

MÓDULO 4

VI - ELETROSTÁTICA

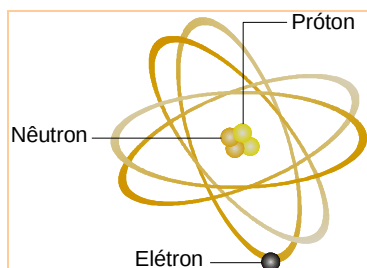
4 - ELETRIZAÇÃO

Os fenômenos elétricos são conhecidos desde a Antiguidade. Cerca de 400 anos a.C., os gregos sabiam que quando se esfregava âmbar, este atraía pequenas espigas de palha. Os etruscos já sabiam orientar os relâmpagos.

Em 1726, um estudante de Newton, Stephen Gray, demonstrou que a eletricidade produzida ao esfregar um objeto podia viajar por um fio de cânhamo. No entanto, os fenômenos elétricos só foram descritos formalmente em meados do século XVIII, nomeadamente por **Charles Coulomb** na França e por Galvani e Volta na Itália.

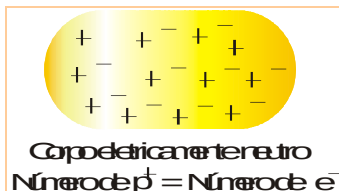
4.1- CORPO ELETRIZADO

Verifica-se que, normalmente, o átomo se apresenta com número de elétrons igual ao de prótons e, conseqüentemente, ele está neutro.

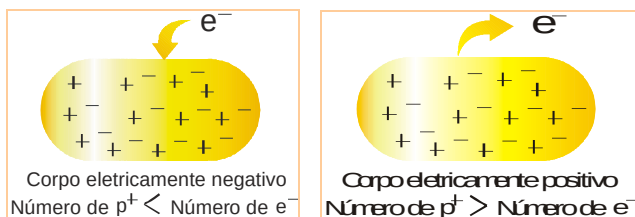


É possível, porém, retirar ou acrescentar elétrons na eletrosfera do átomo, tornando-o um íon.

Se um átomo perde elétrons de sua eletrosfera, o número de prótons predominará e o átomo tornar-se-á um íon positivo (cátion). Por outro lado, se ele receber um ou mais elétrons na eletrosfera, tornar-se-á um íon negativo (ânion).



Dizemos que um corpo está eletrizado quando ele apresenta excesso ou falta de elétrons.



- * Eletrizado positivamente: perde elétrons.
- * Eletrizado negativamente: ganha elétrons.

Na natureza, existem grandezas que podem ser divididas indefinidamente em partes menores, como, por exemplo, um intervalo de tempo. São chamadas grandezas contínuas, pois suas medidas podem corresponder a qualquer número real. Há também grandezas que possuem um limite para a sua divisão em partes menores. São chamadas **grandezas quantizadas**. É o caso da carga elétrica de um corpo. A quantidade de carga elétrica total (q) é sempre um número inteiro (n) de vezes o valor elementar (e)

$$q = n \cdot e$$

n = nº de elétrons em excesso ou falta
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C (carga elementar)

4.2- PRINCÍPIOS DA ELETROSTÁTICA

a) *Princípio da Atração e Repulsão*: cargas de mesmo sinal se repelem e de sinais opostos se atraem.

b) *Princípio da Conservação das Cargas Elétricas*: num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das cargas positivas e negativas é constante.

4.3- CONDUTORES E ISOLANTES

Para que um material seja condutor de eletricidade, é necessário que ele possua portadores de carga elétrica livres. Esses portadores podem ser elétrons, íons ou ainda ambos. Os principais condutores elétricos são:

- **os metais**: os portadores de carga elétrica são os elétrons.
- **as soluções eletrolíticas**: os portadores de carga elétrica são os íons.
- **os gases ionizados**: os portadores de carga são íons e os elétrons.

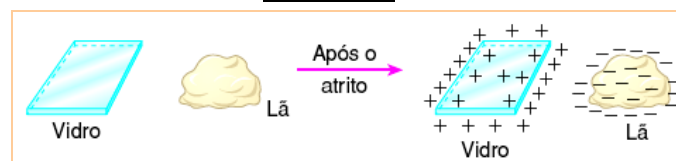
Por outro lado, os materiais que possuem portadores de carga elétrica em pequena quantidade em relação ao total de partículas são chamados **isolantes**. São exemplos de isolantes: borracha, porcelana, madeira seca, porcelana, plástico, etc.

4.4- PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

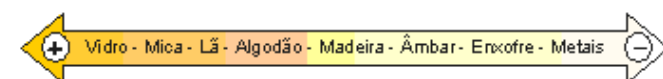
A) Eletrização por atrito

Ao atritar vigorosamente dois corpos de materiais diferentes, A e B, estamos fornecendo energia para que haja transferência de energia de um corpo para outro. Supondo que a interação aconteça unicamente entre esses dois corpos, os elétrons cedidos por um são os recebidos pelo outro.

Algebricamente temos: $q_A = -q_B$.



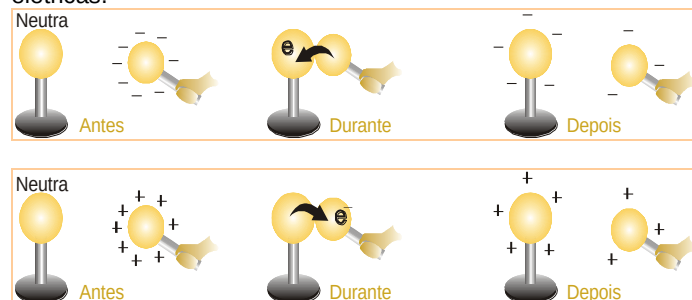
- Pelos menos um dos corpos deve ser isolante; caso contrário os elétrons retornam ao corpo original antes que se desfaça o contato.
- Materiais diferentes têm diferentes tendências de ceder ou receber elétrons. Essa tendência pode ser ordenada em uma escala, chamada **série triboelétrica**.



B) Eletrização por contato

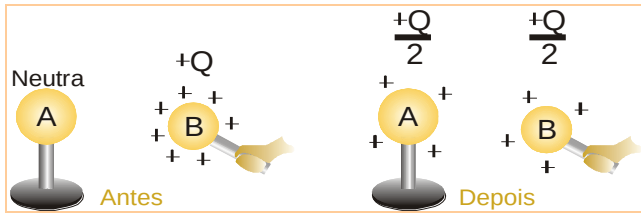
A eficiência nessa forma de eletrização vai depender de os corpos serem condutores ou isolantes. Se um deles for isolante, a eletrização será local, isto é, vai restringir-se ao ponto de contato.

Se os dois corpos forem condutores, durante o contato, que pode durar uma fração de segundo, o excesso ou a falta de elétrons distribuir-se-á pelos dois corpos, de acordo com a capacidade que cada um tem de armazenar cargas elétricas.



$$Q_{\text{TOTAL}} (\text{antes do contato}) = Q_{\text{TOTAL}} (\text{depois do contato})$$

Se os corpos forem de materiais condutores, tiverem dimensões iguais e mesma forma as cargas serão iguais.

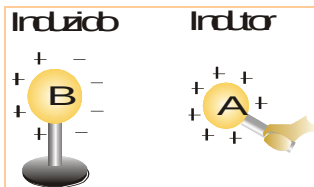


- A capacidade de armazenamento de cargas elétricas de um corpo aumenta de acordo com as suas dimensões.
- Se um corpo eletrizado e condutor for colocado em contato com outro corpo neutro, mas de dimensões muito maiores, o corpo menor ficará praticamente neutro. É o que ocorre quando ligamos um corpo eletrizado à terra: ele se descarrega.



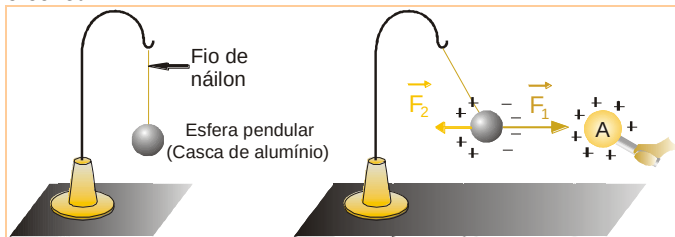
C) Indução Elétrica

A indução elétrica consiste na separação das cargas de um condutor neutro (induzido) quando na presença de um corpo eletrizado (indutor).



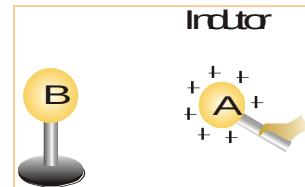
O indutor A, positivo, atrai as cargas negativas do induzido B. Assim, na face do induzido mais próxima ao indutor, temos acúmulo de cargas negativas, que não chegam ao indutor porque o ar entre eles é isolante. Por outro lado, a face do induzido mais afastada do indutor fica positiva. O corpo B (induzido) está eletrizado, apesar o número de prótons continuarem igual ao número de elétrons. Dizemos que B está induzido, pois houve apenas separação das cargas.

“Quando se aproxima um corpo eletrizado de um corpo neutro sempre haverá uma força de atração elétrica.”

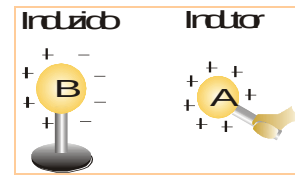


D) Eletrização por Indução

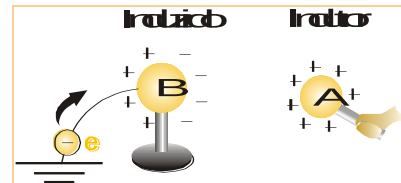
Na eletrização por indução, precisamos, primeiramente, de um corpo eletrizado. Esse corpo pode ser condutor ou isolante, já que não fará contato com o corpo a ser eletrizado. Ele é chamado **indutor** (A). O segundo corpo (B) denominado **induzido** deve ser condutor. Para eletrizar por indução com ligação a terra devem-se seguir os seguintes passos:



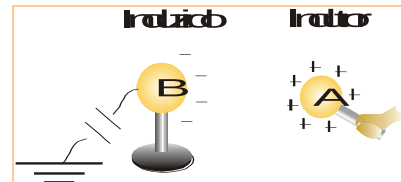
a- Aproxima-se A de B, ocorre a indução eletrostática.



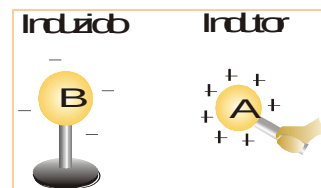
b- Liga-se B a terra, elétrons da terra sobem para B.



c- A ligação a terra é desfeita.



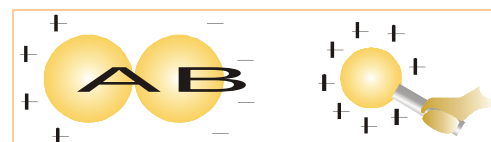
d- O indutor A é afastado. B fica eletrizado com carga negativa (sinal oposto ao indutor).



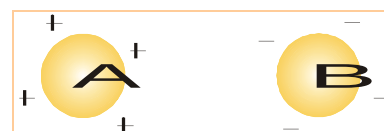
Outra maneira de eletrizar por indução é utilizar dois condutores neutros e um corpo já eletrizado (indutor), conforme seqüência abaixo:



a- Coloca-se os condutores em contato e aproxima-se o indutor (o corpo AB fica induzido).

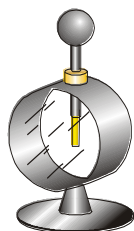


b- Separa-se os dois corpos A e B e após afasta-se o indutor.

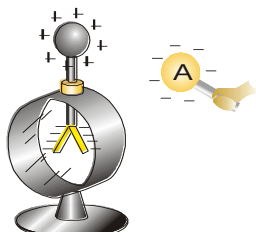


4.5- ELETROSCÓPIO

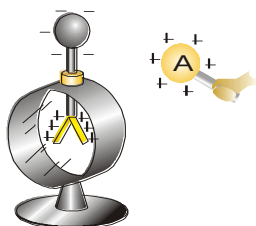
São instrumentos que manifestam a presença de corpos eletrizados. Funcionam baseados no fenômeno da indução eletrostática.



Eletrôscópio neutro



Aproxima-se um corpo negativo



Aproxima-se um corpo positivo

EXERCÍCIOS DE AULA

1. Um corpo, inicialmente neutro, é eletrizado com carga $Q=48 \mu\text{C}$. Sendo a carga elementar $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, pergunta-se:

- O corpo ficou com falta ou com excesso de elétrons?
- Qual é o número de elétrons que foi dele retirado ou a ele fornecido?

2. (UNICAMP) Duas cargas elétricas Q_1 e Q_2 atraem-se quando colocadas próximas uma da outra.

- O que se pode afirmar sobre os sinais de Q_1 e de Q_2 ?
- A Q_1 é repelida por uma terceira carga Q_3 positiva. Qual é o sinal de Q_2 ?

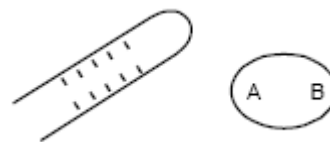
3. (FATEC) Considere três esferas metálicas X, Y e Z, de diâmetros iguais. Y e Z estão fixas e distantes uma da outra o suficiente para que os efeitos de indução eletrostática possam ser desprezados. A situação inicial das esferas é a seguinte:

X neutra, Y carregada com carga $+Q$, e Z carregada com carga $-Q$. As esferas não trocam cargas elétricas com o ambiente.

Fazendo-se a esfera X tocar primeiro na esfera Y e depois na esfera Z, a carga final de X será igual a:

- zero (nula)
- $2Q/3$
- $-Q/2$
- $Q/8$
- $-Q/4$

4. (UFU) Uma barra eletrizada negativamente é colocada próxima de um corpo metálico AB (não eletrizado).



Podemos afirmar que

- não haverá movimento de elétrons livres no corpo AB.
- os elétrons livres do corpo AB deslocam-se para a extremidade A.
- o sinal da carga que aparece em B é positivo.
- ocorreu no corpo metálico a indução eletrostática.
- após a separação de cargas, a carga total do corpo é não-nula.

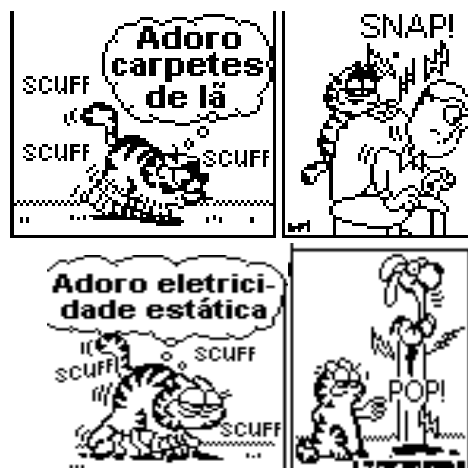
5. (UFSCAR) Três bolas metálicas podem ser carregadas eletricamente. Observa-se que cada uma das três bolas atrai uma e repele outra. Três hipóteses são apresentadas:

- Apenas uma das bolas está carregada.
- Duas das bolas estão carregadas.
- As três bolas estão carregadas.

O fenômeno pode ser explicado

- somente pelas hipóteses II ou III.
- somente pela hipótese I.
- somente pela hipótese III.
- somente pela hipótese II.
- somente pelas hipóteses I ou II.

6. (PUCSP) Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada abaixo e analise as afirmativas que se seguem.



Garfield – Jim Davis – Folha de São Paulo

I - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por atrito.

II - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por indução.

III - O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que flui de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas

- I, II e III.
- I e II.
- I e III.
- II e III.
- apenas I.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (FEI-SP) Atrita-se um bastão de vidro com um pano de lã inicialmente neutros. Pode-se afirmar que:

- só a lã fica eletrizada.
- só o bastão fica eletrizado.
- o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- o bastão e a lã se eletrizam com cargas de mesmo valor absoluto e sinais opostos.
- n.d.a.

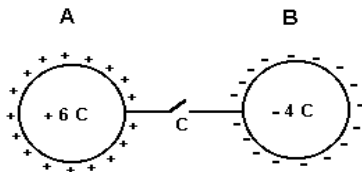
2. (ACAFE) Alguns fenômenos naturais relacionados com a eletricidade estática estão presentes em nosso cotidiano, por exemplo, o choque que uma pessoa recebe ao tocar a maçaneta da porta de um automóvel, em um dia seco no inverno. Além disso, a eletrostática tem uma aplicação importante em várias atividades humanas, como o filtro eletrostático para redução da poluição industrial e o processo xerográfico para fotocópias. Com relação à eletrização de um corpo, é **correto** afirmar que:

- Um corpo eletricamente neutro que perde elétrons fica eletrizado positivamente.
- Um corpo eletricamente neutro não tem cargas elétricas.
- Um dos processos de eletrização consiste em retirar prótons do corpo.
- Um corpo eletricamente neutro não pode ser atraído por um corpo eletrizado.
- Friccionando-se dois corpos constituídos do mesmo material, um se eletriza positivamente e o outro negativamente.

3. (UFSM) O princípio da conservação da carga elétrica estabelece que:

- as cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.
- cargas elétricas de sinais opostos se atraem.
- a soma das cargas elétricas é constante em um sistema eletricamente isolado.
- a soma das cargas elétricas positivas e negativas é diferente de zero em um sistema eletricamente neutro.
- os elétrons livres se atraem.

4. (PUC) Duas esferas condutoras de iguais dimensões, A e B, estão eletricamente carregadas com indica a figura, sendo unidas por um fio condutor no qual há uma chave C inicialmente aberta.



Quando a chave é fechada, passam elétrons...

- de A para B e a nova carga de A é +2C
- de A para B e a nova carga de B é -1C
- de B para A e a nova carga de A é +1C
- de B para A e a nova carga de B é -1C
- de B para A e a nova carga de A é +2C

5. (FURG) Quatro esferas metálicas idênticas estão isoladas uma das outras. As esferas A, B e C estão inicialmente neutras (sem carga), enquanto a esfera D está eletrizada com carga Q. A esfera D é colocada inicialmente em contato com a esfera A, depois é afastada e colocada em contato com a esfera B, a esfera D é colocada em contato com a esfera C e afastada a seguir.

Pode-se afirmar que ao final do processo as cargas das esferas C e D são, respectivamente,

- $Q/8$ e $Q/8$
- $Q/8$ e $Q/4$
- $Q/4$ e $Q/8$
- $Q/2$ e $Q/2$
- Q e $-Q$

6. (UCPEL) Três esferas metálicas A, B e C, idênticas, no vácuo, sendo A com carga +Q, B e C neutras. A esfera A é sucessivamente colocada em contato com B e, posteriormente, com C. O valor final das cargas em A, B e C é, respectivamente,

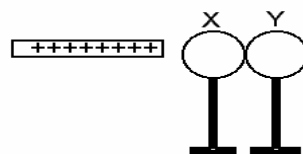
- $\frac{Q}{3}, \frac{Q}{3}, \frac{Q}{3}$
- $\frac{Q}{2}, \frac{Q}{2}, \frac{Q}{2}$
- $\frac{Q}{4}, \frac{Q}{4}, \frac{Q}{4}$
- $\frac{Q}{2}, \frac{Q}{2}, \frac{Q}{4}$
- $\frac{Q}{4}, \frac{Q}{2}, \frac{Q}{4}$

7. (FURG) Um corpo eletrizado positivamente é colocado próximo de um corpo metálico neutro. Podemos afirmar, na figura abaixo, que



- não haverá movimentação de cargas negativas no corpo neutro.
- a carga que aparece em X é positiva.
- a carga que aparece em Y é negativa
- haverá força de interação elétrica entre dois corpos.
- todas as afirmativas acima estão erradas.

8. (UFRGS) Duas esferas condutoras descarregadas, x e y, colocadas sobre suportes isolantes, estão em contato. Um bastão carregado positivamente é aproximado da esfera x, como mostra a figura.



Em seguida, a esfera y é afastada da esfera x, mantendo-se o bastão em sua posição. Após este procedimento, as cargas das esferas x e y são, respectivamente,

- nula e positiva.
- negativa e positiva.
- nula e nula.
- negativa e nula.
- positiva e negativa.

9. (FURG) Três esferas metálicas podem ser carregadas eletricamente. Aproximando-se as esferas duas a duas, observa-se que, em todos os casos, ocorre uma atração elétrica entre elas.

Para essa situação são apresentadas três hipóteses:

- Somente uma das esferas está carregada.
- Duas esferas estão carregadas.
- As três esferas estão carregadas.

Quais das hipóteses explicam o fenômeno descrito?

- Apenas a hipótese I.
- Apenas a hipótese II.
- Apenas a hipótese III.
- Apenas as hipóteses II e III.
- Nenhuma das três hipóteses.

10. (UNIFOA) Um bastão carregado positivamente atrai um objeto isolado suspenso. Sobre o objeto é correto afirmar:

- necessariamente possui elétron em excesso
- é condutor
- trata-se de um isolante
- está carregado positivamente

e) pode estar neutro

11. (PUCSP) Eletriza-se por atrito um bastão de plástico com um pedaço de papel. Aproxima-se, em seguida, o bastão de um pêndulo eletrostático eletrizado e verifica-se que ocorre uma repulsão. Em qual das alternativas da tabela abaixo a carga de cada elemento corresponde a essa descrição?

	Papel	Bastão	Pêndulo
a)	positiva	positiva	positiva
b)	negativa	positiva	negativa
c)	negativa	negativa	positiva
d)	positiva	positiva	negativa
e)	positiva	negativa	negativa

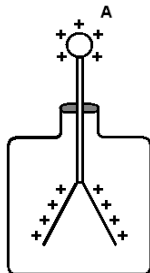
12. (FATEC) Uma pequena esfera metálica está eletrizada com carga de $8,0 \cdot 10^{-8}$ C. Colocando-a em contato com outra idêntica, mas eletricamente neutra, o número de elétrons que passa de uma esfera para a outra é (Dado: carga elementar $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.)

- a) $4,0 \cdot 10^{12}$
- b) $4,0 \cdot 10^{11}$
- c) $4,0 \cdot 10^{10}$
- d) $2,5 \cdot 10^{12}$
- e) $2,5 \cdot 10^{11}$

13. (UNIFESP) Uma estudante observou que, ao colocar sobre uma mesa horizontal três pêndulos eletrostáticos idênticos, eqüidistantes entre si, como se cada um ocupasse o vértice de um triângulo eqüilátero, as esferas dos pêndulos se atraíram mutuamente. Sendo as três esferas metálicas, a estudante poderia concluir corretamente que:

- a) as três esferas estavam eletrizadas com cargas de mesmo sinal.
- b) duas esferas estavam eletrizadas com cargas de mesmo sinal e uma com carga de sinal oposto.
- c) duas esferas estavam eletrizadas com cargas de mesmo sinal e uma neutra.
- d) duas esferas estavam eletrizadas com cargas de sinais opostos e uma neutra.
- e) uma esfera estava eletrizada e duas neutras.

14. (GV) A figura representa um eletroscópio de lâminas metálicas carregado positivamente. Tocando o dedo na esfera A observa-se que as suas lâminas:



- a) fecham, pois o eletroscópio recebe elétrons.
- b) fecham, pois o eletroscópio cede elétrons.
- c) abrem mais, pois o eletroscópio recebe elétrons.
- d) abrem mais, pois o eletroscópio cede elétrons.
- e) permanecem inalteradas, pois trocam elétrons com o dedo.

15. (FFCMPA) Dois corpos de materiais diferentes, quando atritados entre si, são eletrizados. Em relação a esses corpos, se essa eletrização é feita de forma isolada do meio, é correto afirmar que:

- A) um fica eletrizado positivamente e o outro negativamente.
- B) um fica eletrizado negativamente e o outro permanece neutro.
- C) um fica eletrizado positivamente e o outro permanece neutro.
- D) ambos ficam eletrizados negativamente.
- E) ambos ficam eletrizados positivamente.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UEL) Uma esfera isolante está eletrizada com carga de $-3,2 \mu\text{C}$. Sabendo que a carga elementar vale $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, é correto afirmar que a esfera apresenta

- a) excesso de $2,0 \cdot 10^{13}$ elétrons.
- b) falta de $2,0 \cdot 10^{13}$ elétrons.
- c) excesso de $5,0 \cdot 10^{12}$ prótons.
- d) falta de $5,0 \cdot 10^{12}$ prótons.
- e) excesso de $5,0 \cdot 10^{10}$ elétrons.

2. (UECE) Um corpo tem $2 \cdot 10^{18}$ elétrons e $4 \cdot 10^{18}$ prótons. Como a carga elétrica de um elétron (ou de um prótons) vale, em módulo, $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, podemos afirmar que o corpo está carregado com uma carga elétrica de

- a) $-0,32$ C
- b) $0,32$ C
- c) $0,64$ C
- d) $-0,64$ C

3. (F.C.CHAGAS) Um bastão isolante é atritado com tecido e ambos ficam eletrizados. É correto afirmar que o bastão pode ter:

- a) ganhado prótons e o tecido ganhado elétrons
- b) perdido elétrons e o tecido ganhado prótons
- c) perdido prótons e o tecido ganhado elétrons
- d) perdido elétrons e o tecido ganhado elétrons
- e) perdido prótons e o tecido ganhado prótons

4. (UFSCAR) Atritando vidro com lã, o vidro se eletriza com carga positiva e a lã com carga negativa. Atritando algodão com enxofre, o algodão adquire carga positiva e o enxofre, negativa. Porém, se o algodão for atritado com lã, o algodão adquire carga negativa e a lã, positiva. Quando atritado com algodão e quando atritado com enxofre, o vidro adquire, respectivamente, carga elétrica:

- a) positiva e positiva.
- b) positiva e negativa.
- c) negativa e positiva.
- d) negativa e negativa.
- e) negativa e nula.

5. (PUCSP) Têm-se três esferas metálicas A, B e C, inicialmente neutras. Atrita-se A com B, mantendo C à distância. Sabe-se que nesse processo, B ganha elétrons e que logo após, as esferas são afastadas entre si de uma grande distância. Um bastão eletrizado positivamente é aproximado de cada esfera, sem tocá-las. Podemos afirmar que haverá atração

- a) apenas entre o bastão e a esfera B.
- b) entre o bastão e a esfera B e entre o bastão e a esfera C.
- c) apenas entre o bastão e a esfera C.
- d) entre o bastão e a esfera A e entre o bastão e a esfera B.
- e) entre o bastão e a esfera A e entre o bastão e a esfera C.

6. (FATEC) Se um condutor eletrizado positivamente for aproximado de um condutor neutro, sem tocá-lo, podemos afirmar que o condutor neutro

- a) conserva sua carga total nula, mas é atraído pelo eletrizado.
- b) eletriza-se negativamente e é atraído pelo eletrizado.
- c) eletriza-se positivamente e é repelido pelo eletrizado.
- d) conserva a sua carga total nula e não é atraído pelo eletrizado.
- e) fica com a metade da carga do condutor eletrizado.

7. (UEL) Considere as afirmativas abaixo.

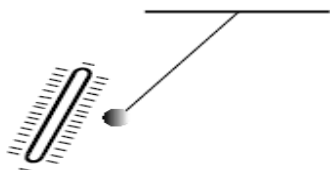
- I - Corpos constituídos de material isolante não eletrizam.
- II - Um corpo se eletriza quando ganha ou perde elétrons.
- III - Objetos constituídos de material condutor podem ser eletrizados por indução.

Pode-se afirmar que somente

- a) I está correta.

- b) II está correta.
 c) III está correta.
 d) I e II estão corretas.
 e) II e III estão corretas.

8. Um pêndulo é atraído por um bastão eletricamente ativo, como mostra a figura abaixo:



Podemos afirmar que o pêndulo está

- a) positivo.
 b) neutro.
 c) negativo.
 d) positivo ou neutro.
 e) negativo ou neutro.

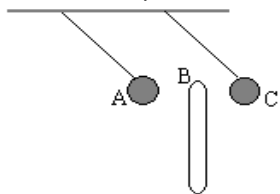
9. (FATEC) Duas esferas metálicas, A e B, de mesmo raio r , estão inicialmente carregadas positivamente. As cargas elétricas das esferas são diferentes. Através de um condutor faz-se a ligação entre elas. Pode-se afirmar que

- a) após algum tempo ambas as esferas terão cargas iguais.
 b) somente haveria transferência de cargas se os raios fossem diferentes.
 c) haverá transferência de cargas de A para B.
 d) haverá transferência de cargas de B para A.
 e) não haverá transferência de cargas se o ambiente estiver seco.

10. (PUCSP) Duas esferas A e B, metálicas e idênticas, estão carregadas com cargas respectivamente iguais a $16 \mu\text{C}$ e $4 \mu\text{C}$. Uma terceira esfera C, metálica e idêntica às anteriores, está inicialmente descarregada. Coloca-se C em contato com A. Em seguida, esse contato é desfeito e a esfera C é colocada em contato com B. Supondo-se que não haja troca de cargas elétricas com o meio exterior, a carga final de C é de

- a) $8 \mu\text{C}$
 b) $6 \mu\text{C}$
 c) $4 \mu\text{C}$
 d) $3 \mu\text{C}$
 e) nula

11. (UFRS) A figura representa duas esferas A e C, suspensas por barbantes, e um bastão isolante B. Sabendo-se que a carga elétrica da esfera A é negativa, as cargas elétricas do bastão B e da esfera C são, respectivamente,



- a) positiva e negativa
 b) negativa e positiva
 c) positiva e neutra
 d) negativa e negativa
 e) positiva e positiva

12. (UFRGS) Um bastão eletricamente carregado atrai uma bolinha condutora X, mas repele uma bolinha condutora Y. As bolinhas X e Y se atraem, na ausência do bastão. Sendo essas forças de atração e repulsão de origem elétrica, conclui-se que

- a) Y está eletricamente carregada, e X está eletricamente descarregada ou eletricamente carregada com cargas de sinal contrário ao das cargas de Y.
 b) ambas as bolinhas estão eletricamente descarregadas.

- c) X e Y estão eletricamente carregadas com cargas de mesmo sinal.
 d) X está eletricamente carregada com cargas de mesmo sinal das do bastão.
 e) Y está eletricamente descarregada, e X, carregada.

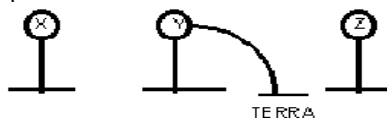
13. (UFRGS) Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas seguintes afirmações:

I - Um corpo que tem um número de elétrons _____ ao número de prótons está carregado positivamente.

II - Numa caixa cúbica condutora eletricamente carregada, a densidade de cargas nos cantos é _____ que na região central de suas faces.

- a) superior - maior do
 b) superior - a mesma
 c) inferior - maior do
 d) inferior - menor do
 e) inferior - a mesma

14. (UFRGS) Três esferas metálicas idênticas, X, Y e Z, estão colocadas sobre suportes feitos de isolante elétrico e Y está ligada à terra por um fio

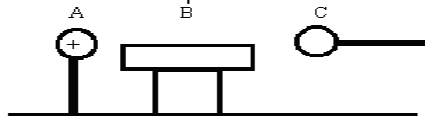


X e Y estão descarregadas, enquanto Z está carregada com uma quantidade de carga elétrica q . Em condições ideais, faz-se a esfera Z tocar primeiro a esfera X e depois a Y. Logo após esse procedimento, as quantidades de carga elétrica nas esferas X, Y e Z são, respectivamente,

- a) $q/3$, $q/3$ e $q/3$.
 b) $q/2$, $q/4$ e $q/4$.
 c) $q/2$, $q/2$ e nula.
 d) $q/2$, nula e $q/2$.
 e) $q/2$, nula e nula.

15. (UFRGS) Na figura estão representadas uma esfera condutora A, eletrizada positivamente, e uma barra metálica neutra B, próximas uma da outra e fixadas a uma mesa por meio de hastes isolantes.

Uma segunda esfera C, idêntica a esfera A, porém neutra e munida de um cabo isolante, encontra-se inicialmente muito afastada dos outros dois corpos.

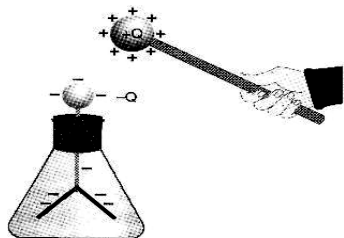


A esfera C é, então, aproximada da extremidade direita de B, segura pelo cabo.

Pode-se afirmar que

- a) enquanto B e C não se tocarem, haverá um acúmulo de cargas elétricas positivas na extremidade esquerda e de cargas elétricas negativas na extremidade direita de B.
 b) enquanto B e C não se tocarem, haverá um acúmulo de cargas elétricas positivas no hemisfério esquerdo de C.
 c) enquanto B e C estiverem em contato, B apresentará um excesso de cargas elétricas negativas e em C haverá um excesso de cargas elétricas positivas.
 d) enquanto B e C estiverem em contato, a carga elétrica de A será nula.
 e) depois de B e C se tocarem e novamente se separarem, B estará neutra e C apresentará um excesso de cargas elétricas negativas.

16. (ITA) Um objeto metálico carregado positivamente, com carga $+Q$, é aproximado de um eletroscópio de folhas que foi previamente carregado negativamente com carga igual a $-Q$.



I – À medida que o objeto for aproximado do eletroscópio, as folhas vão se abrindo além do que já estavam.

II – À medida que o objeto for se aproximando, as folhas permanecem como estavam.

III – Se o objeto toca o terminal externo do eletroscópio, as folhas devem necessariamente fechar-se.

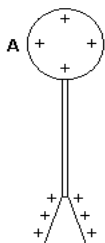
Nesse caso, pode-se afirmar que:

- a) somente a afirmativa I é correta.
- b) as afirmativas II e III são corretas.
- c) as afirmativas I e III são corretas.
- d) somente a afirmativa III é correta.
- e) nenhuma afirmativa é correta.

17. (UNESP) Em 1990 transcorreu o cinquentenário da descoberta dos “chuveiros penetrantes” nos raios cósmicos, uma contribuição da física brasileira que alcançou repercussão internacional. (O estado de S. Paulo, 21/10/90). No estudo dos raios cósmicos são observadas partículas chamadas píons. Considere um pión com carga elétrica $+e$ se desintegre em duas partículas: um múon com carga elétrica $+e$ e um neutrino. De acordo com o princípio de conservação da carga, o neutrino deverá ter carga elétrica:

- a) $+e$
- b) $-e$
- c) $+2e$
- d) $-2e$
- e) nula

18. (PUCPR) O eletroscópio de folhas representado na figura está carregado positivamente; se uma pessoa tocar na esfera A ele se descarrega porque:



- a) os elétrons da pessoa passam para o eletroscópio.
- b) os prótons da pessoa passam para o eletroscópio.
- c) os elétrons do eletroscópio passam para a pessoa.
- d) os nêutrons da pessoa passam para o eletroscópio.
- e) os prótons do eletroscópio passam para a pessoa.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) D	2) A	3) C	4) C	5) A
6) E	7) D	8) B	9) B	10) E
11) E	12) E	13) D	14) A	15) A

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

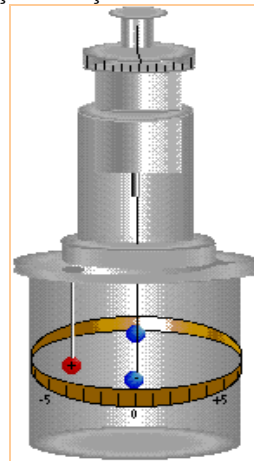
1) A	2) B	3) D	4) A	5) B	6) A	7) E
8) D	9) A	10) B	11) E	12) A	13) C	14) E
15) C	16) D	17) E	18) A			

MÓDULO 5

V – FORÇA ELÉTRICA – LEI DE COULOMB

As forças entre cargas elétricas são forças de campo, isto é, forças de ação à distância, como as forças gravitacionais (com a diferença que as gravitacionais são sempre forças atrativas).

O cientista francês Charles Coulomb (1736-1806) conseguiu estabelecer experimentalmente uma expressão matemática que nos permite calcular o valor da força entre dois pequenos corpos eletrizados. Coulomb verificou que o valor dessa força (seja de atração ou de repulsão) é tanto maior quanto maiores forem os valores das cargas nos corpos, e tanto menor quanto maior for a distância entre eles. Ou seja: a força com que duas cargas se atraem ou repelem é proporcional às cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. Assim, se a distância entre duas cargas é dobrada, a força de uma sobre a outra é reduzida a um quarto da força original. Para medir as forças, Coulomb aperfeiçoou o método de detectar a força elétrica entre duas cargas por meio da torção de um fio. A partir dessa idéia criou um medidor de força extremamente sensível, denominado *balança de torção*.



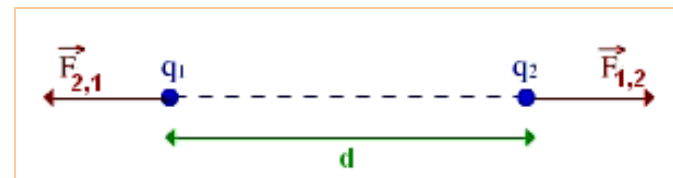
5.1- Carga Elétrica Puntiforme

Denomina-se carga elétrica puntiforme a um corpo eletrizado cujas dimensões são desprezíveis em relação às distâncias que o separam de outros corpos.

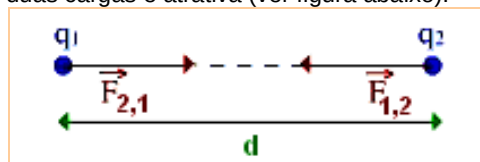
5.2- Lei de Coulomb

Considere duas cargas elétricas puntiformes Q_1 e Q_2 separadas por uma distância d e situadas no vácuo. Entre elas ocorre atração ou repulsão, com forças de mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, de acordo com o Princípio da Ação e Reação.

Se q_1 e q_2 têm o mesmo sinal de carga, a força elétrica entre as duas cargas (ou a força elétrica que cada carga exerce sobre a outra) é repulsiva



Se q_1 e q_2 têm sinal de carga opostos, a força elétrica entre as duas cargas é atrativa (ver figura abaixo).

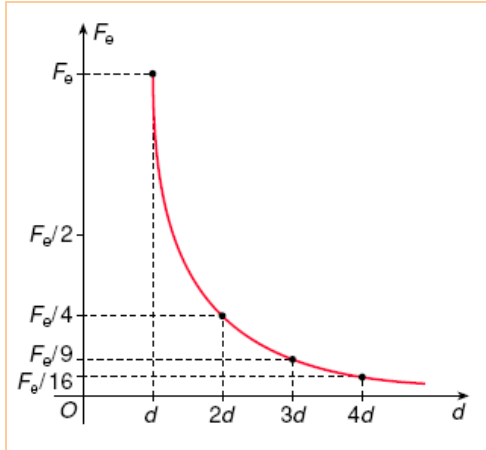


“A intensidade da força interação entre duas cargas elétricas pontiformes é diretamente proporcional ao produto dos módulos de suas cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.”

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

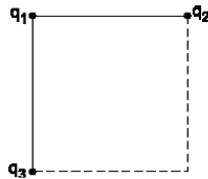
K = constante eletrostática do meio.

No vácuo $K_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

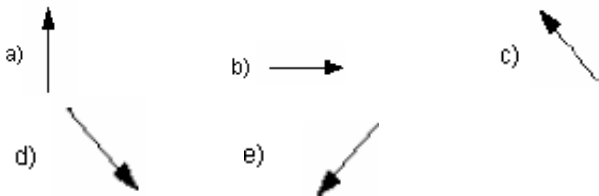


EXERCÍCIOS DE AULA

1. (FATEC) Em três vértices de um quadrado são fixadas as cargas $q_1 = q_2 = 10 \mu\text{C}$ e $q_3 = -10 \mu\text{C}$, conforme a figura.



A força elétrica resultante sobre a carga q_1 é representada pelo vetor



2. (VUNESP) Dois corpos pontuais em repouso, separados por certa distância e carregados eletricamente com carga de sinais iguais, repelem-se de acordo com a Lei de Coulomb.

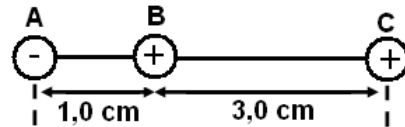
- Se a quantidade de carga de um dos corpos for triplicada, a força de repulsão elétrica permanecerá constante, aumentará (quantas vezes?) ou diminuirá (quantas vezes?)
- Se forem mantidas as cargas iniciais, mas a distância entre os corpos for duplicada, a força de repulsão elétrica permanecerá constante, aumentará (quantas vezes?) ou diminuirá (quantas vezes?)

3. (Unitau-SP) Um tubo de vidro na posição vertical contém duas esferas iguais A e B , de massas $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$. A esfera A é fixada no fundo do tubo enquanto B pode subir ou descer dentro do tubo, acima de A . Quando a carga $q = -4,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ é colocada em cada esfera, a esfera B permanece suspensa,

em equilíbrio, acima de A , a uma distância h . Desprezando o atrito com as paredes de vidro e a atração gravitacional entre as esferas, calcule o valor de h .

Considere: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

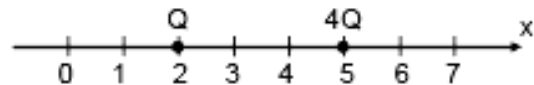
4. Três objetos com cargas elétricas de mesmo módulo estão alinhados como mostra a figura. O objeto C exerce sobre B uma força igual a $3,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.



A força elétrica resultante dos efeitos de A e C sobre B tem intensidade de:

- $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
- $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
- $24 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
- $12 \cdot 10^{-6} \text{ N}$
- $30 \cdot 10^{-6} \text{ N}$

5. (PUCCAMP) Nos pontos de abscissa $x = 2$ e $x = 5$ são fixadas as cargas Q e $4Q$, respectivamente, conforme mostra o esquema abaixo:



Uma terceira carga $-Q$ ficará em equilíbrio, sob a ação somente das forças elétricas exercidas por Q e $4Q$, quando colocada no ponto de abscissa x igual a:

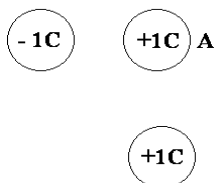
- 0
- 1
- 3
- 4
- 6

6. (MACK) Duas esferas metálicas idênticas, separadas pela distância d , estão eletrizadas com cargas elétricas Q e $-5Q$. Essas esferas são colocadas em contato e em seguida são separadas de uma distância $2d$. A força de interação eletrostática entre as esferas, antes do contato tem módulo F_1 e após o contato tem módulo F_2 . A relação F_1/F_2 é

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

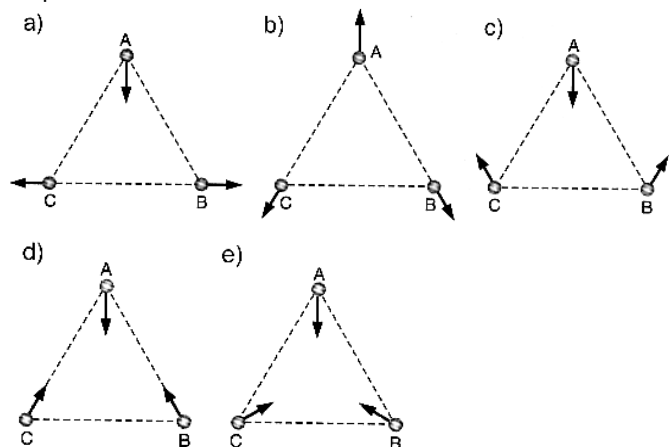
1. (FURG) conforme a figura.



Qual das alternativas expressa corretamente a direção e sentido da força elétrica total sobre a carga A?

- a) ↙
- b) ←
- c) ↖
- d) ↑
- e) →

2. (FUVEST) Três pequenas esferas carregadas com cargas de mesmo módulo, sendo A positiva e B e C negativas, estão presas nos vértices de um triângulo equilátero. No instante em que elas são soltas, simultaneamente, a direção e o sentido de suas acelerações serão mais bem representadas pelo esquema:



3. (UFRGS) Duas partículas, separadas entre si por uma distância r , estão eletricamente carregadas com quantidades de cargas positivas q_1 e q_2 , sendo $q_1 = 2q_2$. Considere F_1 o módulo da força elétrica exercida por q_2 sobre q_1 e F_2 o módulo da força elétrica de q_1 sobre q_2 . Nessa situação, a força elétrica entre as partículas é de

- a) atração, sendo $F_1 = F_2$.
- b) atração, sendo $F_1 = 2F_2$.
- c) atração, sendo $F_1 = F_2/2$.
- d) repulsão, sendo $F_1 = F_2$.
- e) repulsão, sendo $F_1 = 2F_2$.

4. (ACAFE) Sabe-se que duas cargas elétricas exercem forças elétricas uma sobre a outra. Em relação a essas forças, é **correto** afirmar que terão:

- a) sentidos opostos, somente se as cargas tiverem sinais contrários.
- b) o mesmo sentido, se as cargas tiverem o mesmo sinal.
- c) o mesmo sentido, se as cargas tiverem sinais contrários.
- d) sentidos opostos, somente se as cargas tiverem o mesmo sinal.
- e) sentidos sempre opostos, independentemente dos sinais das cargas.

5. (UFRGS) Uma partícula, com carga elétrica q , encontra-se a uma distância d de outra partícula, com carga $-3q$. Chamamos F_1 o módulo da força elétrica que a segunda carga exerce sobre a primeira e de F_2 o módulo da força elétrica que a primeira carga exerce sobre a segunda, podemos afirmar que

- a) $F_1 = 3F_2$ e as forças são atrativas.
- b) $F_1 = 3F_2$ e as forças são repulsivas.
- c) $F_1 = F_2$ e as forças são atrativas.
- d) $F_1 = F_2$ e as forças são repulsivas.
- e) $F_1 = F_2/3$ e as forças são atrativas.

6. (UFRGS) Quando a distância entre duas cargas elétricas iguais é dobrada, o módulo da força elétrica entre elas muda de F para

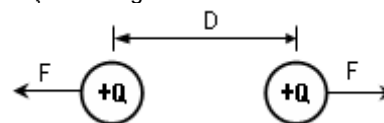
- a) $F/4$
- b) $F/2$
- c) $2F$
- d) $4F$
- e) $8F$

7. (ACAFE) Duas cargas elétricas Q_1 e Q_2 , separadas por uma distância d , são atraídas por uma força de valor F . Para quadruplicar o valor dessa força, pode-se _____.

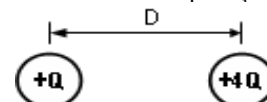
A **única** alternativa que **não** completa o enunciado acima é:

- a) diminuir a distância duas vezes
- b) diminuir a distância quatro vezes
- c) quadruplicar o valor de Q_1
- d) quadruplicar o valor de Q_2
- e) duplicar o valor de Q_1 e Q_2

8. (FURG) Dois pequenos objetos fixos, cada um com uma carga $+Q$ e separados por uma distância D , exercem um sobre o outro uma força de magnitude F .



Substituímos um dos objetos por outro cuja carga é $+4Q$, mantendo a mesma distância de separação.



A magnitude da força no objeto cuja carga é $+Q$ vale agora

- a) $16F$.
- b) $4F$.
- c) F .
- d) $F/4$.
- e) $F/16$.

9. (PUCMG) Entre as cargas puntiformes Q_1 e Q_2 separadas por uma distância d existe uma força de repulsão eletrostática de valor F . Se instantaneamente os valores das cargas mudam para $Q_1' = 3Q_1$ e $Q_2' = 4Q_2$ e a distância muda para $2d$, o valor da nova força será:

- a) $F' = 7/4$
- b) $F' = 7/2 F$
- c) $F' = 24 F$
- d) $F' = 6 F$
- e) $F' = 3 F$

10. (FURG) Duas cargas pontuais se encontram a uma certa distância. Dobram-se os valores de cada carga e ajusta-se a distância para que as forças de interação permaneçam constantes. Podemos dizer que esta distância em relação à distância original, é:

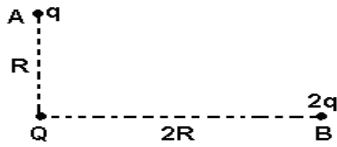
- a) a metade.
- b) a mesma.
- c) o dobro.
- d) o triplo.
- e) quatro vezes maior.

11. A força de interação eletrostática entre duas cargas elétricas Q_1 e Q_2 distando r entre si, tem módulo F . Qual será a força de interação eletrostática entre elas se duplicarmos a primeira carga e reduzirmos à metade a distância?

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

12. (UFSM) Três cargas elétricas estão dispostas conforme a figura. Se a carga Q produz uma força de módulo F sobre a carga q , situada em A, então o módulo da força produzida por Q sobre a carga $2q$, situada em B, será:

- a) $F/4$
 b) $F/2$
 c) F
 d) $2F$
 e) $4F$



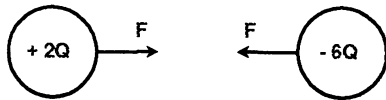
13. (UFRGS) Duas pequenas esferas metálicas, isoladas, idênticas e situadas no vácuo, estão inicialmente carregadas com $+10 \mu\text{C}$ e $-8 \mu\text{C}$. As esferas são encostadas e, então, novamente separadas, com seus centros mantidos a 10 cm de distância um do outro. Que tipo de força eletrostática será exercida sobre essas esferas e qual o seu módulo?

- a) Atrativa, de módulo igual a 0,81 N.
 b) Atrativa, de módulo igual a 0,90 N.
 c) Atrativa, de módulo igual a 0,70 N.
 d) Repulsiva, de módulo igual a 0,81 N.
 e) Repulsiva, de módulo igual a 0,90 N.

14. (PUC) Duas esferas condutoras iguais A e B possuem cargas elétricas de $+4C$ e $-8C$. Elas atarem-se com uma força eletrostática F quando separadas por uma distância d uma da outra. Se forem colocadas em contato uma com a outra e reposicionadas a uma distância $2d$ uma da outra, a nova força de interação eletrostática, é

- a) atrativa de valor $4F$;
 b) atrativa de valor $F/4$;
 c) atrativa de valor $8F$;
 d) repulsiva de valor $F/8$;
 e) repulsiva de valor $F/32$.

15. (PUC) Duas esferas condutoras idênticas possuem cargas elétricas de valores $+2Q$ e $-6Q$, interagindo entre si com uma força elétrica F como indica a figura.



Se as esferas forem postas em contato e recolocadas em suas posições iniciais, a nova força de interação entre as esferas passará a ser F' . Comparando os módulos de F e F' , conclui-se que

- a) $F' = F/4$
 b) $F' = F/2$
 c) $F' = F/3$
 d) $F' = 2F$
 e) $F' = 3F$

16. (FURG) Duas cargas pontuais Q_1 e Q_2 estão separadas por uma distância D . Uma terceira carga pontual q é colocada a uma distância r_1 da carga Q_1 e a uma distância r_2 da carga Q_2 , tal que $r_1 + r_2 = D$. Sabendo que a força elétrica resultante sobre a carga q devido à ação das cargas Q_1 e Q_2 é nula, pode-se afirmar que a razão Q_1/Q_2 é dada por

- a) $(r_2/r_1)^2$.
 b) r_1/r_2 .
 c) r_2/r_1 .
 d) 1.
 e) $(r_1/r_2)^2$.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UFRS) Considere um sistema de duas cargas esféricas positivas (q_1 e q_2), onde $q_1 = 4 q_2$. Uma pequena esfera carregada é colocada no ponto médio do segmento de reta que une os centros das duas esferas. O valor da força eletrostática que a pequena esfera sofre por parte da carga q_1 é

- a) igual ao valor da força que ela sofre por parte da carga q_2 .

b) quatro vezes maior do que o valor da força que ela sofre por parte da carga q_2 .

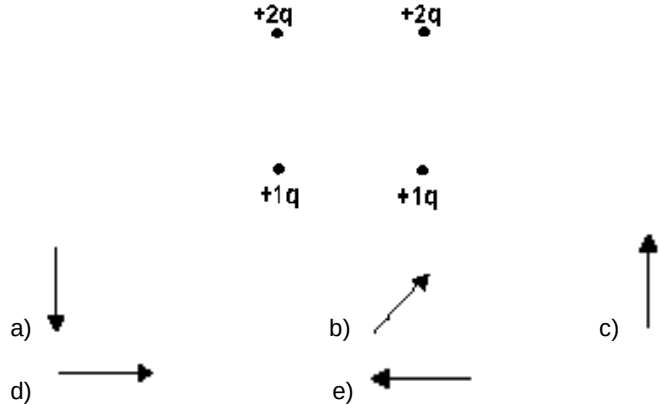
c) quatro vezes menor do que o valor da força que ela sofre por parte da carga q_2 .

d) dezesseis vezes maior do que o valor da força que ela sofre por parte da carga q_2 .

e) dezesseis vezes menor do que o valor da força que ela sofre por parte da carga q_2 .

2. (PUC) Quatro pequenas cargas elétricas encontram-se fixas nos vértices de um quadrado, conforme figura abaixo.

Um elétron no centro desse quadrado ficaria submetido, devido às quatro cargas, a uma força, que está corretamente representada na alternativa:

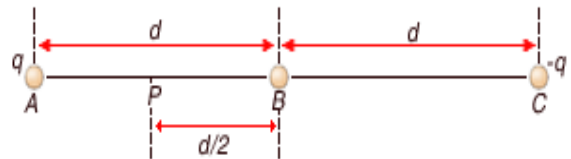


3. (ACAFE) Três esferas metálicas, de raios iguais, estão organizadas em linha reta. Cada esfera exerce forças de atração elétrica sobre as demais.

A alternativa com a disposição adequada das três esferas, para que isto ocorra, é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

4. (UFRS) Duas partículas, cada uma com carga elétrica positiva q , estão colocadas nas posições A e B, conforme indica a figura abaixo. Outra partícula, com carga elétrica negativa $-q$, ocupa a posição C. A força elétrica exercida sobre a carga em B, devido às cargas em A e C, tem módulo 2 F.



Se a carga que está em A for colocada na posição P, a força elétrica exercida sobre a carga em B terá módulo:

- a) 1 F
 b) 2 F
 c) 3 F
 d) 4 F
 e) 5 F

5. (VUNESP) Duas esferas condutoras idênticas, carregadas com cargas $+q$ e $-3q$, inicialmente separadas por uma distância d , atraem-se com uma força elétrica de intensidade F . Se as esferas forem postas em contato e, em seguida, levadas de volta para suas posições originais, a nova força entre elas será:

- a) maior que F e de atração.
- b) menor que F e de atração.
- c) igual a F e de atração.
- d) menor que F e de repulsão.
- e) maior que F e de repulsão.

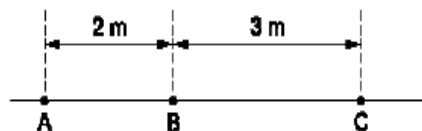
6. (FURG) Duas cargas pontuais iguais estão separadas por uma distância d . O módulo da força de repulsão mútua é F . Metade da carga é retirada de uma delas e colocada na outra, mantendo-se a distância d . A nova força, em termos da força F original, é

- a) $\frac{1}{2} F$
- b) F
- c) $\frac{5}{4} F$
- d) $\frac{1}{4} F$
- e) $\frac{3}{4} F$

7. (FUVEST) A uma distância d uma da outra, encontram-se duas esferinhas metálicas idênticas, de dimensões desprezíveis, com cargas $-Q$ e $+9Q$. Elas são postas em contato e, em seguida, colocadas à distância $2d$. A razão entre os módulos das forças que atuam após o contato e antes do contato é:

- a) $\frac{2}{3}$
- b) $\frac{4}{9}$
- c) 1
- d) $\frac{9}{2}$
- e) 4

8. (MACK) Nos pontos A, B e C da figura fixamos corpúsculos eletrizados com carga elétrica idêntica. O corpúsculo colocado em A exerce sobre o colocado em B uma força de intensidade F . A força resultante que age sobre o corpúsculo colocado em B tem intensidade:



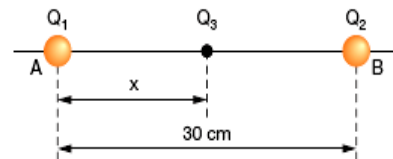
- a) $4F/9$
- b) $4F/5$
- c) $5F/9$
- d) $9F/4$
- e) $9F/5$

9. (UNIUBE-MG) Duas cargas elétricas positivas e iguais a Q produzem entre si uma força elétrica repulsiva de $1,6 \text{ N}$, quando estão separadas de 3 m no vácuo. Sendo a constante eletrostática no vácuo $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$, o módulo da carga Q é de:

- a) $4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$.
- b) $4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$.

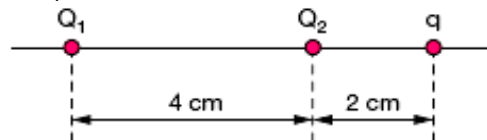
- c) $4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.
- d) $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ C}$.
- e) $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ C}$.

10. (FEI-SP) Duas cargas elétricas pontiformes Q_1 e $Q_2 = 4Q_1$ estão fixas nos pontos A e B, distantes 30 cm . Em que posição (x) deve ser colocada uma carga $Q_3 = 2Q_1$ para ficar em equilíbrio sob ação somente de forças elétricas?



- a) $x = 5 \text{ cm}$
- b) $x = 10 \text{ cm}$
- c) $x = 15 \text{ cm}$
- d) $x = 20 \text{ cm}$
- e) $x = 25 \text{ cm}$

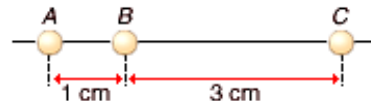
11. (PUCCSP) As cargas elétricas pontiformes Q_1 e Q_2 , posicionadas em pontos fixos conforme o esquema abaixo, mantêm, em equilíbrio, a carga elétrica pontiforme q alinhada com as duas primeiras.



De acordo com as indicações do esquema, o módulo da razão

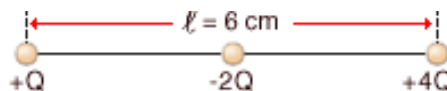
- a) $2/3$
- b) $3/2$
- c) 2
- d) 9
- e) 36

12. (FUVEST) Três objetos com cargas elétricas idênticas estão alinhados como mostra a figura. O objeto C exerce sobre B uma força igual a $3,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$. A força elétrica resultante dos efeitos de A e C sobre B é:



- a) $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.
- b) $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.
- c) $12 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.
- d) $24 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.
- e) $30 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.

13. (UNIVALI-SC) Três cargas elétricas pontuais de valores $+Q$, $-2Q$ e $+4Q$ estão em equilíbrio e dispostas conforme a figura. As cargas extremas estão fixas e sua separação é 6 cm .



Na condição de equilíbrio, a distância entre $-2Q$ e $+Q$, em centímetros, é:

- a) $\sqrt{2}$.
- b) $\sqrt{3}$.
- c) 2.
- d) 3.
- e) 4.

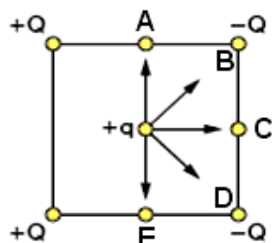
14. (UEFS) Duas cargas elétricas pontiformes, Q_1 e Q_2 , estão no vácuo, a uma distância d uma da outra, e se repelem com uma força F . Se dobrar a carga Q_1 , se triplicar a carga Q_2 e se

reduzir à metade a distância d , a nova força F' terá um valor correspondente a

- a) $24F$
b) $12F$
c) $9F$
d) $3F$
e) F

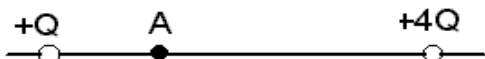
15. (ESPM-SP) No centro do quadrado abaixo, no vácuo, está fixa uma carga elétrica $+q$. Nos vértices do quadrado temos, também fixas, as cargas $-Q$, $-Q$, $+Q$ e $+Q$.

Para qual das direções aponta a força elétrica resultante na carga central?



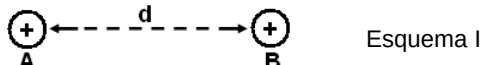
- a) A
b) B
c) C
d) D
e) E

16. (UEMG) Duas cargas livres e puntiformes $+Q$ e $+4Q$ estão separadas por uma distância d . Uma terceira carga puntiforme é colocada sobre o ponto A (veja a figura) e o sistema fica em equilíbrio. Assinale a afirmativa correta:

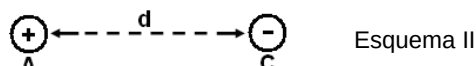


- a) a terceira carga só pode ser positiva.
b) a terceira carga só pode ser negativa.
c) a resultante das forças sobre a terceira carga é $5,0 \cdot 10^7$ N.
d) não é nula a resultante das forças elétricas sobre a terceira carga.
e) a terceira carga pode ser positiva ou negativa.

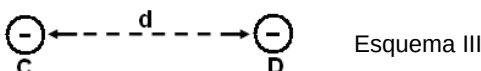
17. (UNIP) Considere os esquemas que se seguem onde A e B representam prótons e C e D representam elétrons. O meio onde estão A, B, C e D é o vácuo em todos os esquemas e a distância entre as partículas em questão é sempre a mesma d .



Esquema I



Esquema II



Esquema III

A respeito dos três esquemas, analise as proposições que se seguem:

- I – Em todos os esquemas a força eletrostática sobre cada partícula (próton ou elétron) tem a mesma intensidade.
II – Em cada um dos esquemas a força sobre uma partícula tem sentido sempre oposto ao da força sobre a outra partícula.
III – Em cada um dos esquemas as forças trocadas pelas partículas obedecem ao princípio da ação e reação.
IV – Em todos os esquemas as forças entre as partículas são sempre de atração.

Responda mediante o código:

- a) apenas as frases I, II e III estão corretas.
b) apenas as frases I e III estão corretas.
c) apenas as frases II e IV estão corretas.
d) todas são corretas.
e) todas são erradas.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) C	2) C	3) D	4) E	5) C	
6) A	7) B	8) B	9) E	10) C	
11) C	12) B	13) E	14) E	15) C	16) A

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) B	2) C	3) E	4) E	5) D	6) E	7) B
8) C	9) B	10) B	11) D	12) D	13) C	14) A
15) C	16) B	17) A				

BIBLIOGRAFIA

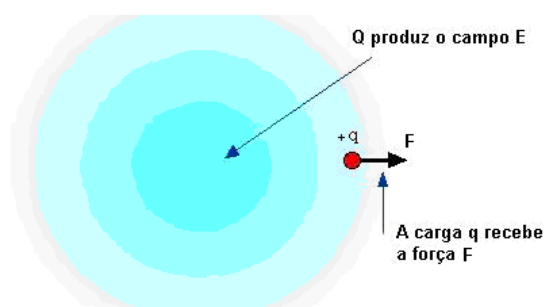
- Os alicerces da física - Fuke - Carlos - Kazuhito - Volumes 1, 2 e 3.
- Física - Conceitos e aplicação- Paulo Cesar Penteado - Volumes 1, 2 e 3.
- Os Fundamentos da Física - Ramalho - Nicolau - Toledo - Volumes 1, 2 e 3.
- As faces da física - Wilson Carron e Osvaldo Guimarães- Volume único.

MÓDULO 6

6- CAMPO ELÉTRICO

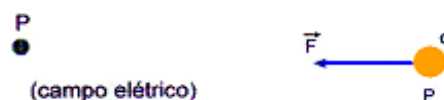
6.1 - CONCEITO

Numa região do espaço existe um campo elétrico quando um corpo eletrizado, colocada num ponto dessa região, fica sujeito a uma força elétrica.

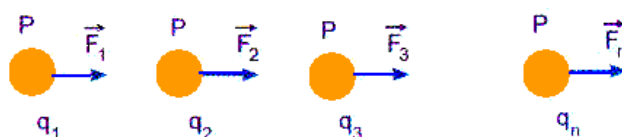


6.2 - VETOR CAMPO ELÉTRICO ($\vec{E}$)

Seja P um ponto geométrico de uma região onde existe um campo elétrico. Se levarmos até este ponto P uma carga elétrica q , surgirá sobre ela uma força elétrica $\vec{F}$.



Retirando-se a carga de prova q e repedindo o procedimento n vezes, usando n cargas de provas diferentes ($q_1, q_2, \dots, q_n$). A cada novo procedimento, atuará uma na respectiva carga de prova uma força elétrica ($\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$).



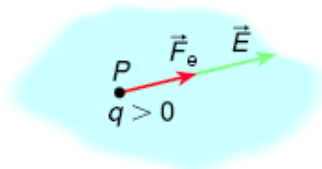
Verificamos que:

$$\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \dots = \frac{\vec{F}_n}{q_n} \quad (\text{cte})$$

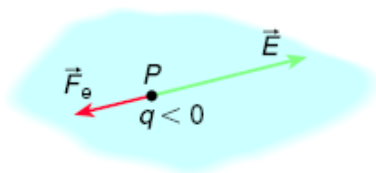
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \text{ou} \quad \vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

Esse vetor campo elétrico tem sempre a mesma direção da força elétrica, porém seu sentido depende do sinal da carga onde a força atua.

- $q > 0 \rightarrow \vec{F}$ e $\vec{E}$ têm o mesmo sentido.



- $q < 0 \rightarrow \vec{F}$ e $\vec{E}$ têm sentidos opostos.



A unidade no SI é newton por coulomb (N/C)

6.3 - CAMPO ELÉTRICO CRIADO POR UMA CARGA PUNTIFORME

Suponha que uma partícula eletrizada Q seja a fonte de um campo elétrico. Colocando-se uma carga de prova q num ponto desse campo, a uma distância d da carga fonte (carga geradora), ela ficará sujeita a uma força $\vec{F}$, cujo módulo será

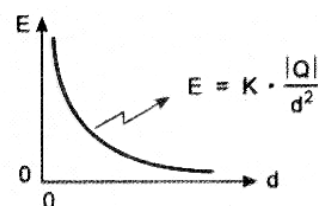
$$F = K \frac{|Q| \cdot |q|}{d^2}$$

Substituindo-se na equação de definição de $\vec{E}$, obtém-se:

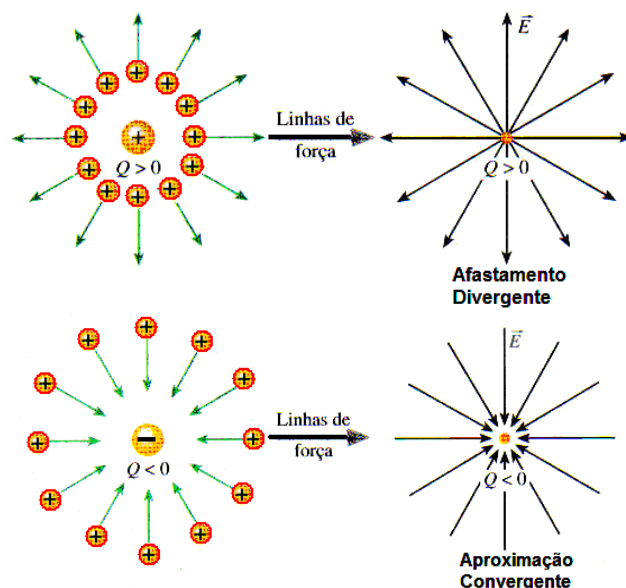
$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q} \Rightarrow E = K \frac{|Q|}{d^2}$$

Verifique que $|\vec{E}|$ não depende da carga de prova q , mas sim da carga geradora Q , do meio onde a carga está colocada (K) e da distância até o ponto considerado.

Da mesma forma que o módulo da força de Coulomb, o módulo do campo elétrico de uma carga puntiforme é diretamente proporcional ao inverso do quadrado da distância até o ponto considerado.

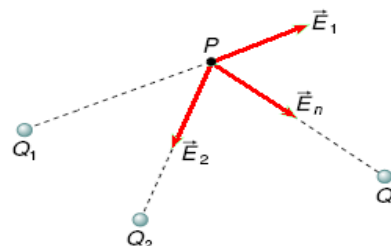


“O sentido do vetor campo elétrico criado por uma carga puntiforme é o mesmo sentido da força elétrica que atua sobre uma carga positiva (carga de prova).”



6.4 - CAMPO ELÉTRICO CRIADO POR VÁRIAS CARGAS PUNTIFORMES

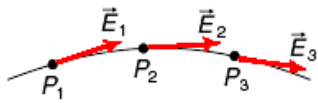
O vetor campo elétrico de várias cargas puntiformes num ponto P é a soma vetorial dos vetores campo que cada carga produziria em P se estivesse sozinha.



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

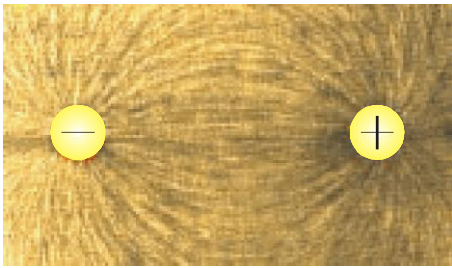
6.5- LINHAS DE FORÇA

As linhas de força de um campo elétrico são linhas tangenciadas pelo vetor campo elétrico em cada um de seus pontos. Representam graficamente o campo elétrico e são orientados no mesmo sentido do vetor campo. Nascem nas cargas positivas e morrem nas cargas negativas.



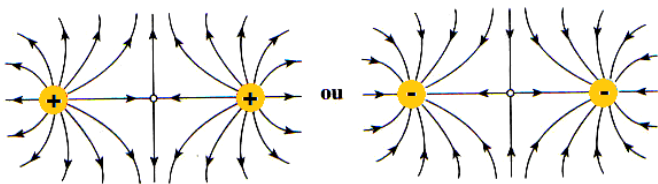
As linhas de força de um campo elétrico

- são orientadas sempre da carga positiva para a negativa;
- são sempre linhas abertas;
- nunca se cruzam;
- apresentam concentração, numa dada região, proporcional ao módulo do vetor campo elétrico.

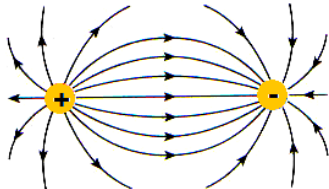


Numa representação mais esquemática temos a configuração das linhas de força como as mostradas abaixo.

- para duas cargas de mesmo sinal e mesmo módulo:

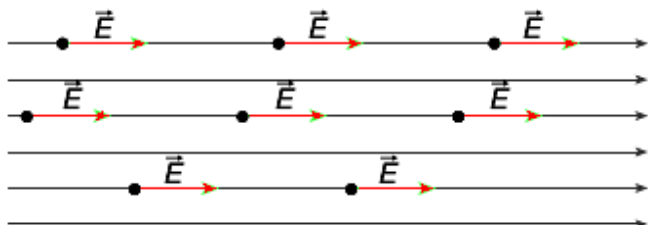


- para duas cargas de mesmo módulo e sinais contrários:



6.6- CAMPO ELÉTRICO UNIFORME

É aquele em que o vetor campo elétrico é igual em todos os pontos. As linhas de força de um campo elétrico uniforme são retas paralelas igualmente espaçadas e de mesmo sentido.



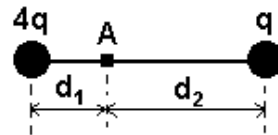
EXERCÍCIOS DE AULA

1. Uma carga puntiforme de 10^{-9} C, ao ser colocada num ponto P de um campo elétrico, fica sujeita a uma força de intensidade igual a 10^{-2} N, vertical e descendente. Determine:

a) a intensidade, a direção e o sentido do vetor campo elétrico em P.

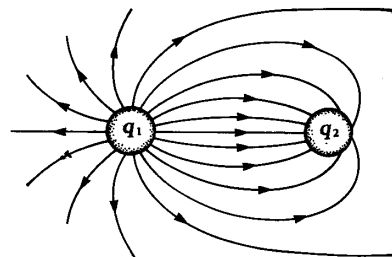
b) a intensidade, a direção e o sentido da força que atuaria sobre uma carga puntiforme igual a 3 mC, se ela é que fosse colocada em P.

2. (Faap) Sabendo-se que o vetor campo elétrico no ponto A é nulo, a relação entre d_1 e d_2 é:



- a) $d_1/d_2 = 4$
- b) $d_1/d_2 = 2$
- c) $d_1/d_2 = 1$
- d) $d_1/d_2 = 1/2$
- e) $d_1/d_2 = 1/4$

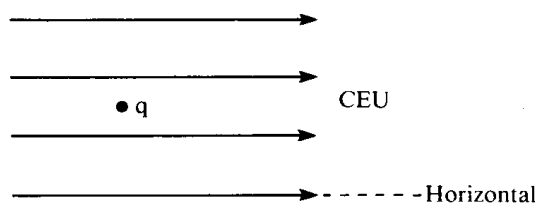
3. (UNICAMP) A figura mostra as linhas de força do campo eletrostático criado por um sistema de 2 cargas puntiformes q_1 e q_2 .



a) Nas proximidades de que carga o campo eletrostático é mais intenso? Por quê?

b) Qual é o sinal do produto $q_1 \cdot q_2$?

4. Uma partícula eletrizada com carga $q = 2 \cdot 10^{-15}$ C, de massa 10^{-15} kg, é abandonada num campo elétrico uniforme, de intensidade $4 \cdot 10^3$ N/C. Desprezam-se as ações gravitacionais.



- a) Qual a intensidade da força que atua sobre a partícula no interior do campo?
- b) Qual a aceleração adquirida?

c) Qual a velocidade após 2 s e o deslocamento nesse intervalo de tempo, supondo-se que continue no interior do campo elétrico?

d) Qual a direção e o sentido do movimento da carga?

5. (PUC-SP) Caracterize o campo elétrico capaz de equilibrar no ar, próximo ao solo, uma gota de óleo de $4 \cdot 10^{-10}$ g de massa e carga $q = +10$ e ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C). Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (FATEC) Considere uma carga positiva Q de $4,0 \mu\text{C}$, no ar, e um ponto M a 20 cm de distância desta carga. Dentre as alternativas seguintes, a que contém as informações corretas sobre a intensidade, direção e sentido do campo elétrico em M , devido a Q , é:

Dado: constante eletrostática $= 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

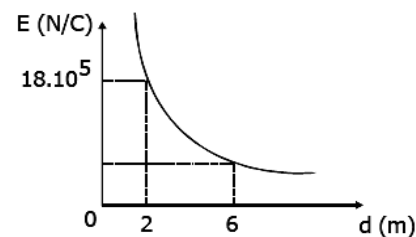
	Intensidade (N/C)	Direção	Sentido
a)	$9,0 \cdot 10^1$	Linha reta que une Q e M .	De Q para M .
b)	$9,0 \cdot 10^5$	Linha reta que une Q e M .	De Q para M .
c)	$9,0 \cdot 10^5$	Tangente à linha circular de centro em Q e de raio QM .	Horário.
d)	$1,8 \cdot 10^5$	Linha reta que une Q e M .	De M para Q .
e)	$1,8 \cdot 10^5$	Tangente à linha circular de centro em Q e de raio QM .	Anti-horário.

2. (FURG) O módulo do campo elétrico produzido por uma carga puntual q , num ponto P , a uma dada distância da carga é E . Se afastarmos a carga, de tal modo que sua distância ao ponto P dobre, o valor do campo em P será:

- a) $\frac{E}{4}$
- b) $\frac{E}{2}$
- c) E
- d) $2E$
- e) $4E$

3. (MACK) A intensidade do vetor campo elétrico gerado por uma carga Q puntiforme, positiva e fixa em um ponto do vácuo, em função da distância (d) em relação a ela, varia conforme o gráfico dado. A intensidade do vetor campo elétrico, no ponto situado a 6 m da carga, é:

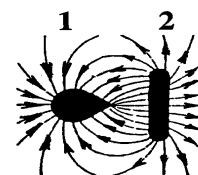
- a) $2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- b) $3 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- c) $4 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- d) $5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- e) $6 \cdot 10^5 \text{ N/C}$



4. (UFRGS) Duas cargas elétricas, A e B , sendo A de $2\mu\text{C}$ e B de $-4\mu\text{C}$, encontram-se em um campo elétrico uniforme. Qual das alternativas representa corretamente as forças exercidas sobre as cargas A e B pelo campo elétrico?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

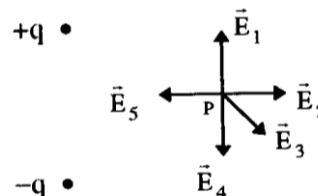
5. (UFRS) As linhas de força da figura representam o campo elétrico existente em torno dos corpos 1 e 2.



Relativamente a seu estado de eletrização, pode-se concluir que os corpos 1 e 2 se apresentam, respectivamente,

- a) com cargas positiva e negativa.
- b) com cargas negativa e positiva.
- c) com cargas positiva e positiva.
- d) com carga positiva e descarregada.
- e) descarregado e com carga positiva.

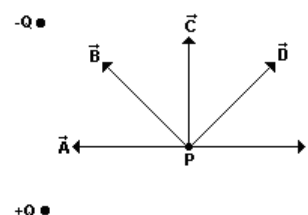
6. (UFRS) A figura representa duas cargas puntiformes, uma positiva ($+q$) e outra negativa ($-q$), próximas uma da outra, que constituem um dipolo elétrico.



Qual o vetor que melhor indica o sentido do campo elétrico no ponto P ?

- a) $\vec{E}_1$
- b) $\vec{E}_2$
- c) $\vec{E}_3$
- d) $\vec{E}_4$
- e) $\vec{E}_5$

7. (VUNESP-SP) Na figura, o ponto P está equidistante das cargas fixas $+Q$ e $-Q$. Qual dos vetores indica a direção e o sentido do campo elétrico em P , devido a essas cargas?

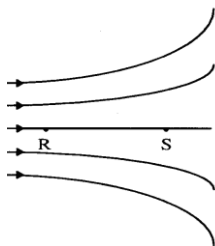


- a) $\vec{A}$
 b) $\vec{B}$
 c) $\vec{C}$
 d) $\vec{D}$
 e) $\vec{E}$

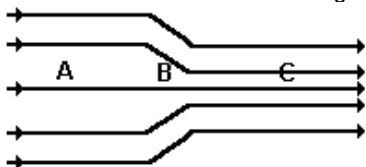
8. (UFRS) Selecione a alternativa que apresenta os termos que preenchem as lacunas, respectivamente, no seguinte texto.

A figura representa as linhas de força de um campo elétrico. Nessa situação, é correto afirmar que a intensidade do campo elétrico na região próxima do ponto R é do que na região próxima do ponto S, e que um elétron abandonado em repouso entre R e S, desloca-se no sentido de

- a) menor - R.
 b) menor - S.
 c) a mesma - S.
 d) maior - R.
 e) maior - S.



9. (FURG) As afirmativas referem-se a este figura.



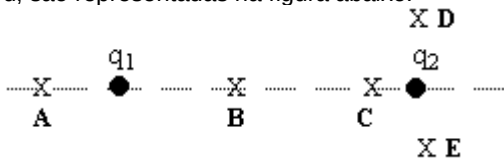
- I – A intensidade do campo elétrico E na região A é maior do que na região C.
 II – Uma carga negativa colocada nas regiões A ou C sofre uma força para a esquerda.
 III – Uma carga positiva colocada nas regiões A ou C sofre uma força para a direita.

Estão corretas:

- a) Apenas a I.
 b) Apenas a I e II.
 c) Apenas a I e III.
 d) Apenas a II e III.
 e) I, II e III.

INSTRUÇÃO: Responder à questão 10 com base nas seguintes informações.

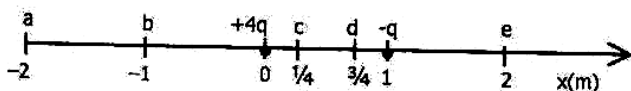
Duas cargas elétricas pontiformes, q_1 positiva e q_2 negativa, sendo q_2 maior que q_1 , em módulo, fixas e separadas por distância d , são representadas na figura abaixo.



10. (PUC) O campo elétrico formado pelas duas cargas pode ser nulo na região

- a) A
 b) B
 c) C
 d) D
 e) E

11. (UFRS) Duas cargas elétricas pontiformes, de valores $+4q$ e $-q$, são fixadas sobre o eixo dos x , nas posições indicadas na figura abaixo.



Sobre esse eixo, a posição na qual o campo elétrico é nulo é indicada pela letra

- a) a
 b) b
 c) c
 d) d
 e) e

12. (UFRS) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as lacunas nas três situações abaixo, respectivamente.

I – Um bastão de vidro carregado com cargas elétricas positivas repele um objeto suspenso. Conclui-se que o objeto está carregado.....

II – À medida que duas cargas elétricas pontiformes negativas são aproximadas uma da outra, a força elétrica entre elas.....

III – Duas cargas elétricas pontiformes estão separadas de uma certa distância. A intensidade do campo elétrico se anula num ponto do segmento de reta que une as duas cargas.

Conclui-se que as cargas são de

- a) negativamente - diminui - sinal contrário.
 b) positivamente - aumenta - sinal contrário.
 c) negativamente - aumenta - sinal contrário.
 d) positivamente - aumenta - mesmo sinal.
 e) negativamente - diminui - mesmo sinal.

13. (FURG) Uma carga elétrica de $1\mu\text{C}$ e massa 1g penetra numa região de campo elétrico uniforme, de intensidade 30 N/C , com velocidade inicial 3 m/s , na mesma direção e sentido do campo. A aceleração desta carga, supondo-se que esteja sob ação apenas do campo elétrico, vale

- a) $0,01\text{ m/s}^2$
 b) $0,03\text{ m/s}^2$
 c) $0,1\text{ m/s}^2$
 d) $0,3\text{ m/s}^2$
 e) 1 m/s^2

14. (UFPEl) Numa certa experiência, verificou-se que a carga de $5\mu\text{C}$, colocada num certo ponto do espaço, ficou submetida a uma força de origem elétrica de valor $4 \times 10^{-3}\text{ N}$. Nesse ponto, a intensidade do campo elétrico é igual a:

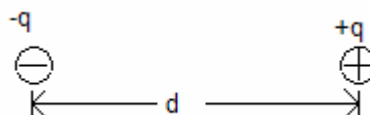
- a) 20 k N/C
 b) $0,8\mu\text{ N/C}$
 c) $0,8\text{ k N/C}$
 d) $20\mu\text{ N/C}$
 e) $0,8\text{ N/C}$

15. (UFMS) Preencha as lacunas e, após, assinale a alternativa correta.

Uma esfera de pequena massa, carregada positivamente, encontra-se em repouso, quando submetida, simultaneamente a um campo elétrico e ao campo gravitacional da Terra. Nessa situação, a direção do campo elétrico é _____ com sentido _____.

- a) horizontal - do norte para o sul
 b) horizontal - do sul para o norte
 c) horizontal - do oeste para o leste
 d) vertical - de cima para baixo
 e) vertical - de baixo para cima.

16. (FURG) Um dipolo elétrico é constituído de duas cargas de mesmo módulo q e de sinais opostos, separados por uma distância d , como mostra a figura abaixo.

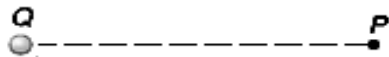


Sendo $k = 9,0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, o campo elétrico no ponto médio P entre estas cargas tem módulo E igual a:

- A) 8 kq/d^2
 B) 12 kq/d^2
 C) zero
 D) kq/d^2
 E) 2 kq/d^2

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UFU-MG) A figura abaixo representa uma carga Q e um ponto P do seu campo elétrico, onde é colocada uma carga de prova q.



Analise as afirmativas abaixo, observando se elas representam corretamente o sentido do vetor campo elétrico em P e da força que atua sobre q.

- I. se $Q > 0$ e $q < 0$.
 II. se $Q > 0$ e $q > 0$.
 III. se $Q < 0$ e $q < 0$.
 IV. se $Q < 0$ e $q > 0$.

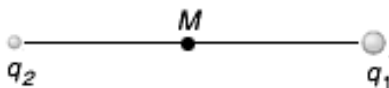
São corretas:

- a) todas as afirmativas.
 b) apenas I, II e III.
 c) apenas II, III e IV.
 d) apenas III e IV.
 e) apenas II e III.

2. (UFRGS) O módulo do vetor campo elétrico produzido por uma carga elétrica puntiforme em um ponto P é igual a E. Reduzindo-se a metade a distância entre a carga e o ponto P, por meio da aproximação da carga, o módulo do vetor campo elétrico nesse ponto muda para:

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

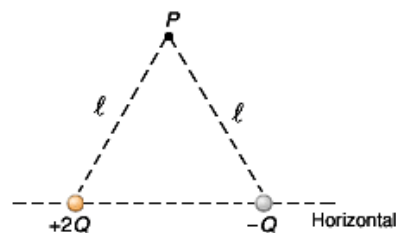
3. (PUC-MG) A figura representa duas cargas elétricas fixas, positivas, sendo $q_1 > q_2$.



Os vetores campo elétrico, devidos às duas cargas, no ponto médio M da distância entre elas, estão mais bem representados em:

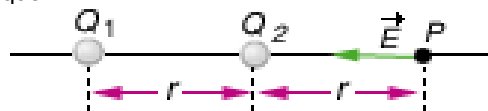
- a)
 b)
 c)
 d)
 e)

4. (Unitau-SP) No ponto P, o vetor campo elétrico é melhor representado por:



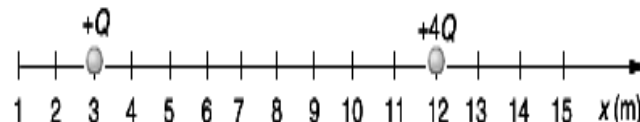
- a)
 b)
 c)
 d)
 e)

5. (UMC-SP) Na figura, Q_1 é uma carga positiva e Q_2 é uma carga desconhecida. No ponto P o campo elétrico total devido às duas cargas tem a direção e o sentido indicados. Podemos afirmar que:



- a) Q_2 é positiva e seu módulo é menor que $Q_1/4$.
 b) Q_2 é negativa e seu módulo é igual a $Q_1/4$.
 c) Q_2 é negativa e seu módulo é menor que $Q_1/4$.
 d) Q_2 é positiva e seu módulo é maior que $Q_1/4$.
 e) Q_2 é negativa e seu módulo é maior que $Q_1/4$.

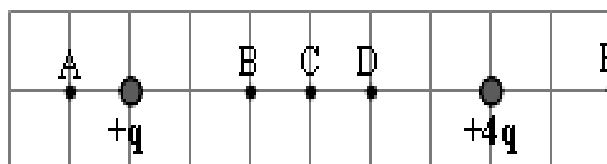
6. (PUC-RS) Duas cargas elétricas de valores $+Q$ e $+4Q$ estão fixas nas posições 3 e 12 sobre um eixo, como indica a figura.



O campo elétrico resultante criado por essas cargas será nulo na posição:

- a) 3.
 b) 4.
 c) 5.
 d) 6.
 e) 7.

7. (UFRGS) A figura abaixo representa duas cargas elétricas puntiformes positivas, $+q$ e $+4q$, mantidas fixas em suas posições.



Para que seja nula a força eletrostática resultante sobre uma terceira carga puntiforme, esta carga deve ser colocada no ponto

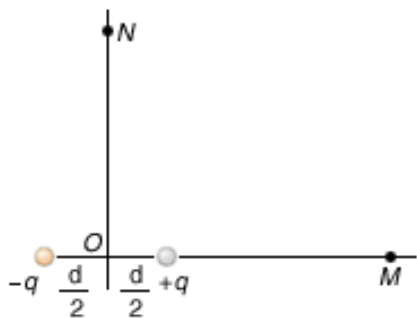
- a) A.
 b) B.
 c) C.
 d) D.

e) E.

8. (UFSM) Uma partícula com carga de $8 \times 10^{-7} \text{C}$ exerce uma força elétrica de módulo $1,6 \times 10^{-2} \text{N}$ sobre outra partícula com carga de $2 \times 10^{-7} \text{C}$. A intensidade do campo elétrico no ponto onde se encontra a Segunda partícula é, em N/C ,

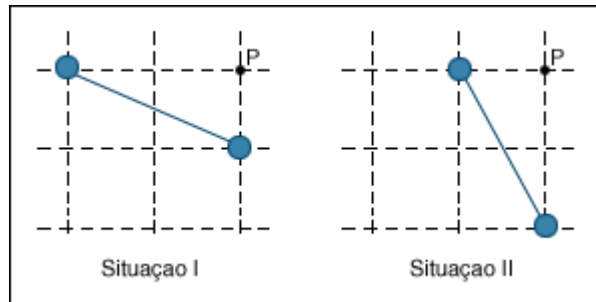
- a) $3,2 \times 10^{-9}$.
- b) $1,28 \times 10^{-8}$.
- c) $1,6 \times 10^4$.
- d) 2×10^4 .
- e) 8×10^4 .

9. (Cesgranrio) Duas cargas pontuais distam d uma da outra. Consideram-se os dois pontos M e N (ver figura). Tais que $OM = ON$. Qual das seguintes figuras representa corretamente o vetor campo elétrico em M e N?



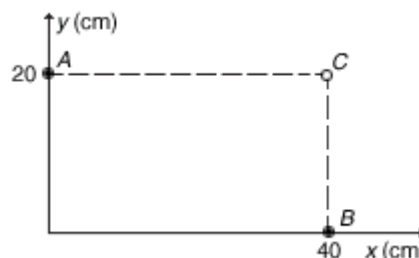
- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

10. (Fuvest) Duas pequenas esferas, com cargas elétricas iguais ligadas por uma barra isolante, são inicialmente colocadas como descrito na situação I. Em seguida, aproxima-se uma das esferas de P, reduzindo-se à metade sua distância até esse ponto, ao mesmo tempo em que se duplica a distância entre a outra esfera e P, como na situação II. O campo elétrico em P, no plano que contém o centro das duas esferas, possui, nas duas situações indicadas:>



- a) mesma direção e intensidade.
- b) direções diferentes e mesma intensidade.
- c) mesma direção e maior intensidade em I.
- d) direções diferentes e maior intensidade em I.
- e) direções diferentes e maior intensidade em II.

11. (Mackenzie) No vácuo ($k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$), colocam-se as cargas $Q_A = 48 \cdot 10^{-6} \text{C}$ e $Q_B = 16 \cdot 10^{-6} \text{C}$, respectivamente nos pontos A e B representados na figura. O campo elétrico no ponto C tem módulo igual a:

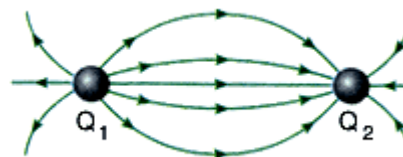


- a) $60 \cdot 10^5 \text{ N/C}$.
- b) $55 \cdot 10^5 \text{ N/C}$.
- c) $50 \cdot 10^5 \text{ N/C}$.
- d) $45 \cdot 10^5 \text{ N/C}$.
- e) $40 \cdot 10^5 \text{ N/C}$.

12. (Unirio) Quando duas partículas eletrizadas com cargas simétricas são fixadas em dois pontos de uma mesma região do espaço, verifica-se, nessa região, um campo elétrico resultante que pode ser representado por linhas de força. Sobre essas linhas de força é correto afirmar que se originam na carga:

- a) positiva e podem cruzar-se entre si.
- b) positiva e não se podem cruzar entre si.
- c) positiva e são paralelas entre si.
- d) negativa e podem cruzar-se entre si.
- e) negativa e não se podem cruzar entre si.

13. (Acafe) A figura representa, na convenção usual, a configuração de linhas de força associadas a duas cargas puntiformes Q_1 e Q_2 . Podemos afirmar que:



- a) Q_1 e Q_2 são cargas negativas.
- b) Q_1 é positiva e Q_2 é negativa.
- c) Q_1 e Q_2 são cargas positivas.
- d) Q_1 é negativa e Q_2 é positiva.
- e) Q_1 e Q_2 são neutras.

14. (Mackenzie) Existe um campo elétrico uniforme no espaço compreendido entre duas placas metálicas eletrizadas com cargas opostas. Um elétron (massa m , carga $-e$) parte do repouso, da placa negativa, e incide, após um tempo t , sobre a superfície da placa oposta, que está a uma distância d .

Desprezando as ações gravitacionais, o módulo do campo elétrico $\vec{E}$ entre as placas é:

- md/et^2 .
- $2md/et^2$.
- $md/2et^2$.
- $d/2met^2$.
- $4md/et^2$.

15. (Fatec) Uma partícula de massa $1,0 \cdot 10^{-5}$ kg e carga elétrica $2,0 \mu\text{C}$ fica em equilíbrio quando colocada em certa região de um campo elétrico uniforme. Adotando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, o campo elétrico naquela região tem intensidade, em N/C, de:

- 500.
- 0,050.
- 20.
- 50.
- 200.

16. (Unaerp-SP) Durante uma aula no laboratório de eletricidade, foi realizado um experimento em que uma partícula de $0,4 \text{ g}$ de massa permaneceu em repouso quando colocada num campo elétrico $|\vec{E}|$ direcionado para baixo. Calcule a carga elétrica q da partícula e assinale a opção correta.

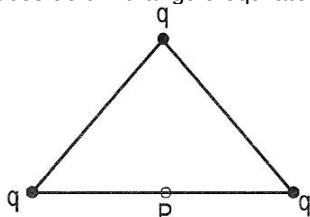
Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $E = 800 \text{ N/C}$.

- $q = -10 \mu\text{C}$.
- $q = 10 \mu\text{C}$.
- $q = -5 \mu\text{C}$.
- $q = 5 \mu\text{C}$.
- $q = 8 \mu\text{C}$.

17. (UFSM) Duas cargas puntiformes q_1 e q_2 estão separadas por uma distância de 6 cm . Se, a 2 cm da carga q_1 , em ponto da linha que une as cargas, o campo elétrico é nulo, a razão q_1/q_2 vale

- $1/4$.
- $1/3$.
- 1
- $-1/3$.
- $-1/4$.

18. (FURG 2005) A figura mostra uma carga q localizada em cada um dos vértices de um triângulo equilátero de lado a .



O módulo do campo elétrico $\vec{E}$ em P, ponto médio do lado inferior do triângulo, é

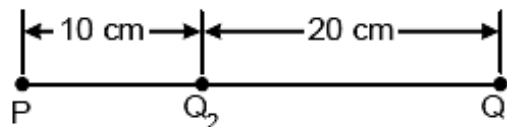
- $k_0 \frac{q}{a^2}$.
- $2k_0 \frac{q}{a^2}$.
- $3k_0 \frac{q}{a^2}$.
- $\frac{4k_0}{3} \frac{q}{a^2}$.
- $\frac{3k_0}{4} \frac{q}{a^2}$.

19. (UEFS) Uma partícula, A, eletrizada com carga de $5 \mu\text{C}$, é colocada em contato com outra idêntica, B, inicialmente neutra, constituindo um sistema físico eletricamente isolado. As cargas são separadas após contato e a constante

eletrostática do meio é igual a $9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$. Nessas condições, após contato, o campo elétrico criado pela partícula A, a 50 cm de distância dela, é, em 10^4 N/C , igual a

- 1,4
- 2,5
- 5,0
- 7,2
- 9,0

20. (UFG) Uma carga puntiforme positiva $Q_1 = 18 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ dista, no vácuo, 20 cm de uma carga puntiforme negativa $Q_2 = -8,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, conforme a figura abaixo.



A intensidade do vetor campo elétrico, criado por essas duas cargas no ponto P, sendo

- $5,4 \cdot 10^2 \text{ N/C}$
- $9,0 \cdot 10^2 \text{ N/C}$
- $54 \cdot 10^2 \text{ N/C}$
- $90 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- $1,8 \cdot 10^2 \text{ N/C}$

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) B	2) A	3) A	4) B	5) B
6) D	7) C	8) D	9) D	10) A
11) E	12) D	13) B	14) C	15) E

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

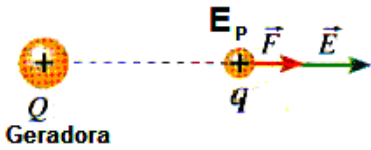
1) A	2) D	3) E	4) C	5) E
6) D	7) B	8) E	9) A	10) B
11) D	12) B	13) B	14) B	15) D
16) C	17) A	18) D	19) E	20) C

MÓDULO 7

7- POTENCIAL ELÉTRICO E TRABALHO

7.1- ENERGIA POTENCIAL

Quando coloca-se uma carga q em um campo elétrico gerado por uma carga puntiforme Q , esta adquire uma energia potencial elétrica dada por:



$$E_p = K \frac{Q \cdot q}{d}$$

7.2- POTENCIAL ELÉTRICO (V)

É uma grandeza escalar relacionada à medida da energia potencial elétrica adquirida por unidade de carga, quando um corpo eletrizado é introduzido num campo elétrico.

$$V = \frac{E_p}{q}$$

Unidade no SI: J/C = Volt (V)

OBS.: O potencial elétrico de um ponto não depende da carga de prova q .

7.3 - POTENCIAL ELÉTRICO DE UMA CARGA PUNTIFORME

Considere uma partícula eletrizada Q gerando um campo elétrico ao seu redor. Colocando-se uma carga de prova q num ponto desse campo, a uma distância d da carga fonte, o conjunto armazena uma energia potencial elétrica:

$$E_p = K \frac{Q \cdot q}{d}$$

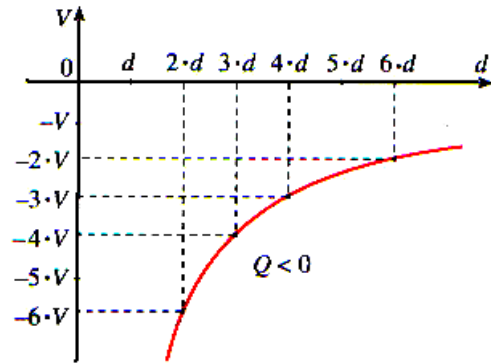
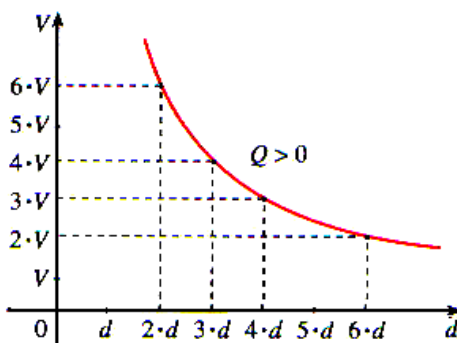
Substituindo essa expressão na definição matemática do potencial elétrico, obtém-se:

$$V = \frac{E_p}{q}$$

⇒

$$V_p = K \frac{Q}{d}$$

- Esta equação é válida para um referencial de potencial nulo no infinito ($V_\infty = 0$).
- O potencial elétrico associado a um ponto P do campo elétrico não depende da carga de prova q colocada naquele ponto.
- O potencial elétrico associado a um ponto P depende da carga Q geradora do campo elétrico.
- Para uma dada carga geradora puntiforme Q , o módulo do potencial elétrico é inversamente proporcional à distância do ponto P à carga Q . Em diagramas cartesianos ($V \times d$), a função seria representada por um ramo de hipérbole eqüilátera, simétrica à bissetriz do quadrante, conforme figura abaixo.

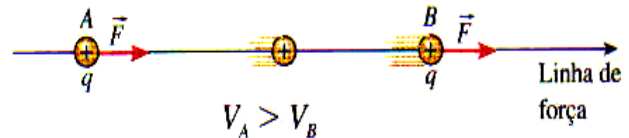


- Observe que o potencial assume valores infinitamente pequenos quando a distância tende ao infinito, seja a carga geradora positiva ou negativa. Tal fato é usado para se atribuir nível zero no infinito ao potencial de qualquer carga.

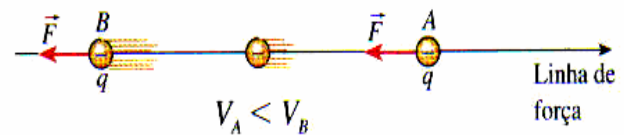
7.4 - PROPRIEDADES DO POTENCIAL ELÉTRICO

1º) Uma linha de força (campo) é orientada no sentido dos potenciais menores.

2º) As cargas positivas abandonadas em repouso num campo elétrico, sujeitos unicamente às forças elétricas, deslocam-se espontaneamente, para os potenciais menores (mesmo sentido do campo).

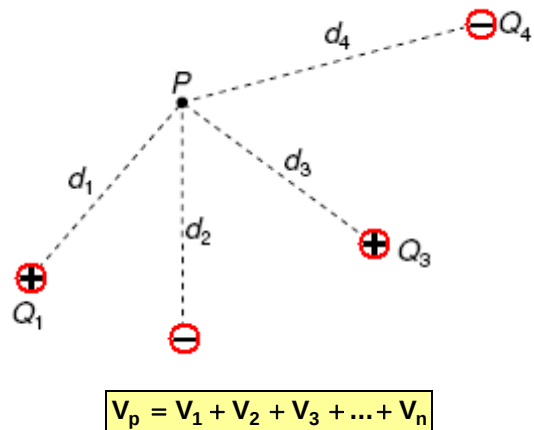


3º) As cargas negativas abandonadas em repouso num campo elétrico, sujeitas unicamente às forças elétricas, deslocam-se, espontaneamente, para um ponto de maior potencial elétrico (sentido oposto ao campo).



7.5- POTENCIAL ELÉTRICO DE VÁRIAS CARGAS PUNTIFORMES

O potencial elétrico total é calculado pela soma algébrica dos potenciais devidos a cada carga:

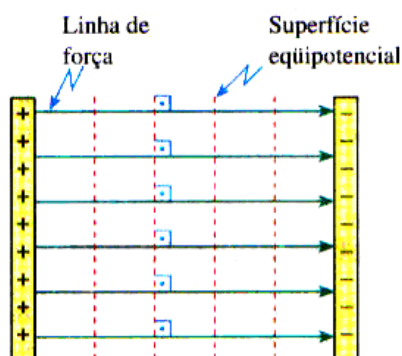
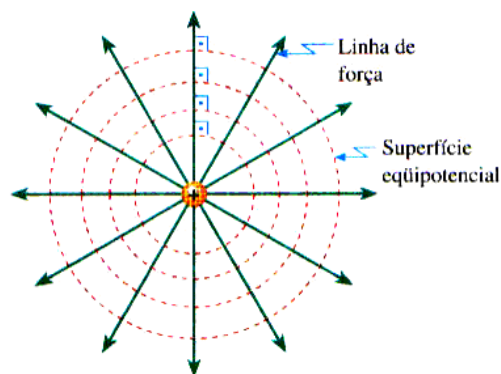


$$V_p = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

7.6- SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS

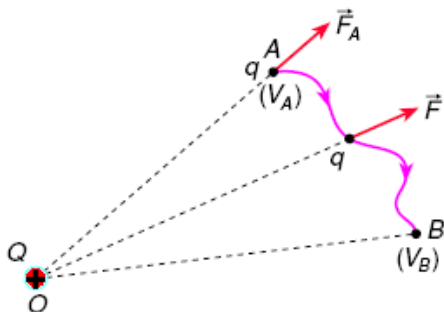
É o lugar geométrico de todos os pontos do espaço, que têm o mesmo potencial elétrico.

As linhas de forças são normais (ortogonais) às superfícies equipotenciais em qualquer campo elétrico.



7.7 - TRABALHO DA FORÇA ELÉTRICA

O trabalho da força elétrica para levar uma partícula eletrizada com carga q desde um ponto A até um ponto B de um campo elétrico é dado pela diferença de energia potencial entre esses pontos, independente da trajetória.



$$W_{AB} = -\Delta E_{p_{AB}} = E_{p_A} - E_{p_B} \Rightarrow W_{AB} = q \cdot (V_A - V_B)$$

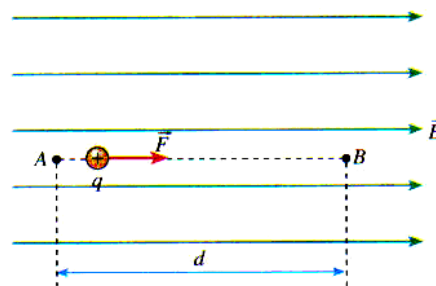
Observe que o trabalho da força elétrica é igual ao produto da carga deslocada pela diferença de potencial (ddp) inicial e final. Daí decorre que esse trabalho pode ser positivo, negativo ou nulo, dependendo do potencial final ser respectivamente menor, maior ou igual ao potencial inicial.

OBS.:

- A força elétrica é uma força conservativa, logo, o trabalho não depende da trajetória.
- O trabalho entre dois pontos de uma mesma superfície equipotencial é nulo.

7.8- TRABALHO EM UM CAMPO ELÉTRICO UNIFORME

Desloquemos uma carga de prova q , do ponto A, para um ponto B por uma trajetória qualquer. Como o trabalho da força elétrica não depende da trajetória descrita, vamos realizar o cálculo do trabalho:



$$W_{AB} = F \cdot d_{AB} \Rightarrow F = E \cdot q \Rightarrow W_{AB} = E \cdot q \cdot d_{AB}$$

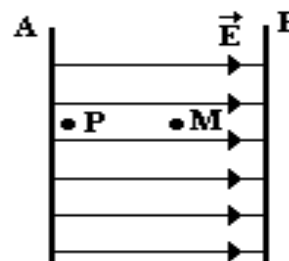
$$q \cdot (V_A - V_B) = E \cdot q \cdot d_{AB} \Rightarrow V_A - V_B = E \cdot d_{AB}$$

$$V_A - V_B = E \cdot d$$

d_{AB} = distância entre as superfícies equipotenciais que contém os pontos A e B. $V_A - V_B = U = ddp$

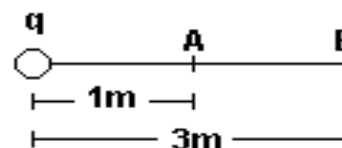
EXERCÍCIOS DE AULA

1. (UFPEL) Duas placas condutoras extensas, A e B, carregadas eletricamente, criam no espaço que as separa um campo elétrico uniforme, como mostra a figura abaixo.



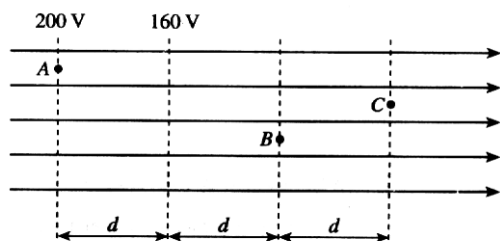
- Qual o sinal da carga elétrica em cada uma das placas?
- O potencial elétrico é maior no ponto P ou no ponto M?
- Se um elétron for abandonado no interior do campo elétrico, qual o sentido do seu movimento?

2. (UFPEL) Uma carga elétrica $q_0 = 3 \cdot 10^{-9}$ C é transportada desde o ponto A até o ponto B do campo elétrico gerado pela carga $q = 3 \cdot 10^{-6}$ C, fixa (ver figura abaixo). O trabalho realizado pela força elétrica vale



- $-54 \cdot 10^{-6}$ J
- $54 \cdot 10^{-9}$ J
- $-54 \cdot 10^{-9}$ J
- $5,4 \cdot 10^{-6}$ J
- $54 \cdot 10^{-6}$ J

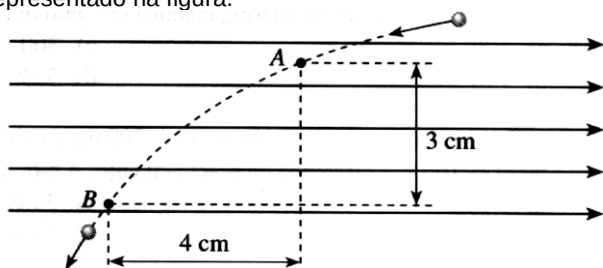
3. A figura a baixo mostra as linhas de força e superfícies eqüipotenciais de um campo elétrico uniforme com intensidade $E = 20 \text{ N/C}$.



Determine:

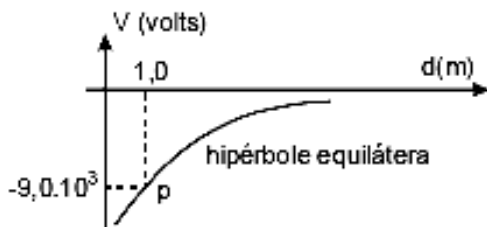
- a distância d e o potencial elétrico no ponto C;
- o trabalho da força elétrica que atua numa carga $q = 5 \text{ } \mu\text{C}$ ao ser deslocada de A para C;
- a energia potencial elétrica que a carga $q = 5 \text{ } \mu\text{C}$ adquire quando é colocada no ponto B.

4. (Fuvest) Uma partícula eletrizada positivamente com carga $q = 3 \cdot 10^{-15} \text{ C}$ é lançada em um campo elétrico uniforme de intensidade $2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$, descrevendo o movimento representado na figura.



- Qual a intensidade da força que atua sobre a partícula no interior do campo elétrico?
- Qual a variação da energia potencial elétrica da partícula entre os pontos A e B?

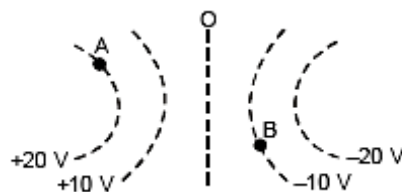
5. (FEI) O diagrama a seguir representa o potencial elétrico em função da distância do ponto considerado até a carga fonte do campo. (Dado: $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)



Sabe-se que o meio que envolve a carga fonte é o vácuo. Pede-se:

- O valor da carga fonte Q.
- Qual o potencial elétrico a 2 m da carga fonte?

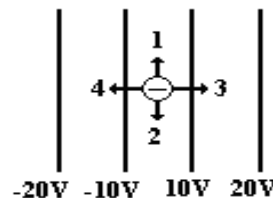
6. (FUVEST) A figura representa algumas superfícies eqüipotenciais de um campo eletrostático e os valores dos potenciais correspondentes.



- Copie a figura, representando o vetor campo elétrico nos pontos A e B.
- Qual o trabalho realizado pelo campo para levar uma carga q , de $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, do ponto A ao ponto B?

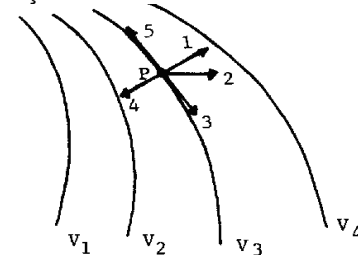
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (FURG) A figura abaixo mostra as superfícies eqüipotenciais de um campo elétrico uniforme. A força elétrica sobre um elétron colocado nesse campo



- será nula.
- terá a direção e o sentido da seta (1).
- terá a direção e o sentido da seta (2).
- terá a direção e o sentido da seta (3).
- terá a direção e o sentido da seta (4).

2. (FURG) A figura abaixo representa uma família de superfícies eqüipotenciais tais que $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$. O campo elétrico no ponto "P" tem direção e sentido:



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

3. (FURG) As linhas de força de um campo elétrico

- têm o mesmo sentido e a direção da força que uma carga elétrica experimenta em cada ponto.
- são normais às superfícies eqüipotenciais e orientadas dos potenciais mais baixos para os mais altos.
- são normais às superfícies eqüipotenciais e orientadas dos potenciais mais altos para os mais baixos.
- são tangentes às superfícies eqüipotenciais.
- não guardam qualquer relação com as superfícies eqüipotenciais.

4. (Fesp-SP) Considere as afirmações:

- Percorrendo-se um linha de força no seu sentido, o potencial elétrico, ao longo de seus pontos, aumenta.
- As linhas de força são paralelas às superfícies eqüipotenciais.
- Num campo elétrico uniforme, as superfícies eqüipotenciais são esféricas e concêntricas.

São corretas:

- a) I
- b) II
- c) I e II
- d) Todas
- e) Nenhuma

5. Analise as afirmações abaixo:

I – Cargas elétricas positivas, abandonadas em repouso num campo elétrico, movimentam-se espontaneamente para pontos de menor potencial.

II – Cargas elétricas negativas, abandonadas em repouso num campo elétrico, movimenta-se espontaneamente para pontos de menor potencial.

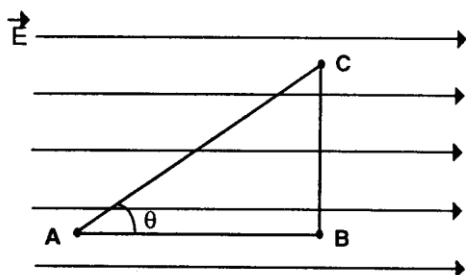
III – Abandonadas em repouso num campo elétrico, cargas elétricas positivas poderão deslocar-se para pontos de maior ou menor potencial, dependendo das cargas que geram o campo.

IV – Uma carga elétrica negativa movimentando-se num campo elétrico pode se deslocar para pontos de menor potencial.

Quais afirmativas são corretas?

- a) somente I e IV são corretas;
- b) somente II e IV são corretas;
- c) somente I, II e III são corretas;
- d) somente I, II e IV são corretas;
- e) todas são corretas

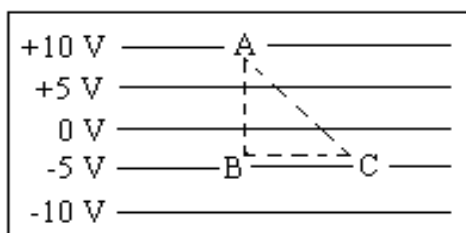
6. (UFRS) Uma carga elétrica puntiforme positiva é deslocada ao longo dos três segmentos indicados na figura abaixo, AB, BC e CA, em uma região onde existe um campo elétrico uniforme, cujas linhas de força estão também representadas na figura.



Assinale a alternativa correta.

- a) De A até B a força elétrica realiza sobre a carga um trabalho negativo.
- b) De A até B a força elétrica realiza sobre a carga um trabalho nulo.
- c) De A até B a força elétrica realiza sobre a carga um trabalho de módulo igual a $|W_{CA}| \cos \theta$, onde $|W_{CA}|$ é o módulo do trabalho realizado por esta força entre C e A.
- d) De B até C a força elétrica realiza sobre a carga um trabalho nulo.
- e) De B até C a força elétrica realiza sobre a carga um trabalho igual àquele realizado entre A e B.

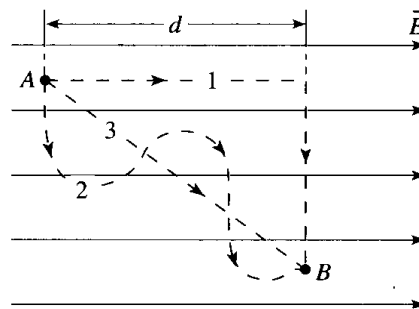
7. (UFRS) A figura representa linhas equipotenciais de um campo elétrico uniforme. Uma carga elétrica puntiforme positiva de $2,0 \mu\text{C}$ é movimentada com velocidade constante sobre cada um dos trajetos de A até B, de B até C e de A até C.



Nessas condições, o trabalho necessário para movimentar a carga

- a) de A até B é nulo.
- b) de B até C é nulo.
- c) de A até C é igual ao de B até C.
- d) de A até B é igual de B até C.
- e) de A até B é maior do que de A até C.

8. (PUC-SP) A figura mostra as linhas de força de um campo elétrico, situado em certa região do espaço, e dois pontos desse campo, A e B. Uma carga elétrica positiva é colocada em repouso no ponto A e pode ser levada até o ponto B, seguindo qualquer uma das trajetórias (1, 2 ou 3).



Leia as afirmativas a seguir.

I – O campo elétrico tem a mesma intensidade nos pontos A e B.

II – O trabalho realizado para levar a carga elétrica de A até B depende da trajetória escolhida e guarda a seguinte relação:

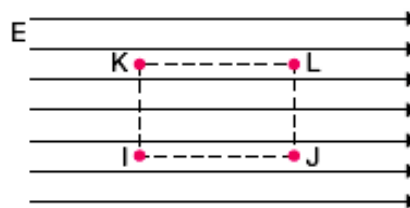
$$W_2 > W_1 > W_3.$$

III – Entre os pontos A e B, existe uma diferença de potencial elétrico, cujo módulo pode ser determinado pelo produto do módulo do campo elétrico e a distância d.

Assinale:

- a) Se todas as afirmativas estão corretas.
- b) Se todas as afirmativas estão incorretas.
- c) Se apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- d) Se apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- e) Se apenas as afirmativas II e III estão corretas.

9. (UFRGS) A figura abaixo representa linhas de força correspondentes a um campo elétrico uniforme. Os pontos I, J, K e L situam-se nos vértices de um retângulo cujos lados IJ e KL são paralelos às linhas de força.

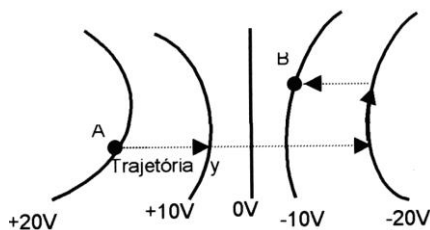


Em função disso, assinale a alternativa correta.

- a) O potencial elétrico em K é maior do que o potencial elétrico em I.
- b) O potencial elétrico em J é maior que o potencial elétrico em I.
- c) O potencial elétrico em K é igual ao potencial elétrico em L.
- d) A diferença de potencial elétrico entre I e J é a mesma que existe entre I e L.
- e) A diferença de potencial elétrico entre I e L é a mesma que existe entre J e L.

10. (PSAEN) A figura representa algumas superfícies equipotenciais de um campo eletrostático e os valores dos potenciais correspondentes. O trabalho realizado pelo campo para levar uma carga $q = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ do ponto A ao ponto B, através da trajetória y, vale, em joules,

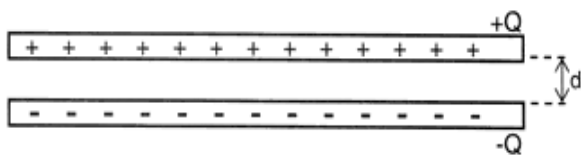
- a) $6 \cdot 10^{-5}$
 b) $9 \cdot 10^{-5}$
 c) $12 \cdot 10^{-5}$
 d) $15 \cdot 10^{-5}$
 e) $18 \cdot 10^{-5}$



11. (UFRGS) A figura abaixo representa a vista lateral de duas placas metálicas quadradas que, em um ambiente desumidificado, foram eletrizadas com cargas de mesmo valor e de sinais contrários. As placas estão separadas por uma distância $d = 0,02$ m, que é muito menor do que o comprimento de seus la dos. Dessa forma, na região entre as placas, existe um campo elétrico praticamente uniforme, cuja intensidade é aproximadamente igual a 5×10^3 N/C.

Para se transferir uma carga elétrica positiva da placa negativamente carregada para a outra, é necessário realizar trabalho contra o campo elétrico.

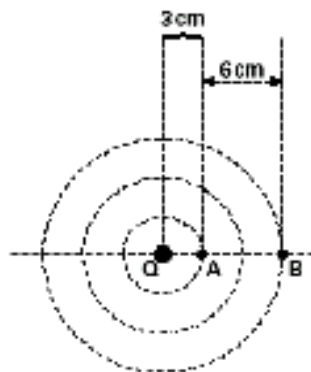
Esse trabalho é função da diferença de potencial existente entre as placas.



Quais são, respectivamente, os valores aproximados da diferença de potencial entre as placas e do trabalho necessário para transferir uma carga elétrica de 3×10^{-3} C da placa negativa para a positiva?

- a) 15 V e 0,2 J.
 b) 75 V e 0,2 J.
 c) 75 V e 0,3 J.
 d) 100 V e 0,3 J.
 e) 100 V e 0,4 J.

12. (MACK) Uma partícula de 1,0 g está eletrizada com carga $1,0 \mu\text{C}$. Ao ser abandonada do repouso, no ponto A do campo elétrico da carga puntiforme Q, fica sujeita a uma força elétrica cujo trabalho por ela realizado, entre este ponto A e o ponto B, é igual ao trabalho realizado pelo seu próprio peso, durante sua queda num desnível de 40 m. Sabendo-se que $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ e que $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos afirmar que o valor da carga Q é:



- a) $1,0 \mu\text{C}$
 b) $2,0 \mu\text{C}$
 c) $3,0 \mu\text{C}$
 d) $4,0 \mu\text{C}$
 e) $5,0 \mu\text{C}$

13. (PUCSP) Assinale a afirmação falsa:

- a) Uma carga negativa abandonada em repouso num campo eletrostático fica sujeita a uma força que realiza sobre ela um trabalho negativo.

b) Uma carga positiva abandonada em repouso num campo eletrostático fica sujeita a uma força que realiza sobre ela um trabalho positivo.

c) Cargas negativas abandonadas em repouso num campo eletrostático dirigem-se para pontos de potencial mais elevado.

d) Cargas positivas abandonadas em repouso num campo eletrostático dirigem-se para pontos de menor potencial.

e) O trabalho realizado pelas forças eletrostáticas ao longo de uma curva fechada é nulo.

14. Uma carga elétrica puntiforme $q = 8 \mu\text{C}$ é deslocada de um ponto A para B no interior de um campo elétrico. Em A o potencial elétrico é de 100 V e em B é desconhecido. Porém, se q ganhou $12 \cdot 10^{-4}$ J de energia potencial elétrica nesse deslocamento, podemos afirmar que o potencial elétrico em B vale, em volts,

- a) 50
 b) 100
 c) 150
 d) 200
 e) 250

15. (MACK) Uma partícula eletrizada com carga $q = 1,0 \mu\text{C}$ e massa 1,0 g é abandonada em repouso, no vácuo ($K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$), num ponto A distante 1,0 m de outra carga $Q = 25 \mu\text{C}$, fixa. A velocidade da partícula, em m/s, quando passa pelo ponto B, distante 1,0 m de A é:

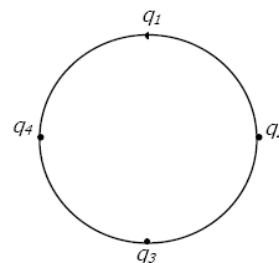
- a) 1,0
 b) 5,0
 c) 8,0
 d) 10
 e) 15

16. (FURG) Numa circunferência de raio $r = 1,0$ m estão fixas as cargas

$$q_1 = -1 \mu\text{C}, q_2 = +2 \mu\text{C}, q_3 = -3 \mu\text{C} \text{ e } q_4 = +4 \mu\text{C}$$

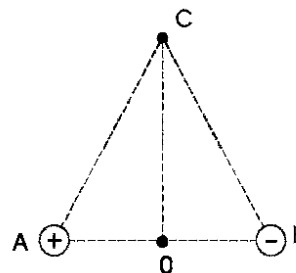
O potencial devido a essas cargas no centro da circunferência, em relação ao potencial de referência igual a zero no infinito, é:

- a) 1000 V
 b) 9000 V
 c) 3000 V
 d) 18000 V
 e) 500 V



INSTRUÇÃO: Para responder à questão 17 considere as informações e a figura a seguir.

Dois cargas elétricas de mesmo módulo, porém de sinais contrários, ocupam dois vértices, A e B de um triângulo equilátero, conforme ilustra a figura. A constante eletrostática do meio é a mesma em todos os pontos do meio.



17. (FFCMPA) Nas condições descritas na instrução desta questão, a afirmação correta para o potencial elétrico e o campo elétrico resultantes no vértice C do triângulo é:

- A) o potencial e o campo elétrico resultantes são nulos.

- B) o potencial elétrico é nulo e a direção do campo elétrico resultante é a mesma da reta que passa em C, paralela a AB.
 C) o potencial elétrico é negativo e a direção do campo elétrico resultante é a mesma da reta que passa por BC.
 D) o potencial elétrico é positivo e a direção do campo elétrico resultante é a mesma da reta que passa por AC.
 E) o potencial elétrico é nulo e a direção do campo elétrico resultante é dada pela reta que passa em C e o ponto médio, O, entre AB.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (PUCCAMP) Em um ponto A, situado a uma distância x de uma carga elétrica puntiforme, a intensidade do campo elétrico é de $5,0 \cdot 10^{22}$ N/C e o potencial elétrico de $1,25 \cdot 10^{23}$ V. A distância do corpo A à carga que gerou o campo é:

- 2,5 m
- 1,5 m
- 0,50 m
- 3,0 m
- 0,80 m

2. (UFU) Duas cargas elétricas de mesmo módulo e de sinais opostos são colocadas a uma determinada distância. No ponto médio da reta que une as duas cargas, teremos que o

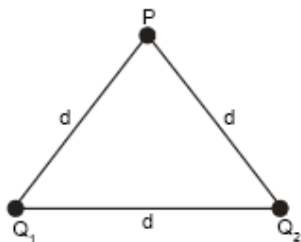
- campo elétrico é nulo e o potencial elétrico não.
- campo e o potencial elétricos são nulos.
- potencial elétrico nulo e o campo elétrico não.
- potencial elétrico é numericamente duas vezes maior que a intensidade do campo elétrico.
- campo e o potencial elétricos são nulos.

3. (MACK) Ao tentar ler o parágrafo que trata das propriedades das linhas de força de um campo elétrico, Guilherme verificou que seu livro de Física apresentava algumas falhas de impressão (lacunas). O parágrafo mencionado com as respectivas lacunas era o seguinte:

As linhas de força saem de cargas (I), (II) se cruzam e quanto mais (III) maior é a intensidade do campo elétrico nessa região. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas I, II e III.

- positivas, nunca, afastadas
- positivas, nunca, próximas
- positivas, sempre, próximas
- negativas, nunca, afastadas
- negativas, sempre, próximas

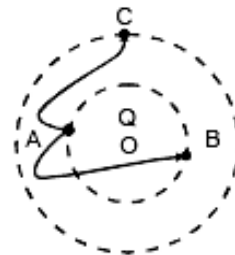
4. (UNIRIO) A figura abaixo mostra duas cargas elétricas puntiformes, $Q_1 = +10^{-6}$ C e $Q_2 = -10^{-6}$ C, localizadas nos vértices de um triângulo equilátero de lado $d = 0,3$ m. O meio é o vácuo, cuja constante eletrostática é $k_0 = 9 \cdot 10^9$ N · m²/C². O potencial elétrico e a intensidade do campo elétrico resultante no ponto P são, respectivamente:



- 0 V; 10^5 V/m
- 0 V; $3 \cdot 10^5$ V/m
- $3 \cdot 10^4$ V; $3 \cdot 10^5$ V/m
- $6 \cdot 10^4$ V; 10^5 V/m
- $6 \cdot 10^4$ V; $2 \cdot 10^5$ V/m

Texto e esquema para as questões 5 e 6.

Considere uma carga puntiforme Q positiva e fixa com suas superfícies equipotenciais correspondentes. Uma carga de prova q também positiva, é deslocada do ponto A para o ponto B, conforme indicado.



5. Pode-se concluir que o trabalho realizado pela força elétrica sobre a carga q é

- positivo.
- negativo.
- nulo.
- indeterminado.
- vai depender de Q e q .

6. Se a carga q fosse levada de A para C, o novo trabalho realizado pela força elétrica sobre a mesma seria:

- positivo.
- negativo.
- nulo.
- vai depender da distância de A a C.
- impossível de se determinar.

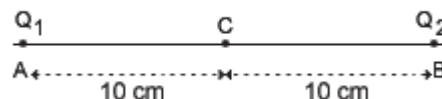
7. (PUCSP) Assinale a afirmação falsa:

- Dados dois pontos de uma mesma superfície equipotencial, a diferença de potencial entre eles é nula.
- O campo elétrico é ortogonal às linhas de força.
- As linhas de força são ortogonais às equipotenciais.
- O trabalho da força elétrica para deslocar uma carga ao longo de uma superfície equipotencial é nulo.
- O trabalho da força elétrica para deslocar uma carga ao longo de uma linha não é nulo.

8. O trabalho desenvolvido pela força elétrica ao transportar uma carga elétrica puntiforme q entre dois pontos de um campo elétrico gerado por uma carga puntiforme Q , afastada de qualquer outra:

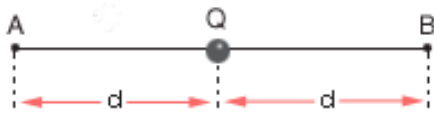
- depende da trajetória seguida entre os dois pontos.
- independe da trajetória seguida entre os dois pontos.
- será sempre positivo.
- será sempre nulo.
- independe da posição dos dois pontos em relação à carga Q .

9. (UCS) As cargas elétricas $Q_1 = -2\mu\text{C}$ e $Q_2 = +4\mu\text{C}$ estão fixas nos pontos A e B, respectivamente. O ponto C é o ponto médio do segmento de reta AB. A constante eletrostática k_0 é igual a $9 \cdot 10^9$ Nm²/C². O potencial elétrico resultante no ponto C:



- é negativo.
- é positivo.
- é nulo.
- vale $2\mu\text{V}$.
- vale $6\mu\text{V}$.

10. (Univali-SC) Uma carga elétrica Q está fixa no vácuo, cuja constante eletrostática é k . O trabalho realizado pelo campo elétrico dessa carga, no deslocamento de uma carga q desde o ponto A até B (equidistantes de Q), é:



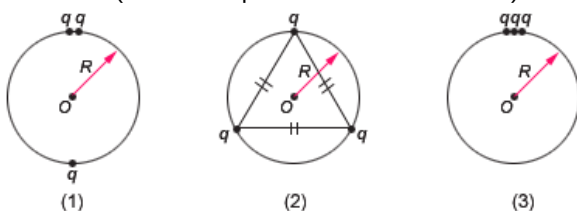
- $\frac{kqQ}{d}$
 a) $\frac{kQ}{d}$
 b) zero.
 $\frac{kQ}{d}$
 c) $\frac{2kqQ}{d}$
 d) $\frac{1}{2} \cdot \frac{kqQ}{d}$
 e) $\frac{1}{2} \cdot \frac{kqQ}{d}$

11. (ECMAL) Duas cargas puntiformes, $q_1 = 4\mu\text{C}$ e $q_2 = -5\mu\text{C}$, encontram-se separadas pela distância de 15 cm. Considere o ponto A na metade dessa distância, o ponto B a 12 cm de q_1 e 9 cm de q_2 e $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

O trabalho necessário para levar uma carga de $2\mu\text{C}$ do ponto A ao ponto B é:

- a) 0,16J.
 b) 0,32J.
 c) 0,58J.
 d) 0,64J.
 e) 0,75J.

12. (Cesgranrio) Nas figuras, três cargas positivas e pontuais q são localizadas sobre a circunferência de um círculo de raio R de três maneiras diferentes. As afirmações seguintes se referem ao potencial eletrostático em O, centro da circunferência (o zero dos potenciais está no infinito):

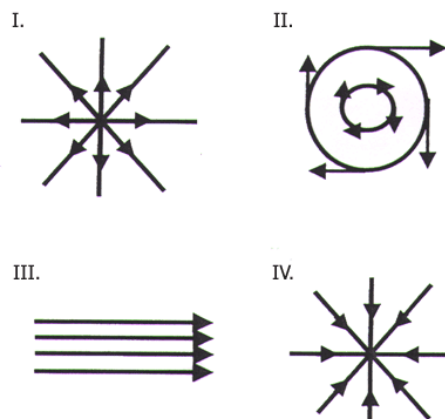


- I. O potencial em O nas figuras 1 e 3 é dirigido para baixo.
 II. O potencial em O tem o mesmo valor (não-nulo) nos três casos.
 III. O potencial em O na figura 2 é nulo.

Está(ão) certa(s) a(s) afirmação(ões):

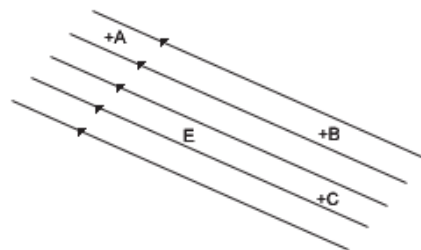
- a) I e II somente.
 b) II somente.
 c) III somente.
 d) I somente.
 e) I e III somente.

13. (UEGO) Linhas de força são linhas tangentes ao vetor campo elétrico em cada um de seus pontos, sendo essas linhas de força orientadas no sentido do vetor campo e perpendiculares às superfícies equipotenciais. Das figuras a seguir, qual(is) pode(m) representar as linhas de força de um campo elétrico produzido por cargas elétricas estacionárias?



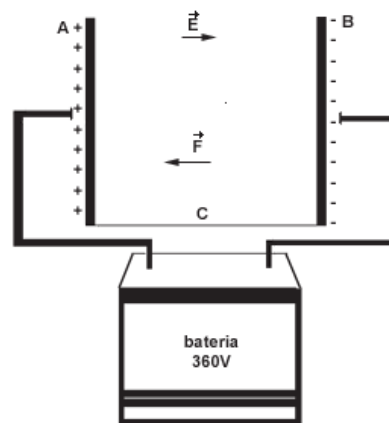
- a) Apenas a figura I.
 b) As figuras I e IV.
 c) As figuras I, II e IV.
 d) As figuras I, III e IV.
 e) Todas as figuras.

14. (UFC) Considere o campo elétrico uniforme, E , representado pelo conjunto de linhas de força na figura abaixo. Sobre o potencial elétrico nos pontos A, B e C, marcados com o sinal (+), é correto afirmar que:



- a) o potencial elétrico é o mesmo em todos os pontos.
 b) o potencial elétrico do ponto A é igual ao do ponto B.
 c) o potencial elétrico do ponto A é igual ao do ponto C.
 d) o potencial elétrico do ponto B é maior que o do ponto C.
 e) o potencial elétrico do ponto A é menor que o do ponto B.

15. (UEPB) Duas placas metálicas paralelas, A e B, são ligadas a uma bateria, estabelecendo entre elas uma tensão $U_{AB} = 360 \text{ V}$, como mostra a figura.

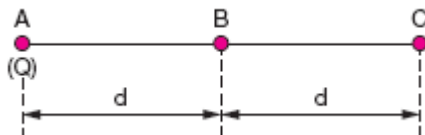


Suponha que a distância entre as placas é de $d = 4,0 \text{ cm}$, e que um elétron de carga $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ é liberado, a partir do repouso, nas proximidades da placa negativa. A partir das informações dadas, pode-se afirmar que a intensidade do

campo entre as placas e a intensidade da força elétrica que atua no elétron valem, respectivamente:

- a) $8 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ e $15,6 \cdot 10^{-20} \text{ N}$.
- b) $7 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ e $13,4 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.
- c) $9 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ e $14,4 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.
- d) $11 \cdot 10^2 \text{ N/C}$ e $12,4 \cdot 10^{-18} \text{ N}$.
- e) $6 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ e $16,4 \cdot 10^{-17} \text{ N}$.

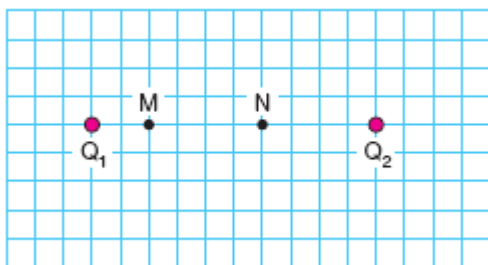
16. (Unip-SP) Considere uma partícula eletrizada com uma carga Q fixa em um ponto A.



Sabe-se que o potencial elétrico em B vale 20 V e o vetor campo elétrico em C tem módulo igual a 20 N/C. O potencial elétrico em C (V_C) e o módulo do vetor campo elétrico em B (E_B) serão dados por:

- a) $V_C = 10 \text{ V}$ e $E_B = 40 \text{ N/C}$
- b) $V_C = 10 \text{ V}$ e $E_B = 80 \text{ N/C}$
- c) $V_C = 40 \text{ V}$ e $E_B = 10 \text{ N/C}$
- d) $V_C = 20 \text{ V}$ e $E_B = 20 \text{ N/C}$
- e) $V_C = 40 \text{ V}$ e $E_B = 80 \text{ N/C}$

17. (UEL) Duas cargas elétricas positivas, Q_1 e Q_2 , posicionadas conforme está indicado no esquema, geram um campo elétrico na região. Nesse campo elétrico, o potencial assume o mesmo valor nos pontos M e N.



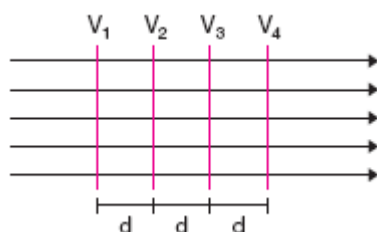
As informações e o esquema permitem concluir que a razão Q_1/Q_2 vale:

- a) $3/8$
- b) $1/2$
- c) $2/3$
- d) $3/2$
- e) 2

18. (Unib-BA) Duas cargas pontuais, $q_A = 5 \mu\text{C}$ e $q_B = -2 \mu\text{C}$, estão distantes 20 cm uma da outra. O potencial eletrostático, em kV, no ponto médio entre as cargas é:

- a) 630
- b) 580
- c) 450
- d) 360
- e) 270

19. (UFSM) A figura representa linhas de força de um campo elétrico uniforme e quatro superfícies equipotenciais separadas pela mesma distância d .



Uma carga $-Q$ deslocada nesse campo ganhará mais energia potencial eletrostática, ao ser movimentada de:

- a) V_1 para V_3
- b) V_2 para V_4
- c) V_4 para V_2
- d) V_4 para V_1
- e) V_3 para V_1

20. (FURN) Entre dois pontos do espaço existe uma diferença de potencial de 100 volts. Uma carga elétrica de $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ que se desloca entre esses pontos sofre uma variação de energia cinética, em joules, de módulo:

- a) $5,0 \cdot 10^{-2}$
- b) $2,0 \cdot 10^{-4}$
- c) 5,0
- d) 20
- e) 500

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) D	2) A	3) C	4) E	5) A
6) D	7) B	8) D	9) D	10) B
11) D	12) B	13) A	14) E	15) E

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

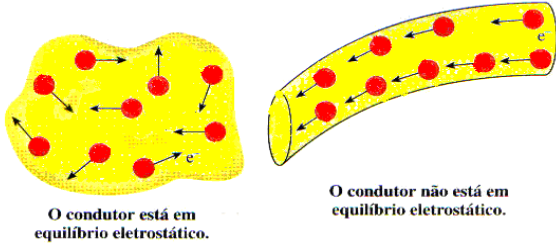
1) A	2) C	3) B	4) A	5) C
6) A	7) B	8) B	9) B	10) B
11) A	12) B	13) D	14) E	15) C
16) B	17) A	18) E	19) D	20) A

MÓDULO 8

8 - CONDUTOR ISOLADO EM EQUILÍBRIO ELÉTRICO

8.1 - DEFINIÇÃO

Um condutor isolado encontra-se em equilíbrio eletrostático quando não há movimento ordenado de cargas elétricas no seu interior e na sua superfície.

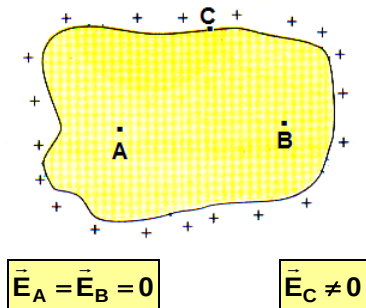


8.2 - DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS

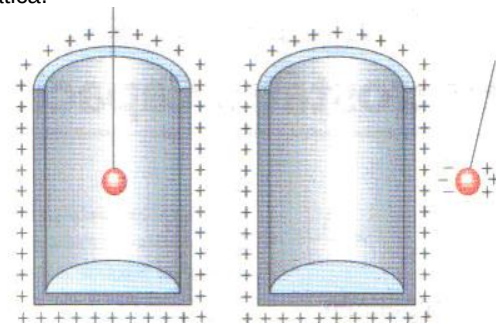
As cargas elétricas em excesso de um condutor são de um mesmo sinal, ou positiva ou negativa. Evidentemente, elas se repelem e, procurando maior distância entre si, vão para a superfície do condutor.

8.3 - CAMPO ELÉTRICO

Os condutores dispõem de portadores de cargas elétricas livres. Se houver uma ação campo elétrico de um campo elétrico sobre os portadores de cargas, eles não ficarão em equilíbrio. Portanto, **no interior de um condutor em equilíbrio eletrostático o campo elétrico é nulo.**



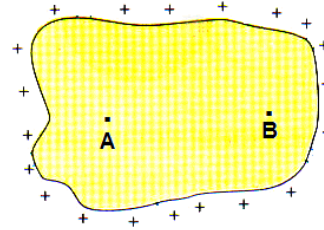
- **Blindagem Eletrostática:** como o campo elétrico dentro do condutor é nulo, qualquer objeto colocado dentro de um condutor oco, está protegido de qualquer influência eletrostática.



8.4 - POTENCIAL ELÉTRICO

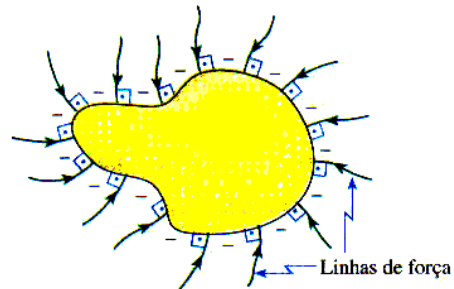
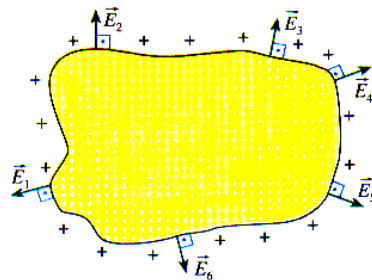
Já vimos que a força elétrica que age sobre uma carga de prova q é dada por $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$. Uma vez que o vetor campo elétrico é nulo em qualquer ponto do interior de um condutor em equilíbrio eletrostático, a força também é nula.

Assim, se considerarmos dois pontos quaisquer do condutor, A e B, o trabalho realizado pela força elétrica no deslocamento de uma carga q é nulo.



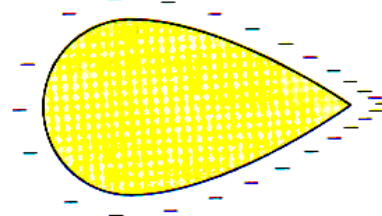
$$W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B) = 0 \Leftrightarrow V_A = V_B$$

Todos os pontos de um condutor em equilíbrio eletrostático possuem o mesmo potencial elétrico. A superfície de um condutor é uma superfície equipotencial.



8.5- PODER DAS PONTAS

Numa esfera eletrizada em equilíbrio eletrostático, a distribuição das cargas é uniforme. Entretanto, se o condutor for de forma geométrica variável, a concentração das cargas será maior nas regiões mais pontiagudas e com isso, a intensidade do campo elétrico nas pontas do condutor e nas vizinhanças dele é muito intenso.



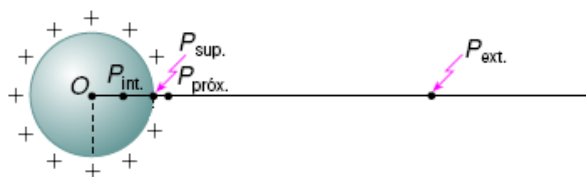
O valor máximo da intensidade do campo elétrico, que um isolante (dielétrico) suporta sem se ionizar, dá-se o nome de rigidez dielétrica do isolante. Para o ar ela é de $3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$.

Uma vez atingindo a rigidez dielétrica do dielétrico, ele se ioniza e torna-se condutor. Quando isso acontece com o dielétrico das vizinhanças do ponto de um condutor, verifica-se que as cargas de mesmo sinal são repelidas e de sinais contrários são atraídas. Evidentemente, o condutor acaba se descarregando pelo ponto.

A construção de pára-raios com pontas metálicas terminadas em ponto fundamenta-se no poder das pontas.



8.6- CONDUTOR ESFÉRICO ELETRIZADO



1º) Campo Elétrico

a) Campo Elétrico no Interior: o campo elétrico é nulo em todos os pontos internos.

$$\vec{E}_{\text{interior}} = 0$$

b) Campo Elétrico em um Ponto Externo: admite-se toda carga elétrica está concentrada no seu centro e a distância d é medida do ponto ao centro do condutor.

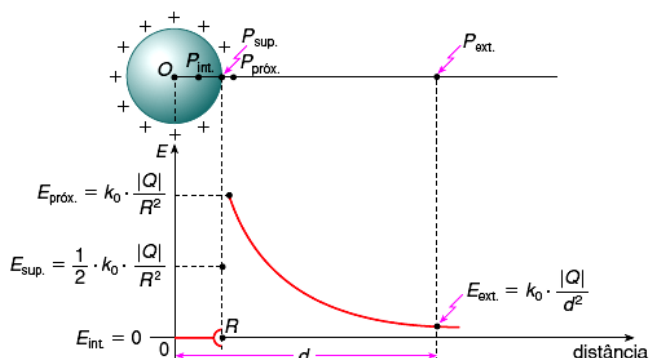
$$E = K \frac{|Q|}{d^2}$$

c) Campo Elétrico em um Ponto Externo Infinitamente Próximo à Superfície: admite-se toda carga elétrica está concentrada no seu centro e a distância d é o raio R do condutor.

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

d) Campo Elétrico na Superfície do Condutor: ao passar de um ponto infinitamente próximo do condutor para um ponto na superfície a intensidade do campo é reduzida à metade.

$$E = \frac{1}{2} E_{\text{infpróximo}} \Rightarrow E = \frac{1}{2} K \frac{|Q|}{R^2}$$



2º) Potencial Elétrico

a) Potencial Elétrico no Interior:

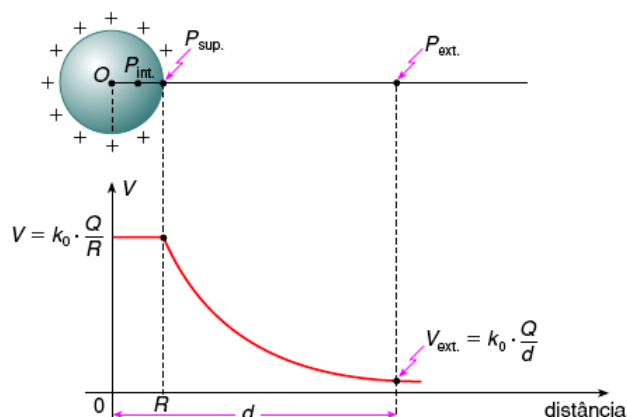
$$V_{\text{interno}} = V_{\text{superfície}} = \text{constante} \neq 0$$

b) Potencial Elétrico em um Ponto Externo: admite-se toda carga elétrica está concentrada no seu centro e a distância d é medida do ponto ao centro do condutor.

$$V_p = K \frac{Q}{d}$$

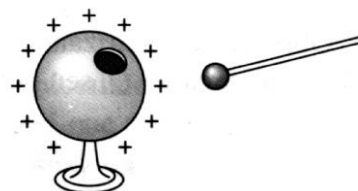
c) Potencial Elétrico na Superfície do Condutor: admite-se toda carga elétrica está concentrada no seu centro e a distância d é o raio R do condutor.

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



EXERCÍCIOS DE AULA

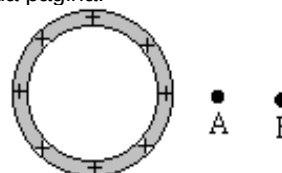
1. Considere uma esfera metálica oca, que possui uma pequena abertura em sua superfície, apoiada em um suporte isolante e inicialmente carregada positivamente com carga elétrica Q . Uma pequena esfera condutora inicialmente neutra, conectada a um bastão isolante, é colocada em contato com a primeira. Explique o que ocorre se:



a) o contato for interno;

b) o contato for externo.

2. (UFRGS) A figura representa uma superfície esférica condutora carregada positivamente e dois pontos A e B, ambos no plano da página.



Nesta situação, pode-se afirmar que:

a) o potencial em B é maior do que em A

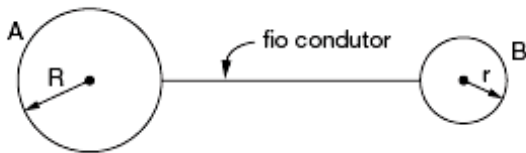
b) um elétron em A tem maior energia potencial elétrica do que em B

- c) o campo elétrico no ponto A é mais intenso do que no ponto B
 d) o potencial em A é igual ao potencial em B
 e) o trabalho realizado para deslocar um elétron de A para B com velocidade constante é nulo

3. (Fuvest-SP) Dois condutores esféricos, A e B, de raios respectivos R e $2R$ estão isolados e muito distantes um do outro. As cargas das duas esferas são de mesmo sinal e a carga da primeira é igual ao dobro da carga da segunda. Interligam-se as duas esferas por um fio condutor.

Diga se ocorre passagem de carga elétrica de um condutor para outro. Justifique sua resposta.

4. (UFOP-MG) Uma esfera metálica de raio $R = 10 \text{ cm}$ e carga $+3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ é ligada por um fio condutor a outra esfera metálica, de raio $r = 5 \text{ cm}$ e carga $+2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.



- I. Ao se estabelecer a ligação surge no fio um campo elétrico dirigido da esfera maior para a esfera menor.
- II. Quando se faz a ligação, elétrons deslocam-se da esfera maior para a esfera menor.
- III. Após estabelecido o equilíbrio eletrostático, as esferas estarão carregadas com cargas iguais.

Dentre as afirmativas podemos dizer que:

- a) todas são corretas
- b) são corretas apenas I e II
- c) são corretas apenas I e III
- d) apenas I é correta
- e) apenas II é correta

5. (UnB-DF) Duas esferas metálicas, A e B, de raios $2R$ e R , respectivamente, são eletrizadas com cargas Q_A e Q_B . Uma vez interligadas por um fio metálico, não se observa passagem de corrente. Podemos então afirmar que a razão Q_A / Q_B é igual a:

- a) $1/2$
- b) 1
- c) 2
- d) 4
- e) $1/4$

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

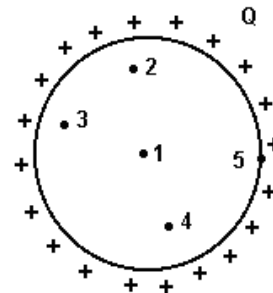
1. (UFRGS) Analise cada uma das seguintes afirmações relacionadas com eletricidade e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F):

- () Uma esfera metálica eletricamente neutra, ao ser aproximada de um bastão de vidro positivamente carregado, pode sofrer uma força de atração elétrica.
 () Em uma esfera metálica eletricamente carregada, as cargas distribuem-se uniformemente, ocupando todo o volume da esfera.
 () Uma carga elétrica positiva colocada entre duas cargas negativas é repelida por ambas.

Quais são, respectivamente, as indicações corretas?

- a) V, F, F
- b) V, F, V
- c) V, V, F
- d) F, V, V
- e) F, V, F

2. (PUC-RS) A figura representa uma esfera metálica eletrizada com uma carga positiva Q .



O campo elétrico $\vec{E}$ terá o maior valor numérico no ponto

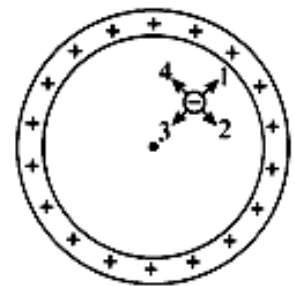
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

3. (PUC) Considerando uma esfera metálica, eletricamente isolada e em equilíbrio eletrostático, eletrizada com carga Q , pode-se afirmar que

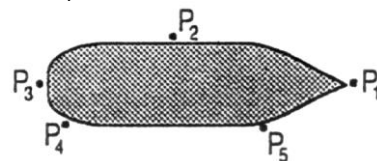
- a) o campo elétrico no interior da esfera é nulo e em sua superfície é diferente de zero.
- b) o campo elétrico no interior da esfera e em sua superfície é nulo.
- c) o potencial elétrico no interior da esfera é nulo e em sua superfície é constante e diferente de zero.
- d) o potencial elétrico da esfera é variável.
- e) o campo elétrico no interior da esfera é variável.

4. (UFRS) Uma partícula carregada negativamente é abandonada no interior de uma casca esférica condutora, carregada uniformemente com carga positiva, no ponto indicado na figura. Nessas condições, a força elétrica que atua na partícula:

- a) aponta em direção a 1.
- b) aponta em direção a 2.
- c) aponta em direção a 3.
- d) aponta em direção a 4.
- e) é nula.

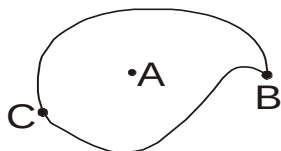


5. (ACAFE) A figura abaixo representa um condutor eletricamente carregado. Os pontos P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P_5 estão situados próximos à superfície do condutor. O ponto de maior intensidade do campo elétrico é:



- a) P_5
- b) P_2
- c) P_1
- d) P_4
- e) P_3

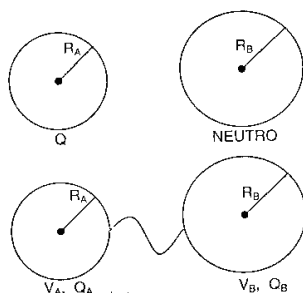
6. (ACAFE) A figura abaixo mostra um corpo metálico carregado positivamente, em equilíbrio eletrostático. A alternativa que não corresponde à questão apresentada é:



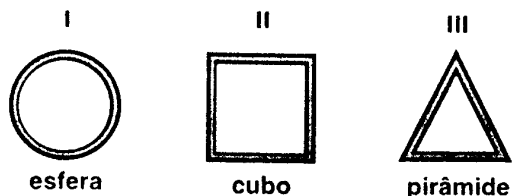
- a) O campo elétrico em A é nulo.
- b) O potencial em C é igual ao de B.
- c) O potencial em A é diferente de B.
- d) O campo elétrico é mais intenso em B.
- e) As cargas se distribuem na superfície do corpo metálico.

7. (UFSM) Dois condutores A e B esféricos, de raio R_A e R_B ($R_B > R_A$), encontram-se no mesmo meio, estando A eletrizado com uma carga Q e sendo B neutro. Ligando-se os dois por meio de um fio condutor, pode-se afirmar que, no estado estacionário

- a) $V_A = V_B$, $Q_A = Q_B$
- b) $V_A = V_B$, $Q_A < Q_B$
- c) $V_A < V_B$, $Q_A < Q_B$
- d) $V_A < V_B$, $Q_A > Q_B$
- e) $V_A > V_B$, $Q_A > Q_B$



8. (UFRS) A figura abaixo representa, em corte, três objetos de formas geométricas diferentes, feitos de material bom condutor, que se encontram em repouso. Os objetos são ocios, totalmente fechados, e suas cavidades internas se acham vazias. A superfície de cada um dos objetos está carregada com carga elétrica estática de mesmo valor Q .



Em quais desses objetos o campo elétrico é nulo em qualquer ponto da cavidade interna?

- a) Apenas em I.
- b) Apenas em II.
- c) Apenas em I e II.
- d) Apenas em II e III.
- e) Em I, II e III.

9. (UFPEL) Na mitologia dos povos da antiguidade, assim como no humor de Luís Fernando Veríssimo, os raios são apresentados como manifestações da irritação dos deuses.



Seus conhecimentos de eletricidade permitem-lhe afirmar que ocorrem descargas elétricas entre nuvens e a Terra quando

- a) o ar se torna condutor porque foi ultrapassado o valor de sua rigidez dielétrica.
- b) cresce muito a rigidez dielétrica do ar, devido ao acúmulo de cargas elétricas nas nuvens.

c) se torna nula a diferença de potencial entre as nuvens e a Terra porque estão carregadas com cargas de sinais contrários.

d) diminui o campo elétrico na região, devido à eletrização da superfície terrestre por indução.

e) o valor do campo elétrico na região oscila fortemente, devido ao acúmulo de cargas elétricas nas nuvens.

10. (UFSM) Em tempestades, quando ocorre a descarga elétrica que se caracteriza como raio, pode-se afirmar que

- a) a corrente elétrica é constante.
- b) o potencial é constante.
- c) o campo elétrico é uniforme.
- d) a rigidez dielétrica do ar é rompida.
- e) a resistência do ar é uniforme

11. (Unirio-RJ) Michael Faraday, um dos fundadores da moderna teoria da eletricidade, introduziu o conceito de campo na Filosofia Natural. Uma de suas demonstrações da existência do campo elétrico se realizou da seguinte maneira: Faraday construiu uma gaiola metálica perfeitamente condutora e isolada do chão e a levou para uma praça. Lá, ele se trancou dentro da gaiola e ordenou a seus ajudantes que a carregassem de eletricidade e se afastassem. Com a gaiola carregada, Faraday caminhava sem sentir qualquer efeito da eletricidade armazenada em suas grades, enquanto quem de fora encostasse nas grades sem estar devidamente isolado sofria uma descarga elétrica dolorosa. Por que Faraday nada sofreu, enquanto as pessoas fora da gaiola podiam levar choques?

- a) O potencial elétrico dentro e fora da gaiola é diferente de zero, mas dentro da gaiola este potencial não realiza trabalho.
- b) O campo elétrico no interior de um condutor em equilíbrio eletrostático é nulo, no entanto fora da gaiola existe um campo elétrico não-nulo.
- c) O campo elétrico não é capaz de produzir choques em pessoas presas em lugares fechados.
- d) Os valores do potencial elétrico e do campo elétrico são constantes dentro e fora da gaiola.
- e) A diferença de potencial elétrico entre pontos dentro da gaiola e entre pontos da gaiola com pontos do exterior é a mesma, mas em um circuito fechado, a quantidade de carga que é retirada é igual àquela que é posta.

12. (UEPB) De acordo com os conceitos estudados em Eletrostática, analise as proposições a seguir e assinale a correta:

- a) Na eletrização por atrito, os corpos atritados adquirem cargas de mesmo valor absoluto e sinais iguais
- b) A força de repulsão entre duas cargas elétricas puntiformes, separadas por uma distância d uma da outra, vale F . Esta força aumentará para $4F$ se a distância entre as cargas for alterada para $d/2$.
- c) Sobre uma carga elétrica puntiforme q , situada num ponto P onde há um campo elétrico E , atua uma força elétrica F . Pode-se afirmar que as direções de F e de E não são coincidentes.
- d) Uma carga elétrica negativa abandonada no repouso num campo elétrico não pode se deslocar espontaneamente para pontos de maior potencial.
- e) Quando um condutor esférico e maciço e eletricamente carregado se encontra em equilíbrio eletrostático, o potencial elétrico no interior do condutor é nulo.

13. Uma esfera metálica é eletrizada negativamente. Se ela se encontra isolada, sua carga:

- a) acumula-se no seu centro.
- b) distribui-se uniformemente por todo o seu volume.
- c) distribui-se por todo o volume e com densidade aumentando com a distância ao seu centro.
- d) distribui-se por todo o volume e com densidade diminuindo com a distância ao seu centro.
- e) distribui-se uniformemente por sua superfície.

14. (UEL) Considere uma esfera metálica eletrizada positivamente, no vácuo e distante de outros corpos. Nessas condições:

- o campo elétrico é nulo no interior da esfera.
- as cargas estão localizadas no centro da esfera.
- o campo elétrico aumenta à medida que se afasta da esfera.
- o potencial elétrico é nulo no interior da esfera.
- o potencial elétrico aumenta à medida que se afasta da esfera.

15. (Unifor-CE) Dadas as afirmativas:

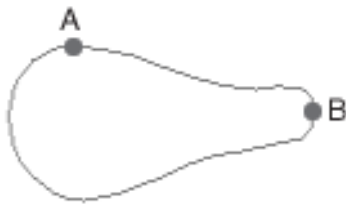
- Na superfície de um condutor, eletrizado em equilíbrio eletrostático, o campo elétrico é normal à superfície.
- Na superfície de um condutor, eletrizado em equilíbrio eletrostático, o potencial é constante.
- Na superfície de um condutor, eletrizado em equilíbrio eletrostático, a densidade superficial de cargas é maior em pontos de menor raio de curvatura.

Podemos afirmar que:

- somente a I está correta.
- somente a II está correta.
- somente a III está correta.
- Todas estão corretas.
- Nenhuma delas está correta.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (FMTM-MG) A seção transversal de um condutor em equilíbrio eletrostático carregado positivamente tem uma forma de pêra, conforme mostra a figura. Considere dois pontos A e B em sua superfície e as seguintes informações a seu respeito:



I. A e B estão submetidos ao mesmo potencial.

II. O vetor campo elétrico $\vec{E}$ tem a mesma intensidade em A e B.

III. O vetor campo elétrico $\vec{E}$ que resulta no interior do condutor é nulo.

Das afirmativas acima:

- Apenas II está correta.
- Apenas II e III estão corretas.
- Apenas I e II estão corretas.
- Apenas I e III estão corretas.
- I, II e III estão corretas.

2. (F. M. Pouso Alegre-MG) Considere um condutor eletrizado e em equilíbrio eletrostático. Das afirmativas seguintes, qual não é verdadeira?

- Apesar de o condutor estar eletrizado, o campo elétrico é nulo em seu interior.
- Se o condutor estiver eletrizado positivamente, a carga estará distribuída em sua superfície.
- Todos os pontos do condutor estão no mesmo potencial.
- Em qualquer ponto externo ao condutor e bem próximo, o campo elétrico tem a mesma intensidade.
- Se o condutor estiver negativamente eletrizado, a carga estará distribuída em sua superfície.

3. (UFMG) Atrita-se um bastão com lã, de modo que ele adquira carga positiva. Aproxima-se então o bastão de uma esfera metálica com o objetivo de induzir nela uma separação de cargas.

Essa situação é mostrada na figura.



Pode-se então afirmar que o campo elétrico no interior da esfera é:

- diferente de zero, horizontal, com sentido da direita para a esquerda.
- diferente de zero, horizontal, com sentido da esquerda para a direita.
- nulo apenas no centro.
- nulo.

4. (UFMG) Uma esfera metálica de raio $R = 0,50 \text{ m}$ é carregada a um potencial de 300 V . Qual a carga que a esfera irá adquirir?

- $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
- $8,3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
- $5,0 \text{ C}$
- $3,8 \cdot 10^3 \text{ C}$
- $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ C}$

5. (UFMG) Com relação à questão anterior, quanto valem os campos elétricos nos pontos situados a $1,0 \text{ cm}$ e a 10 cm do centro da esfera?

- Zero e Zero.
- $1,0 \cdot 10^5 \text{ V/m}$ e $2,7 \cdot 10^5 \text{ V/m}$
- $2,7 \cdot 10^5 \text{ V/m}$ e $2,7 \cdot 10^5 \text{ V/m}$
- Zero e $2,7 \cdot 10^5 \text{ V/m}$
- $5,4 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ e $2,7 \cdot 10^5 \text{ V/m}$

6. (UFMG) Retome o enunciado da questão anterior. Quanto valem os campos elétricos em dois pontos situados a $0,10 \text{ m}$ e $3,0 \text{ m}$ do centro da esfera?

- $1,8 \cdot 10^{-3}$ e $5,0 \cdot 10^3 \text{ V/m}$
- $4,5$ e $5,0 \text{ V/m}$
- $15 \cdot 10^3$ e 17 V/m
- Zero e $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ V/m}$
- Zero e 17 V/m

7. (MACK) Para praticar seus conhecimentos de Eletricidade, Sérgio dispõe de duas esferas metálicas A e B. A esfera B possui volume 8 vezes maior que o de A e ambas estão inicialmente neutras. Numa primeira etapa, eletriza-se a esfera A com $4,0 \mu\text{C}$ e a B com $5,0 \mu\text{C}$. Numa segunda etapa, as esferas são colocadas em contato e atingem o equilíbrio eletrostático. Após a segunda etapa, as cargas elétricas das esferas serão, respectivamente:

- $Q_A = 1,0 \mu\text{C}$ e $Q_B = 8,0 \mu\text{C}$
- $Q_A = 8,0 \mu\text{C}$ e $Q_B = 1,0 \mu\text{C}$
- $Q_A = 4,5 \mu\text{C}$ e $Q_B = 4,5 \mu\text{C}$
- $Q_A = 6,0 \mu\text{C}$ e $Q_B = 3,0 \mu\text{C}$
- $Q_A = 3,0 \mu\text{C}$ e $Q_B = 6,0 \mu\text{C}$

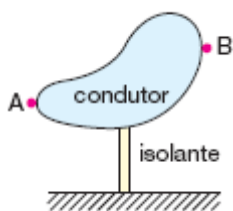
8. (UCSAL) Um condutor esférico oco, de 20 cm de diâmetro, está uniformemente eletrizado com carga de $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ e isolado de outros corpos eletrizados.

Tomando como referencial um ponto no infinito, as intensidades do campo elétrico e do potencial elétrico num ponto a $5,0 \text{ cm}$ do centro da esfera, em unidades do Sistema Internacional valem, respectivamente,

Dado: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

- $7,2 \cdot 10^5$ e $3,6 \cdot 10^4$
- $7,2 \cdot 10^5$ e $1,8 \cdot 10^4$
- $1,8 \cdot 10^5$ e $1,8 \cdot 10^4$
- zero e $3,6 \cdot 10^4$
- zero e $1,8 \cdot 10^4$

9. (UFOP-MG) O condutor da figura, isolado e em equilíbrio eletrostático, está carregado com uma carga positiva.



Considere as seguintes afirmativas:

- I. O campo elétrico no interior do condutor é zero.
- II. O campo elétrico nos pontos externos está orientado para fora do condutor.
- III. O módulo do campo elétrico no ponto A é maior do que no ponto B (A e B são pontos infinitamente próximos do condutor).

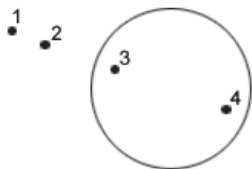
Marque a alternativa correta.

- a) Apenas I é verdadeira.
- b) Apenas I e II são verdadeiras.
- c) Apenas II e III são verdadeiras.
- d) Apenas III e I são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

10. (Fafi-BH) Durante uma tempestade com grande incidência de raios, em Belo Horizonte, um estudante de Física estaciona seu carro próximo à lagoa da Pampulha e espera tranquilamente que a tempestade passe. Ele se sente protegido dos raios, dentro do carro, porque as cargas elétricas em excesso:

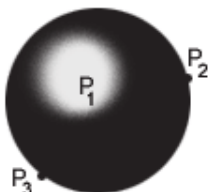
- a) ficam distribuídas na superfície interna do veículo
- b) ficam distribuídas na superfície externa do veículo
- c) escoam para a Terra através dos pneus
- d) se neutralizam na lataria, não provocando danos no estudante.

11. (Uesb-BA) Considere um condutor esférico maciço eletrizado e os pontos 1, 2, 3 e 4, indicados no esquema a seguir. Dois desses pontos, em que o potencial eletrostático gerado pelo condutor assume o mesmo valor, são:



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

12. (Uesb-BA) Sejam V_1 , V_2 e V_3 os potenciais elétricos nos pontos P_1 , P_2 e P_3 da esfera condutora carregada e em equilíbrio eletrostático, conforme a figura a seguir. A relação correta para os referidos potenciais é:



- a) $V_1 < V_2 = V_3$.
- b) $V_1 = V_2 > V_3$.
- c) $V_1 = V_2 = V_3$.
- d) $V_1 < V_2 < V_3$.
- e) $V_1 > V_2 < V_3$.

13. (UEL) Um condutor esférico, de 20 cm de diâmetro, está uniformemente eletrizado com carga de $4,0 \mu\text{C}$ e em equilíbrio eletrostático. Em relação a um referencial no infinito, o potencial elétrico de um ponto P que está a 8,0 cm do centro do condutor vale, em volts:

Dado: constante eletrostática do meio = $9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

- a) $3,6 \cdot 10^5$.
- b) $9,0 \cdot 10^4$.
- c) $4,5 \cdot 10^4$.
- d) $3,6 \cdot 10^4$.
- e) $4,5 \cdot 10^3$.

14. (UFSC) Assinale a(s) proposição(ões) correta(s):

(01) O campo elétrico, no interior de um condutor eletrizado em equilíbrio eletrostático, é nulo.

(02) O campo elétrico, no interior de um condutor eletrizado, é sempre diferente de zero, fazendo com que o excesso de carga se localize na superfície do condutor.

(04) Uma pessoa dentro de um carro está protegida de raios e descargas elétricas, porque uma estrutura metálica blinda o seu interior contra efeitos elétricos externos.

(08) Numa região pontiaguda de um condutor, há uma concentração de cargas elétricas maior do que numa região plana, por isso a intensidade do campo elétrico próximo às pontas do condutor é muito maior do que nas proximidades de regiões mais planas.

(16) Como a rigidez dielétrica do ar é $3 \cdot 10^6 \text{ N/C}$, a carga máxima que podemos transferir a uma esfera de 30 cm de raio é 10 microCoulombs.

(32) Devido ao poder das pontas, a carga que podemos transferir a um corpo condutor pontiagudo é menor que a carga que podemos transferir para uma esfera condutora que tenha o mesmo volume.

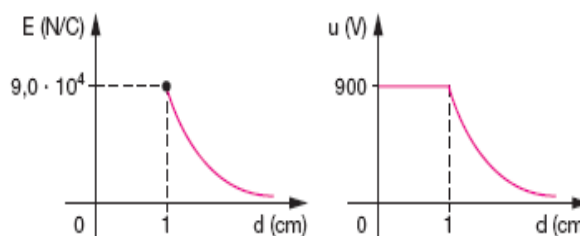
(64) O potencial elétrico, no interior de um condutor carregado, é nulo.

Dê como resposta a soma dos números que precedem as afirmativas corretas. Soma: _____

15. (Olimpíada Paulista de Física) Uma esfera metálica de raio $R_1 = 5,0 \text{ cm}$ está carregada com $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ C}$. Outra esfera metálica de raio $R_2 = 15,0 \text{ cm}$ está inicialmente descarregada. Se as duas esferas são conectadas eletricamente, podemos afirmar que:

- a) a carga total será igualmente distribuída entre as duas esferas.
- b) a carga da esfera maior será $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.
- c) a carga da esfera menor será $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.
- d) a carga da esfera maior será $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.
- e) a carga da esfera menor será $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

16. (UEM-PR) Os gráficos abaixo representam a variação da intensidade do campo e do potencial, devido a um condutor esférico uniformemente eletrizado:



Sendo $k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ (SI)}$, a carga elétrica distribuída na superfície desse condutor vale:

- a) $+10^{-7} \text{ C}$
- b) -10^{-7} C
- c) $+10^{-9} \text{ C}$
- d) -10^{-9} C
- e) n.d.a.

17. (UEM-PR) Com relação aos gráficos e ao condutor esférico do exercício anterior, o ponto localizado externamente

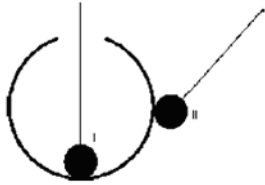
à esfera cujo campo tem a mesma intensidade que a da superfície está distante do centro aproximadamente:

- 2,8 cm
- 1,4 cm
- 0,4 cm
- 2,1 cm
- n.d.a.

18. Mackenzie) Quando um condutor está em equilíbrio eletrostático, podemos afirmar, sempre, que:

- a soma das cargas do condutor é igual a zero.
- As cargas se distribuem uniformemente em seu volume.
- As cargas se distribuem uniformemente em sua superfície.
- O campo elétrico no interior do condutor é nulo.
- O potencial elétrico no interior do condutor é nulo.

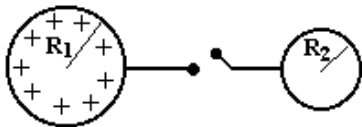
19. (F.C.CHAGAS) Numa esfera metálica oca, carregada positivamente, são encostadas esferas metálicas menores, presas a cabos isolantes, e inicialmente descarregadas, como mostra a figura a seguir.



As cargas que passam para as esferas menores I e II são, respectivamente:

- zero e negativa.
- zero e positiva.
- positiva e negativa.
- positiva e zero.
- negativa e positiva.

20. (FURG) Observe a figura:



A esfera metálica de raio R_1 , eletrizada positivamente, é ligada à esfera metálica de raio R_2 , descarregada, onde R_2 é menor do que R_1 . Após ser atingido o equilíbrio eletrostático, representando por Q_1 e Q_2 as cargas e V_1 e V_2 o potencial das esferas, pode-se afirmar que:

- $V_1 > V_2$, $Q_1 > Q_2$
- $V_1 > V_2$, $Q_1 = Q_2$
- $V_1 = V_2$, $Q_1 = Q_2$
- $V_1 = V_2$, $Q_1 > Q_2$
- $V_1 < V_2$, $Q_1 = Q_2$

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) A	2) E	3) A	4) E	5) C
6) C	7) B	8) E	9) A	10) D
11) B	12) B	13) E	14) A	15) D

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

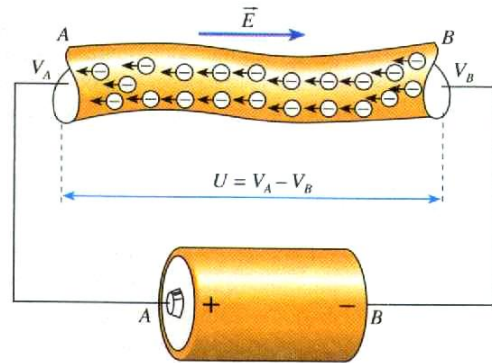
1) D	2) D	3) D	4) A	5) A
6) E	7) E	8) E	9) E	10) B
11) E	12) C	13) A	14) 45	15) D
16) C	17) B	18) D	19) B	20) D

MÓDULO 9

9- CORRENTE ELÉTRICA

9.1- CONCEITO

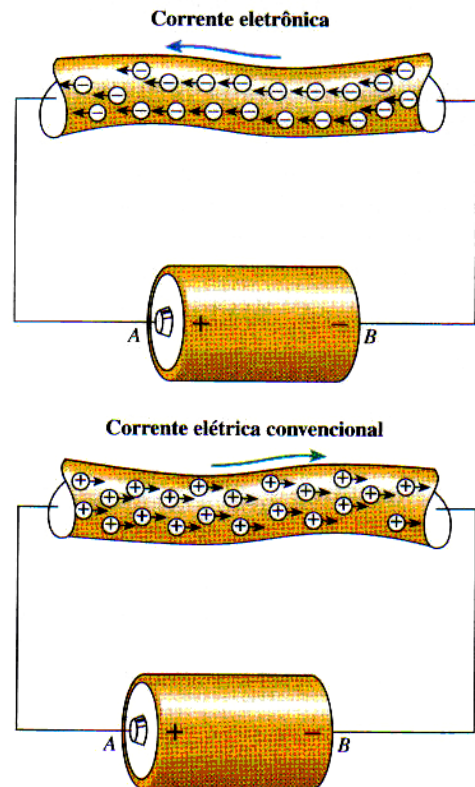
É o movimento ordenado de cargas elétricas de um condutor.



- Condutor Metálico:** os portadores de carga são os elétrons livres (metais e grafite).
- Condutor Líquido:** os portadores de carga são os íons positivos e negativos (soluções eletrolíticas).
- Condutor Gasoso:** os portadores de cargas podem ser íons positivos, íons negativos e elétrons livres (gases ionizados).

9.2 - SENTIDO DA CORRENTE ELÉTRICA (CONVENCIONAL)

Convencionou-se para o sentido da corrente elétrica o sentido contrário ao do movimento das cargas negativas livres. É no sentido do campo elétrico $\vec{E}$.

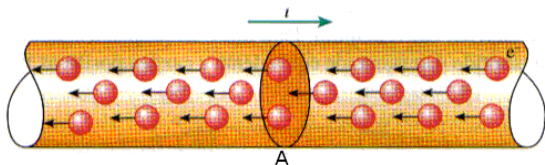


9.3 - INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉTRICA (i)

A intensidade da corrente média, i_m , através de uma seção A do condutor, é definida pela relação:

$$i_m = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad i_m = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$$

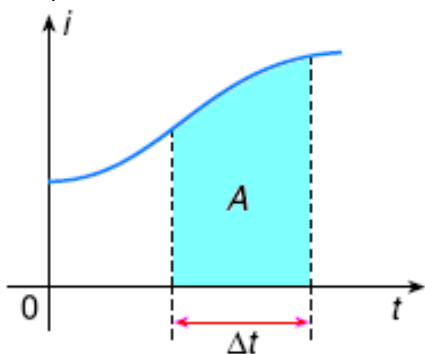
Unidade no SI: Ampère (A)



Quando a corrente elétrica mantém sentido invariável ela é denominada **corrente contínua (CC)**. Se a corrente elétrica apresentar sentido e intensidade invariáveis ela é chamada **corrente contínua constante**. Logicamente, numa corrente contínua constante devemos ter a intensidade da corrente instantânea igual a intensidade da corrente média, isto é:

$$i = i_m = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

A área sombreada do diagrama $i \cdot \Delta t$ corresponde à carga total ΔQ que atravessa uma secção S do condutor no intervalo de tempo Δt .



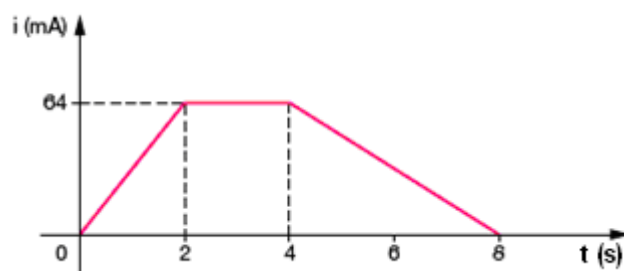
9.4- EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA

- **Efeito térmico (Joule):** qualquer condutor sofre um aquecimento ao ser percorrido por uma corrente elétrica.
- **Efeito luminoso:** em determinadas condições a passagem da corrente elétrica através de um gás rarefeito faz com que ele emita luz.
- **Efeito magnético:** um condutor, percorrido por corrente elétrica, cria, na região próxima a ele, um campo magnético.
- **Efeito químico:** uma solução eletrolítica sofre decomposição, quando atravessada por uma corrente elétrica.
- **Efeito fisiológico:** consiste na ação da corrente elétrica sobre o corpo humano (animal), causando sensações dolorosas e contrações musculares.

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (VUNESP) Mediante estímulo, $2 \cdot 10^5$ íons de K^+ atravessam a membrana de uma célula nervosa em 1,0 milissegundo. Calcule a intensidade dessa corrente elétrica, sabendo-se que a carga elementar é $1,6 \cdot 10^{-19}C$.

2. (IME-RJ) A intensidade da corrente elétrica em um condutor metálico varia, com o tempo, de acordo com o gráfico a seguir.



Sendo o módulo da carga elementar $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, determine:

- a carga elétrica que atravessa uma secção do condutor em 8 s
- o número de elétrons que atravessa uma secção do condutor durante esse mesmo tempo
- a intensidade média da corrente entre os instantes 0 s e 8 s

3. (PUCSP) Uma lâmpada permanece acesa durante 1 hora, sendo percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 0,5 A. (Carga do elétron = $-1,6 \cdot 10^{-19} C$)

- Qual a carga elétrica que passou por uma secção de seu filamento?
- Quantos elétrons passaram?

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (ACAFE) Os condutores, cuja corrente se deve, exclusivamente, ao movimento de migração de elétrons livres, são:

- mercúrio - água salgada - alumínio.
- gás néon - cobre - alumínio.
- gás néon - cobre - água salgada.
- alumínio - água pura - cobre.
- mercúrio - cobre - alumínio.

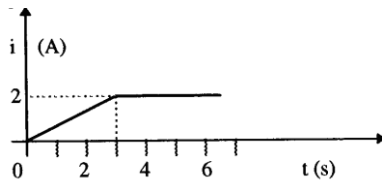
2. (ACAFE) Se uma corrente elétrica de 3A percorre um fio durante 2 minutos, a carga elétrica, em C, que atravessou a secção reta neste tempo é:

- 60
- 110
- 360
- 220
- 180

3. (UFRS) O gráfico representa a intensidade de corrente de elétrica i em um fio condutor em função do tempo transcorrido t .

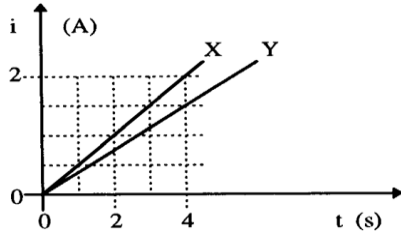
Qual a carga elétrica que passa por uma seção transversal do condutor nos cinco primeiros segundos?

- a) 2,0 C
b) 2,5 C
c) 4,0 C
d) 7,0 C
e) 10,0 C



4. (UFRS) O gráfico representa a intensidade de corrente elétrica i em função do tempo t em dois condutores, X e Y. Sendo q_x e q_y as cargas elétricas que, durante os quatro primeiros segundos, passam respectivamente por uma seção transversal dos condutores X e Y, qual a diferença $q_x - q_y$?

- a) 1 C
b) 2 C
c) 3 C
d) 6 C
e) 8 C



5. (UFRS) Uma carga elétrica de 120 coulomb passa uniformemente pela seção transversal de um fio condutor durante um minuto. Qual a intensidade da corrente elétrica nesse condutor?

- a) $(1/30)$ A
b) $(1/2)$ A
c) 2 A
d) 30 A
e) 120 A

6. (UFMS) Corrente elétrica, em um condutor metálico, é o movimento.

- a) desordenado dos portadores de carga elétrica, independente do campo elétrico aplicado.
b) ordenado dos portadores de carga elétrica, sendo o fluxo dos portadores, num determinado sentido espontâneo,
c) ordenado dos portadores de carga elétrica, sendo o fluxo dos portadores, num determinado sentido independente do campo elétrico aplicado.
d) ordenado dos portadores de carga elétrica, sendo o fluxo dos portadores, num determinado sentido, dependente do campo elétrico aplicado.
e) instantâneo dos portadores de carga elétrica, sendo o fluxo dos portadores, num determinado sentido, dependente do campo elétrico aplicado.

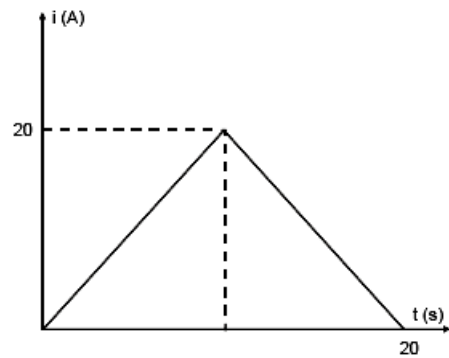
7. (UFMS) Uma lâmpada permanece acesa durante 5 minutos pôr efeito de uma corrente de 2 A, fornecida por uma bateria. Nesse intervalo de tempo, a carga total (em C) liberada é:

- a) 0,4
b) 2,5
c) 10
d) 150
e) 600

8. (PUCSP) Uma corrente elétrica de intensidade $11,2 \mu\text{A}$ percorre um condutor metálico. A carga elementar é $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Determine o tipo e o número de partículas carregadas que atravessam uma seção transversal desse condutor por segundo.

- a) prótons; $7,0 \cdot 10^{13}$ partículas
b) íons do metal; $14,0 \cdot 10^{16}$ partículas
c) prótons; $7,0 \cdot 10^{19}$ partículas
d) elétrons; $7,0 \cdot 10^{16}$ partículas
e) elétrons; $7,0 \cdot 10^{13}$ partículas

9. O gráfico a seguir representa a intensidade de corrente em um condutor, em função do tempo. Qual é a carga que no intervalo de tempo de 0 a 20 segundos atravessa o condutor?



- a) 200 C
b) 20 C
c) 2 C
d) 0,2 C
e) 0,02 C

10. (PUCRJ) Sabemos que a corrente elétrica é produzida pelo movimento de cargas elétricas em certos materiais e que são conhecidos como bons condutores de corrente elétrica. Das afirmações abaixo apenas uma é verdadeira. Assinale-a.

- a) Em um metal a corrente elétrica é produzida pelo movimento dos prótons e elétrons de seus átomos.
b) Na passagem de corrente elétrica em um metal, os elétrons se deslocam para a extremidade onde o potencial elétrico é menor.
c) Na passagem de corrente elétrica em um metal, os elétrons se deslocam no mesmo sentido que os prótons.
d) Quando as extremidades de um fio metálico ficam sujeitas a uma diferença de potencial, os elétrons se deslocam para a extremidade onde a tensão é maior e os íons positivos, em mesmo número, para a outra extremidade.
e) Em um metal, os elétrons são os únicos responsáveis de condução de eletricidade.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (PUC-SP) A corrente elétrica através de um fio metálico é constituída pelo movimento de:

- a) cargas positivas no sentido da corrente
b) cargas positivas no sentido oposto ao da corrente
c) elétrons livres no sentido oposto ao da corrente
d) íons positivos e negativos
e) nenhuma resposta é satisfatória

2. (UEL) Considere as seguintes afirmativas a respeito de um segmento AB de um fio metálico por onde passa uma corrente elétrica contínua e constante.

- I. A corrente elétrica em AB é um fluxo de elétrons.
II. A carga elétrica total de AB é nula.
III. Há uma diferença de potencial elétrico entre os extremos de AB.

Quais destas afirmativas são verdadeiras?

- a) somente I
b) somente II
c) somente III
d) somente I e II
e) I, II e III

3. (UCS) Pela secção reta de um condutor de cobre passam 320 coulombs de carga elétrica em 20 segundos. A intensidade de corrente elétrica no condutor vale:

- a) 5 A
b) 8 A
c) 10 A
d) 16 A
e) 20 A

4. (Unifor-CE) Um fio condutor, de secção constante, é percorrido por uma corrente elétrica constante de 4,0 A. O número de elétrons que passa por uma secção reta desse fio, em um minuto, é: (Dado: carga elementar = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

- $1,5 \cdot 10^{21}$
- $4,0 \cdot 10^{20}$
- $2,5 \cdot 10^{19}$
- $1,5 \cdot 10^{18}$
- $4,0 \cdot 10^{17}$

5. (PUCSP)



Na tira, Garfield, muito maldosamente, reproduz o famoso experimento de Benjamin Franklin, com a diferença de que o cientista, na época, teve o cuidado de isolar a si mesmo de seu aparelho e de manter-se protegido da chuva de modo que não fosse eletrocutado como tantos outros que tentaram reproduzir o seu experimento. Franklin descobriu que os raios são descargas elétricas produzidas geralmente entre uma nuvem e o solo ou entre partes de uma mesma nuvem que estão eletrizadas com cargas opostas. Hoje sabe-se que uma descarga elétrica na atmosfera pode gerar correntes elétricas da ordem de 10^5 ampères e que as tempestades que ocorrem no nosso planeta originam, em média, 100 raios por segundo. Isso significa que a ordem de grandeza do número de elétrons que são transferidos, por segundo, por meio das descargas elétricas, é, aproximadamente,

Use para a carga de 1 elétron: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

- 10^{22}
- 10^{24}
- 10^{26}
- 10^{28}
- 10^{30}

6. (Unitau-SP) $5,0 \mu\text{C}$ de carga atravessam a seção reta de um fio metálico, num intervalo de tempo igual a 2,0 milissegundos. A corrente elétrica que atravessa a seção é de:

- 1,0 mA.
- 1,5 mA.
- 2,0 mA.
- 2,5 mA.
- 3,0 mA.

7. (UEL) Sabe-se que a carga do elétron tem módulo $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. A ordem de grandeza do número de elétrons que passam por segundo pela seção transversal constante de um condutor que transporta corrente de 0,15 A é:

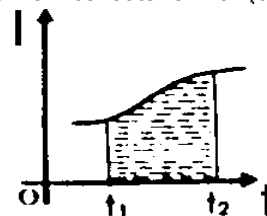
- 10^{20} .
- 10^{19} .
- 10^{18} .
- 10^{17} .
- 10^{16} .

8. (UCSAL) Se $1,25 \cdot 10^{19}$ elétrons passam por segundo pela seção transversal de um condutor metálico, a intensidade de corrente elétrica, em ampères, nesse condutor é igual a

Dado: Carga do elétron = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C

- 0,250
- 0,500
- 1,00
- 1,50
- 2,00

9. (UFSM) O gráfico representa a intensidade de corrente elétrica I que flui em um condutor em função do tempo t .



A área hachurada representa a

- a quantidade de carga elétrica que passa em uma seção transversal do condutor.
- potência dissipada pelo condutor.
- energia dissipada pelo condutor.
- resistência elétrica média do condutor.
- diferença de potencial elétrico sobre uma seção transversal do condutor.

10. (PUC-RJ) Considere os seguintes materiais elétricos:

- Lâmpada incandescente, com filamento de tungstênio;
- Fio de cobre encapado com borracha;
- Bocal (receptáculo) de cerâmica para lâmpadas incandescentes;
- Solda elétrica de estanho.

Qual das afirmativas abaixo é correta?

- o tungstênio e o cobre são condutores e o estanho é isolante.
- A cerâmica e o estanho são isolantes e o tungstênio é condutor.
- A cerâmica e o estanho são condutores e a borracha é isolante.
- O cobre e o tungstênio são condutores e a cerâmica é isolante.
- O cobre é condutor e o tungstênio e a borracha são isolantes.

11. (PUC) Sabemos que a corrente elétrica é produzida pelo movimento de cargas elétricas em certos materiais e que os metais são conhecidos como bons condutores de corrente elétrica. Das afirmações a seguir apenas uma é verdadeira. Assinale-a.

- Em um metal, a corrente elétrica é produzida pelo movimento dos prótons e elétrons de seus átomos.
- Na passagem de corrente elétrica em um fio metálico ligado a uma bateria, os elétrons deslocam-se para a extremidade ligada ao pólo negativo da bateria.
- Na passagem de corrente elétrica em um metal, os elétrons deslocam-se no mesmo sentido que os prótons.
- Quando as extremidades de um fio metálico ficam ligadas a uma bateria, os elétrons deslocam-se para o pólo positivo e os íons positivos, em um mesmo número para o pólo negativo.
- Em um metal, os elétrons livres são os únicos responsáveis pela condução de eletricidade. No fio, eles se deslocam do pólo negativo para o positivo.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) E	2) C	3) D	4) A	5) C
6) D	7) E	8) E	9) A	10) E

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) C	2) E	3) D	4) A	5) C
6) D	7) C	8) E	9) A	10) D
11) E				

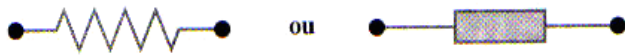
MÓDULO 10

10- RESISTÊNCIA ELÉTRICA – RESISTORES

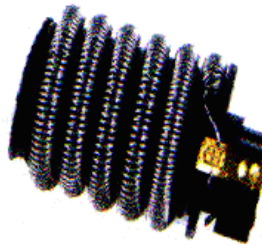
10.1- RESISTOR

É todo elemento do circuito cuja função exclusiva é efetuar a conversão de energia elétrica em energia térmica (efeito Joule).

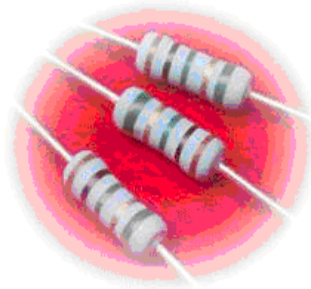
Nos circuitos elétricos, um resistor pode ser representado, esquematicamente, pelos símbolos mostrados a seguir.



Resistor



Resistor do chuveiro



Resistor de TV

10.2- CONCEITO DE RESISTÊNCIA

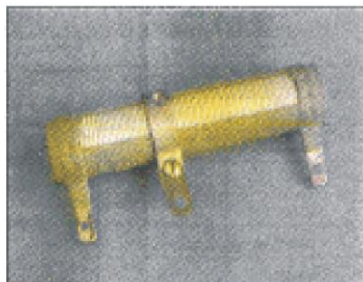
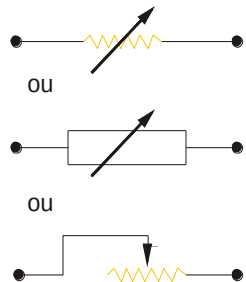
É a propriedade que os materiais possuem, de apresentar oposição à passagem da corrente elétrica.

Define-se a resistência elétrica R de um resistor o quociente da tensão (U) entre seus terminais pela corrente i que o atravessa.

$$R = \frac{U}{i}$$

Unidade: ohm (Ω)

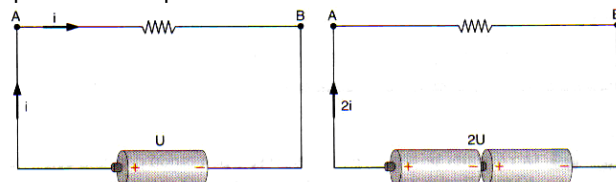
REOSTATO: resistor de resistência variável



Reostato de cursor

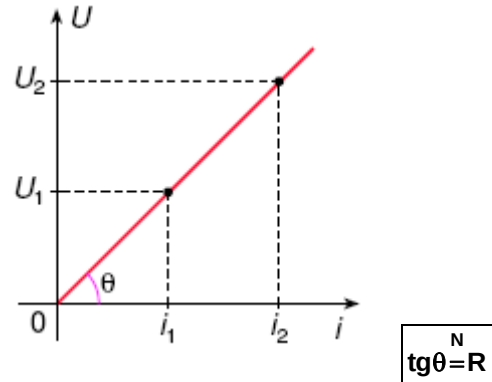
10.3- LEI DE OHM

Mantendo a temperatura constante, a intensidade da corrente elétrica que percorre um resistor é diretamente proporcional à ddp entre seus terminais.



$$\frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \dots = \frac{U_n}{i_n} = R = \text{CTE} \Rightarrow \text{resistor ôhmico}$$

Como a resistência é constante, a relação entre a tensão e a intensidade de corrente ($U = R \cdot i$) é uma função do primeiro grau, cuja representação gráfica é uma reta que passa pela origem.



10.4- RESISTIVIDADE

A resistência elétrica de um condutor é função da substância que o constitui e de suas características geométricas.

Dado um condutor homogêneo, de comprimento L e área da seção transversal A , a resistência elétrica entre seus extremos é calculada por:



Resistência proporcional a L e inversamente proporcional a A

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Nessa expressão, ρ representa uma característica de cada material, chamada resistividade elétrica.

OBS.: A resistividade varia de um material para outro e, para um mesmo material pode variar com a temperatura (resistores ôhmicos a resistividade é praticamente constante).

Existe também uma grandeza característica de cada material, chamada condutividade elétrica (σ), que corresponde ao inverso da resistividade:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

10.5- FIO IDEAL

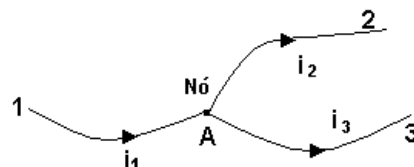
Considera-se um fio ideal, aqueles que conduzem a energia elétrica sem que haja dissipação de energia no transporte dos portadores de carga.

10.6- CURTO-CIRCUITO

Dados dois pontos quaisquer de um circuito, dizemos que eles estão em curto-circuito se interligados por um fio ideal. Todos os pontos interligados por um fio ideal têm o mesmo potencial elétrico ($U=0$).

10.7- LEI DOS NÓS

Damos o nome de nó ao ponto de junção de três ou mais fios.



Pelo princípio da conservação da carga elétrica, o fluxo de cargas elétricas que adentram o nó deve ser igual ao fluxo de cargas elétricas que saem do nó. Essa é uma importante imposição física, que equivale a dizer que um nó não é uma fonte nem um sumidouro de cargas elétricas. Assim, devemos ter:

$$i_1 = i_2 + i_3$$

10.8- POTÊNCIA ELÉTRICA

É o quociente entre a energia elétrica que a carga que ganha ou perde ao atravessar um bipolo e o tempo.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

ΔE = energia

Δt = tempo

$$P = \frac{q \cdot U}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$P = U \cdot i$$

$$U = R \cdot i \Rightarrow P = R \cdot i^2$$

$$i = \frac{U}{R} \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}$$

10.9- ENERGIA ELÉTRICA

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

SI - W . s = J (JOULE)

USUAL - kW . h = kWh

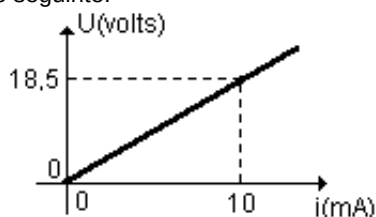
10.10- LEI DE JOULE

A energia elétrica dissipada na forma de calor pela passagem da corrente elétrica num resistor é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade de corrente elétrica e ao intervalo de tempo.

$$\Delta E = R \cdot i^2 \cdot \Delta t$$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (USP) O gráfico das diferenças de potencial nos extremos de um dispositivo elétrico, em função das intensidades de corrente, foi o seguinte:



- Qual o tipo de dispositivo elétrico em questão?
- Qual a resistência elétrica desse dispositivo quando percorrido por uma corrente de intensidade $2,0 \cdot 10^{-3}$ A?

2. (UCPEL) Na praia do Cassino, em Rio Grande, algumas residências têm a possibilidade para dois valores de ddp: 110 V e 220V. No mercado encontram-se chuveiros com dados nominais 110 V – 2200 W e 220 V – 2200 W. Nossa preferência vai recair:

- sobre 110 V, porque é mais econômico.
- sobre 220 V, porque provoca maior aquecimento da água em um intervalo de tempo menor.

III - sobre o de 110 V, porque o aquecimento produzido é maior em razão de uma intensidade de corrente maior através dele.

IV - em qualquer um dos dois, pois o consumo de energia e o respectivo custo mensal é igual para os dois em um mesmo intervalo de tempo de uso.

Está(ao) correta(s):

- I e II
- III
- II
- I
- IV

3. (UNICAMP) Sabe-se que a resistência elétrica de um fio cilíndrico é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a área de sua seção reta?

- O que acontece com a resistência do fio quando triplicamos o seu comprimento?
- O que acontece com a resistência do fio quando duplicamos o seu raio?

4. (FUVEST-SP) A bateria de um carro, de fem de 12 V, é usada para acionar um rádio de 12 V, que necessita de 2 A para o seu funcionamento, e para manter acesas duas lâmpadas de farol de 12 V e 48 W cada uma.

- Qual a intensidade de corrente elétrica fornecida pela bateria para alimentar o rádio e as duas lâmpadas?
- Qual a carga, em coulombs, perdida pela bateria em uma hora?

5. (UFPEL) Uma lâmpada usada normalmente em Pelotas, onde a voltagem (ddp) é 220 Volts, não queima quando utilizada em Rio Grande, em que a voltagem da rede elétrica é 110 Volts. No entanto, na situação inversa, queima.

- O efeito Joule explica por que a lâmpada queima. O que é Efeito Joule?
- Compare, qualitativamente, a intensidade da corrente que circula na lâmpada usada normalmente em Rio Grande, com a intensidade da corrente nessa lâmpada quando usada em Pelotas.
- Explique, com base na análise anterior e no Efeito Joule, por que a lâmpada queima.

6. (SUPRA) Considere uma residência onde, em média, ficam acesas 5 lâmpadas de 60w durante 4 horas por noite. Em um mês de 30 dias o custo da energia elétrica, das 5 lâmpadas, será de:

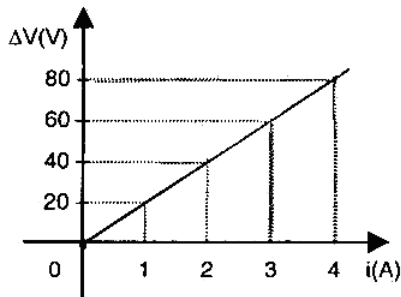
Dado: 1kwh = R\$ 0,16

- R\$ 5,16.
- R\$ 4,86.
- R\$ 3,96.
- R\$ 6,46.
- R\$ 5,76.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (UFSM) O gráfico representa a diferença de potencial ΔV entre dois pontos de um fio, em função da corrente i que passa através dele. A resistência do fio entre os dois pontos considerados vale, em Ω ,

- a) 0,05
- b) 4
- c) 20
- d) 80
- e) 160



2. (FURG) Qual a carga elétrica que atravessa durante 10 h qualquer seção reta de um condutor cuja resistência é de 20Ω e entre os extremos do qual se aplica uma tensão de 100V?

- a) 50 C
- b) 100 C
- c) 1000 C
- d) 180.000 C
- e) 90.000 C

3. (UFRS) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as três lacunas nas seguintes afirmações, respectivamente.

I – Corrente elétrica pode ser o resultado do movimento de

II – Quanto maior o comprimento de um condutor, tanto a sua resistência elétrica.

III – A corrente elétrica que flui em um circuito elétrico formado por uma bateria ideal e um resistor de resistência variável é inversamente proporcional à

- a) elétrons - maior - resistência.
- b) nêutrons - menor - resistência.
- c) prótons - menor - resistência.
- d) nêutrons - maior - diferença de potencial.
- e) elétrons - maior - diferença de potencial.

4. (PUC) Um fio condutor elétrico tem comprimento L , diâmetro D e resistência elétrica R . Se duplicarmos seu comprimento e diâmetro, sua nova resistência elétrica passará a ser

- a) R
- b) $2R$
- c) $R/2$
- d) $4R$
- e) $R/4$

5. (FATEC) Uma lâmpada de 60W-220V ligada a uma fonte de 110V tem seu consumo (potência dissipada):

- a) inalterado
- b) reduzido pela metade
- c) duplicado
- d) reduzido à quarta parte
- e) aumentado 4 vezes

6. (FURG) As especificações de um chuveiro elétrico são 220 V - 4.400 W. Se esse chuveiro for ligado em uma rede de 110 V, ele dissiparia uma potência de

- a) 550 W
- b) 1.100 W
- c) 2.200 W
- d) 4.400 W
- e) 8.800 W

7. (UFPEL) Em uma residência, permanecem ligados, durante 2 h, um ferro elétrico, com a especificação 1440 W - 120 V, e

duas lâmpadas comuns, com a especificação 60 W - 120 V. Se a tensão eficaz na rede se mantiver constante e igual a 120 V, a corrente que passa no fusível e a energia elétrica consumida valem, respectivamente:

- a) 16 A e 1,56 kWh.
- b) 14 A e 1,56 kWh.
- c) 13 A e 3,12 kWh.
- d) 13 A e 6,24 kWh.
- e) 12 A e 3,12 kWh.

8. (FURG) No último mês, paguei R\$ 80,00 pelo consumo de 200 kWh de energia elétrica. Para calcular o gasto específico com o chuveiro elétrico de 3000 W de potência, supondo uso diário de 30 minutos, durante 30 dias, a despesa com a utilização do chuveiro foi de

- a) R\$ 4,50
- b) R\$ 9,00
- c) R\$ 32,00
- d) R\$ 18,00
- e) R\$ 64,00

9. (FATEC) Em um apartamento, há um chuveiro elétrico que dissipa 6000W de potência quando usado com o seletor de temperatura na posição inverno e 4000W quando usado com o seletor de temperatura na posição verão. O casal que reside nesse apartamento utiliza o chuveiro em média 30 minutos por dia, sempre com o seletor na posição inverno. Assustado com o alto valor da conta de luz, o marido informa a sua esposa que, a partir do dia seguinte, o chuveiro passará a ser utilizado apenas com o seletor na posição verão.

Com esse procedimento, num mês de 30 dias, a economia de energia elétrica, em quilowatts-hora, será de:

- a) 10.
- b) 30.
- c) 100.
- d) 8000.
- e) 60000.

10. (UFSM) Um aquecedor doméstico tem uma potência de 1000 watts, quando ligado em uma tomada de 220 volts efetivos. Se esse mesmo aquecedor for ligado em uma tomada com 110 volts efetivos, a potência do aparelho, em watts, será de

- a) 250
- b) 500
- c) 1000
- d) 2000
- e) 4000

11. (FURG) O custo da energia elétrica para um consumidor residencial vale R\$ 0,25 por kWh. Quanto custa por mês (30 dias) manter acesas durante cinco horas, todos os dias, quatro lâmpadas de 100W?

- a) R\$ 72,00
- b) R\$ 30,00
- c) R\$ 15,00
- d) R\$ 18,00
- e) R\$ 3,75

12. (UNISINOS) Um chuveiro elétrico, com a chave seletora na posição "verão", funciona com uma resistência elétrica R e dissipa uma potência P . Com a mudança da temperatura ambiente, coloca-se o seletor na posição "inverno", passando a funcionar com resistência elétrica $R/2$.

Ao realizar essa alteração no chuveiro, verifica-se a corrente elétrica.....e a potência dissipada.....

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por

- a) duplicada; duplica
- b) duplica; quadruplica
- c) não modifica; duplica
- d) quadruplica; duplica
- e) duplica; triplica

13. (UFPEL)

CEEE COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA-RS

NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA
 Companhia Estadual de Energia Elétrica
 Sede - Praça de Colômbia
 Av. Joaquim Porto Vianna, nº 201 CEP: 91410-400
 Porto Alegre - RS CNPJ: 92715.812/0001-31 me: est 0962043214
 Série Única nº: 1234567890/10000 Ordem: 001122

Nome do Consumidor e Dados da Unidade Consumidora

João da Silva
 Rua do Descanso, 432
 PELOTAS
 CPF: 100.100.100-10
 CLASSE RESIDENCIAL COMUM

Trifásico

Número do Cliente
 1234567
 Nº Instalação 0123456-7
 Nº medidor 0101010

Regulamento de Instalações Consumidoras: nova versão disponível no site www.cee.com.br ou nas agências da CEE

Consumos anteriores	mês	dias	kWh	kvarh
04/05	29	243		
03/05	31	321		
02/05	29	223		
01/05	30	234		
12/04	31	262		
11/04	30	235		
10/04	29	227		
09/04	30	285		
08/04	30	272		
07/04	31	232		
06/04	30	212		
05/04	29	222		

Rator consumido em 12 meses: 321 (*) LEITURA EFETIVA
 Consumo diário (kWh): 7,96
 Valor diário (R\$): 3,50

Letituras em: kWh kvarh Período de Consumo: 26/04 a 25/05 29 dias

Letituras em:	kWh	kvarh	Período de Consumo
26/04	13961		FATURAMENTO
26/04	13732		MAI/2005 - MENSAL
Consumo	229 (*)		EMISSÃO
			APRESENTAÇÃO
			02/06/2005
			LEITURA PREVISTA
			27/06/2005

Fat. Multiplicação: 1,00 CUIDADO! Acidente com eletricidade pode ser fatal.

ICMS (valor incluído no preço): BASE P/ CÁLCULO ALÍQUOTA R\$

Consumo	Vencimento	Total em Reais
231 kWh	09/06/2005	R\$***** 101,64

O consumo mensal de energia elétrica é medido por um aparelho chamado usualmente de “relógio de luz”. Um dos modelos de medidores de consumo possui um disco horizontal de alumínio que gira sob a ação de uma força magnética devido ao campo magnético gerado pela corrente elétrica que circula pela residência. Periodicamente a companhia fornecedora de energia elétrica realiza a medição do consumo, gerando a conta mensal.

Observe, na conta de luz acima, que o preço do kWh é de R\$ 0,44 e que o total pago foi de R\$ 101,64 para o período de 29 dias, compreendido entre 26/04 e 25/05. Considere que o consumo de energia elétrica diário de um secador de cabelo tenha sido 400 Wh, e que esse secador tenha funcionado 30 minutos por dia.

Com base no texto e em seus conhecimentos, é correto afirmar que a potência do secador de cabelos e seu custo de energia elétrica para o referido período foram, respectivamente,

- 800 W e R\$ 5,10.
- 400 W e R\$ 26,36.
- 200 W e R\$ 2,55.
- 800 W e R\$ 23,20.
- 400 W e R\$ 5,10.

14. (UFPEL) Um estudante que morava em Pelotas, onde a voltagem é 220 V, após concluir seu curso de graduação, mudou-se para Porto Alegre, onde a voltagem é 110 V. Modificações deverão ser feitas na resistência do chuveiro – que ele levou na mudança – para que a potência desse aparelho não se altere.



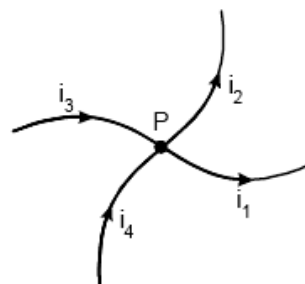
Com relação à nova resistência do chuveiro e à corrente elétrica que passará através dessa resistência, é correto afirmar que

- tanto a resistência original quanto a corrente elétrica quadruplicarão.
- a resistência original será reduzida à metade e a corrente elétrica duplicará.
- tanto a resistência original como a corrente elétrica duplicarão.

d) a corrente elétrica permanecerá a mesma, não sendo, pois, necessário modificar a resistência original.

e) a resistência original será reduzida à quarta parte e a corrente elétrica duplicará.

15. (UEL) Na figura a seguir está esquematizado um trecho de um circuito elétrico, onde i_1 , i_2 , i_3 e i_4 são as intensidades das correntes elétricas não nulas que passam pelos fios que se cruzam no ponto P.



Qual a relação entre as intensidades dessas correntes?

- $i_3 + i_4 = i_1 + i_2$
- $i_3 = i_1 + i_2 + i_4$
- $i_1 + i_4 = i_3 + i_2$
- $i_1 = i_3 + i_4 + i_2$
- $i_1 + i_3 = i_2 + i_4$

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (PUC-MG) Para saber a energia consumida por um aparelho eletrodoméstico em quilowatt-hora (kWh), basta:

- dividir por mil sua potência, dada em watts, e multiplicar o resultado pelo tempo de funcionamento do aparelho, dado em horas.
- multiplicar sua potência, dada em watts, pelo tempo de funcionamento do aparelho, dado em horas.
- dividir por mil sua potência, dada em watts, e multiplicar o resultado pelo tempo de funcionamento do aparelho, dado em minutos.
- dividir sua potência, dada em quilowatts, pelo tempo de funcionamento do aparelho, dado em horas.

2. Uma lâmpada é submetida a uma ddp de 110V, consumindo a potência elétrica de 60W. A corrente elétrica que atravessa a lâmpada tem intensidade, aproximadamente, de:

- 0,55A.
- 3,5A.
- 8,9A.
- 1,8A.
- 50A.

3. (F. M. Pouso Alegre-MG) Numa conta da Cemig estava indicado um consumo de energia elétrica de 300 kWh durante um mês. Esse valor de energia, escrito em unidades do Sistema Internacional, é de cerca de:

- $11 \cdot 10^8 \text{ J}$.
- $33 \cdot 10^3 \text{ J}$.
- $36 \cdot 10^5 \text{ J}$.
- $26 \cdot 10^{10} \text{ J}$.
- $15 \cdot 10^{12} \text{ J}$.

4. (UFPE) Um chuveiro elétrico funciona a uma potência de 3600W. Qual o consumo mensal de energia em kWh, se ele é usado durante 15 minutos diariamente? Considere o mês com 30 dias.

- 27.
- 25.
- 23.
- 21.
- 19.

5. (UCSal-BA) Em uma residência, durante 30 minutos, ficaram ligadas cinco lâmpadas de 100 watts, um ferro elétrico de 1500 watts e um chuveiro elétrico de 3000 watts. A energia elétrica consumida, durante os 30 minutos é, em kWh, igual a:

- a) 0,50.
- b) 1,0.
- c) 2,0.
- d) 2,5.
- e) 5,0.

6. Um chuveiro elétrico, ligado em média uma hora por dia, gastaria R\$ 18,00 de energia elétrica por mês, se a tarifa cobrada fosse R\$ 0,20 por quilowatt-hora. Então, a potência desse aparelho elétrico é:

- a) 90W.
- b) 360W.
- c) 2700W.
- d) 3000W.
- e) 10800W.

7. (Mackenzie) Um chuveiro que está ligado à rede elétrica, segundo as especificações do fabricante, consome 2,2 kWh de energia durante um banho que dura 20 minutos. A ddp entre os terminais do resistor do chuveiro é 220V e a intensidade de corrente elétrica que passa por ele é:

- a) 50A.
- b) 30A.
- c) 25A.
- d) 20A.
- e) 10A.

8. (FCM-MG) Na campanha de racionamento de energia elétrica, uma pessoa observou que cada volta do disco do "relógio de luz" corresponde a 1,0 Wh. Verificou também que, com apenas um aparelho eletrodoméstico ligado, o disco dá uma volta em 30 s.

Se a pessoa usa o aparelho 4 horas por dia, o consumo mensal desse aparelho será de:

- a) 0,48 kWh.
- b) 1,2 kWh.
- c) 3,6 kWh.
- d) 14,4 kWh.

9. (Unifesp) O consumo de uma casa deve ser reduzido de 90 kWh por mês para atingir a meta de racionamento estabelecida pela concessionária de energia elétrica. Entre os cortes que os moradores dessa casa pensam efetuar, está o desligamento do rádio-relógio, com a justificativa de que ele funciona ininterruptamente 24 horas por dia. Sabendo que a potência de um rádio-relógio é de 4 watts, em média, do total a ser economizado, essa medida corresponde aproximadamente, a:

- a) 0,9%.
- b) 3%.
- c) 9%.
- d) 30%.
- e) 90%.

10. (UCS) Para seu funcionamento, um chuveiro elétrico tem especificadas as informações: 220V-4840W. De acordo com essas informações, o chuveiro tem seu funcionamento normal se ligado à rede elétrica de 220V.

Com base nesses dados, considere as seguintes proposições:

- I. A resistência elétrica do chuveiro vale 10 ohms.
- II. A corrente elétrica que circula no resistor do chuveiro vale 22 ampères.
- III. A energia elétrica consumida em forma de calor, ao aquecer água durante 10 minutos, vale aproximadamente 484 kWh.

Considerando essas afirmações, é correto concluir que:

- a) apenas a I está correta.
- b) apenas a II está correta.
- c) apenas a I e a II estão corretas.

d) apenas a I e a III estão corretas.

e) apenas a II e a III estão corretas.

11. (UFF-RJ) Um dos hábitos de higiene que proporciona uma vida saudável é o banho diário. Na possibilidade de se utilizar um chuveiro elétrico, esse hábito pode se tornar desagradável quando, nos dias frios, a água é pouco aquecida. Para melhorar o aquecimento sem alterar o fluxo de água e a posição da chave seletora, uma pessoa retira $\frac{1}{6}$ do comprimento do resistor. Considerando que a tensão nos terminais do chuveiro se mantém constante, é correto afirmar que a razão entre as potências antes e após a redução do comprimento do resistor é:

- a) $\frac{6}{1}$.
- b) $\frac{6}{5}$.
- c) $\frac{1}{6}$.
- d) $\frac{1}{1}$.
- e) $\frac{5}{6}$.

12. (Faap-SP) Dois chuveiros elétricos, um de 110V e outro de 220V, de mesma potência, adequadamente ligados, funcionam durante o mesmo tempo. Então, é correto afirmar que:

- a) o chuveiro ligado em 110V consome mais energia.
- b) ambos consomem a mesma energia.
- c) a corrente é a mesma nos dois chuveiros.
- d) as resistências dos chuveiros são iguais.
- e) no chuveiro ligado em 220V a corrente é maior.

13. (UFJF-MG) Uma lâmpada é fabricada para dissipar a potência de 100W quando alimentada com a ddp de 120V. Se a lâmpada for ligada numa ddp de 127V, então:

- a) a potência dissipada aumentará cerca de 12%.
- b) a corrente que a percorre não mudará.
- c) a sua resistência elétrica diminuirá cerca de 18%.
- d) a corrente que a percorre diminuirá, mantendo a potência inalterada.

14. (UFRN) Um chuveiro elétrico tem potência de 2800W, e uma lâmpada incandescente tem potência de 40W. O tempo que a lâmpada deve ficar ligada para consumir a mesma energia gasta pelo chuveiro em dez minutos de funcionamento é:

- a) 1 hora e 10 minutos.
- b) 700 horas.
- c) 70 horas.
- d) 11 horas e 40 minutos.

15. (Unirio) Uma jovem mudou-se da cidade do Rio de Janeiro para a capital de Pernambuco. Ela levou consigo um chuveiro elétrico, cuja potência nominal é de 4400W, que funcionava perfeitamente quando ligado à rede elétrica do Rio de Janeiro, cuja tensão é de 110V. Ao chegar a Recife, ela soube que a tensão da rede elétrica local é de 220V. Para que o chuveiro elétrico continue a dissipar, por efeito Joule, a mesma potência que era obtida no Rio de Janeiro, a sua resistência elétrica deve ser:

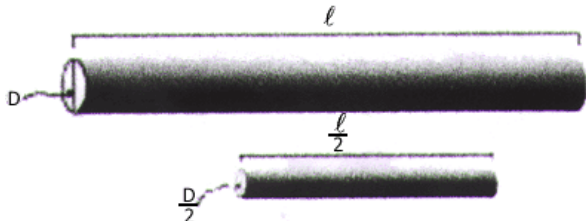
- a) diminuída em 50%.
- b) mantida inalterada.
- c) duplicada.
- d) triplicada.
- e) quadruplicada.

16. (UEL) Muitos aparelhos eletrodomésticos têm seu funcionamento baseado simplesmente no comportamento de resistências elétricas. Exemplos destes são as lâmpadas incandescentes, ferros de passar, chuveiros elétricos, entre outros. Considerando o funcionamento das resistências, é correto afirmar:

- a) Ao se diminuir a resistência de um chuveiro elétrico, reduz-se a potência consumida por ele.
- b) A resistência de uma lâmpada incandescente de 100W é maior que a de uma lâmpada de 60W.

- c) Em um chuveiro elétrico, para manter estável a temperatura quando se aumenta a vazão de água, deve-se diminuir a resistência do chuveiro.
- d) Quando se seleciona em um ferro de passar a posição "mais quente", o que se está fazendo é aumentar a resistência do ferro ao maior valor possível.
- e) A potência consumida independe da resistência desses aparelhos.

17. (UEL) Para variar a potência dissipada por aparelhos tais como chuveiros, aquecedores elétricos, lâmpadas incandescentes, são projetados resistores com diferentes resistências elétricas. Em um projeto, um fio condutor de comprimento l e de diâmetro da seção transversal D teve reduzidos à metade tanto o seu diâmetro quanto o seu comprimento (conforme está representado na figura). O que acontecerá com a resistência R' do novo fio, quando comparada à resistência R do fio original?



- a) $\frac{R}{R'} = \frac{1}{4}$
- b) $\frac{R}{R'} = \frac{1}{8}$
- c) $\frac{R}{R'} = \frac{1}{2}$
- d) $\frac{R}{R'} = 4$
- e) $\frac{R}{R'} = 2$

18. (Mackenzie) Um fio A tem resistência elétrica igual a duas vezes a resistência elétrica de um outro fio B. Sabe-se que o fio A tem o dobro do comprimento do fio B e sua seção transversal tem raio igual à metade do raio da seção transversal do fio B. A relação ρ_A / ρ_B entre a resistividade do material do fio A e a resistividade do material do fio B é:

- a) 0,25.
- b) 0,50.
- c) 0,75.
- d) 1,25.
- e) 1,50.

19. (UFSM) Dois fios condutores do mesmo material e do mesmo comprimento, com seções retas de áreas A e $2A$, submetidos à mesma diferença de potencial e à mesma temperatura, dissipam, por efeito Joule, respectivamente, as potências P_1 e P_2 , com P_1/P_2 valendo:

- a) $1/4$.
- b) $1/2$.
- c) 2.
- d) 4.
- e) 8.

20. (Uesb-BA) Um condutor cilíndrico de comprimento L tem resistência elétrica R . Sendo estirado até um comprimento $2L$, mantendo o mesmo volume, a resistência elétrica será igual a:

- a) $4R$.
- b) $2R$.
- c) R .

- d) $R/2$.
- e) $R/4$.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) C	2) D	3) A	4) C	5) D
6) B	7) C	8) D	9) B	10) A
11) C	12) A	13) A	14) E	15) A

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

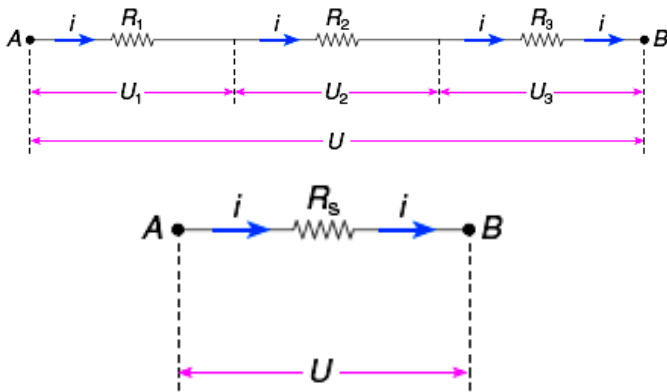
1) A	2) A	3) A	4) A	5) D
6) D	7) B	8) D	9) B	10) C
11) E	12) B	13) A	14) D	15) E
16) C	17) C	18) A	19) B	20) A

MÓDULO 11

11- ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

11.1 - EM SÉRIE

Na associação em série, os resistores são ligados um em seguida do outro, de modo a serem percorridos pela mesma corrente elétrica. As lâmpadas de árvore de natal são um exemplo de associação em série.



- Todos os resistores são percorridos pela mesma corrente i .
- A tensão total (ddp) U aplicada a associação é a soma das tensões em cada resistor.

$$i = i_1 = i_2 = i_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

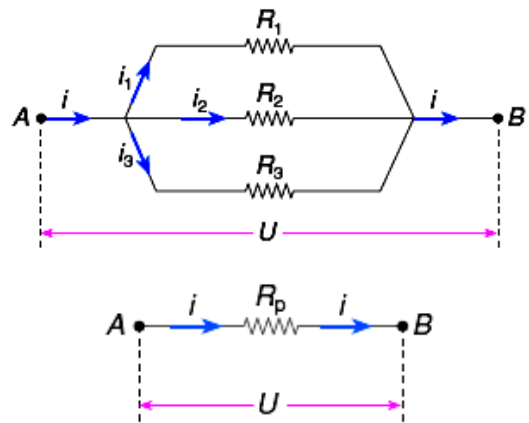
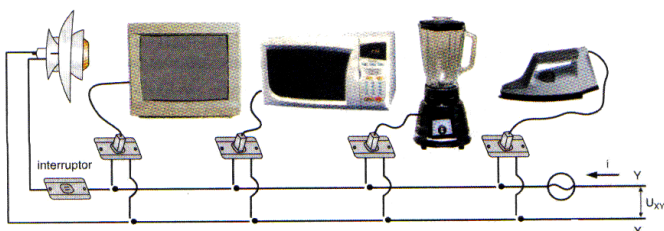
- Para obter a resistência do resistor equivalente, somam-se as resistências de cada resistor.

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3$$

- As potências dissipadas são diretamente proporcionais às respectivas resistências ($P = R \cdot i^2$).

11.2 - EM PARALELO

Na associação em paralelo, os resistores são ligados de tal maneira, que todos ficam submetidos à mesma diferença de potencial. A corrente total fornecida pelo gerador é a soma das correntes em cada um dos resistores. A instalação residencial é um exemplo de associação em paralelo.



- Todos os resistores são submetidos a ddp U .

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

- A corrente total de intensidade i é a soma das correntes em cada resistor associado.

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

- O inverso da resistência equivalente é a soma dos inversos das resistências associadas:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

- Para dois resistores

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- Para resistores iguais $R_p = \frac{R}{n}$ onde n é o número de resistores iguais.

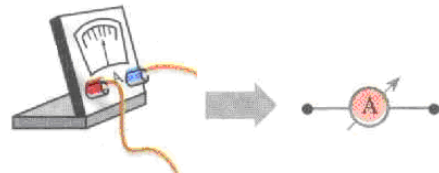
- As potências dissipadas são inversamente proporcionais às respectivas resistências ($P = \frac{U^2}{R}$).

- A resistência equivalente é menor que a resistência do menor resistor.

11.3 - APARELHOS DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

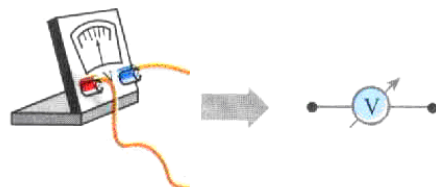
a) AMPERÍMETRO

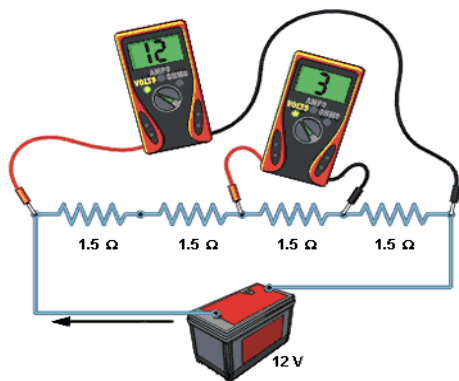
É um instrumento destinado a medir a intensidade da corrente elétrica. Sua resistência interna é muito pequena. Um amperímetro é ideal quando sua resistência interna é nula. O amperímetro deve ser ligado em série com o circuito.



b) VOLTÍMETRO

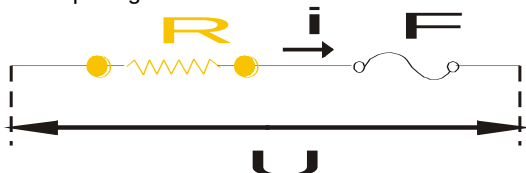
É um instrumento destinado a medir a tensão elétrica (ddp), entre dois pontos de um circuito elétrico. A resistência de um voltímetro é muito grande. Um voltímetro é ideal quando sua resistência é infinita. O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o circuito.





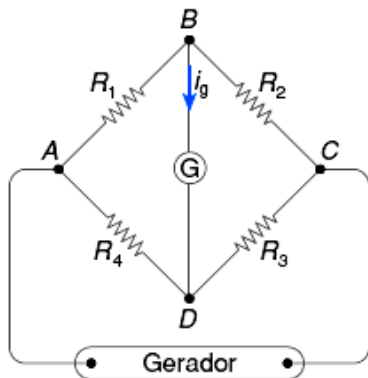
c) FUSÍVEL

É um dispositivo associado em série a um circuito com a finalidade de protegê-lo.



11.4 - PONTE DE WHEATSTONE

É um circuito onde resistores são ligados conforme o esquema:



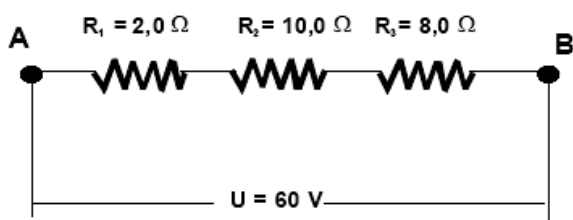
• A ponte de Wheatstone está em equilíbrio quando o galvanômetro não acusa passagem de corrente elétrica ($i_g = 0$). Nestas condições B e D têm o mesmo potencial ($V_B = V_D$).

• Em uma ponte de Wheatstone, em equilíbrio, são iguais os produtos das resistências opostas:

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$$

EXERCÍCIOS DE AULA

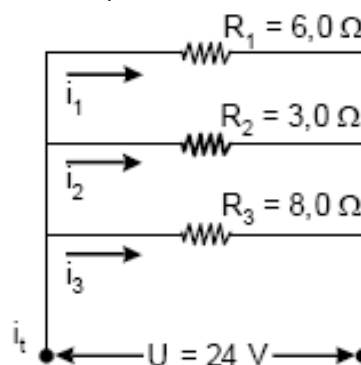
1. É dada a associação de resistores abaixo, submetida à ddp de 60 V.



Determine

- a resistência elétrica do resistor equivalente.
- a intensidade da corrente através dos resistores.
- as ddps dos resistores da associação.

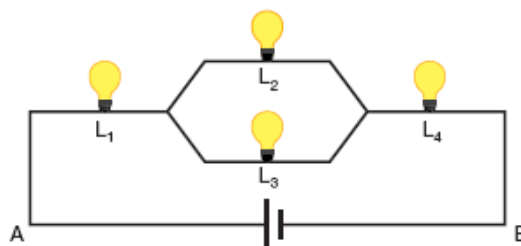
2. Considere a associação de resistores esquematizados a seguir, submetida à ddp $U = 24 \text{ V}$.



Determine:

- a corrente em cada resistor.
- a corrente total.
- a resistência equivalente.

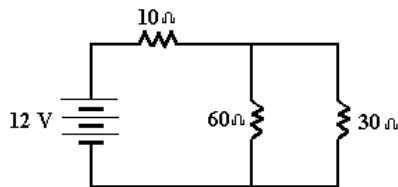
3. (UFPEL) No circuito esquematizado na figura abaixo, as lâmpadas são idênticas e a resistência de cada uma vale 120Ω . A diferença de potencial mantida entre os pontos A e B é igual a 270 V.



Analisando o circuito, responda às seguintes questões:

- Qual a resistência equivalente à associação de resistores formada pelas quatro lâmpadas?
- Qual a corrente elétrica que passa na lâmpada L_3 ?
- Se a lâmpada L_3 for retirada da associação, o brilho de L_4 aumenta, diminui ou não se altera? Justifique sua resposta.

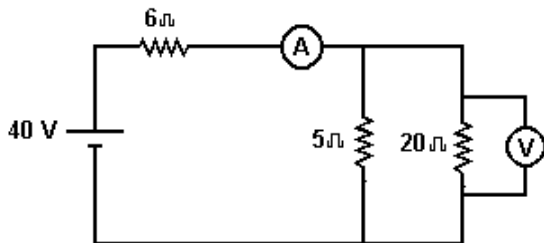
4. (FURG) Para o circuito da figura



Determine:

- a corrente que passa no resistor de 10Ω .
- a potência total dissipada pelos três resistores.

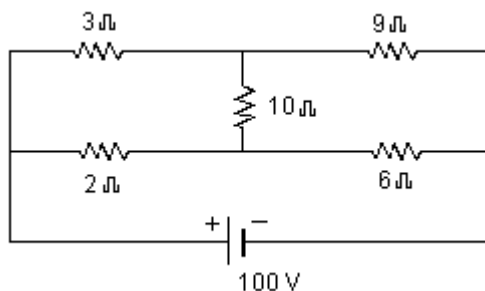
5. (PUC) O esquema abaixo representa um circuito elétrico, composto de uma fonte de tensão, resistores e medidores ideais.



As medidas indicadas pelos medidores são

- 2A e 20V
- 2A e 40V
- 4A e 16V
- 4A e 20V
- 6,6A e 15V

6. No circuito a seguir, qual a potência dissipada no resistor de 10Ω ?



EXERCÍCIOS PROPOSTOS

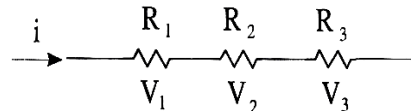
1. (UCPEL) Sejam resistores, com resistências $R_1 \neq R_2$, ligados em paralelo. Pode-se afirmar que:

- a resistência equivalente é menor que qualquer das resistências.
- o de menor resistência dissipa a maior potência.
- a corrente que atravessa os resistores são iguais.

Está(Estão) correta(s):

- I
- II
- III
- I e III
- I e II

2. (FURG) Quando uma corrente i passa pelos resistores R_1 , R_2 e R_3 da figura, as tensões nos seus terminais são, respectivamente, V_1 , V_2 e V_3 . Sabendo-se que $V_1 = 6,0\text{ V}$; $R_2 = 3,0\Omega$; $V_3 = 3,0\text{ V}$; e $R_3 = 2,0\Omega$, os valores de R_1 e V_2 são, respectivamente:



- 4,0 Ω e 4,5 V.
- 4,5 Ω e 5,0 V.
- 5,5 Ω e 6,0 V.
- 5,0 Ω e 5,5 V.
- 6,5 Ω e 7,0 V.

3. (FURG) Uma lâmpada para 5 V tem, normalmente acesa, uma resistência de 20 Ohms. Com que resistência devemos conectar em série esta lâmpada para que ela funcione normalmente com uma fonte de 30 V?

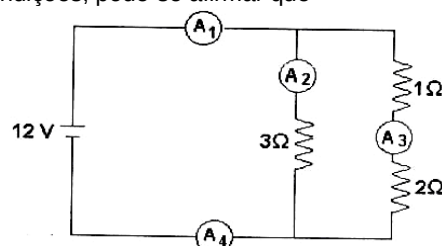
- 25 Ohms
- 20 Ohms
- 30 Ohms
- 50 Ohms
- 100 Ohms

4. (UFRS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo.

Para fazer funcionar uma lâmpada de lanterna, que traz as especificações 0,9W e 6V, dispõe-se, como única fonte de tensão, de uma bateria de automóvel de 12V. Uma solução para compatibilizar esses dois elementos de circuito consiste em ligar a lâmpada à bateria (considerada uma fonte ideal) em com um resistor cuja resistência elétrica seja no mínimo de

- paralelo - 4 Ω
- série - 4 Ω
- paralelo - 40 Ω
- série - 40 Ω
- paralelo - 80 Ω

5. (UFRS) No circuito elétrico abaixo, os amperímetros A_1 , A_2 , A_3 e A_4 , a fonte de tensão e os resistores são todos ideais. Nessas condições, pode-se afirmar que



- A_1 e A_2 registram correntes de mesma intensidade.
- A_1 e A_4 registram correntes de mesma intensidade.
- a corrente em A_1 é mais intensa do que a corrente em A_4 .
- a corrente em A_2 é mais intensa do que a corrente em A_3 .
- a corrente em A_3 é mais intensa do que a corrente em A_4 .

5. (FURG) Em uma residência, na qual a voltagem é de 120 V, é instalado um fusível de 22 A. Se o chuveiro tiver a seguinte especificação: 2400 W e 120 V, qual o número máximo de lâmpadas, com a especificação de 60 W e 120 V, que poderá ser ligado na instalação residencial simultaneamente com o chuveiro?

- 2
- 4
- 6
- 8
- 10

6. (UFRS) Três resistores de 10Ω , 20Ω e 30Ω são ligados em série. Aplicando-se uma diferença de potencial de 120 V aos

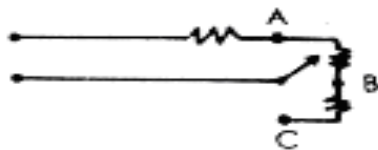
extremos dessa associação, qual a diferença de potencial entre os extremos do resistor de $10\ \Omega$?

- a) 10V
- b) 12V
- c) 20V
- d) 120V
- e) 1200V

7. (FURG) Uma corrente se divide tomando dois caminhos paralelos cuja resistência equivalente vale $10\ \Omega$. Sabendo-se que as intensidades das correntes nos dois caminhos são respectivamente 16 A e 4 A, a resistência de cada um destes respectivos caminhos são:

- a) $10\ \Omega$ e $40\ \Omega$
- b) $25\ \Omega$ e $100\ \Omega$
- c) $12,5\ \Omega$ e $50\ \Omega$
- d) $10\ \Omega$ e $20\ \Omega$
- e) $5\ \Omega$ e $10\ \Omega$

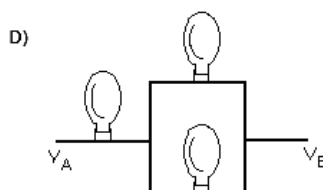
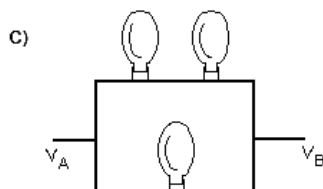
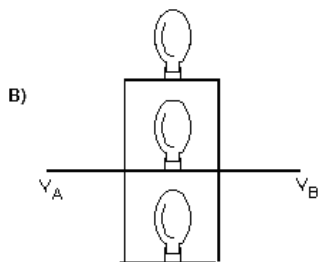
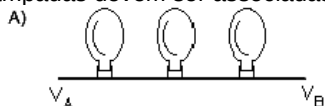
8. (UFRS) A figura representa o circuito elétrico de um chuveiro que pode ser ligado nas posições A, B ou C, fornecendo a mesma quantidade de água morna, quente ou muito quente.



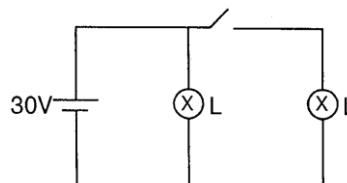
Quando esse chuveiro estiver ligado em

- a) B, tem-se água muito quente;
- b) C, tem-se água quente;
- c) A, tem-se água morna;
- d) B, tem-se água morna;
- e) A, tem-se água muito quente.

9. (UFOP) Três lâmpadas idênticas e de resistência conhecida foram projetadas e construídas para operar associadas de maneiras diferentes. Para se ter a maior luminosidade, as lâmpadas devem ser associadas da maneira apresentada em:



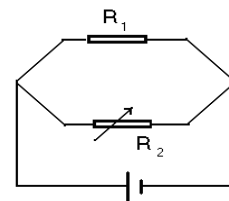
10. (PUC) O circuito abaixo representa um gerador de resistência interna desprezível, de força eletromotriz 30 V, duas lâmpadas L iguais e um interruptor aberto.



Quando o interruptor é fechado, pode-se afirmar que o valor

- a) da corrente que passa pelo gerador não se altera.
- b) da corrente que passa pelo gerador dobra.
- c) da corrente que passa pelo gerador reduz-se a metade.
- d) da tensão aplicada em cada lâmpada passa a ser de 15 V.
- e) da tensão aplicada em cada lâmpada passa a ser de 60 V.

11. (FURG) Duas resistências R_1 e R_2 são ligadas a uma bateria de resistência interna nula, conforme a figura.



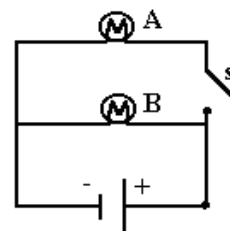
Aumentando-se o valor da resistência R_2 , considere as seguintes afirmativas:

- I – A resistência total aumenta.
- II – A corrente em R_1 aumenta.
- III – A corrente que a bateria fornece diminui.

Quais afirmativas estão corretas?

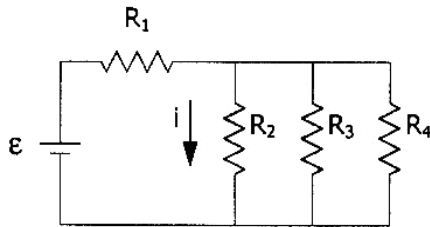
- a) Nenhuma.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

12. (FURG) O circuito abaixo consiste de duas lâmpadas A e B idênticas, uma chave interruptora S, uma bateria ideal e fios. Ao fecharmos a chave S, podemos afirmar que o brilho da lâmpada B:



- a) diminui, porque a corrente que passa por B diminui.
- b) diminui, porque a energia fornecida pela bateria vai ser dividida com A.
- c) não se altera, porque o brilho não depende da corrente.
- d) não se altera, porque a corrente que passa por B não se altera.
- e) aumenta, porque a resistência equivalente diminui.

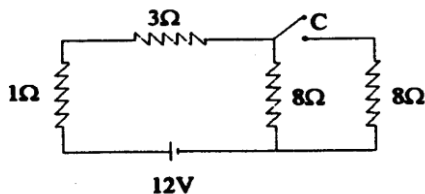
13. (UFRGS) No circuito abaixo, todos os resistores têm resistências idênticas, de valor $10\ \Omega$. A corrente elétrica i , através de R_2 , é de 500mA. A fonte, os fios e os resistores são todos ideais.



Selecione a alternativa que indica o valor correto da diferença de potencial a que está submetido o resistor R_1 .

- a) 5 V.
- b) 7,5 V.
- c) 10 V.
- d) 15 V.
- e) 20 V.

14. (ULBRA) No circuito elétrico abaixo estão associados 4 resistores uma fonte ideal de 12 volts e uma chave C.



A corrente elétrica que percorre o resistor de 1 ohm com a chave C aberta e com a chave C fechada, é respectivamente,

- a) 1,0 A e 1,8 A.
- b) 1,5 A e 1,8 A.
- c) 1,0 A e 1,5 A.
- d) 1,0 A e 2,0 A.
- e) 2,0 A e 3,0 A.

15. (UEL) Sobre o funcionamento de voltmímetros e o funcionamento de amperímetros, assinale a alternativa correta:

- a) A resistência elétrica interna de um voltmímetro deve ser muito pequena para que, quando ligado em paralelo às resistências elétricas de um circuito, não altere a tensão elétrica que se deseja medir.
- b) A resistência elétrica interna de um voltmímetro deve ser muito alta para que, quando ligado em série às resistências elétricas de um circuito, não altere a tensão elétrica que se deseja medir.
- c) A resistência elétrica interna de um amperímetro deve ser muito pequena para que, quando ligado em paralelo às resistências elétricas de um circuito, não altere a intensidade de corrente elétrica que se deseja medir.
- d) A resistência elétrica interna de um amperímetro deve ser muito pequena para que, quando ligado em série às resistências elétricas de um circuito, não altere a intensidade de corrente elétrica que se deseja medir.
- e) A resistência elétrica interna de um amperímetro deve ser muito alta para que, quando ligado em série às resistências elétricas de um circuito, não altere a intensidade de corrente elétrica que se deseja medir.

16. (UFPEL) Com base em seus conhecimentos sobre Eletricidade, assinale a alternativa correta.

- (a) Com três resistores de $10\ \Omega$, $20\ \Omega$ e $30\ \Omega$ ligados em série e após submetidos a uma ddp de 120V aplicada aos extremos da associação, o resistor de $10\ \Omega$ ficará sob uma ddp de 40 V.
- (b) Se uma bateria com força eletromotriz de 12 V e uma resistência interna de $1,0\ \Omega$ ligada a um circuito elétrico estabelece uma corrente elétrica de 2,0 A, então a ddp entre os pólos da bateria assume um valor de 14 V.
- (c) Dois resistores de $100\ \Omega$ e dois de $200\ \Omega$ podem ser associados de maneira a obter uma resistência elétrica de $150\ \Omega$.
- (d) Se a potência dissipada em um fio de 20 cm de comprimento é de 80 W quando seus extremos estão conectados a uma bateria ideal de 12 V, então a potência

dissipada por outro fio, de mesmo material e mesmo diâmetro, com 50 cm de comprimento e ligado à mesma bateria é 2,5 vezes maior.

(e) Quando uma lâmpada de 60 W é ligada 3 horas por dia, durante 30 dias, ocorre um consumo de 5400 quilowatt.hora de energia elétrica.

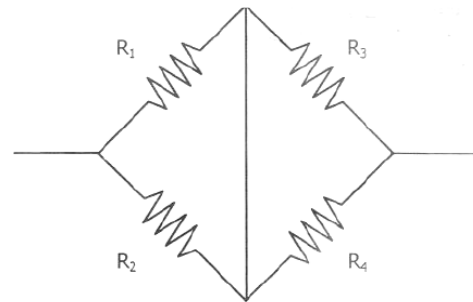
17. (FURG) Um chuveiro elétrico residencial de 110 V indica uma potência de 5400 W para inverno e 3200 W para verão. Assim sendo, as resistências correspondentes ao inverno e verão são, respectivamente:

- A) $110/5400\ \Omega$ e $110/3200\ \Omega$
- B) $121/32\ \Omega$ e $121/54\ \Omega$
- C) $121/54\ \Omega$ e $121/32\ \Omega$
- D) $5400/110\ \Omega$ e $3200/110\ \Omega$
- E) $(5400)^2/110\ \Omega$ e $(3200)^2/110\ \Omega$

18. (UFRGS) Um secador de cabelo é constituído basicamente, por um resistor e um soprador (motor elétrico). O resistor tem resistência elétrica de $10\ \Omega$. O aparelho opera na voltagem de 110 V e o soprador tem consumo de energia desprezível. Supondo-se que o secador seja ligado por 15 min diariamente, e que o valor da tarifa de energia elétrica seja de R\$ 0,40 por kWh, o valor total do consumo mensal, em reais, será de aproximadamente:

- a) 0,36.
- b) 3,30.
- c) 3,60.
- d) 33,00.
- e) 360,00.

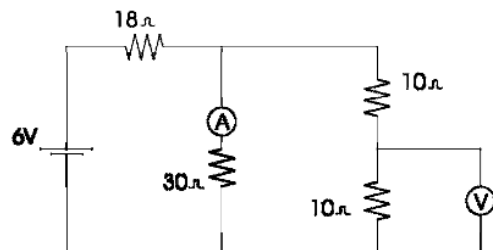
19. (UFRGS) Observe o circuito esquematizado na figura abaixo.



Se o ramo que contém a resistência R_4 fosse retirado, a resistência equivalente seria:

- a) $R_1 + R_2 + R_3$.
- b) $(1/R_1 + 1/R_2)^{-1} + R_3$.
- c) $(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)^{-1}$.
- d) $(1/R_1 + R_2 + 1/R_3)^{-1}$.
- e) $(1/R_1 + 1/R_2 + R_3)^{-1}$.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão 16, considere ideais o voltmímetro e o amperímetro no circuito elétrico representado na figura.



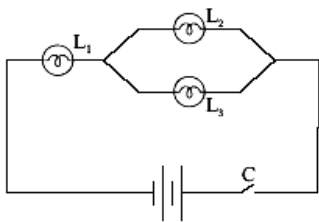
20. (FFCMPA) No circuito representado na figura, os valores indicados pelo amperímetro A e pelo voltmímetro V são, respectivamente:

- A) 0,08 A e 1,2 V.
- B) 0,16 A e 1,2 V.
- C) 0,16 A e 2,0 V.
- D) 0,16 A e 2,4 V.

E) 0,08 A e 2,0 V.

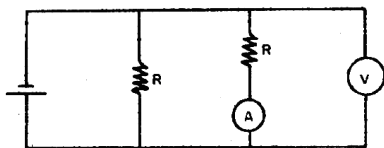
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UFSCAR) Na associação da figura, L1, L2 e L3 são lâmpadas idênticas de valores nominais 5,0 W; 12 V. A fonte de tensão contínua tem valores nominais 20 W; 12 V. Ao ligar a chave C, observa-se que



- todas as lâmpadas brilham com a mesma intensidade.
- L2 e L3 têm o mesmo brilho, menos intenso do que o brilho de L1.
- L2 e L3 têm o mesmo brilho, mais intenso do que o brilho de L1.
- L1, L2 e L3 têm brilhos de intensidades decrescentes, nessa ordem.
- L1, L2 e L3 têm brilhos de intensidades crescentes, nessa ordem.

2. (FATEC) No circuito esquematizado, o amperímetro A e o voltímetro V são ideais, e a resistência R é igual a 10 Ω .



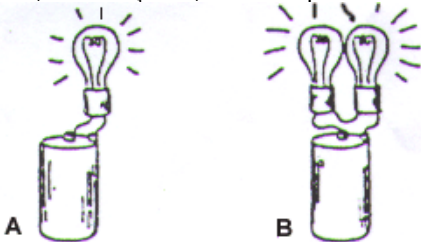
Se a marcação em A é de 2,0 A, a marcação em V é igual a

- 2,0 V.
- 4,0 V.
- 10 V.
- 20 V.
- 40 V.

3. (FURG) Desejamos obter uma resistência equivalente de 20 Ohms. Quantos resistores, no mínimo, de 15 Ohms necessitamos para montar essa associação?

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

4. (PUC-RJ) Considere duas situações. Na situação A, uma lâmpada é conectada a uma bateria, que fornece uma ddp constante, e, na situação B, duas lâmpadas iguais são conectadas em série à mesma bateria. Comparando-se as duas situações, na situação B, a bateria provê:



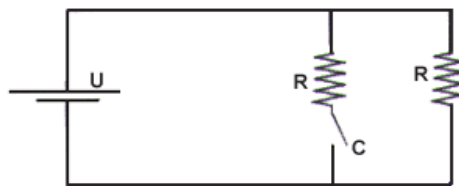
- a mesma luminosidade.
- maior intensidade de corrente.
- menor intensidade de corrente.

- maior luminosidade.
- menor tensão.

5. (UFC-CE) Um barbeador elétrico, cujos dados nominais são 120 V e 8 W, deve ser usado em uma tomada disponível de 240 V. Para não danificar o aparelho, deve ser instalada em série com este barbeador uma resistência cujo valor, em ohms, é:

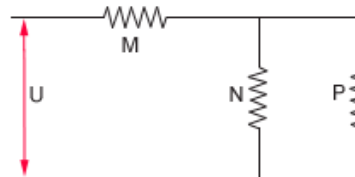
- 1800.
- 1200.
- 900.
- 600.

6. (UFMS) No circuito apresentado pela figura, a fonte fornece tensão constante U. Cada resistor apresenta uma resistência R. Quando a chave C está aberta, a intensidade da corrente elétrica e a potência dissipada no circuito são I e P, respectivamente. Fechando-se a chave, os valores da intensidade da corrente e da potência dissipada no circuito serão, respectivamente:



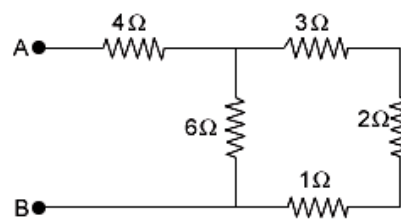
- I/2 e P/4.
- 2I e P/2.
- I e P/2.
- 2I e 2P.
- I/2 e P/2.

7. (UEL) Três resistores iguais, M, N e P, são associados como mostra a figura e ligados a uma fonte de tensão constante U. Sabendo que o resistor P dissipa uma potência de 60W, as potências dissipadas por M e N valem, respectivamente, em watts:



- 60 e 30.
- 60 e 60.
- 120 e 30.
- 120 e 60.
- 240 e 60.

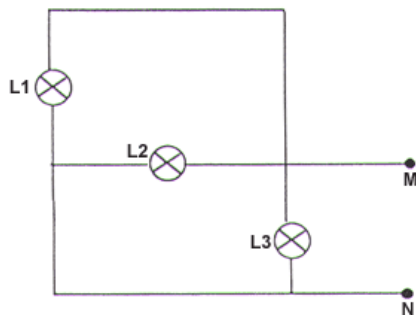
8. (Fatec-SP) Quando se submete o sistema representado na figura, há uma diferença de potencial elétrico de 14V entre os pontos A e B. O resistor que dissipa maior potência é o de:



- 1 Ω .
- 2 Ω .
- 4 Ω .
- 3 Ω .
- 6 Ω .

9. (FCM-MG) Três lâmpadas idênticas L1, L2 e L3 estão

ligadas num circuito esquematizado na figura abaixo. Nos terminais M e N, aplica-se uma ddp constante.



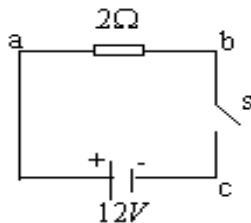
Se a lâmpada L3 for desligada, as lâmpadas L1 e L2:

- ficam com mais brilho.
- ficam com menos brilho.
- ficam com o mesmo brilho.
- apagam-se.

10. (ITA-SP) Duas lâmpadas incandescentes, cuja tensão nominal é de 110V, sendo uma de 20W e a outra de 100W, são ligadas em série em uma fonte de 220V. Conclui-se que:

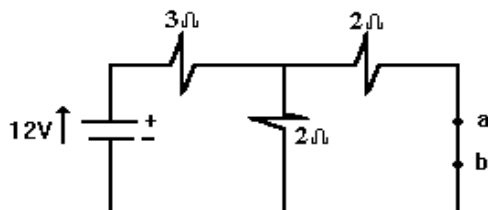
- as duas lâmpadas acenderão com brilho normal.
- a lâmpada de 20W apresentará um brilho acima do normal e logo queimar-se-á.
- a lâmpada de 100W fornecerá um brilho mais intenso do que a de 20W.
- a lâmpada de 100W apresentará um brilho acima do normal e logo queimar-se-á.
- nenhuma das lâmpadas acenderá.

11. (FURG) O circuito abaixo consiste de um resistor com 2Ω , uma bateria de 12 V, e uma chave interruptora S, aberta. As diferenças de potencial V_{ab} e V_{bc} , e a corrente i, respectivamente, são



- nula - 12 V - nula.
- nula - nula - nula.
- 12 V - nula - nula.
- 12 V - 12 V - nula.
- 12 V - nula - 6 A.

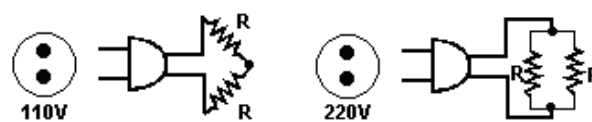
12. (FURG) Determine, respectivamente, a tensão e a corrente no trecho compreendido entre os pontos "a" e "b" do circuito abaixo.



- zero V, zero A
- 12 V, zero A
- 3 V, $\frac{12}{5}$ A
- zero V, 3 A
- zero V, 1,5 A

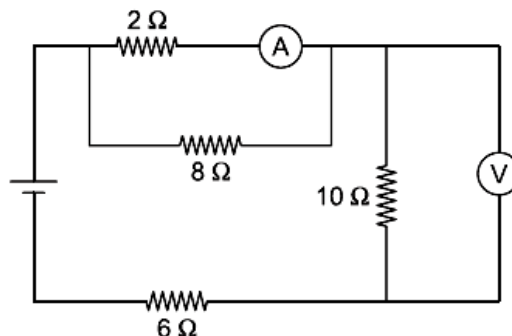
13. (VUNESP) Dois resistores iguais estão ligados em série a uma tomada de 110 V e dissipam ao todo 550 W. Qual a

potência total dissipada por esses resistores, se forem ligados em paralelo a uma tomada de 220 V?



- 550 W
- 4.400 W
- 1.100 W
- 2.200 W
- 8.800 W

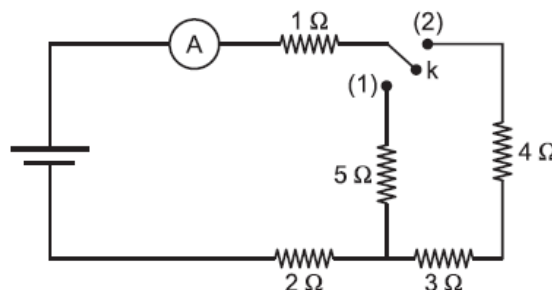
14. (FATEC) No circuito esquematizado abaixo, o amperímetro ideal A indica 400mA.



O voltmímetro V, também ideal, indica, em V,

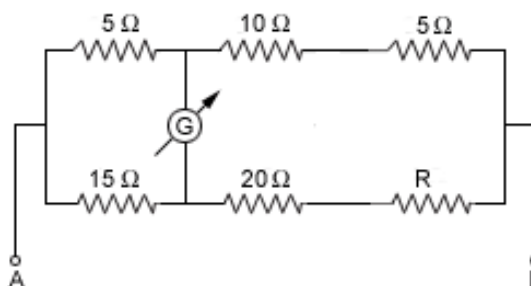
- 2
- 3
- 4
- 5
- 10

15. (MACKENZIE) No circuito indicado a seguir, o gerador de tensão e o amperímetro são ideais. Estando a chave k na posição (1), o amperímetro acusa 5 A. Colocando a chave k na posição (2), o amperímetro marcará:



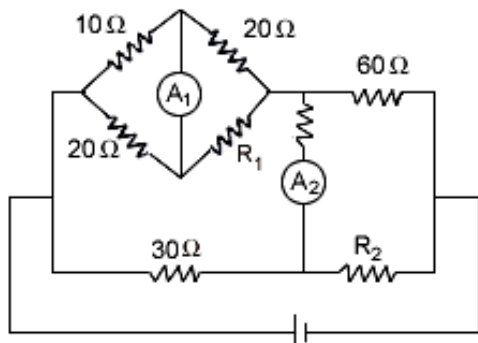
- 5 A
- 4 A
- 3 A
- 2 A
- 1 A

16. (Mackenzie) No circuito a seguir, a ddp entre os terminais A e B é de 60V e o galvanômetro G acusa uma intensidade de corrente elétrica zero. Se a ddp entre os terminais A e B for duplicada e o galvanômetro continuar acusando zero, poderemos afirmar que:



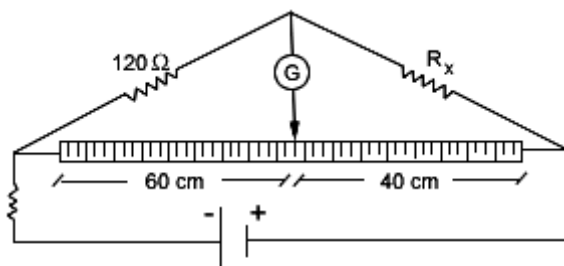
- a) a resistência R permanecerá constante e igual a $25\ \Omega$.
 b) a resistência R permanecerá constante e igual a $15\ \Omega$.
 c) a resistência R permanecerá constante e igual a $10\ \Omega$.
 d) a resistência R , que era de $25\ \Omega$, será alterada para $50\ \Omega$.
 e) a resistência R , que era de $50\ \Omega$, será alterada para $12,5\ \Omega$.

17. (MACKENZIE) No circuito ao lado, para que ambos os amperímetros ideais, A_1 e A_2 , indiquem zero, é necessário que as resistências R_1 e R_2 valham, respectivamente:

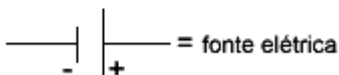


- a) $10\ \Omega$ e $120\ \Omega$.
 b) $40\ \Omega$ e $90\ \Omega$.
 c) $90\ \Omega$ e $40\ \Omega$.
 d) $40\ \Omega$ e $10\ \Omega$.
 e) $10\ \Omega$ e $40\ \Omega$.

18. (Uniupe-MG) Quando a ponte de Wheatstone (ponte de fio) está em equilíbrio ($i_G = 0$), conforme figura a seguir, o valor de R_x é:

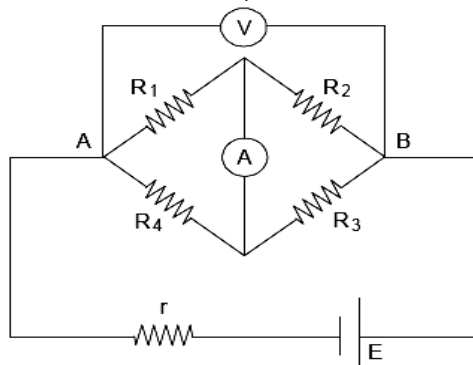


G = galvanômetro



- a) $40\ \Omega$.
 b) $60\ \Omega$.
 c) $80\ \Omega$.
 d) $120\ \Omega$.
 e) $180\ \Omega$.

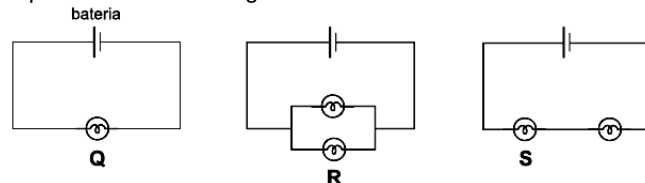
19. (UFS) Considere o circuito elétrico esquematizado abaixo com quatro resistores ($R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$, $R_3 = 20\ \Omega$ e $R_4 = 10\ \Omega$), um gerador de f.e.m. $E = 150\text{ V}$ e resistência interna $r = 5,0\ \Omega$, um voltmetro e um amperímetro, ambos ideais.



Analise as afirmações que seguem.

- a) A indicação do amperímetro é diferente de zero.
 b) O voltmetro registra 150 V .
 c) A resistência equivalente entre A e B vale $20\ \Omega$.
 d) A corrente elétrica em R_2 tem intensidade de $4,0\text{ A}$.
 e) A potência elétrica dissipada em R_4 é 40 W .

20. (UFMG) Em uma experiência, Nara conecta lâmpadas idênticas a uma bateria de três maneiras diferentes, como representado nestas figuras:



Considere que, nas três situações, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é a mesma e os fios de ligação têm resistência nula. Sejam P_Q , P_R e P_S os brilhos correspondentes, respectivamente, às lâmpadas Q, R e S. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A) $P_Q > P_R$ e $P_R = P_S$.
 B) $P_Q = P_R$ e $P_R > P_S$.
 C) $P_Q > P_R$ e $P_R > P_S$.
 D) $P_Q < P_R$ e $P_R = P_S$.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) E	2) A	3) E	4) D	5) B
6) C	7) C	8) E	9) B	10) B
11) C	12) D	13) D	14) C	15) D

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) B	2) D	3) C	4) C	5) A
6) D	7) E	8) C	9) C	10) B
11) A	12) E	13) E	14) D	15) B
16) A	17) B	18) C	19) C	20) B