.

2. Na configuração a seguir, os pontos A, B e C têm o mesmo potencial.



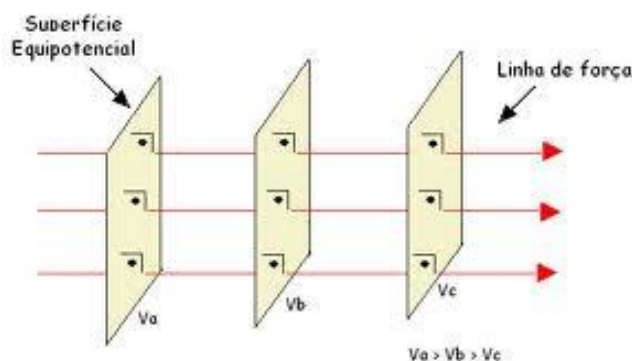
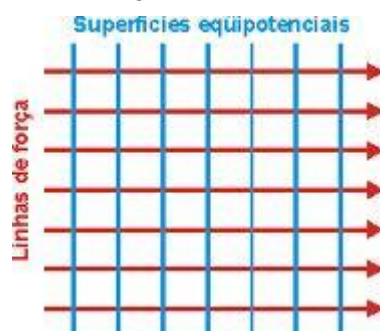
Resposta: Item correto.

Comentário:

Na figura acima temos o que é chamado na eletricidade de **superfícies equipotenciais**. São superfícies nas quais os valores dos potenciais elétricos são sempre os mesmos.

Para linhas de campo elétrico paralelas como as da figura acima, as superfícies equipotenciais são retas perpendiculares em cada ponto de cada linha de campo.





Acima você pode perceber os dois tipos de superfícies equipotenciais mais comuns em provas.

A dica que fica é: **EM UMA EQUIPOTENCIAL O POTENCIAL ELÉTRICO É IGUAL EM TODOS OS PONTOS DA SUPERFÍCIE.**

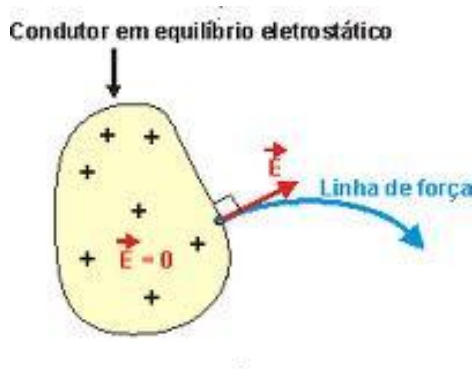
3. Em um condutor carregado, em equilíbrio eletrostático, as linhas de campo são sempre perpendiculares à superfície do condutor.



Resposta: Item correto.

Comentário:

Em um condutor em equilíbrio eletrostático, as cargas estão distribuídas pela sua superfície. Observe abaixo um condutor em equilíbrio eletrostático.



A carga elétrica distribuída pela superfície nos trás outra consequência que é o **campo elétrico nulo no interior** do condutor e o **potencial elétrico constante no seu interior**.

Portanto, as linhas de campo são perpendiculares à superfície.

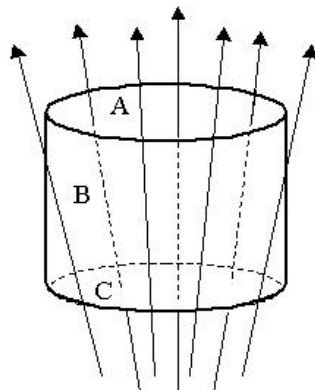
4. Pode-se estimar a intensidade de um campo elétrico em determinada região por meio do fluxo do vetor campo elétrico nessa região, ou seja, pelo número de linhas de força que atravessam determinada superfície. Assim, em regiões onde as linhas de campo elétrico estão mais próximas, a intensidade do campo elétrico é menor que em regiões onde as linhas desse campo estão mais separadas.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

O item até começa correto, quando afirma ser possível calcular a intensidade do campo elétrico por meio do fluxo do vetor campo elétrico, que é a quantidade de linhas de campo que atravessam determinada região fechada.





Esse é o princípio da lei de Gauss para o campo elétrico. Gauss enunciou uma lei na qual afirmou que o fluxo do vetor campo elétrico sobre uma superfície fechada é igual à carga envolta por essa superfície dividida pela permissividade elétrica do meio. Matematicamente:

$$\phi = \frac{q_{INT}}{\epsilon}$$

A incorreção do item está no final, onde é afirmado que em uma região de grande concentração de linhas de força a intensidade do campo elétrico é menor que em uma região de menor densidade de linhas.

É justamente o contrário. Onde há maior densidade de linhas de campo, o campo elétrico tem intensidade maior. Por outro lado, em regiões de baixa densidade de linhas de campo, a sua intensidade é menor.

25. (CESPE-UNB – SEDUC/CE – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) Uma esfera metálica maciça de raio igual a R foi carregada com carga q distribuída uniformemente em todo o seu volume. Em situação de equilíbrio eletrostático,

A. a diferença de potencial entre dois pontos no interior da esfera é positiva e maior que zero.

B. se a esfera citada fosse oca, o potencial no interior dela seria nulo.



C. o potencial elétrico no centro da esfera é nulo.

D. o campo elétrico, em um ponto a uma distância $a > R$, é dado pela relação $(1/4)\pi\epsilon_0 q/a$, em que ϵ_0 é a constante dielétrica do meio.

E. o campo elétrico no interior da esfera é nulo.

Resposta: Item E.

Comentário:

Item A: A ddp será nula, uma vez que o potencial elétrico na esfera carregada é constante para todo o interior e superfície. Lembre-se, não há fluxo (movimentação) de elétrons, o que implica que não deve haver diferença de potencial.

Item B: O potencial da esfera carregada é constante e não nulo, isso é uma consequência direta do condutor em equilíbrio eletrostático.

Item C: O potencial no centro da esfera e em todo o seu interior é dado por:

$$V_{INT} = \frac{K \cdot Q}{R}$$

Portanto, o potencial elétrico é não nulo.

Item D: O campo elétrico a uma distância (a) maior que o raio da esfera é dado por:

$$E = \frac{K \cdot Q}{a^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{a^2}$$

O item possui vários erros, pois a fórmula matemática para o campo elétrico encontra-se incorreta, além disso, ϵ_0 é a permissividade elétrica do meio e não a constante dielétrica.



Item E: O campo elétrico é nulo no interior de um condutor em equilíbrio eletrostático, lembre-se das características relativas ao campo e ao potencial elétrico de um condutor em equilíbrio eletrostático, pois esse assunto é muito recorrente em provas **CESPE**, que realizou a última prova do CBMDF e pode ser utilizada como prova base.

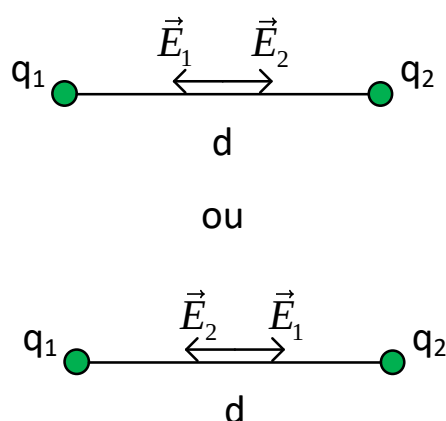
26. (CESPE-UNB – SEDUC/CE – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) Considere que duas cargas puntiformes de módulos e sinais desconhecidos estejam separadas por uma distância d e que o campo elétrico seja nulo no ponto médio do segmento que une as cargas. Nessa situação, as cargas têm

- A. sinais contrários e módulos diferentes.
- B. sinais contrários e o mesmo módulo.
- C. o mesmo sinal e o módulo de uma carga é igual a metade do módulo da outra.
- D. o mesmo módulo e o mesmo sinal.
- E. o mesmo módulo e sinais diferentes.

Resposta: Item D.

Comentário:

Vamos fazer o esquema representativo das cargas e impor a situação de campo elétrico nulo no ponto médio.



Veja que o campo elétrico nulo só ocorre quando os vetores são opostos, e isso se deve a cargas elétricas de mesmo sinal, ou seja, as duas podem ser ambas positivas ou ambas negativas.

Como os módulos dos campos elétricos devem ser iguais para gerarem a anulação dos campos:

$$\begin{aligned} |\vec{E}_1| &= |\vec{E}_2| \\ \frac{K \cdot |Q_1|}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} &= \frac{K \cdot |Q_2|}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} \\ |Q_1| &= |Q_2| \end{aligned}$$

27. (CESPE-UNB – SEDUC/CE – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) Considerando-se que quatro cargas — duas positivas e duas negativas — de módulos iguais a q tenham sido colocadas nos vértices de um quadrado de lado L , é correto afirmar que o potencial no centro do quadrado

- A. é quatro vezes maior que o potencial gerado por cada carga no centro do quadrado.
- B. é igual ao dobro do potencial gerado por cada carga no centro do quadrado.
- C. independe do sinal das cargas.
- D. é igual à metade do potencial gerado por cada carga no centro do quadrado.
- E. é nulo.

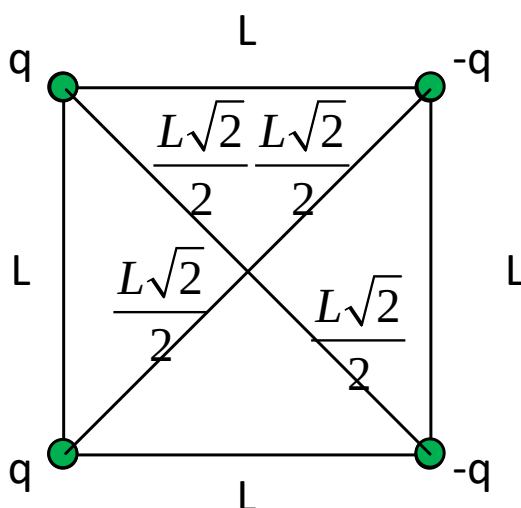
Resposta: Item E.



Comentário:

Das grandezas eletrostáticas aprendidas nesta aula, a única que não é vetorial é o potencial elétrico, pois campo e força elétrica são ambos vetoriais.

Assim, para calcular o potencial no centro do quadrado, devemos somar algebricamente a contribuição de cada campo.



Calculando o potencial no centro do quadrado:

$$V_{\text{resultante}} = \frac{K \cdot q}{\frac{d\sqrt{2}}{2}} + \frac{K \cdot (-q)}{\frac{d\sqrt{2}}{2}} + \frac{K \cdot q}{\frac{d\sqrt{2}}{2}} + \frac{K \cdot (-q)}{\frac{d\sqrt{2}}{2}}$$
$$V_{\text{resultante}} = 0$$

28. (CESPE – UNB – IFB – 2010) Considere que aos terminais de um circuito elétrico seja ligada uma fonte de tensão de valor 220 V CC. Por esses terminais, a cada 5 segundos, fluem 10 coulombs correspondentes a uma carga elétrica. A partir dessas informações, julgue os itens a seguir.



1. Supondo que esse circuito fique ligado diariamente durante apenas 15 minutos e que $1 \text{ kW} \times \text{h}$ custe R\$ 0,40, ao final de 30 dias de uso o custo total a ser pago pela energia elétrica consumida pelo circuito será maior que R\$ 10,00.

Resposta: Item incorreto.

Comentário:

Questãozinha sobre consumo de energia elétrica, na qual devemos primeiramente calcular a potência da fonte de tensão (bateria).

A potência de uma bateria é calculada por meio do produto da sua tensão pela corrente que a circula, da seguinte forma:

$$Pot = U \cdot i$$

$$Pot = 220 \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$Pot = 220 \cdot \frac{10}{5} = 440 \text{ W}$$

$$Pot = 0,44 \text{ KW}$$

Para calcular o consumo, lembre-se de que você deve primeiramente saber o tempo total que ficará ligado o aparelho, no caso da questão esse intervalo de tempo é de:

$$\Delta t = 15 \frac{\cancel{\text{min}}}{\cancel{\text{dia}}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \cancel{\text{min}}} \cdot 30 \cancel{\text{dias}}$$

$$\Delta t = 7,5 \text{ h}$$



A energia consumida é calculada por meio da fórmula indicada na parte teórica, que relaciona o tempo, a energia e a potência.

$$\begin{aligned}Energia &= Pot. \Delta t \\Energia &= 0,44KW.7,5h \\Energia &= 3,3KWh\end{aligned}$$

O custo dessa energia consumida em 30 dias seria então de:

$$\begin{aligned}Custo &= energia \times \text{preço do KWh} \\Custo &= 3,3 \cancel{KWh} \times \frac{R\$0,40}{\cancel{KWh}} \\Custo &= R\$1,32\end{aligned}$$

2. É correto afirmar que o circuito opera consumindo potência elétrica maior que a 400 W.

Resposta: Item Correto.

Comentário:

Veja que a potência consumida pelo circuito já foi calculada no item anterior.

$$\begin{aligned}Pot &= U.i \\Pot &= 220. \frac{\Delta Q}{\Delta t} \\Pot &= 220. \frac{10}{5} = 440W \\Pot &= 0,44KW = 440W\end{aligned}$$



29. (VUNESP-SP – CTA – TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA – 2013) Duas partículas puntiformes eletricamente carregadas, $Q_1 = 100 \text{ } [\mu\text{C}]$ e $Q_2 = 500 \text{ } [\mu\text{C}]$, foram posicionadas a uma distância de $5 \text{ } [\text{mm}]$, entre si, em um meio que possui permissividade elétrica $\epsilon_{\text{meio}} = 4^{-1}\pi^{-1} \text{ } [\text{mF}\cdot\text{m}^{-1}]$. Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do módulo da força de atração entre essas partículas.

- (A) 0,02 [N]
- (B) 0,10 [N]
- (C) 0,20 [N]
- (D) 1,00 [N]
- (E) 2,00 [N]

Resposta: Item A.

Comentário:

Portanto, vamos aplicar a fórmula vista para calcular o módulo da força elétrica.

$$\begin{aligned} |\vec{F}| &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} \\ |\vec{F}| &= \frac{1}{4\pi \cdot 4^{-1} \cdot \pi^{-1}} \cdot \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-3})^2} \\ |\vec{F}| &= 0,02 \text{ N} \end{aligned}$$

30. (VUNESP – SP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA – 2012) Embora não se saiba exatamente o que é carga elétrica, conhecemos suas características e propriedades. A saber:

I. Existem três tipos de cargas elétricas: a negativa, a positiva e a neutra.



II. Cargas elétricas do mesmo tipo se repelem e de tipos diferentes se atraem.

III. A carga elétrica total de um sistema isolado eletricamente é constante.

IV. Em todo átomo, o número de elétrons é igual ao de prótons quando esse átomo encontra-se eletricamente neutro.

Está correto o contido em

(A) I e IV, apenas.

(B) II e III, apenas.

(C) II e IV, apenas.

(D) II, III e IV, apenas.

(E) I, II, III e IV.

Resposta: Item D.

Comentário:

I. Incorreto. Só existem dois tipos de carga elétrica na natureza, a carga positiva e a carga negativa.

A carga de um corpo é positiva quando ele apresenta mais cargas positivas do que negativas, aqui o saldo é positivo.

A carga de um corpo é negativa quando ele apresenta mais cargas negativas do que positivas.

As cargas negativas advêm dos elétrons e as cargas positivas advêm dos prótons.

Por fim, um corpo apresenta-se neutro quanto a quantidade de cargas positivas é igual à quantidade de cargas negativas.



II. Correto. A atração e a repulsão das cargas é oriunda da natureza da carga.

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.

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

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



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.

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

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:**

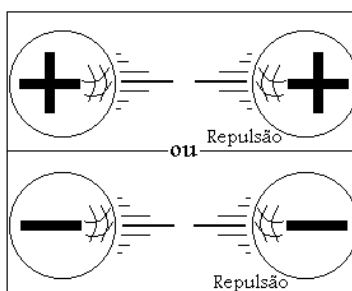
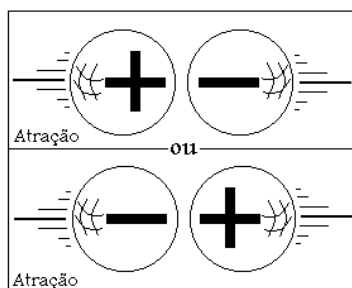
A atração ocorre quando duas cargas de sinais opostos são postas próximas uma da outra. Aqui vale a máxima: "os opostos se atraem".

- **Repulsão:**

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

Resumindo:





Essa parte de interação é simples e rápida.

III. Correto.

A carga elétrica total de um sistema eletricamente isolado é constante, esse item retrata um princípio na eletricidade chamado de princípio da conservação da carga elétrica.

A carga elétrica em um sistema isolado eletricamente é constante, as interações ocorrem dentro do sistema e nele a carga não muda, apenas pode passar de um corpo para outro que compõe o sistema.

IV. Correto. Esse item é fácil quando comparado com os itens anteriores, principalmente depois de todas as explicações vistas anteriormente.

31. (VUNESP – SP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA – 2012) A aplicação dos conhecimentos aprendidos sobre eletricidade pode ser verificada no próprio ambiente da sala de aula. Suponha que, em uma escola, determinada sala de aula possui 8 canaletas com 2 lâmpadas de 60 W, cada, e dois ventiladores de teto, ambos de 70 W. Admitindo-se que esses elementos permanecem ligados nos 5 dias úteis da semana, das 7:00 às 23:00, o consumo elétrico semanal dessa sala de aula é, em kWh,



- (A) 94.
- (B) 88.
- (C) 72.
- (D) 66.
- (E) 50.

Resposta: Item B.

Comentário:

Para calcular esse consumo, você deve se lembrar de calcular a potência multiplicada pelo tempo de uso durante o período solicitado.

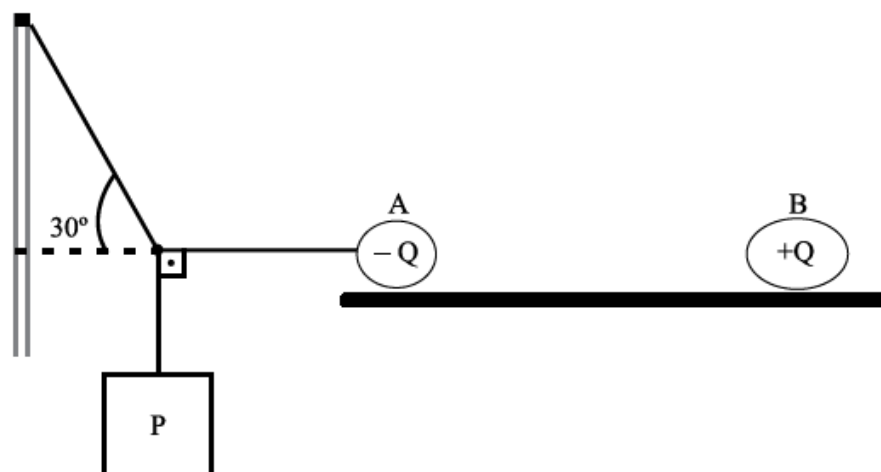
Veja que o tempo durante o qual é solicitado o consumo é o de uma semana, e em uma semana as lâmpadas ficam ligadas durante cinco dias.

Então:

$$\begin{aligned}En &= Pot \times \Delta t \\En &= 8 \times 2 \times 60 \times 5 \times 16Wh + 2 \times 70 \times 5 \times 16Wh \\En &= 76.800Wh + 11.200Wh \\En &= 88.000Wh = 88KWh\end{aligned}$$

32. (VUNESP – SP – SEED/SP – PROFESSOR DE FÍSICA – 2013) As esferas A e B são idênticas, eletrizadas com cargas – Q e + Q respectivamente, distantes uma da outra de 30 cm, são colocadas em repouso em uma superfície lisa. Para manter o sistema em equilíbrio, o peso do corpo P dever ser de 36 N e a carga B deverá estar fixada na superfície. A constante eletrostática $K = 9.10^9 \text{ N.m/C}^2$; $\sin 30^\circ = 0,5$; $\cos 30^\circ = 0,87$. Para a situação dada, o módulo da carga Q, em coulomb, é





- (A) $2,85 \cdot 10^{-5}$
- (B) $2,75 \cdot 10^{-6}$
- (C) $2,65 \cdot 10^{-5}$
- (D) $2,55 \cdot 10^{-6}$
- (E) $2,45 \cdot 10^{-5}$

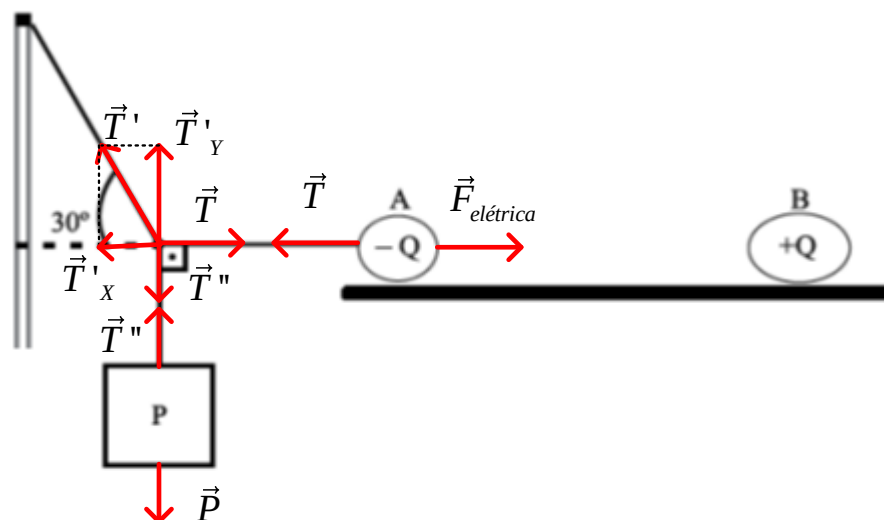
Resposta: Item E.

Comentário:

Essa é uma questão de estática que envolve os conceitos de força elétrica também.

Isolando todas as forças que atuam no nó central, que está em equilíbrio:





$$P = T'' (\text{equilíbrio de } P) \Rightarrow T'' = 36N$$

$$T'' = T'_y \Rightarrow T'_y = 36N$$

$$T'_y = T' \sin 30^\circ = T' \cdot \frac{1}{2} = 36 \Rightarrow T' = 72N$$

$$T'_x = T' \cos 30^\circ = 72 \times 0,87$$

$$T'_x = 62,64N$$

$$T'_x = T = F_{\text{elétrica}}$$

$$F_{\text{elétrica}} = 62,64N$$

$$\frac{K \cdot Q^2}{d^2} = 62,64 \Rightarrow \frac{9,0 \times 10^9 \cdot Q^2}{0,3^2} = 62,64$$

$$Q^2 = 0,6264 \times 10^{-9} \Rightarrow Q = 2,5 \times 10^{-5}C$$

33. (FUNIVERSA – PC-GO – PERITO CRIMINAL) Duas cargas elétricas $q_1 = 2e$ e $q_2 = 4e$ com massas $m_1 = m$ e $m_2 = 2m$, respectivamente, são colocadas a uma distância d uma da outra. Nessa situação, denotando por k_e a constante de Coulomb e por g a aceleração da gravidade, é correto afirmar que a condição para que a força elétrica entre as duas cargas se iguale à força peso exercida sobre a carga de massa m_2 ocorrerá se

(A) $k_e/g = \frac{1}{4} m(d/e)^2$

(B) $k_e/g = \frac{1}{4} m(e/d)^2$



- (C) $g/k_e = \frac{1}{4} m(d/e)^2$
(D) $g/k_e = \frac{1}{4} m(e/d)^2$
(E) $k_e/g = \frac{1}{4} m(d/e^2)$

Resposta: Item A.

Comentário:

Aqui, basta que nós calculemos as duas forças e depois as igualemos.

A força elétrica será dada por:

$$F_{el} = \frac{K_e \cdot 2e \cdot 4e}{d^2} = \frac{K_e \cdot 8e^2}{d^2}$$

O peso é simples de calcular:

$$P_2 = m_2 \cdot g$$

Igualando as duas expressões e manipulando algebricamente:

$$\frac{K_e \cdot 8e^2}{d^2} = 2m \cdot g$$
$$\frac{K_e}{g} = \frac{md^2}{4e^2} = \frac{1}{4} m \cdot \left(\frac{d}{e}\right)^2$$

34. (NCE – RJ – UFRJ – FÍSICO) Duas partículas, cada uma com carga elétrica igual a q , estão fixas em dois vértices opostos de um quadrado. Em um terceiro vértice



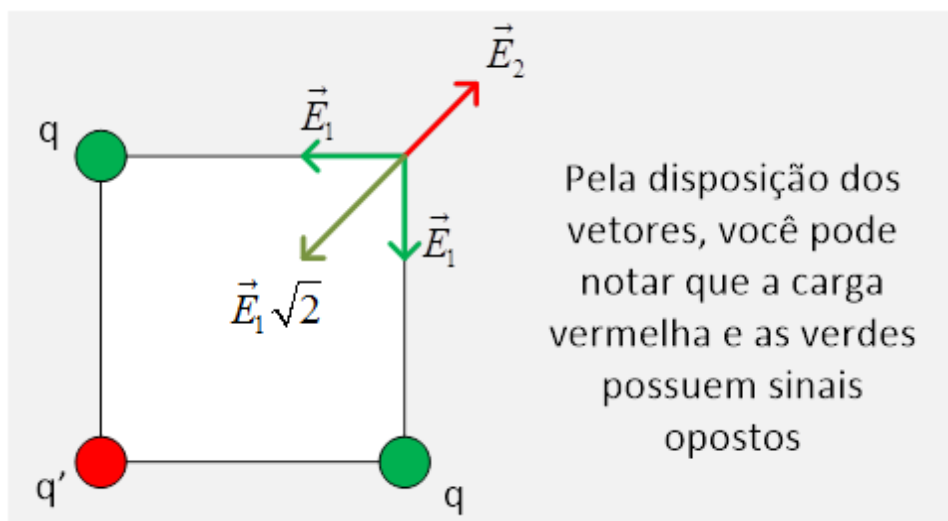
fixamos uma partícula de carga q' tal que o campo elétrico gerado pelas três partículas no quarto vértice seja nulo. A razão q'/q entre a carga q' e a carga q é:

- (A) $-2\sqrt{2}$
- (B) -2
- (C) $-\sqrt{2}$
- (D) -1
- (E) $-1/\sqrt{2}$

Resposta: item A.

Comentário:

Vamos esquematizar na figura abaixo a situação relatada no enunciado:



Na figura acima, os campos devem se anular da seguinte forma:



$$E_1 \cdot \sqrt{2} = E_2$$
$$\frac{K \cdot q}{L^2} \cdot \sqrt{2} = \frac{K \cdot q'}{(L\sqrt{2})^2}$$
$$\sqrt{2}q = \frac{q'}{2}$$
$$\frac{q'}{q} = 2 \cdot \sqrt{2}$$

Note que à razão encontrada devemos colocar um sinal negativo à frente, uma vez que os sinais das cargas são opostos. Basta você notar que os campos verdes são convergentes, enquanto que o campo vermelho é divergente.

A distância da carga vermelha até o vértice em questão é igual à diagonal do quadrado, enquanto que a distância das cargas verdes ao vértice em questão é igual ao lado do quadrado.

35. (IFTO – TÉCNICO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA) Considere três partículas constituídas por: Próton (mP), um próton Dêuteron (mD) = um próton + um nêutron e uma Partícula Alfa (mA) = dois prótons + dois nêutrons. Elas serão aceleradas por um campo elétrico uniforme a partir do repouso por durante um certo tempo percorrendo distâncias equivalentes a dP, dD e dA cuja relação entre elas será:

- a) $dP > dD = dA$
- b) $dP > dD > dA$
- c) $dP > dD < dA$
- d) $dP < dD > dA$
- e) $dP = dD > dA$

Resposta: Item A.

Comentário:



As distâncias poderão ser calculadas pela equação do espaço do MRUV:

$$\Delta S = \frac{1}{2} . a . t^2$$

Como o tempo é igual para todos, basta calcular a aceleração a que ficarão sujeitas cada partícula.

A força resultante será a força elétrica, uma vez que as massas dessas partículas serão desprezíveis.

$$\begin{aligned} F_{el} &= F_{res} \\ E . q_{part.} &= m_{part.} . a_{part.} \\ a_{part.} &= \frac{E . q_{part.}}{m_{part.}} \end{aligned}$$

Assim, basta aplicar a fórmula acima a cada uma das partículas.

Aplicando a fórmula ao próton:

$$\begin{aligned} a_{part.} &= \frac{E . q_{part.}}{m_{part.}} \\ a_{próton} &= \frac{E . e}{m_p} \end{aligned}$$

Aplicando ao dêuteron:



$$a_{part.} = \frac{E \cdot q_{part.}}{m_{part.}}$$

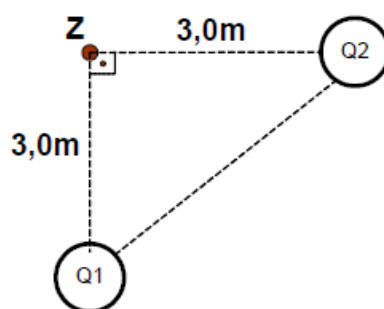
$$a_{próton} = \frac{E \cdot e}{m_P + m_N}$$

Aplicando à partícula alfa:

$$a_{part.} = \frac{E \cdot q_{part.}}{m_{part.}}$$

$$a_{próton} = \frac{2E \cdot e}{2(m_P + m_N)} = \frac{E \cdot e}{(m_P + m_N)}$$

36. (CEFET-BA – TÉCNICO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA) Ao montarmos um sistema composto por duas cargas pontuais Q_1 e Q_2 de intensidade $3\mu\text{C}$ e $-4\mu\text{C}$, respectivamente, conforme esquema, estabeleceu-se um campo elétrico e um potencial elétrico no ponto Z. Considerando que estão imersas no vácuo, onde a constante elétrica vale $k_0 = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m/C}^2$, pode-se afirmar que o módulo do campo elétrico e o potencial no ponto Z valem, respectivamente:



A. $3 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $-9 \times 10^3 \text{ V}$

B. $4 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $3 \times 10^3 \text{ V}$



- C. $3 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $4 \times 10^{-3} \text{ V}$
- D. $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $5 \times 10^3 \text{ V}$
- E. $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ e $- 3 \times 10^3 \text{ V}$

Resposta: item E.

Comentário:

Vamos calcular a campo elétrico resultante por meio da aplicação da soma vetorial dos campos parciais, gerados pelas cargas Q_1 e Q_2 .

Note que os vetores campo elétrico parciais serão perpendiculares em Z, o que nos leva a:

$$E_1 = \frac{K.Q_1}{d^2} = \frac{9,0.10^9.3,0.10^{-6}}{3^2}$$
$$E_1 = 3,0.10^3 \text{ N / C}$$

Calculando o campo elétrico E_2 :

$$E_1 = \frac{K.Q_2}{d^2} = \frac{9,0.10^9.4,0.10^{-6}}{3^2}$$
$$E_1 = 4,0.10^3 \text{ N / C}$$

Calculando a resultante desses dois campos parciais perpendiculares:



$$\begin{aligned}E_{res} &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \\E_{res} &= \sqrt{(3,0 \cdot 10^3)^2 + (4,0 \cdot 10^3)^2} \\E_{res} &= \sqrt{(9 + 16) \cdot 10^6} \\E_{res} &= 5 \cdot 10^3 \text{ N / C}\end{aligned}$$

Por outro lado, o potencial elétrico será calculado algebricamente, sem qualquer necessidade de cálculo vetorial, geométrico, uma vez que o potencial é grandeza escalar, conforme visto na parte teórica.

$$\begin{aligned}V_1 &= \frac{K \cdot Q_1}{d} = \frac{9,0 \cdot 10^9 \cdot 3,0 \cdot 10^{-6}}{3} \\V_1 &= 9,0 \cdot 10^3 \text{ V}\end{aligned}$$

Calculando V_2 :

$$\begin{aligned}V_2 &= \frac{K \cdot Q_2}{d} = -\frac{9,0 \cdot 10^9 \cdot 4,0 \cdot 10^{-6}}{3} \\V_2 &= -12 \cdot 10^3 \text{ V}\end{aligned}$$

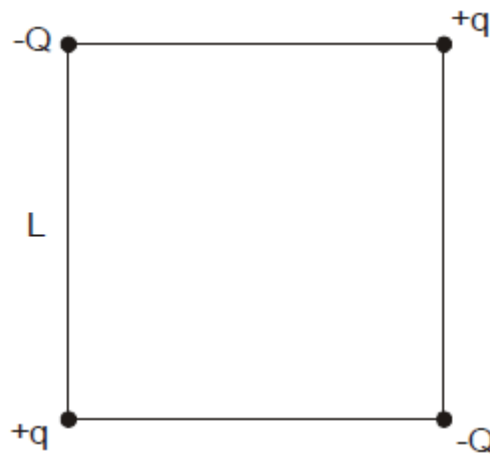
O calculando o potencial resultante:

$$\begin{aligned}V_{res} &= V_1 + V_2 = 9,0 \cdot 10^3 - 12 \cdot 10^3 \\V_{res} &= -3,0 \cdot 10^3 \text{ V}\end{aligned}$$



37. (FCC – PREFEITURA DE SÃO PAULO – ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE)

Quatro cargas elétricas puntiformes estão fixas nos vértices de um quadrado de lado L , como na figura, onde estão também indicados os módulos e sinais das cargas. Para que a força elétrica resultante numa das cargas $+q$ seja nula, o módulo da carga $-Q$ deve ser



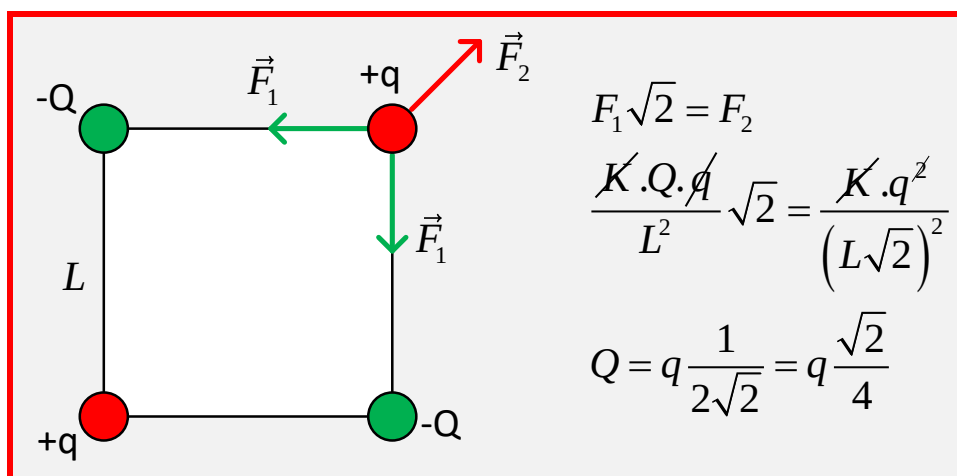
- (A) $q\sqrt{2}$
- (B) q
- (C) $q\sqrt{2}/2$
- (D) $q/2$
- (E) $q\sqrt{2}/4$

Resposta: Item E.

Comentário:

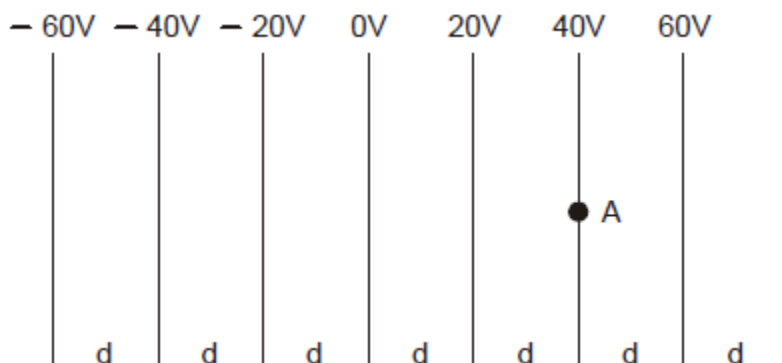
Vamos mais uma vez utilizar a resultante vetorial nula.





38. (FCC – PREFEITURA DE SÃO PAULO – ESPECIALISTA EM MEIO AMBIENTE)

Na figura abaixo, estão representadas as superfícies equipotenciais de um campo elétrico uniforme. A distância entre as superfícies representadas vale $d = 10 \text{ cm}$.



Uma partícula de massa $m = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$ e eletrizada com carga $q = 1,0 \text{ } \mu\text{C}$ é abandonada, em repouso, no ponto A. Após percorrer $0,50 \text{ m}$, sua velocidade, em m/s , será

- (A) 10
- (B) 50
- (C) 100
- (D) 200
- (E) 500



Resposta: Item C.

Comentário:

A partícula vai percorrer 50cm, o que fará com que ela atinja a superfície equipotencial de -60V.

Assim, vamos aplicar o teorema do trabalho e energia cinética:

$$\begin{aligned}\tau_{F_{el}} &= q(V_{saída} - V_{chegada}) = \Delta E_{cin} \\ 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot (40 - (-60)) &= \frac{m \cdot v_f^2}{2} - 0 \\ 1,0 \cdot 10^{-4} &= \frac{2,0 \cdot 10^{-8} \cdot v_f^2}{2} \\ v_f^2 &= 10^4 \Rightarrow v_f = 100 \text{ m/s}\end{aligned}$$

39. (IFAC – PROFESSOR DE ENSINO TECNOLÓGICO) São dadas duas cargas elétricas: $Q_1 = -4 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 16 \mu\text{C}$. Elas estão separadas por uma distância linear de 4,5 cm. Determine a qual distância da carga Q_2 , o campo elétrico resultante dessas duas cargas será nulo.

- a) 9 cm
- b) 4,5 cm
- c) 2,25 cm
- d) 6 cm
- e) 1,75 cm

Resposta: item A.

Comentário:

Vamos impor a condição de igualdade entre os campos parciais, conforme figura abaixo:



133
152



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{K \cdot Q_1}{x^2} = \frac{K \cdot Q_2}{(4,5 + x)^2}$$

$$\frac{(4,5 + x)^2}{x^2} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{16}{4} = 4$$

extraíndo a raiz :

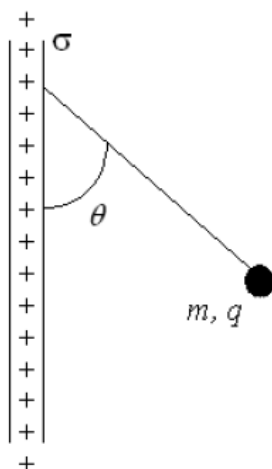
$$\frac{(4,5 + x)}{x} = 2 \Rightarrow 2x = x + 4,5$$

$$x = 4,5\text{cm}$$

Portanto, a distância de Q_2 ao ponto considerado será de $4,5\text{cm} + 4,5\text{cm} = 9,0\text{cm}$.

40. (NUCEPE – PC/PI – PERITO CRIMINAL) Uma pequena esfera não condutora carregada com carga $q = + 10^{-8} \text{ C}$ e massa $m = 10^{-6} \text{ kg}$ está suspensa por um fio isolante que faz um ângulo $\theta = 45^\circ$ com a vertical onde existe uma placa não condutora uniformemente carregada (plano carregado com cargas positivas) com densidade superficial de carga σ , conforme indica a figura abaixo. Considere que a aceleração da gravidade no local vale $g = 10\text{m/s}^2$ e que $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$ é a permissividade elétrica do vácuo. O valor aproximado da densidade superficial de carga σ do plano de cargas para manter a esfera em equilíbrio será:





- A) $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- B) $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- C) $3,2 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- D) $0,5 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$
- E) $1,2 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$

Resposta: item A.

Comentário:

Esquematizando as forças atuantes na esfera:



$$F_{el} = P$$

$$E \cdot q = m \cdot g$$

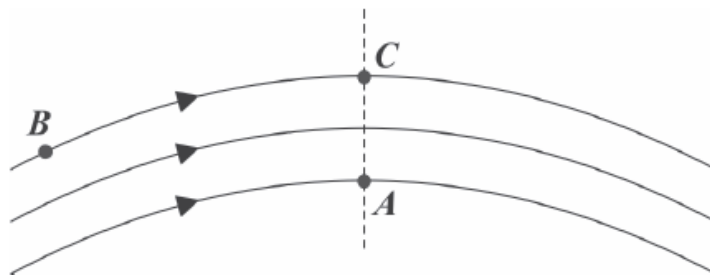
$$E = \frac{m \cdot g}{q}$$

$$\frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{m \cdot g}{q}$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot \epsilon_0}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10,8 \cdot 85 \cdot 10^{-12}}{10^{-8}}$$

$$\sigma = 1,8 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$$

41. (FGV – PC/RJ – PERITO CRIMINAL) A figura mostra alguns trechos das linhas de um campo eletrostático. Nela, estão marcados os pontos A, B e C, e a linha tracejada AC é perpendicular às linhas de campo que a interceptam.



Denotando por V_A , V_B e V_C os potenciais eletrostáticos nos pontos A, B e C, respectivamente, podemos afirmar que

- (A) $V_B > V_C = V_A$.
- (B) $V_B < V_C = V_A$.



- (C) $V_B > V_C > V_A$.
(D) $V_B = V_C > V_A$.
(E) $V_B = V_C < V_A$.

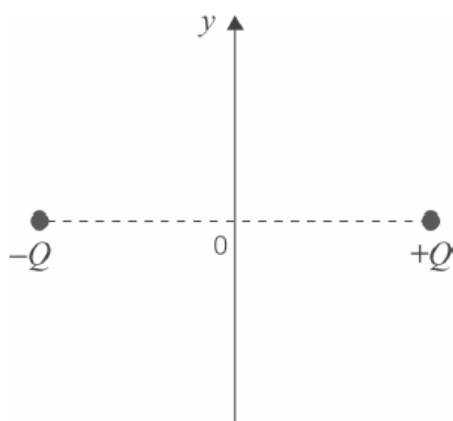
Resposta: Item A.

Comentário:

Primeiramente podemos afirmar que o potencial elétrico dos pontos A e C são iguais, uma vez que fazem parte da mesma superfície equipotencial.

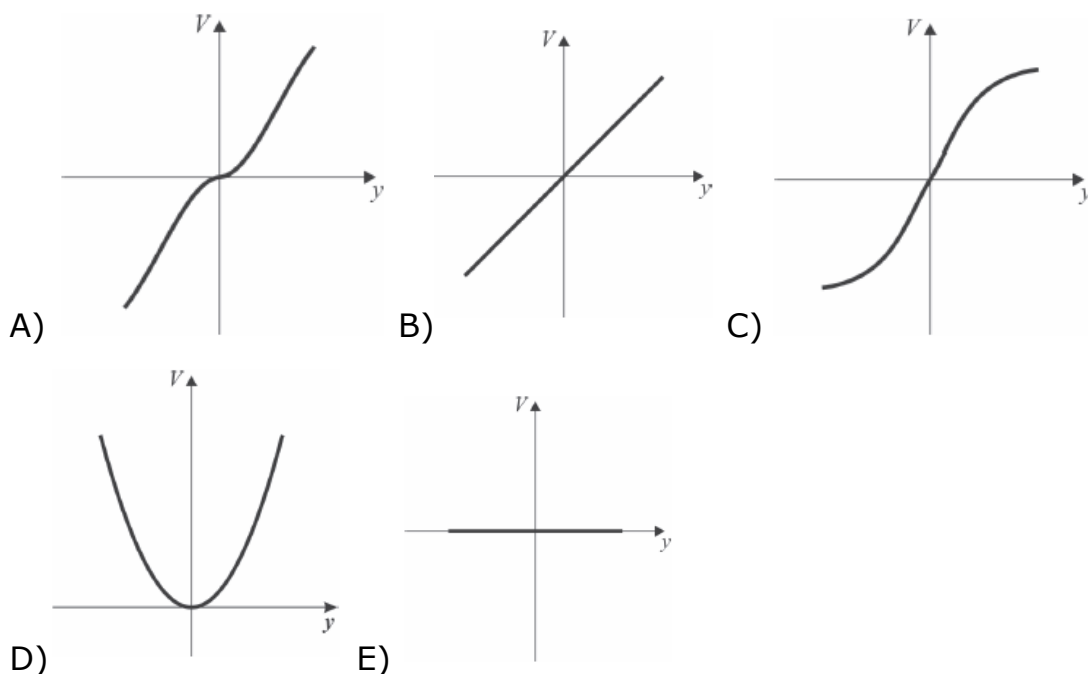
Por outro lado, o potencial elétrico no ponto B será maior que os potenciais dos pontos A e C, uma vez que este está mais próximo da eventual carga geradora do campo.

42. (FGV – PC/RJ – PERITO CRIMINAL) A figura mostra um dipolo elétrico formado pelas cargas $+Q$ e $-Q$. O eixo orientado Oy é constituído por pontos equidistantes das cargas $+Q$ e $-Q$.



O gráfico que melhor representa como o potencial elétrico do campo criado pelo dipolo varia em função da ordenada dos pontos do eixo Oy é





Resposta: Item E.

Comentário:

O potencial elétrico é algebricamente dado pelo produto da constante eletrostática do meio pela carga elétrica, dividido pela distância que separa a carga do ponto em questão.

Como os pontos estarão sobre o eixo y , temos que as distâncias das cargas serão idênticas, o que nos leva a conclusão de que os potenciais elétricos são iguais em módulo, no entanto possuem sinais opostos, logo o potencial resultante será nulo o tempo inteiro.

43. (IAUPE / SESC-PE – 2013) Um pêndulo simples é constituído por uma esfera metálica de massa m carregada com uma carga elétrica q , suspensa por um fio isolante de comprimento L e de massa desprezível. Em um local em que a aceleração da gravidade é g , o período de oscilação do pêndulo é T_0 . Quando um campo elétrico uniforme e constante E é aplicado verticalmente em toda a região do pêndulo, o seu período aumenta por um fator k ($k > 1$).



Qual é a intensidade do campo elétrico?

a) $\frac{mg}{q} \left[1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{k}{T_o} \right)^2} \right]$

b) $\frac{mg}{q} \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{k}{T_o} \right)^2} \right]$

c) $\frac{mg}{q} \left(1 - \frac{1}{k^2} \right)$

d) $\frac{mg}{q} \left(1 + \frac{1}{k^2} \right)$

e) $\frac{kmgT_o}{q}$

Resposta: item C.

Comentário:

Vamos encontrar o novo período, que sofrerá mudanças devido a nova aceleração que a carga terá, ou seja, ela vai ter uma modificação por conta do campo elétrico.

Se o período vai aumentar, significa que a oscilação ficará mais lenta, ou seja, a força elétrica será contrária à força peso.

Assim, podemos calcular a resultante da seguinte forma:

$$\begin{aligned} F_{\text{resultante}} &= P - F_{\text{elétrica}} \\ F_{\text{resultante}} &= m.g - E.q \\ a_{\text{resultante}} &= \frac{m.g - E.q}{m} = g - \frac{E.q}{m} \end{aligned}$$



O período, portanto, será dado por:

$$a_{\text{resultante}} = g - \frac{E \cdot q}{m}$$
$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g - \frac{E \cdot q}{m}}}$$

O período anterior, antes da inserção do campo elétrico é dado por:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Sabendo que o período aumentou por um fator K, então:



$$T' = K.T$$

$$2.\pi.\sqrt{\frac{L}{g - \frac{E.q}{m}}} = K.2.\pi.\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\sqrt{\frac{1}{g - \frac{E.q}{m}}} = K.\sqrt{\frac{1}{g}} \Rightarrow \frac{1}{g - \frac{E.q}{m}} = K^2.\frac{1}{g}$$

$$g = K^2.\left(g - \frac{E.q}{m}\right)$$

$$K^2.\frac{E.q}{m} = K^2.g - g =$$

$$E = \frac{m.g}{q}\left(\frac{K^2 - 1}{K^2}\right)$$

$$E = \frac{m.g}{q}\left(1 - \frac{1}{K^2}\right)$$

44. (CEBRASPE (CESPE) - 2024 - Soldado Bombeiro Militar (CBM PA)) No que se refere ao fenômeno de formação dos raios, julgue os itens seguintes.

I Na formação das nuvens, há um acúmulo de cargas elétricas em um lado da nuvem.

II No solo, por indução, há um acúmulo de cargas opostas na sua superfície em contraposição às cargas elétricas mais próximas das nuvens.

III Um raio acontece quando o campo elétrico gerado pela diferença de potencial entre a nuvem e o solo é maior que a rigidez dielétrica do ar.



Assinale a opção correta.

- A. Nenhum item está certo.
- B. Apenas o item I está certo.
- C. Apenas o item II está certo.
- D. Apenas o item III está certo.
- E. Todos os itens estão certos.

Resposta: item E.

Comentário:

Vamos comentar item por item:

I. Correto. Quando uma nuvem fica carregada há uma polarização e o lado mais próximo da Terra adquire carga elétrica negativa e o lado mais distante adquire carga positiva, gerando assim dentro da nuvem um campo elétrico.

II. Correto. Exatamente isso que ocorre. No solo haverá uma carga positiva acumulada, de modo que se houver o rompimento da rigidez dielétrica do meio entre a Terra e a nuvem, pode ocorrer um raio.

III. Correto. Foi o que acabamos de comentar no item acima, ou seja, o raio é produto do rompimento da rigidez dielétrica do meio.

45. (CEBRASPE (CESPE) - 2024 - Profissional Petrobrás de Nível Técnico (PETROBRAS)/Operação) Considerando que a distância entre dois átomos idênticos, cujos núcleos são compostos por dois prótons e dois nêutrons, seja " d " e sabendo que cada um desses dois núcleos exerce sobre o outro uma força elétrica F_e e uma força gravitacional F_g , julgue o item seguinte.

As forças F_e e F_g são inversamente proporcionais ao quadrado de d , sendo F_e uma força de repulsão e F_g uma força de atração.

Resposta: correto

Comentário:



A força gravitacional não é assunto dessa aula, mas a título de informação e para não deixar a questão sem resposta, ela é de atração sempre, ou seja, duas massas sempre vão se atrair, não existe repulsão de massas em termos de força gravitacional.

Por sua vez, a força elétrica devemos verificar se é de atração ou de repulsão. Veja que se trata de dois átomos idênticos, ou seja, ambos possuem carga positiva e de mesmo sinal, então haverá uma repulsão entre ambos.

Por outro lado, em termos de módulo de ambas as forças, sabemos que de acordo com a lei de Coulomb, as forças de repulsão elétrica são inversamente proporcionais ao quadrado da distância que as separa.

No caso de força de atração gravitacional, a mesma coisa acontece, ou seja, haverá uma proporcionalidade inversa entre a força e a distância.

$$F_{el} = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$
$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

46. (CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Profissional Petrobrás de Nível Técnico (PETROBRAS)/Operação de lastro) Em relação à eletricidade e à eletrônica, julgue o seguinte item.

A força elétrica de atração entre duas cargas elétricas de sinais opostos é objeto de estudo da eletrostática.

Resposta: correto

Comentário:

Essa tava no papo eim!



Questão simples, que apenas indaga sobre o ramo da física onde se estuda a força elétrica de atração entre duas cargas. É na eletrostática que se estuda, por ser essa a parte da física que se ocupa do estudo das cargas em repouso.

47. (CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Professor II (Pref Recife)/Ciências) A respeito de átomo, eletricidade, modelos atômicos e ondas eletromagnéticas, julgue o seguinte item.

Considere que duas partículas, A e B, estejam eletricamente carregadas e que, ao aproximá-las, se verifique que surge entre elas uma força de repulsão. Nessa situação, é correto afirmar que as partículas A e B possuirão cargas elétricas de sinais opostos.

Resposta: errado

Comentário:

Se ao aproximá-las elas se repeliram, então é por conta do fato de terem sinais iguais, se tivessem cargas de sinais opostos, então não seria o caso de repulsão, mas de atração.

Essa foi simples!

48. CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Físico (FUB) Julgue o item seguinte, relacionado aos conceitos de eletricidade.

Considere que duas partículas elétricas positivamente carregadas, q_A e q_B , de módulos $1 \mu\text{C}$ e $16 \mu\text{C}$, respectivamente, estejam fixas em um plano horizontal e localizadas a uma distância de 1 m uma da outra. Se uma terceira partícula, negativamente carregada q_C , for posicionada entre as cargas q_A e q_B , alinhada a elas, e a 20 cm da carga q_A , então a carga q_C estará em equilíbrio eletrostático com as outras duas.

Resposta: correto

Comentário:

Aqui vamos ter que notar que cada uma das esferas q_A e q_B vai atuar com uma força de atração (sinais opostos $+$ e $-$) sobre a terceira partícula.

Assim, vamos calcular o valor de cada uma das forças de atração em módulo.



$$F_A = k \frac{Q_A q}{d_A^2} = k \frac{1 \mu q_C}{0,2^2} = 25k \mu q_C$$
$$F_B = k \frac{Q_B q}{d_B^2} = k \frac{16 \mu q_C}{0,8^2} = 25k \mu q_C$$

O valor das o valor das forças foi idêntico, o que significa que ambas exercem a mesma força sobre a terceira carga, fazendo com que ela fique em repouso, pois as forças vão se anular.

49. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Professor (SEE PE)/Física) Considerando que cargas elétricas superficiais, de sinais opostos, estejam distribuídas uniformemente em duas placas condutoras planas, paralelas e de dimensões muito grandes (teoricamente tendendo ao infinito), julgue os itens a seguir, a respeito dessa situação.

Uma carga elétrica colocada exatamente no meio do caminho entre as duas placas ficaria em equilíbrio.

Resposta: errado

Comentário:

Veja que a carga ficaria em equilíbrio se entre as placas houvesse uma força de atração e outra também de atração cada uma puxando para um sentido oposto, cada placa querendo a carga para si, porém não é isso que acontece, pois o campo elétrico entre duas placas é puramente uniforme, e no interior das placas surge apenas uma força no sentido do campo se for uma carga positiva, e no sentido contrário ao campo se for uma carga elétrica negativa.

50. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Professor (SEE PE)/Física) Considerando que cargas elétricas superficiais, de sinais opostos, estejam distribuídas uniformemente em duas placas condutoras planas, paralelas e de dimensões muito grandes (teoricamente tendendo ao infinito), julgue os itens a seguir, a respeito dessa situação.

O vetor campo elétrico entre as placas é constante.



Resposta: correto

Comentário:

Conforme comentado na parte teórica e nas demais questões sobre o assunto, o campo elétrico que surge é uniforme sim, pois é oriundo de uma distribuição uniforme de cargas sobre uma placa metálica, estabelecendo entre elas um campo uniforme de módulo constante e direção perpendicular às placas.

51. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Professor (SEE PE)/Física) Considerando que cargas elétricas superficiais, de sinais opostos, estejam distribuídas uniformemente em duas placas condutoras planas, paralelas e de dimensões muito grandes (teoricamente tendendo ao infinito), julgue os itens a seguir, a respeito dessa situação.

O potencial elétrico entre as placas é constante.

Resposta: errado

Comentário:

Cuidado para não generalizar e acreditar que o potencial também deve ser constante, porque não deve ser. O potencial vai ser crescente ou decrescente de maneira uniforme.

Assim, a fórmula que vai dizer qual a diferença de potencial entre os pontos das placas será $E \cdot d = U$, assim esse valor de U será o valor da diferença de potencial entre as placas, o que nos leva a crer que não pode ser constante o potencial entre as placas.

52. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Profissional Petrobras de Nível Superior (PETROBRAS)/Engenharia de Equipamentos) Concernente à teoria eletromagnética, julgue o item que se segue.

Se uma barra eletricamente condutora for inserida em um campo elétrico uniforme, então, no interior dessa barra, o campo elétrico total será zero.

Resposta: correto

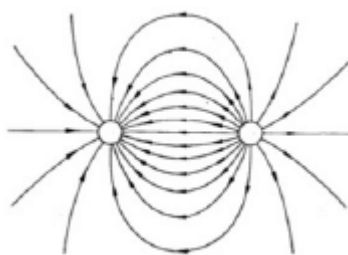
Comentário:



Uma barra conduta terá suas cargas todas distribuídas pela superfície, de modo que o campo elétrico em seu interior será nulo.

53. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Profissional Petrobras de Nível Superior (PETROBRAS)/Engenharia de Equipamentos) Concernente à teoria eletromagnética, julgue o item que se segue.

A figura a seguir ilustra o comportamento das linhas de campo elétrico gerado por duas cargas elétricas positivas, pontuais.



Resposta: errado

Comentário:

O item está incorreto, pois para que fossem duas cargas positivas as linhas de força deveriam estar "saindo" das cargas, e na figura a carga da esquerda recebe as linhas de campo, enquanto a carga da direita as fornece para a outra. Assim a carga da esquerda é negativa e a da direita é positiva.

54. (CEBRASPE (CESPE) - 2023 - Físico (FUB) Julgue o item seguinte, relacionado aos conceitos de eletricidade.

Uma casca esférica condutora com distribuição uniforme de carga elétrica atrai ou repele uma partícula eletricamente carregada situada do lado de fora dela, entretanto, se a partícula eletricamente carregada estiver situada no interior dessa casca esférica condutora, ela não exercerá nenhuma força eletrostática sobre a partícula no seu interior.

Resposta: correto

Comentário:



A primeira parte do item está correta, pois ela faz alusão a uma carga externa à casca esférica em equilíbrio eletrostático, ou seja, a carga sendo positiva ou negativa, ela vai ser atraída ou repelida pela casca, pois no exterior da casca existe um campo elétrico não nulo.

Por outro lado, na mesma toada, se a partícula estiver no interior da casca, então ela não vai experimentar nenhuma força elétrica, pois no interior de qualquer condutor em equilíbrio eletrostático há sempre um campo elétrico nulo, ou seja, sem campo não haverá força elétrica sobre a carga de prova.

55. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Atividades Técnicas de Complexidade Intelectual (MCom)) Julgue o item a seguir, a respeito de eletromagnetismo, arquitetura de computadores e modelo de referência OSI.

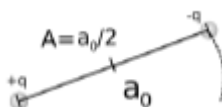
O coulomb, que é a unidade de carga elétrica, é considerado um valor de carga extremamente grande, representando uma grande quantidade de elétrons, sendo o elétron a menor carga elétrica conhecida.

Resposta: correto

Comentário:

De fato, o Coulomb é uma unidade que corresponde a uma carga elétrica muito elevada, de modo que o ideal aqui é sempre usar as subunidades, ou seja o μC , nC , mC , ou seja, os valores que possuem potências de 10 negativas para reduzir o valor real do C, que representa uma carga de módulo muito elevado, fora dos padrões comuns da natureza.

56. (CEBRASPE (CESPE) - 2022 - Profissional Petrobras de Nível Superior (PETROBRAS)/Geofísica/Física) Uma carga pontual negativa rotaciona em órbita circular em torno de uma carga pontual positiva, conforme ilustra a figura a seguir. A distância entre as cargas é a_0 .



tendo como referência inicial essas informações, e considerando que r seja um versor que parte da carga positiva para a carga negativa, julgue o item a seguir.

O potencial elétrico no ponto $A=a_0/2$ é nulo.

Resposta: correto.

Comentário:

No caso de um ponto no meio entre as duas cargas devemos lembrar que as distâncias são iguais, as cargas também, porém elas possuem sinais opostos e o potencial elétrico depende diretamente do sinal da carga elétrica que gera aquele potencial.

Sendo as cargas iguais e as distâncias também, como os sinais são opostos, então o potencial total será nulo naquele ponto.

$$V_A = +k \frac{q}{d}$$

$$V_A = -k \frac{q}{d}$$

$$\text{Potencial total : } V_A + V_B = 0$$

O potencial é uma grandeza escalar, que você deve somar algebricamente, sem levar em conta direção e sentido, pois não se trata de um vetor.

57. (CEBRASPE (CESPE) - 2021 - Papiloscopista Policial Federal) Considere uma esfera isolante com distribuição de carga não uniforme dada por $\rho = Cr/R$

, em que R representa o raio da esfera, r , a distância de um ponto qualquer da esfera até o centro, e C , uma constante. Com base na eletrostática e em áreas correlatas, julgue o item que se seguem.

Embora a distribuição de carga não seja uniforme, a superfície da esfera isolante é equipotencial.



Resposta: correto

Comentário:

A superfície da esfera é equipotencial, pois no caso ela tem potencial constante. Uma superfície equipotencial é aquela que não possui diferenças em seu potencial, ou seja, ele assume o mesmo valor por toda a superfície.

No caso de uma distância $r = R$, ou seja, na superfície da esfera, então teremos que a distribuição de carga naquele ponto da esfera será dada por $\rho = CR/R = C$.

Desta forma, como a distribuição de cargas será constante, então não teremos diferença de potencial na superfície.

8. GABARITO

01.E	02.A	03.D	04.C	05.B	06.D	07.B	08.B	09.B	10.E
11.E	12.A	13.D	14.B	15.C	16.B	17. E	18.CCEE	19.EE	20.CEE
21.CEEEE	22. CECCE	23. CEC	24. CCCE	25. E	26. D	27. E	28. EC	29.A	30.D
31.B	32.E	33.A	34.A	35.A	36.E	37.E	38.C	39.A	40.A
41.A	42.E	43.C	44.E	45.C	46.C	47.E	48.C	49.E	50.C
51.E	52.C	53.E	54.C	55.C	56.C	57.C			



9. FÓRMULAS MAIS UTILIZADAS NA AULA

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

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

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

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





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.