

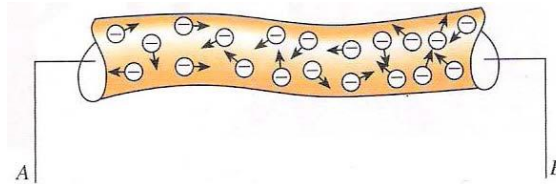
Eletrodinâmica

1. Conceito

A eletrodinâmica é a parte da eletricidade que estuda, analisa e observa o comportamento das cargas elétricas em movimento ordenado.

2. Corrente elétrica

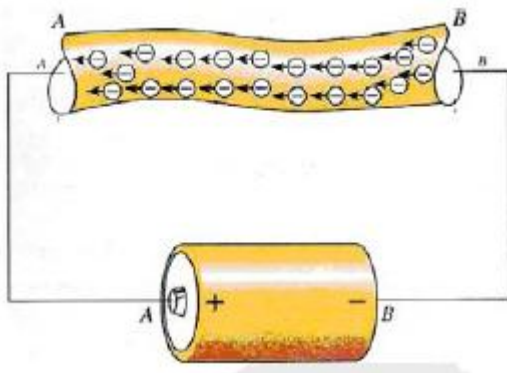
Sabemos que nos condutores metálicos, as cargas elétricas se movimentam com bastante facilidade devido ao fato destes materiais possuírem elétrons livres. Porém, o movimento destes elétrons no interior destes condutores, é completamente desordenado.



movimento desordenado

Para que estes elétrons se movimentem de maneira ordenada, é necessário se estabelecer entre os terminais deste condutor uma diferença de potencial. Desta forma, estes elétrons passam a se deslocar devido a ação da força elétrica (que realiza trabalho sobre os mesmos), indo de pontos de menor para pontos de maior potencial elétrico.

A este movimento ordenado chamamos de **corrente elétrica**. Ou seja, corrente elétrica é o movimento ordenado de partículas eletrizadas que ocorre quando o condutor é submetido a uma ddp.



movimento ordenado

Para estabelecer uma corrente elétrica num fio condutor usa-se um gerador, como, por exemplo, uma pilha ou uma bateria, que mantém, entre seus terminais, uma ddp constante.

A origem da palavra corrente está ligada a uma analogia que os primeiros físicos faziam entre a eletricidade e a água. Eles imaginavam que a eletricidade era como a água, isto é, um fluido que escoava como água corrente. Os fios seriam os encanamentos por onde passariam essa corrente de eletricidade.

3. Natureza da corrente elétrica

A corrente quanto a sua natureza pode ser classificada em eletrônica ou iônica.

3.1. Corrente eletrônica

È constituída pelo deslocamento ordenado de elétrons livres.

Ex: condutores metálicos

3.2. Corrente iônica

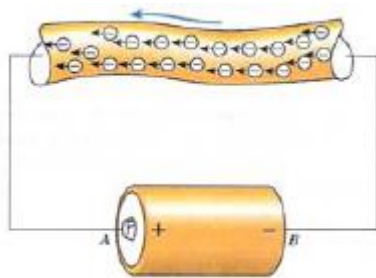
È constituída pelo deslocamento de íons (cátions e ânions), que se movem simultaneamente e em sentidos opostos.

Ex: soluções eletrolíticas, gases ionizados (lâmpadas fluorescentes).

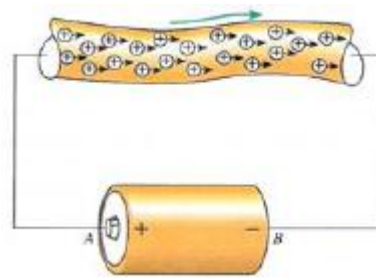
4. Sentido da corrente elétrica

Nos condutores sólidos, o sentido da corrente elétrica é o sentido do movimento dos elétrons no seu interior. Esse é o sentido real da corrente elétrica.

Porém, no estudo da Eletricidade, adota-se um sentido convencional, que é o do movimento das cargas positivas, e que corresponde ao sentido do campo elétrico \vec{E} no interior do condutor. Em nosso estudo, adotaremos o sentido convencional.



sentido real



sentido convencional

Obs.: No início da história da eletricidade definiu-se o sentido da corrente elétrica como sendo o sentido do fluxo de cargas positivas, ou seja, as cargas que se movimentam do pólo positivo para o pólo negativo. Naquele tempo nada se conhecia sobre a estrutura dos átomos. Não se imaginava que em condutores sólidos as cargas positivas estão fortemente ligadas aos núcleos dos átomos e, portanto, não pode haver fluxo macroscópico de cargas positivas em condutores sólidos. No entanto, quando a física subatômica estabeleceu esse fato, o conceito anterior já estava arraigado e era amplamente utilizado em cálculos e representações para análise de circuitos.

5. Intensidade

A intensidade da corrente elétrica é definida como sendo a quantidade de carga ΔQ que atravessa uma seção transversal do condutor por um determinado intervalo de tempo Δt .

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Onde:

i = intensidade da corrente elétrica

ΔQ = quantidade de carga elétrica

Δt = intervalo de tempo

A unidade de corrente elétrica no sistema internacional é o Coulomb por segundo, que é conhecido por ampère (A).

Um Ampère é a corrente que caracteriza a passagem de uma carga de 1 Coulomb em cada segundo.

Como $\Delta Q = n \cdot e$

$$i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$$

Exemplo:

Na seção transversal de um condutor passa uma quantidade de carga elétrica $\Delta Q = 4,5 \cdot 10^{-4}$ C no intervalo de tempo $\Delta t = 1,5 \cdot 10^{-2}$ s. Determine a intensidade da corrente elétrica que atravessa o condutor.

Resolução:

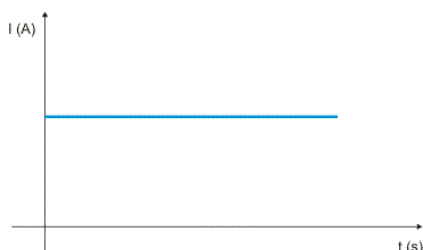
$$\begin{aligned} i &= \Delta Q / \Delta t \\ i &= 4,5 \cdot 10^{-4} / 1,5 \cdot 10^{-2} \\ i &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ A} \end{aligned}$$

6. Tipos de corrente

As correntes podem ser contínuas, alternadas ou pulsantes

6.1. Corrente Contínua: ("direct current" (DC))

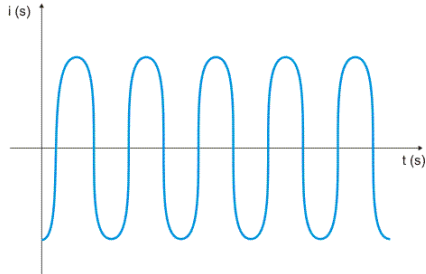
È aquela cujo sentido permanece constante. Quando, além do sentido, a intensidade também se mantém constante, a corrente é chamada corrente contínua constante. È o que ocorre, por exemplo, nas correntes estabelecidas por uma bateria de automóvel e por uma pilha.



6.2. Corrente Alternada: (“alternative current” (AC))

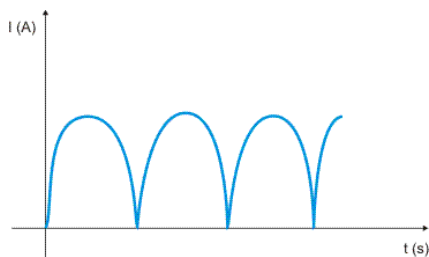
É aquela cuja intensidade e cujo sentido variam periodicamente. Esse é o caso das correntes utilizadas em residências, que são fornecidas pelas usinas hidrelétricas.

No Brasil, a corrente elétrica tem frequência de 60hz.

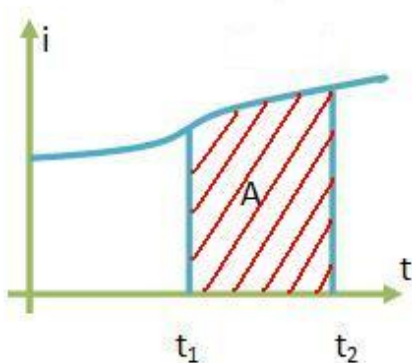


6.3. Corrente Pulsante

É aquela cujo sentido permanece constante mas varia de intensidade. É fornecida por um circuito retificador



No gráfico $i \times t$, a área que a curva define com o eixo dos tempos, corresponde a carga total que atravessa uma seção do condutor.



$$Q = \text{Área}$$

LEITURA COMPLEMENTAR I– VELOCIDADE DOS ELÉTRONS

Quando acionamos um interruptor e vemos que a luz se acende quase que instantaneamente, temos a impressão de que a velocidade com que os elétrons livres se movem ao longo do fio é elevadíssima. Mas, na realidade, a velocidade desses elétrons é da ordem de apenas alguns mm/s. O que ocorre é que os elétrons livres se encontram em grande quantidade ao longo do fio. Assim, quando o interruptor é ligado, o primeiro elétron “empurra” o segundo que, por sua vez, “empurra o terceiro, e assim por diante, até chegar o último elétron, localizado na extremidade do fio e junto à lâmpada.

LEITURA COMPLEMENTAR II - EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA

A passagem da corrente elétrica através dos condutores acarreta diferentes efeitos, dependendo da natureza do condutor e da intensidade da corrente. É comum dizer-se que a corrente elétrica tem cinco efeitos principais: fisiológico, térmico (ou Joule), químico, magnético e luminoso.

- **Efeito fisiológico:**



O efeito fisiológico corresponde à passagem da corrente elétrica por organismo vivos. A corrente elétrica age diretamente no sistema nervoso, provocando contrações musculares; quando isso ocorre, dizemos que houve um choque elétrico. O pior caso de choque é aquele que de origina quando uma corrente elétrica entra pela mão de uma pessoa e sai pela outra. Nesse caso, atravessando o tórax da ponta a ponta, ela tem grande chance de afetar o coração e a respiração. O valor mínimo de intensidade de corrente que se pode perceber pela sensação de cócegas ou formigamento leve é 1 mA. Entretanto,, com uma corrente de intensidade 10 mA, a pessoa já perde o controle dos músculos, sendo difícil abrir a mão e livrar-se do contato. O valor mortal está compreendido entre 10 mA e 3 A, aproximadamente. Nesses valores, a corrente, atravessado o tórax, atinge o coração com intensidade suficiente para modificar seu ritmo. Modificado o ritmo, o coração pára de bombear sangue pelo corpo e a morte pode ocorrer em poucos segundos. Se a intensidade for ainda mais alta, a corrente pode paralisar completamente o coração. Este se contrai o mais possível e mantém-se assim enquanto passar a corrente. Interrompida a corrente, geralmente o coração relaxa e pode começar a bater novamente, como se nada tivesse acontecido. Todavia, paralisado o coração, paralisa-se também a circulação sanguínea, e uma pequena interrupção dessa circulação pode provocar danos cerebrais irreversíveis.

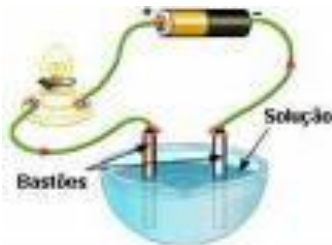
Nossos impulsos nervosos são transmitidos por estímulos elétricos. Entretanto, embora pareçamos tão vulneráveis, a tensão necessária para produzir a situação descrita deve ser de centenas de volts, pois o corpo humano é péssimo condutor quando comparado aos metais, por exemplo.

- **Efeito térmico:**



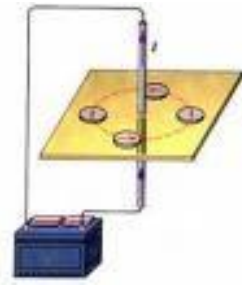
O efeito térmico, também conhecido como **efeito Joule**, é causado pelo choque dos elétrons livres contra os átomos dos condutores. Ao receberem energia, os átomos vibram mais intensamente. Quando maior for a vibração dos átomos, maior será a temperatura do condutor. Nessas condições observa-se, externamente, o aquecimento do condutor. Esse efeito é muito aplicado nos aquecedores em geral, como o chuveiro. Em um chuveiro, a passagem da corrente elétrica pela "resistência" provoca o efeito térmico ou efeito Joule que aquece a água. Qualquer condutor sofre um aquecimento ao ser atravessado por uma corrente elétrica. Nos condutores se processa a transformação da energia elétrica em energia térmica. Esse efeito é a base de funcionamento dos aquecedores elétricos, chuveiros elétricos, secadores de cabelo, lâmpadas térmicas, etc.

- **Efeito químico**



O efeito químico corresponde a certas reações químicas que ocorrem quando a corrente elétrica atravessa as soluções eletrolíticas. É muito aplicado, por exemplo, no recobrimento de metais (niquelação, cromação, prateação, etc). Uma solução eletrolítica sofre decomposição, quando é atravessada por uma corrente elétrica. É a eletrólise. Corresponde aos fenômenos elétricos nas estruturas moleculares, objeto de estudo da eletroquímica. A exploração desse efeito é utilizada nas pilhas, na eletrólise.

- **Efeito magnético**



O efeito magnético é aquele que se manifesta pela criação de um campo magnético na região em torno da corrente. A existência de um campo magnético em determinada região pode ser constatada com o uso de uma bússola: ocorrerá desvio de direção da agulha magnética. Este é o efeito mais importante da corrente elétrica, constituindo a base do funcionamento dos motores, transformações, relés, etc.

- **Efeito luminoso**



Também é um fenômeno elétrico em nível molecular. A excitação eletrônica pode dar margem à emissão de radiação visível, tal como observamos nas lâmpadas fluorescentes. E, determinadas condições, a passagem da corrente elétrica através de um gás rarefeito faz com que ele emita luz. As lâmpadas fluorescentes e os anúncios luminosos são aplicações desse efeito. Neles há transformação direta de energia elétrica em energia luminosa.

EXERCÍCIOS

1) (PUC – SP) A corrente elétrica real, através de um fio metálico, é constituída pelo movimento de:

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

2) Sejam as afirmações referentes a um condutor metálico com corrente elétrica de 1 A:

- I. Os elétrons deslocam-se com velocidade próxima à da luz.
- II. Os elétrons deslocam-se com velocidade média é muito menor que a da luz.
- III. Os prótons deslocam-se no sentido da corrente e os elétrons em sentido contrário.

Estão corretas somente as afirmações:

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

3) Leia o texto:

João necessita trocar uma lâmpada incandescente de sua casa. O filamento de tungstênio da lâmpada do quarto está rompido. No momento da troca, João percebe que o fio de cobre encapado com borracha está descascado próximo ao bocal de cerâmica e, por esse motivo, João achou melhor chamar um electricista.

Sobre os elementos do texto que participam do circuito elétrico em questão, é correto afirma que:

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

4) Ao acionar um interruptor de uma lâmpada elétrica, esta se acende quase instantaneamente, embora possa estar a centenas de metros de distância. Isto ocorre por que:

- a) a velocidade dos elétrons na corrente elétrica é igual a da luz.
- b) a velocidade dos elétrons na corrente elétrica é muito elevada.
- c) não é necessário que os elétrons se movimentem para que a lâmpada se acenda.
- d) os elétrons se põem em movimento quase que imediatamente em todo circuito, embora sua velocidade seja relativamente baixa.
- e) nenhuma é correta.

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

- a) 1mA
- b) 1,5 mA
- c) 2,0 mA
- d) 2,5 mA
- e) 3,0 mA

6) Por uma secção transversal de um condutor passam 10^6 elétrons por segundo. Sabendo-se que a carga do elétron é $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, a intensidade de corrente no condutor será:

- a) $1,6 \cdot 10^{-25}$ A
- b) $1,6 \cdot 10^{-18}$ A
- c) $1,6 \cdot 10^{-13}$ A
- d) $6,2 \cdot 10^{-24}$ A

7) A corrente elétrica no filamento de uma lâmpada é 200mA.

Considerando a carga elementar $1,6 \cdot 10^{-19}$ C pode concluir que, em um minuto, passam pelo filamento da lâmpada:

- a) $1,3 \cdot 10^{19}$ prótons
- b) $1,3 \cdot 10^{19}$ elétrons
- c) $7,5 \cdot 10^{19}$ prótons
- d) $6,0 \cdot 10^{20}$ prótons
- e) $6,0 \cdot 10^{19}$ elétrons

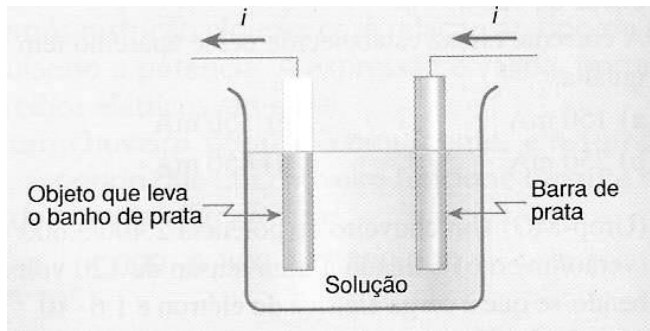
8)(VUNESP) O feixe de elétrons num tubo de televisão percorre uma distância de 0,50 m no espaço evacuado entre o emissor de elétrons e a tela do tubo.

Se a velocidade dos elétrons no tubo é $5 \cdot 10^7$ m/s e se a corrente elétrica do feixe é 2,0 mA, O número de elétrons que há no feixe em qualquer instante é:



- a) $1,25 \cdot 10^8$
- b) $1,25 \cdot 10^9$
- c) $2,8 \cdot 10^7$
- d) $4,1 \cdot 10^6$

9) A figura abaixo mostra como se pode dar um banho de prata em objetos, como, por exemplo, em talheres.



O dispositivo consiste em uma barra de prata e do objeto que se quer banhar imersos em uma solução condutora de eletricidade. Considere que uma corrente de 6,0 A passa pelo circuito e que cada coulomb de carga transporta aproximadamente 1,1 mg de prata. A massa de prata, em gramas, que é depositada sobre o objeto da figura em um banho de 20 min será:

- a) 2,7
- b) 7,92
- c) 8,29
- d) 5
- e) 3,6

10) Uma carga q move-se numa circunferência de raio R com uma velocidade escalar v . a intensidade da corrente elétrica média em um ponto da circunferência é:

- a) qR / v
- b) qv / R
- c) $qv / 2\pi R$
- d) $2\pi qR / v$
- e) $2\pi qRv$

GABARITO

- 1 – c
- 2 – c
- 3 – d
- 4 – d
- 5 – d
- 6 – c
- 7 – e
- 8 – a
- 9 – b
- 10 - c

