

Parte II – ELETRODINÂMICA

Tópico 1

1 Quando uma corrente elétrica é estabelecida em um condutor metálico, quais portadores de carga elétrica entram em movimento ordenado?

Resposta: Elétrons livres.

2 Quando as extremidades do fio metálico indicado na figura são submetidas a uma diferença de potencial $U = v_B - v_A$, em que $v_A = 20 \text{ V}$ e $v_B = 60 \text{ V}$, em que sentido se movem seus elétrons livres? Qual é o sentido convencional da corrente elétrica gerada?

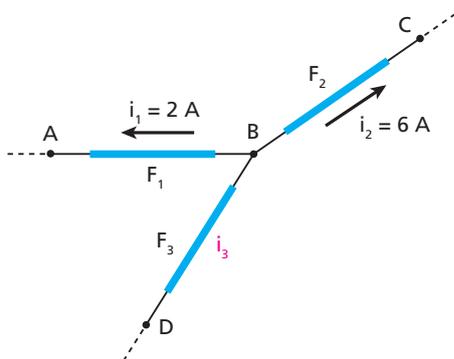


Resolução:

- Os elétrons livres se movem para a extremidade em que o potencial elétrico é maior, ou seja, de **A** para **B**.
- O sentido convencional da corrente elétrica é oposto ao do movimento ordenado dos elétrons livres, ou seja, de **B** para **A**.

Resposta: Os elétrons livres se movem de **A** para **B**, e o sentido convencional da corrente é de **B** para **A**.

3 **E.R.** Três fios condutores de cobre, F_1 , F_2 e F_3 , estão interligados por solda, como mostra a figura, e são percorridos por correntes elétricas de intensidades i_1 , i_2 e i_3 , respectivamente, sendo $i_1 = 2 \text{ A}$ e $i_2 = 6 \text{ A}$ nos sentidos indicados.



Determine:

- o sentido e a intensidade da corrente elétrica no fio F_3 ;
- o sentido em que os elétrons livres percorrem o fio F_3 ;
- a quantidade de elétrons livres que passa por uma seção transversal do fio F_3 em cada segundo, sendo $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ a carga elétrica elementar.

Resolução:

- a) Como as duas correntes indicadas estão saindo do ponto **B**, a corrente no fio F_3 tem de estar chegando a esse ponto. Então:

O sentido da corrente no fio F_3 é de **D** para **B**.

Além disso, a intensidade da corrente que chega a **B** tem de ser igual à soma das intensidades das correntes que saem desse ponto.

$$i_3 = i_1 + i_2 \Rightarrow i_3 = 2 \text{ A} + 6 \text{ A}$$

$$i_3 = 8 \text{ A}$$

- b) Como o sentido da corrente elétrica, sempre convencional, é oposto ao sentido do movimento dos elétrons livres:

Os elétrons livres percorrem o fio F_3 de **B** para **D**.

- c) Como $i_3 = 8 \text{ A}$, concluímos que passam 8 C por qualquer seção transversal de F_3 em cada segundo: $|Q| = 8 \text{ C}$.

Mas:

$$|Q| = n e$$

em que n é o número de elétrons pedido.

Então:

$$8 = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \cdot 10^{19} \text{ elétrons livres}$$

4 Cerca de 10^6 íons de Na^+ penetram em uma célula nervosa, em um intervalo de tempo de 1 ms , atravessando sua membrana. Calcule a intensidade da corrente elétrica através da membrana, sendo $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ a carga elétrica elementar.

Resolução:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} = \frac{n e}{\Delta t} \Rightarrow \frac{10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1 \cdot 10^{-3}}$$

$$i = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ A}$$

Resposta: $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ A}$

5 Um fio de cobre é percorrido por uma corrente elétrica constante, de intensidade 10 A . Sendo de $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ a carga elétrica elementar, determine:

- o módulo da carga elétrica que atravessa uma seção transversal do condutor, durante um segundo;
- a quantidade de elétrons que atravessa a citada seção, durante um segundo.

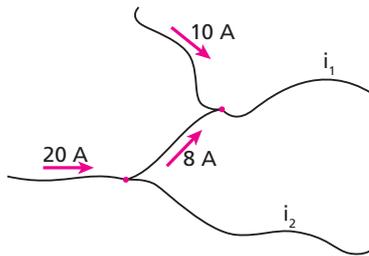
Resolução:

$$\text{a) } i = 10 \text{ A} = \frac{10 \text{ C}}{1 \text{ s}} \Rightarrow |Q| = 10 \text{ C}$$

$$\text{b) } |Q| = n e \Rightarrow 10 = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow n = 6,25 \cdot 10^{19}$$

Respostas: a) 10 C ; b) $6,25 \cdot 10^{19}$

6 A figura ilustra fios de cobre interligados:



Considerando as intensidades e os sentidos das correntes elétricas indicadas, calcule i_1 e i_2 .

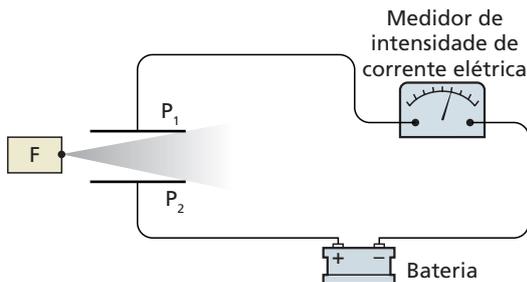
Resolução:

$$i_1 = 8 + 10 \Rightarrow i_1 = 18 \text{ A}$$

$$20 = 8 + i_2 \Rightarrow i_2 = 12 \text{ A}$$

Respostas: $i_1 = 18 \text{ A}; i_2 = 12 \text{ A}$

7 Na montagem esquematizada na figura, P_1 e P_2 são duas placas metálicas ligadas por fios condutores a uma bateria e a um medidor de intensidade de corrente elétrica e F é uma fonte de radiação gama:



Quando a radiação citada atravessa o ar entre as placas, o medidor detecta a passagem de uma corrente elétrica. Isso ocorre porque a radiação torna o ar:

- a) seco;
- b) úmido;
- c) isolante;
- d) imantado;
- e) ionizado.

Resolução:

A radiação tornou o ar condutor, e ar condutor só pode ser **ar ionizado**.

Resposta: e

8 (Unifesp-SP) Num livro de eletricidade você encontra três informações: a primeira afirma que isolantes são corpos que não permitem a passagem da corrente elétrica; a segunda afirma que o ar é isolante; e a terceira afirma que, em média, um raio se constitui de uma descarga elétrica correspondente a uma corrente de 10 000 ampères que atravessa o ar e desloca, da nuvem à Terra, cerca de 20 coulombs. Pode-se concluir que essas três informações são:

- a) coerentes, e que o intervalo de tempo médio de uma descarga elétrica é de 0,002 s.
- b) coerentes, e que o intervalo de tempo médio de uma descarga elétrica é de 2,0 s.
- c) conflitantes, e que o intervalo de tempo médio de uma descarga elétrica é de 0,002 s.

- d) conflitantes, e que o intervalo de tempo médio de uma descarga elétrica é de 2,0 s.
- e) conflitantes, e que não é possível avaliar o intervalo de tempo médio de uma descarga elétrica.

Resolução:

• Estabelecido que o ar é um isolante elétrico, sem nenhuma ressalva, não poderia ocorrer nele uma descarga elétrica. Portanto, as informações são conflitantes.

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow 10\,000 = \frac{20}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0,002 \text{ s}$$

Resposta: c

9 **E.R.** Na representação clássica do átomo de hidrogênio – idealizado por Bohr – tem-se um elétron em órbita circular em torno do núcleo constituído de um próton. Considerando circular e uniforme o movimento do elétron, determine a intensidade média de corrente em um ponto de sua órbita, em função de:

- e:** módulo da carga do elétron;
- v:** módulo da velocidade escalar do elétron;
- r:** raio da órbita do elétron.

Resolução:

Da definição de intensidade média de corrente elétrica, temos:

$$i_m = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow i_m = \frac{e}{T} \quad (I)$$

em que **e** é o módulo da carga do elétron e **T**, o período do MCU. Em um movimento uniforme, a velocidade escalar instantânea pode ser dada por:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

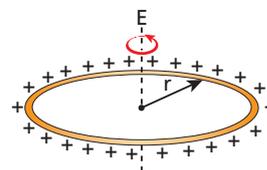
Como $\Delta s = 2\pi r$ (**r** é o raio da órbita) e $\Delta t = T$, temos:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} \quad (II)$$

Substituindo (II) em (I), temos:

$$i_m = \frac{e v}{2\pi r}$$

10 Um anel de raio **r**, uniformemente eletrizado, com densidade linear de cargas (carga elétrica existente por unidade de comprimento do anel) igual a λ , rota em torno do eixo **E** com velocidade angular constante ω .



Determine a intensidade da corrente elétrica gerada por esse anel.

Resolução:

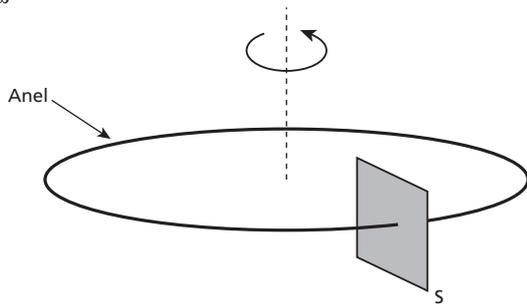
Inicialmente, determinamos a carga total **Q** do anel:

$$\lambda = \frac{Q}{2\pi r} \Rightarrow Q = 2\pi r \lambda$$

Em uma volta completa do anel, decorre um intervalo de tempo igual ao seu período de rotação **T**, e uma quantidade de carga **Q** passa por uma superfície fixa e imaginária **S**, seccionando transversalmente o anel.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

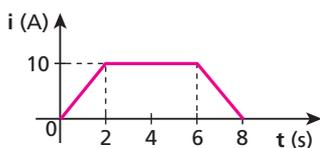


Então:

$$i = \frac{Q}{T} = \frac{2\pi r \lambda}{\frac{2\pi}{\omega}} \Rightarrow i = \omega r \lambda$$

Resposta: $\omega r \lambda$

11 A intensidade da corrente elétrica que passa por um condutor metálico varia com o tempo, de acordo com o diagrama a seguir:



Determine:

- o módulo da carga elétrica total que passa por uma seção transversal desse condutor, nos 8 segundos;
- a intensidade média de corrente elétrica nesse intervalo de tempo.

Resolução:

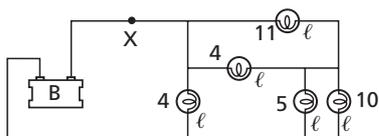
a) $|Q| = \text{"área"} = \frac{(8+4)}{2} \cdot 10 \Rightarrow |Q| = 60 \text{ C}$

b) $i_m = \frac{|Q|}{\Delta t} = \frac{60}{8} \Rightarrow i_m = 7,5 \text{ A}$

Respostas: a) 60 C; b) 7,5 A

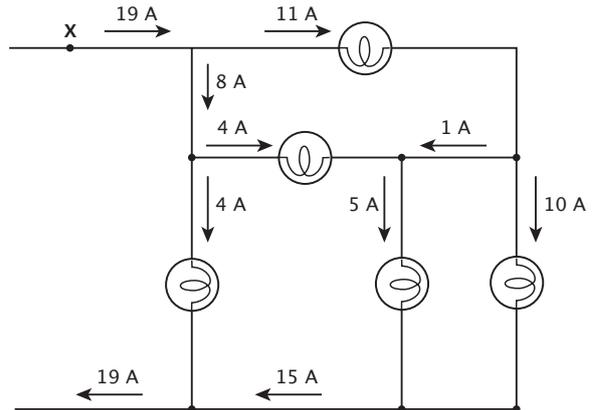
12 (FCC-SP) O circuito mostrado na figura é formado por uma bateria (B) e cinco lâmpadas (ℓ). O número junto a cada lâmpada indica a corrente que passa pela lâmpada, em ampères:

Qual é a corrente que passa pelo ponto X?



Resolução:

Lembrando que, em cada nó, a soma das intensidades das correntes que chegam é igual à soma das intensidades das que saem, temos:



Resposta: 19 A

13 (UFRGS-RS) O rótulo de um chuveiro elétrico indica 4 500 W e 127 V. Isso significa que, ligado a uma rede elétrica de 127 V, o chuveiro consome:

- 4 500 joules por segundo.
- 4 500 joules por hora.
- 571 500 joules por segundo.
- 4 500 calorias por segundo.
- 4 500 calorias por hora.

Resposta: a

14 E.R. Por um chuveiro elétrico circula uma corrente de 20 A quando ele é ligado a uma tensão de 220 V.

Determine:

- a potência elétrica recebida pelo chuveiro;
- a energia elétrica consumida pelo chuveiro em 15 minutos de funcionamento, expressa em kWh.
- a elevação da temperatura da água ao passar pelo chuveiro com vazão igual a 50 gramas por segundo, supondo que ela absorva toda a energia dissipada. Use: calor específico da água = 4,0 J/g °C.

Resolução:

a) A potência elétrica recebida é calculada por:

$$\text{Pot} = U i$$

Assim, substituindo os valores fornecidos, temos:

$$\text{Pot} = 220 \cdot 20 \Rightarrow \text{Pot} = 4400 \text{ W} \text{ ou } \text{Pot} = 4,4 \text{ kW}$$

b) A potência é, por definição:

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

em que **E** é a energia recebida pelo chuveiro nesse intervalo de tempo Δt . Assim, sendo $\text{Pot} = 4,4 \text{ kW}$ e $\Delta t = 15 \text{ min} = \frac{1}{4} \text{ h}$, temos:

$$E = 4,4 \text{ kW} \cdot \frac{1}{4} \text{ h} \Rightarrow E = 1,1 \text{ kWh}$$

Nota:

• $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

Assim, a resposta, no SI, seria:

$$E = 1,1 \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} \Rightarrow E = 3,96 \cdot 10^6 \text{ J}$$

c) Em cada segundo, passa pelo chuveiro uma massa **m** de água: $m = 50 \text{ g}$.

A potência do chuveiro é 4400 W, o que equivale a 4400 J/s. Isso significa que, em cada segundo, o chuveiro consome 4400 J de energia elétrica, que é entregue aos 50 g de água, na forma de energia térmica: $Q = 4400 \text{ J}$.

Usando a equação do calor sensível:

$$Q = m c \Delta\theta$$

em que $Q = 4400 \text{ J}$, $m = 50 \text{ g}$ e $c = 4,0 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, temos:

$$4400 \text{ J} = 50 \text{ g} \cdot \frac{4,0 \text{ J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = 22^\circ\text{C}$$

15 A diferença de potencial U entre os terminais de um fio metálico ligado a uma pilha é igual a 1,2 V e a intensidade da corrente que o percorre é 5 A.

Analise, então, as seguintes afirmações:

- I. Os portadores de carga elétrica que percorrem o fio são elétrons.
- II. A soma dos módulos das cargas dos portadores que passam por uma seção transversal do fio, em cada segundo, é igual a 5 coulombs.
- III. O fio recebe 1,2 J de energia de cada coulomb de carga que o percorre de um terminal ao outro.
- IV. A potência elétrica consumida pelo fio é igual a 6 W e isso significa que o fio recebe 6 joules de energia por segundo, na forma de energia térmica.

São corretas as seguintes afirmações:

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

Resposta: e

16 Quando ligado a uma tensão de 100 V, um aquecedor elétrico recebe uma potência elétrica de 1800 W. Calcule:

- a) a intensidade da corrente elétrica no aquecedor;
- b) a energia elétrica recebida pelo aquecedor, em 1 h de funcionamento, em kWh.

Resolução:

$$\text{a) } Pot = U i \Rightarrow 1800 = 100 i \Rightarrow i = 18 \text{ A}$$

$$\text{b) } E = Pot \Delta t = 1,8 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} \Rightarrow E = 1,8 \text{ kWh}$$

Respostas: a) 18 A; b) 1,8 kWh

17 Um aquecedor elétrico de imersão, ligado a uma tomada de 110 V, eleva de 20°C a 100°C a temperatura de 660 gramas de água, em 4,0 minutos. Supondo que a água aproveite toda a energia térmica produzida e sendo $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ o seu calor específico, calcule:

- a) a potência do aquecedor (use $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$);
- b) a corrente elétrica no aquecedor.

Resolução:

$$\text{a) } Pot = \frac{E}{\Delta t} = \frac{m c \Delta\theta}{\Delta t} = \frac{600 \cdot 4,2 \cdot 80}{4,0 \cdot 60} \Rightarrow Pot = 924 \text{ W}$$

$$\text{b) } Pot = U i \Rightarrow 924 = 110 i \Rightarrow i = 8,4 \text{ A}$$

Respostas: a) 924 W; b) 8,4 A

18 (UFRN) Um chuveiro elétrico tem potência de 2800 W, e uma lâmpada incandescente tem potência de 40 W. 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.

Resolução:

Seja E_c e E_l as energias consumidas, respectivamente, pelo chuveiro e pela lâmpada, temos:

$$E_c = E_l$$

$$Pot_c \Delta t_c = Pot_l \Delta t_l$$

$$2800 \text{ W} \cdot 10 \text{ min} = 40 \text{ W} \cdot \Delta t_l$$

$$\Delta t_l = 700 \text{ min}$$

$$\Delta t_l = 11 \text{ horas e } 40 \text{ minutos}$$

Resposta: d

19 (Vunesp-SP) Um jovem casal instalou em sua casa uma ducha elétrica moderna de 7700 watts/220 volts. No entanto, os jovens verificaram, desiludidos, que toda vez que ligavam a ducha na potência máxima, desarmava-se o disjuntor (o que equivale a queimar o fusível de antigamente) e a fantástica ducha deixava de aquecer. Pretendiam até recolocar no lugar o velho chuveiro de 3300 watts/220 volts, que nunca falhou. Felizmente, um amigo – físico, naturalmente – os socorreu. Substituiu o velho disjuntor por outro, de maneira que a ducha funcionasse normalmente.

A partir desses dados, indique a única alternativa que descreve corretamente a possível troca efetuada pelo amigo.

- a) Substituiu o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 30 ampères.
- b) Substituiu o velho disjuntor de 20 ampères por um novo, de 40 ampères.
- c) Substituiu o velho disjuntor de 10 ampères por um novo, de 40 ampères.
- d) Substituiu o velho disjuntor de 30 ampères por um novo, de 20 ampères.
- e) Substituiu o velho disjuntor de 40 ampères por um novo, de 20 ampères.

Resolução:

Com o velho chuveiro (3300 W / 220 V):

$$Pot = U i \Rightarrow 3300 = 220 i \Rightarrow i = 15 \text{ A}$$

Com a moderna ducha (7700 W / 220 V):

$$Pot' = U i' \Rightarrow 7700 = 220 i' \Rightarrow i' = 35 \text{ A}$$

Resposta: b

20 Quando lemos uma matéria sobre usinas hidrelétricas, frequentemente deparamos a unidade kVA. Trata-se de uma unidade de medida de:

- a) carga elétrica;
- b) corrente elétrica;
- c) diferença de potencial;
- d) energia;
- e) potência.

Resolução:

$$\text{kVA} = \underbrace{\text{kV}}_{\text{Unidade de U}} \cdot \underbrace{\text{A}}_{\text{Unidade de i}} = \text{unidade de potência}$$

Resposta: e

21 Um aquecedor com as especificações 800 W–220 V, corretamente ligado, elevou de 20 °C a 100 °C a temperatura de uma determinada quantidade de água, durante 5,0 minutos.

Sabendo que o calor específico da água é igual a 1,0 cal/g °C e que sua massa específica é igual a 1,0 g/mL, determine o volume da água aquecida.

Suponha que toda energia térmica produzida seja entregue à água e considere 1,0 cal = 4,0 J.

Resolução:

$$\text{Pot} = 800 \text{ W}$$

$$\Delta t = 5,0 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$E = \text{Pot} \Delta t = 800 \cdot 300 \text{ J}$$

$$\Delta \theta = 80 \text{ °C}$$

$$Q = m c \Delta \theta$$

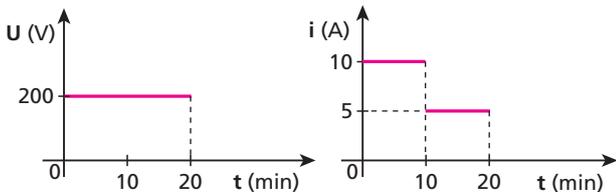
$$800 \cdot 300 \text{ J} = m \cdot \frac{4,0 \text{ J}}{\text{g °C}} \cdot 80 \text{ °C} \Rightarrow m = 750 \text{ g}$$

Então, o volume correspondente é igual a 750 ml.

Resposta: 750 ml

22 Os gráficos a seguir representam a tensão (U) e a intensidade de corrente elétrica (i) em um aquecedor, em função do tempo (t):

Calcule o consumo de energia elétrica, em kWh, nos vinte minutos de funcionamento.



Resolução:

De 0 a 10 min, temos:

$$\text{Pot} = U i = 200 \cdot 10 \Rightarrow \text{Pot} = 2000 \text{ W} = 2 \text{ kW}$$

$$E_1 = \text{Pot} \cdot \Delta t = 2 \text{ kW} \cdot \frac{1}{6} \text{ h} \Rightarrow E_1 = \frac{2}{6} \text{ kWh}$$

De 10 a 20 min, temos:

$$\text{Pot} = U i = 200 \cdot 5 \Rightarrow \text{Pot} = 1000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$$

$$E_2 = \text{Pot} \cdot \Delta t = 1 \text{ kW} \cdot \frac{1}{6} \text{ h} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{6} \text{ kWh}$$

De 0 a 20 min, temos, portanto:

$$E = E_1 + E_2 = \frac{2}{6} \text{ kWh} + \frac{1}{6} \text{ kWh}$$

$$E = 0,5 \text{ kWh}$$

Resposta: 0,5 kWh

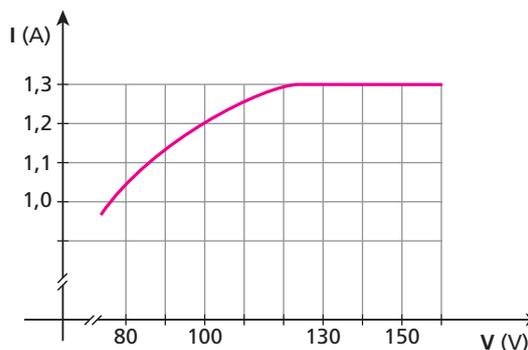
23 (Fuvest-SP) Um certo tipo de lâmpada incandescente comum, de potência nominal 170 W e tensão nominal 130 V, apresenta a relação da corrente (I), em função da tensão (V), indicada no gráfico a seguir. Suponha que duas lâmpadas (A e B), desse mesmo tipo, foram utilizadas, cada uma, durante 1 hora, sendo:

A – em uma rede elétrica de 130 V;

B – em uma rede elétrica de 100 V.

Ao final desse tempo, a diferença entre o consumo de energia elétrica das duas lâmpadas, em watt · hora (Wh), foi aproximadamente de:

- a) 0 Wh.
- b) 10 Wh.
- c) 40 Wh.
- d) 50 Wh.
- e) 70 Wh.



Resolução:

A lâmpada A operou nos valores nominais (170 W – 130 V):

$$E_A = \text{Pot}_A \Delta t = 170 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 170 \text{ Wh}$$

Para U = 100 V, temos do gráfico, que a corrente na lâmpada B é i = 1,2 A. Então:

$$\text{Pot}_B = U i = 100 \cdot 1,2 \Rightarrow \text{Pot}_B = 120 \text{ W}$$

Portanto:

$$E_B = \text{Pot}_B \Delta t = 120 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 120 \text{ Wh}$$

Assim, a diferença entre os consumos é igual a 50 Wh.

Resposta: d

24 (Fuvest-SP) As lâmpadas fluorescentes iluminam muito mais do que as lâmpadas incandescentes de mesma potência. Nas lâmpadas fluorescentes compactas, a eficiência luminosa, medida em lumens por watt (lm/W), é da ordem de 60 lm/W e, nas lâmpadas incandescentes, da ordem de 15 lm/W. Em uma residência, 10 lâmpadas incandescentes de 100 W são substituídas por fluorescentes compactas que fornecem iluminação equivalente (mesma quantidade de lumens). Admitindo que as lâmpadas ficam acesas, em média, 6 horas por dia e que o preço da energia elétrica é de R\$ 0,20 por kWh, a economia mensal na conta de energia elétrica dessa residência será de, aproximadamente:

- a) R\$ 12,00.
- b) R\$ 20,00.
- c) R\$ 27,00.
- d) R\$ 36,00.
- e) R\$ 144,00.

Resolução:

Cada lâmpada incandescente fornece:

$$100 \text{ W} \cdot \frac{15 \text{ lm}}{\text{W}} = 1500 \text{ lm}$$

Cada lâmpada fluorescente, de P watts, também deve fornecer 1500 lm:

$$P \cdot \frac{60 \text{ lm}}{\text{W}} = 1500 \text{ lm} \Rightarrow P = 25 \text{ W}$$

Redução da potência consumida: 10 (100 W – 25 W) = 0,75 kW

Redução do consumo de energia em 30 dias:

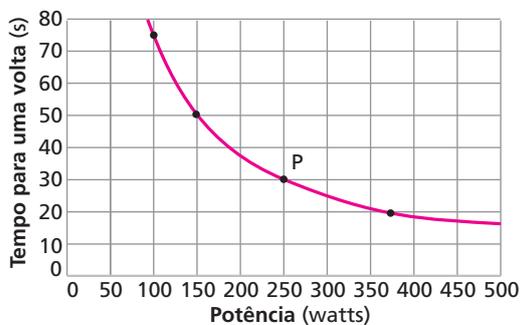
$$0,75 \text{ kW} \cdot 6 \text{ h} \cdot 30 = 135 \text{ kWh}$$

$$\text{Economia mensal} = 135 \cdot \text{R\$ } 0,20 = \text{R\$ } 27,00$$

Resposta: c

25 (Vunesp-SP) Normalmente, aparelhos elétricos têm manual de instruções ou uma plaqueta que informa a potência que absorvem da rede elétrica para funcionar. Porém, se essa informação não estiver disponível, é possível obtê-la usando o medidor de energia elétrica da entrada da residência. Além de mostradores que permitem a leitura do consumo de cada mês, o medidor tem um disco que gira quando a energia elétrica está sendo consumida. Quanto mais energia se consome, mais rápido gira o disco. Usando esse medidor, um estudante procedeu da seguinte forma para descobrir a potência elétrica de um aparelho que possuía.

- Inicialmente, desconectou todos os aparelhos das tomadas e apagou todas as luzes. O disco cessou de girar.
- Em seguida, ligou apenas uma lâmpada de potência conhecida, e mediu o tempo que o disco levou para dar uma volta completa.
- Prosseguindo, ligou ao mesmo tempo duas, depois três, depois quatro, ... lâmpadas conhecidas, repetindo o procedimento da medida. A partir dos dados obtidos, construiu o gráfico do tempo gasto pelo disco para dar uma volta completa em função da potência absorvida da rede, mostrado na figura a seguir.



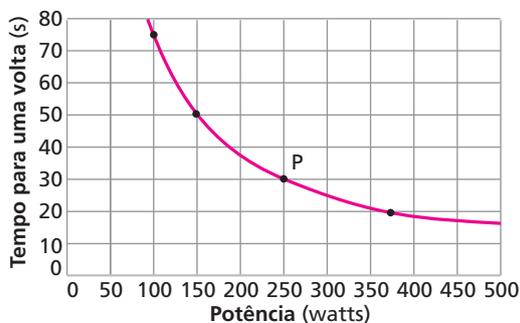
Finalmente, ligando apenas o aparelho cuja potência desejava conhecer, observou que o disco levava aproximadamente 30 s para dar uma volta completa.

- Qual a potência do aparelho?
- O tempo gasto pelo disco e a potência absorvida são grandezas diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais? Justifique sua resposta.

Resolução:

a) O ponto P indicado no gráfico nos informa que, se o tempo para dar uma volta é de 30 s, a potência é:

$$\text{Pot} = 250 \text{ W}$$

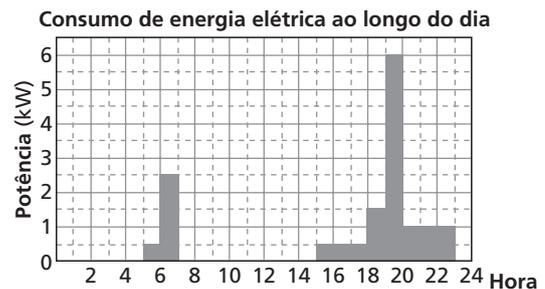


- Os quatro pontos destacados no gráfico permitem concluir que o produto (Tempo para dar uma volta · Potência) é constante. Então, essas grandezas são inversamente proporcionais.

Respostas: a) 250 W; b) Inversamente proporcionais

26 (Unicamp-SP) O gráfico abaixo mostra a potência elétrica (em kW) consumida em uma certa residência ao longo do dia. A residência é alimentada com a voltagem de 120 V. Essa residência tem um fusível que se queima se a corrente ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse fusível deve suportar a corrente utilizada na operação normal dos aparelhos da residência.

- Qual o valor mínimo da corrente que o fusível deve suportar?
- Qual é a energia em kWh consumida em um dia nessa residência?
- Qual será o preço a pagar por 30 dias de consumo se o kWh custa R\$ 0,12?



Resolução:

a) $Pot_{\text{máx}} = U \cdot i_{\text{máx}}$

$$6000 = 120 \cdot i_{\text{máx}} \Rightarrow i_{\text{máx}} = 50 \text{ A}$$

Portanto, o fusível deve suportar 50 A, no mínimo.

b) $0,5 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h}$

A "área" deste retângulo corresponde a um consumo de energia igual a:

$$0,5 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 0,5 \text{ kWh}$$

A "área" total do gráfico contém 30 retângulos. Então:

$$\text{Energia consumida} = 30 \cdot 0,5 \text{ kWh} = 15 \text{ kWh}$$

c) Consumo = $30 \cdot 15 \text{ kWh} = 450 \text{ kWh}$

Preço = $450 \cdot \text{R\$ } 0,12$

$$\text{Preço} = \text{R\$ } 54,00$$

Respostas: a) 50 A; b) 15 kWh; c) R\$ 54,00

27 As unidades C/s, J/C, J/s e V/A receberam as seguintes denominações:

- watt, volt, ampère e ohm;
- ampère, volt, watt e ohm;
- watt, ampère, volt e ohm;
- ampère, volt, coulomb e ohm;
- ampère, ohm, watt e coulomb.

Resposta: b

28 As tabelas a seguir fornecem intensidades de corrente elétrica i em função de tensões U em três condutores **A**, **B** e **C** mantidos em temperatura constante:

i (A)	U (V)	i (A)	U (V)	i (A)	U (V)
0	0	0	0	0	0
2	4	5	5	2,5	0,25
5	10	8	16	4	0,4
20	40	10	30	20	2
25	50	12	48	30	3

(A)

(B)

(C)

- a) Que condutor(es) é(são) ôhmico(s)?
 b) Calcule a resistência elétrica do(s) condutor(es) ôhmico(s).

Resolução:

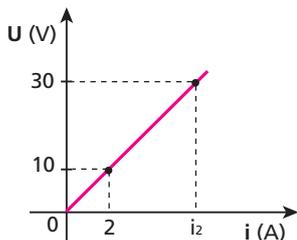
a) $\frac{U}{i}$ é constante nos condutores **A** e **C** (condutores ôhmicos).

b) $R_A = \frac{4}{2} \Rightarrow R_A = 2 \Omega$

$R_B = \frac{0,25}{2,5} \Rightarrow R_B = 0,1 \Omega$

Respostas: a) **A** e **C**; b) $R_A = 2 \Omega$; $R_B = 0,1 \Omega$

29 No diagrama a seguir está representada a curva característica de um resistor mantido em temperatura constante.



Analise as seguintes afirmações:

- I. O resistor em questão é ôhmico.
- II. A resistência elétrica do resistor é igual a 5Ω e isso significa que são necessários 5 volts para produzir nele 1 ampère de corrente.
- III. A intensidade de corrente i_2 indicada no diagrama é igual a 6 A.
- IV. Se esse resistor for percorrido por uma corrente de 2 A durante 20 s, consumirá 400 J de energia.

São corretas as seguintes afirmações:

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

Resolução:

I. Correto: U e i são diretamente proporcionais.

II. Correta: $R = \frac{10 \text{ V}}{2 \text{ A}} = \frac{5 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 5 \Omega$

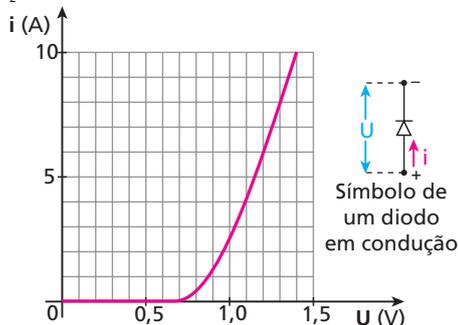
III. Correta: $R = \frac{30}{i_2} = 5 \Rightarrow i_2 = 6 \text{ A}$

IV. Correta: $E = \text{Pot} \Delta t = U i \Delta t = 10 \cdot 2 \cdot 20 \Rightarrow E = 400 \text{ J}$

Resposta: d

30 O diodo semiconductor é um componente eletrônico usado, por exemplo, na conversão de corrente alternada em corrente contínua. A curva característica de um determinado diodo de silício está representada na figura a seguir.

- a) A partir de que valor de U esse diodo começa a conduzir corrente elétrica?
 b) Qual é o valor R_1 de sua resistência quando U é igual a 1,2 V, e o valor R_2 quando U é igual a 1,4 V?



Resolução:

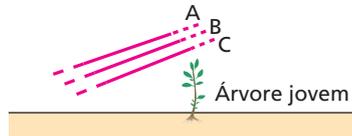
a) $U = 0,7 \text{ V}$

b) $R_1 = \frac{1,2}{6} \Rightarrow R_1 = 0,2 \Omega$

$R_2 = \frac{1,4}{10} \Rightarrow R_2 = 0,14 \Omega$

Respostas: a) 0,7 V; b) $R_1 = 0,2 \Omega$; $R_2 = 0,14 \Omega$

31 Tomando como referência o potencial elétrico da Terra (zero volt), os potenciais dos fios nus **A**, **B** e **C** de uma linha de transmissão valem 200 V, -250 V e -300 V, respectivamente. O corpo de uma pessoa situada no alto de uma escada isolante será percorrido por corrente elétrica mais intensa quando tocar com uma das mãos e com a outra mão.



Indique a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- a) a árvore; o fio **C**. c) o fio **B**; o fio **C**. e) o fio **C**; o fio **C**.
 b) o fio **B**; o fio **A**. d) o fio **A**; o fio **C**.

Resolução:

Entre os fios **A** e **C**, temos a diferença de potencial de máximo valor absoluto : 500 V.

Resposta: d

32 (UFG-GO) Nos choques elétricos, as correntes que fluem através do corpo humano podem causar danos biológicos que, de acordo com a intensidade da corrente, são classificados segundo a tabela abaixo:

	Corrente elétrica	Dano biológico
I	Até 10 mA	Dor e contração muscular
II	De 10 mA até 20 mA	Aumento das contrações musculares
III	De 20 mA até 100 mA	Parada respiratória
IV	De 100 mA até 3 A	Fibrilação ventricular que pode ser fatal
V	Acima de 3 A	Parada cardíaca, queimaduras graves

Adaptado de: DURAN, J. E. R. *Biofísica: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Prentice Hall, 2003. p. 178.

Considerando que a resistência do corpo em situação normal é da ordem de 1500Ω , em qual das faixas acima se enquadra uma pessoa sujeita a uma tensão elétrica de 220 V ?

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

Resolução:

$$i = \frac{U}{R} = \frac{220}{1500} \Rightarrow i = 0,147 \text{ A} = 147 \text{ mA}$$

Resposta: d

33 E.R. Considere uma lâmpada de incandescência com as seguintes especificações (valores nominais): 100 W – 220 V .

- a) Calcule a resistência elétrica dessa lâmpada operando corretamente.
 b) Ignorando a variação da resistência elétrica com a temperatura, calcule a potência dissipada pela lâmpada se for ligada a uma rede de 110 V .

Resolução:

- a) Conhecendo $\text{Pot} = 100 \text{ W}$ e $U = 220 \text{ V}$, é mais imediato usar:

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{\text{Pot}} = \frac{220 \cdot 220}{100} \Rightarrow R = 484 \Omega$$

- b) Quando a lâmpada está ligada corretamente ($U = 220 \text{ V}$), temos:

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R} = 100 \text{ W}$$

Na nova situação ($U' = 110 \text{ V} = \frac{U}{2}$), a potência dissipada será:

$$\text{Pot}' = \frac{U'^2}{R} = \frac{\left(\frac{U}{2}\right)^2}{R} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U^2}{R} = \frac{1}{4} \cdot 100 \text{ W}$$

$$\text{Pot}' = 25 \text{ W}$$

Com a redução da potência dissipada, reduz-se também a potência luminosa irradiada, que é uma **pequena** fração da potência dissipada, já que o rendimento dessa lâmpada é muito baixo. Consequentemente, ela passa a iluminar menos.

Nota:

- Você também pode resolver o item **b** usando $\text{Pot} = U i$. Entretanto, essa expressão é menos adequada que a outra, porque **todas** as grandezas presentes nela são **variáveis**. De fato, sendo **R** constante, **U** e **i** são diretamente proporcionais. Então, se **U** cai à metade, o mesmo acontece com **i**, de modo que a potência passa a ser:

$$\text{Pot}' = U' i' = \frac{U}{2} \cdot \frac{i}{2} = \frac{U i}{4} = \frac{\text{Pot}}{4}$$

Mais uma vez concluímos que a nova potência é um quarto da potência nominal. Verifique você mesmo que a expressão $\text{Pot} = R i^2$ também o levaria à mesma conclusão.

34 Um soldador elétrico de baixa potência, de especificações 26 W – 127 V , está ligado a uma rede elétrica de 127 V . Calcule:

- a) a resistência elétrica desse soldador em funcionamento;
 b) a intensidade de corrente nele estabelecida;
 c) a energia dissipada em $5,0$ minutos de operação, em quilojoules.

Resolução:

a) $\text{Pot} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow 26 = \frac{127^2}{R} \Rightarrow R = 620 \Omega$

b) $\text{Pot} = U i \Rightarrow 26 = 127 i \Rightarrow i = 205 \text{ mA}$

c) $E = \text{Pot} \Delta t = 26 \cdot 5,0 \cdot 60 \Rightarrow E = 7800 \text{ J} \Rightarrow E = 7,8 \text{ kJ}$

Respostas: a) 620Ω ; b) 205 mA ; c) $7,8 \text{ kJ}$

35 Um resistor usado em circuitos, como os de receptores de rádio e televisores, por exemplo, é especificado pelo valor de sua resistência e pela potência máxima que pode dissipar sem danificar-se. Considerando um resistor de especificações $10 \text{ k}\Omega$ – 1 W , determine a máxima intensidade de corrente que ele pode suportar.

Resolução:

$$\text{Pot} = R i^2 \Rightarrow 1 = 10^4 i^2 \Rightarrow i = 10^{-2} \text{ A} = 10 \text{ mA}$$

Resposta: 10 mA

36 Um fio de nicromo, de resistência igual a $3,0 \Omega$, é submetido a uma diferença de potencial de $6,0 \text{ V}$. Com isso, ele passa a liberar quantas cal/s (calorias por segundo)? Use: $1,0 \text{ cal} = 4,0 \text{ J}$.

Resolução:

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R} = \frac{6,0^2}{3,0} \Rightarrow \text{Pot} = 12 \text{ W} = 12 \text{ J/s}$$

Isto equivale a uma dissipação de $3,0 \text{ cal/s}$.

Resposta: $3,0 \text{ cal/s}$

37 Um chuveiro ligado em 220 V opera com potência igual a 5500 W . A temperatura ambiente é igual a 15°C e considere o calor específico da água igual a $4,0 \text{ J/g}^\circ \text{C}$. Suponha que toda energia dissipada no resistor do chuveiro seja entregue à água.

- a) Calcule a resistência elétrica desse chuveiro ligado.
 b) Calcule a temperatura da água ao sair do chuveiro quando passam por ele 55 gramas por segundo.
 c) Desejando que a água saia do chuveiro a 70°C , devemos fechar um pouco o registro de modo que passem pelo chuveiro quantos gramas por segundo?

Resolução:

a) $\text{Pot} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{\text{Pot}} = \frac{220 \cdot 220}{5500}$

$$R = 8,8 \Omega$$

- b) **Em 1 s:** $Q = 5500 \text{ J}$

$$m = 55 \text{ g}$$

$$Q = m c \Delta\theta$$

$$5500 \text{ J} = 55 \text{ g} \cdot \frac{4 \text{ J}}{\text{g}^\circ \text{C}} \cdot (\theta - 15)$$

$$\theta = 40^\circ \text{C}$$

- c) **Em 1 s:** $Q = 5500 \text{ J}$

$$m = ?$$

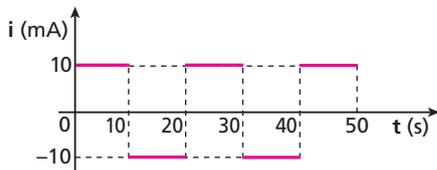
$$\Delta\theta = 55^\circ \text{C}$$

$$Q = m c \Delta\theta$$

$$5500 \text{ J} = m \cdot \frac{4 \text{ J}}{\text{g}^\circ \text{C}} \cdot 55^\circ \text{C} \Rightarrow m = 25 \text{ g}$$

Respostas: a) $R = 8,8 \Omega$; b) $\theta = 40^\circ \text{C}$; c) $m = 25 \text{ g}$

38 A intensidade de corrente elétrica em um resistor ôhmico de resistência elétrica igual a $1\text{ k}\Omega$ é dada em função do tempo, conforme o gráfico a seguir: Determine a energia elétrica dissipada no resistor no intervalo de tempo de 0 a 50 s.

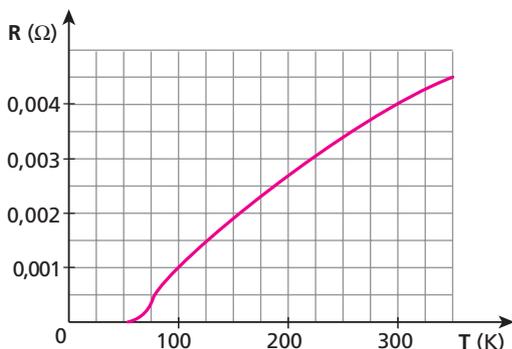


Resolução:

De 0 a 10 s, temos:
 $E = Pot \Delta t = R i^2 \Delta t = 10^3 (10^{-2})^2 10$
 $E = 1\text{ J}$
 De 0 a 50 s, temos:
 $E = 5\text{ J}$

Resposta: 5 J

39 (Fuvest-SP) O gráfico representa o comportamento da resistência de um fio condutor em função da temperatura em K. O fato de o valor da resistência ficar desprezível abaixo de uma certa temperatura caracteriza o fenômeno da supercondutividade. Pretende-se usar o fio na construção de uma linha de transmissão de energia elétrica em corrente contínua. À temperatura ambiente de 300 K, a linha seria percorrida por uma corrente de 1000 A, com uma certa perda de energia na linha.



Qual seria o valor da corrente na linha, com a mesma perda de energia, se a temperatura do fio fosse baixada para 100 K?

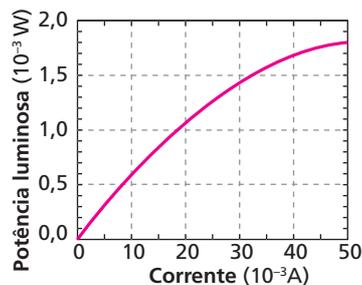
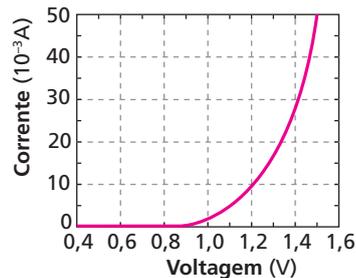
Resolução:

Sendo R a resistência elétrica da linha e i a intensidade da corrente que passa por ela, a potência dissipada na linha é dada por:
 $Pot = R i^2$

- A 300 K, $R = 0,004\ \Omega$ e $i = 1000\text{ A} \Rightarrow Pot = 4000\text{ W}$
- A 100 K, $R = 0,001\ \Omega$ e $Pot = 4000\text{ W}$ (mesma "perda"):
 $4000 = 0,001 i^2 \Rightarrow i = 2000\text{ A}$

Resposta: 2 000 A

40 (Unicamp-SP) Um LED (do inglês *Light Emitting Diode*) é um dispositivo semicondutor para emitir luz. Sua potência depende da corrente elétrica que passa através desse dispositivo, controlada pela voltagem aplicada. Os gráficos a seguir apresentam as características operacionais de um LED com comprimento de onda na região do infravermelho, usado em controles remotos.



- Qual é a potência elétrica do diodo, quando uma tensão de 1,2 V é aplicada?
- Qual é a potência de saída (potência elétrica transformada em luz) para essa voltagem? Qual é a eficiência do dispositivo?
- Qual é a eficiência do dispositivo sob uma tensão de 1,5 V?

Resolução:

A partir da leitura dos gráficos, temos:

- $U = 1,2\text{ V} \Rightarrow i = 10 \cdot 10^{-3}\text{ A}$
 $Pot = U i \Rightarrow Pot = 12 \cdot 10^{-3}\text{ W} = 12\text{ mW}$
- $i = 10 \cdot 10^{-3}\text{ A} \Rightarrow Pot_{lum} = 0,6 \cdot 10^{-3}\text{ W} = 0,6\text{ mW}$
 $Effici\acute{e}ncia = \frac{Pot_{lum}}{Pot} = \frac{0,6}{12} = 0,05 \Rightarrow Effici\acute{e}ncia = 5\%$
- $U = 1,5\text{ V} \Rightarrow i = 50 \cdot 10^{-3}\text{ A}$
 $Pot = U i \Rightarrow Pot = 75\text{ mW}$
 $Pot_{lum} = 1,8\text{ mW}$
 $Effici\acute{e}ncia = \frac{1,8}{75} = 0,024 \Rightarrow Effici\acute{e}ncia = 2,4\%$

Respostas: a) 12 mW; b) 0,6 mW; 5%; c) 2,4 %

41 (Unifesp-SP) Um resistor para chuveiro elétrico apresenta as seguintes especificações:

- Tensão elétrica: 220 V.
- Resistência elétrica (posição I): 20,0 Ω .
- Resistência elétrica (posição II): 11,0 Ω .
- Potência máxima (posição II): 4 400 W

Uma pessoa gasta 20 minutos para tomar seu banho, com o chuveiro na posição II, e com a água saindo do chuveiro à temperatura de 40 °C. Considere que a água chega ao chuveiro à temperatura de 25 °C e que toda a energia dissipada pelo resistor seja transferida para a água. Para o mesmo tempo de banho e a mesma variação de temperatura da água, determine a economia que essa pessoa faria, se utilizasse o chuveiro na posição I:

- no consumo de energia elétrica, em kWh, em um mês (30 dias);
- no consumo de água por banho, em litros, considerando que na posição I gastaria 48 litros de água.

Dados: calor específico da água: 4000 J/kg °C;
 densidade da água: 1 kg/L.

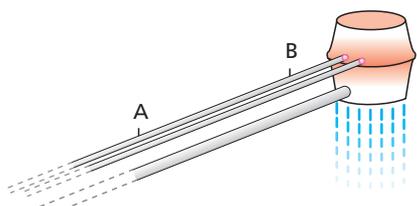
Resolução:

a) $Pot_{II} = 4400 \text{ W} = 4,4 \text{ kW}$
 $Pot_I = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{20,0} \Rightarrow Pot_I = 2420 \text{ W} = 2,42 \text{ kW}$
 $E_{II} = Pot_{II} \Delta t$
 $E_I = Pot_I \Delta t$
 $\Delta t = 20 \text{ min} = \frac{1}{3} \text{ h}$
 Economia num banho = $E_{II} - E_I = (Pot_{II} - Pot_I) \Delta t = 0,66 \text{ kWh}$
 Economia mensal = $30 \cdot 0,66 \text{ kWh} = 19,8 \text{ kWh}$

b) $Pot_{II} = \frac{m_{II} c \Delta \theta}{\Delta t}$
 $Pot_I = \frac{m_I c \Delta \theta}{\Delta t}$
 $\Rightarrow \frac{Pot_{II}}{Pot_I} = \frac{m_{II}}{m_I} = \frac{V_{II}}{V_I} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{4,4}{2,42} = \frac{V_{II}}{48 \ell} \Rightarrow V_{II} \approx 87,3 \text{ L}$
 Economia = $V_{II} - V_I = 39,3 \text{ L}$

Respostas: a) 19,8 kWh; b) 39,3 L

42 E.R. Um chuveiro é alimentado por dois fios de cobre de seção transversal de área igual a $4,0 \text{ mm}^2$. Suponha que o chuveiro esteja ligado, de modo que a corrente elétrica nesses fios seja de 20 A.



Sabendo que os fios de cobre estão praticamente na temperatura ambiente e que, nessa temperatura, a resistividade do cobre é igual a $1,7 \cdot 10^{-2} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$, determine:

- a) a resistência elétrica de um trecho AB de um desses fios, de 80 cm de comprimento;
- b) a diferença de potencial entre os extremos **A** e **B** do trecho a que se refere o item anterior.

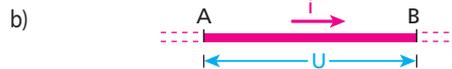
Resolução:

a) Para o trecho AB, temos:
 $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$
 $\ell = 80 \text{ cm} = 0,80 \text{ m}$
 $A = 4,0 \text{ mm}^2$
 Então, usando a **Segunda Lei de Ohm**, calculamos sua resistência:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{1,7 \cdot 10^{-2} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 0,80 \text{ m}}{4,0 \text{ mm}^2} \Rightarrow$$

$$R = 3,4 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Observe que essa resistência é extremamente pequena (3,4 milésimos de ohm). Isso explica por que os fios de ligação em uma instalação elétrica residencial podem ser considerados aproximadamente condutores ideais.



Sendo $i = 20 \text{ A}$ e $R = 3,4 \cdot 10^{-3} \Omega$, temos, pela **Primeira Lei de Ohm**:

$$U = R i = 3,4 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \Rightarrow U = 68 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

Nota:

• A ddp obtida é muito pequena (68 milésimos de volt), razão pela qual normalmente é desprezada. Observe, porém, que, embora essa ddp seja muito pequena, ela consegue manter no trecho do fio uma corrente elevada, de 20 A, porque a resistência desse trecho também é muito pequena.

Veja:

$$i = \frac{U_{(\text{desprezível})}}{R_{(\text{desprezível})}} = \frac{68 \cdot 10^{-3}}{3,4 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow i = 20 \text{ A}$$

Entretanto, essa ddp é totalmente inofensiva para uma pessoa, pois a resistência, principalmente da pele, é muitíssimo mais alta.

43 A área **A** de um círculo de raio **r** é dada por: $A = \pi r^2$. Calcule, então, quantos metros deve ter um fio de cobre com 2,0 mm de diâmetro, para que sua resistência elétrica seja igual a 1,0 Ω . Considere a resistividade do cobre igual a $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$. Use $\pi = 3,1$.

Resolução:

$$A = \pi r^2 = 3,1 (1 \cdot 10^{-3})^2 \Rightarrow A = 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\ell = \frac{R A}{e} = \frac{1,0 \cdot 3,1 \cdot 10^{-6}}{1,7 \cdot 10^{-8}} \Rightarrow \ell \approx 182 \text{ m}$$

Resposta: 182 m

44 O resistor de determinado chuveiro é um fio de nicromo, de 2 m de comprimento e 11 Ω de resistência, enrolado em forma de hélice cilíndrica.

- a) Faça uma estimativa do comprimento que deveria ter um fio de cobre, de mesma área de seção transversal, para se obter um resistor também de 11 Ω . Para isso, considere:

$$\rho_{\text{nicromo}} = 1 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$$

$$\rho_{\text{cobre}} = 2 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

- b) Seria viável usar o cobre na confecção do resistor desse chuveiro? Ignore problemas relacionados com a oxidação.

Resolução:

a) $R_{\text{cobre}} = R_{\text{nicromo}}$

$$\frac{\rho_{\text{cobre}} \ell_{\text{cobre}}}{A} = \frac{\rho_{\text{nicromo}} \ell_{\text{nicromo}}}{A} \Rightarrow 2 \cdot 10^{-8} \cdot \ell_{\text{cobre}} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 2$$

$$\ell_{\text{cobre}} = 100 \text{ m}$$

- b) Não. As dimensões de um chuveiro não comportariam um enrolamento de 100 m de fio.

Respostas: a) 100 m; b) Não.

45 Qual é a resistência elétrica de uma barra de alumínio de $1 \text{ m} \times 2 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$? Considere que a corrente elétrica passa ao longo do comprimento da barra e que a resistividade do alumínio vale $2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

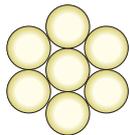
Resolução:

$$A = 14 \text{ cm}^2 = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 1}{1,4 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow R = 2 \cdot 10^{-5} \Omega$$

Resposta: $2 \cdot 10^{-5} \Omega$

46 (Mack-SP) Para a transmissão de energia elétrica, constrói-se um cabo composto por 7 fios de uma liga de cobre de área de seção transversal 10 mm^2 cada um, como mostra a figura.



A resistência elétrica desse cabo, a cada quilômetro, é:

Dado: resistividade da liga de cobre = $2,1 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

- a) $2,1 \Omega$ b) $1,8 \Omega$ c) $1,2 \Omega$ d) $0,6 \Omega$ e) $0,3 \Omega$

Resolução:

$$R = \frac{\rho \ell}{A_{\text{total}}} = \frac{2,1 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 10^3 \text{ m}}{70 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,3 \Omega$$

Resposta: e

47 **E.R.** Desprezando influências da temperatura na resistividade e no calor específico, justifique as seguintes afirmações a respeito de um mesmo chuveiro submetido a uma diferença de potencial U constante.

- a) Sem fazer qualquer alteração no sistema elétrico do chuveiro, a redução da vazão faz com que a elevação $\Delta\theta$ da temperatura da água seja maior.
 b) Para uma mesma vazão, a elevação $\Delta\theta$ da temperatura da água torna-se maior se for cortado um pedaço do resistor do chuveiro (operação, em geral, desaconselhável).

Resolução:

- a) Como U e R (resistência elétrica do chuveiro) são constantes, a expressão $\text{Pot} = \frac{U^2}{R}$ nos faz concluir que a potência do chuveiro também é constante. Isso significa que, em cada segundo, é constante a quantidade de energia térmica Q entregue à massa de água m que passa pelo chuveiro.

Como $Q = m c \Delta\theta$:

$$\Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

Sendo Q e c constantes, quanto menor for m , maior será $\Delta\theta$. Então, quanto menor a vazão, maior a elevação da temperatura da água.

- b) Pela **Segunda Lei de Ohm**:

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

Cortando um pedaço do resistor, seu comprimento ℓ diminui e, com isso, diminui sua resistência R , pois ρ e A são constantes.

Como $\text{Pot} = \frac{U^2}{R}$ e U é constante, a redução de R implica um aumento da potência do chuveiro. Assim, para uma vazão constante, uma mesma massa m de água recebe, por segundo, maior quantidade de energia térmica Q . Sendo $Q = m c \Delta\theta$:

$$\Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

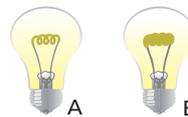
Como m e c são constantes, um aumento de Q implica maior elevação de temperatura $\Delta\theta$.

48 (PUC-SP) Uma estudante, descontente com o desempenho de seu secador de cabelos, resolve aumentar a potência elétrica do aparelho. Sabendo que o secador tem potência elétrica nominal 1200 W e opera em 220 V , a estudante deve:

- a) ligar o secador numa tomada de 110 V .
 b) aumentar o comprimento do fio metálico que constitui o resistor do secador.
 c) diminuir o comprimento do fio metálico que constitui o resistor do secador.
 d) diminuir a espessura do fio metálico que constitui o resistor do secador.
 e) trocar o material do fio metálico que constitui o resistor do secador por outro de maior resistividade.

Resposta: c

49 (PUC-RJ) Considere duas lâmpadas, **A** e **B**, idênticas a não ser pelo fato de que o filamento de **B** é mais grosso que o filamento de **A**. Se cada uma estiver sujeita a uma ddp de 110 volts :



- a) **A** será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
 b) **B** será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
 c) **A** será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
 d) **B** será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
 e) ambas terão o mesmo brilho.

Resolução:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} : A_B > A_A \Rightarrow R_B < R_A$$

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R} : R_B < R_A \Rightarrow \text{Pot}_B > \text{Pot}_A$$

Resposta: d

50 Uma lâmpada de incandescência, de $60 \text{ W}/220 \text{ V}$, apagada há muito tempo, é ligada de acordo com suas especificações. Pode-se afirmar que:

- a) em funcionamento normal, 60 J de energia elétrica são transformados em 60 J de energia luminosa, por segundo;
 b) em funcionamento normal, a resistência da lâmpada é inferior a 200Ω ;
 c) nos instantes iniciais de funcionamento, a corrente elétrica na lâmpada é mais intensa do que nos instantes seguintes;
 d) no interior do bulbo da lâmpada, existe oxigênio rarefeito;
 e) em funcionamento normal, a corrente na lâmpada é de aproximadamente $3,7 \text{ A}$.

Resolução:

- a) Apenas uma pequena parte dos 60 J é transformada em energia luminosa, em cada segundo.
 b) $\text{Pot} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow 60 = \frac{220^2}{R} \Rightarrow R \approx 807 \Omega$
 c) Isso é correto, porque a resistência elétrica do filamento é mais baixa quando ele ainda está frio.
 d) O oxigênio causaria a combustão do filamento.
 e) $\text{Pot} = U i \Rightarrow 60 = 220 i \Rightarrow i \approx 0,27 \text{ A}$

Resposta: c

51 Em uma lâmpada de incandescência, especificada por 220V–100W, o filamento de tungstênio tem comprimento igual a 20 cm. Em funcionamento normal, a temperatura do filamento é de cerca de 2500 °C (evidentemente menor que a temperatura de fusão do tungstênio, que é superior a 3000 °C). Qual a área da seção transversal do filamento, sendo de $6,2 \cdot 10^{-1} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ sua resistividade elétrica nessa temperatura?

Resolução:

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{\text{Pot}} = \frac{220 \cdot 220}{100} \Rightarrow R = 484 \Omega$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A} \Rightarrow A = \frac{\rho \ell}{R} = \frac{6,2 \cdot 10^{-1} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \text{ m}}{484 \Omega}$$

$$A = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^2$$

Resposta: $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^2$

52 Um fio de resistência elétrica R tem comprimento ℓ e área de seção transversal A . Estica-se esse fio até que seu comprimento dobre. Qual será a nova resistência desse fio, supondo que não tenha havido alteração de sua resistividade nem de sua densidade?

Resolução:

$$\text{Temos: } R = \frac{\rho \ell}{A}$$

Dobrando-se o comprimento do fio, a área de sua seção transversal reduz-se à metade, já que seu volume não se altera. Assim, a nova resistência R' do fio será:

$$R' = \frac{\rho \cdot 2\ell}{\frac{A}{2}} = 4 \frac{\rho \ell}{A} \Rightarrow R' = 4R$$

Resposta: 4 R

53 (ITA-SP) Com um certo material de resistividade elétrica ρ foi construída uma resistência na forma de um bastão de 5,0 cm de comprimento e seção transversal quadrada de 5,0 mm de lado. A resistência assim construída, ligada a uma tensão de 120 V, foi usada para aquecer água. Em operação, verificou-se que o calor fornecido pela resistência ao líquido em 10 s foi de $1,7 \cdot 10^3$ cal. Use: 1 cal = 4,2 J.

- Calcule o valor da resistividade ρ .
- Quantos segundos seriam necessários para aquecer 1 litro de água da temperatura de 20 °C até 37 °C?

Observação: Considere a resistividade do material e o calor específico da água constantes naquele intervalo de temperatura.

Resolução:

$$\text{a) } \text{Pot} = \frac{E}{\Delta t} = \frac{1,7 \cdot 10^3 \cdot 4,2}{10} \Rightarrow \text{Pot} = 7,1 \cdot 10^2 \text{ W}$$

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{\text{Pot}} = \frac{120^2}{7,1 \cdot 10^2}$$

$$R = 20 \Omega$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A} \Rightarrow \rho = \frac{R A}{\ell} = \frac{20 (5,0 \cdot 10^{-3})^2}{5,0 \cdot 10^{-2}}$$

$$\rho = 1,0 \cdot 10^{-2} \Omega \text{ m}$$

$$\text{b) } Q = m c \Delta \theta = 1000 \cdot 1 \cdot 17$$

$$Q = 17000 \text{ cal} = 7,1 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$\text{Pot} = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{\text{Pot}} = \frac{7,1 \cdot 10^4}{7,1 \cdot 10^2}$$

$$\Delta t = 1,0 \cdot 10^2 \text{ s}$$

Respostas: a) $1,0 \cdot 10^{-2} \Omega \text{ m}$; b) $1,0 \cdot 10^2 \text{ s}$

54 (UFMG) A figura mostra um cabo telefônico. Formado por dois fios, esse cabo tem comprimento de 5,00 km.

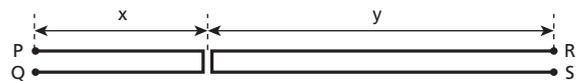


Constatou-se que, em algum ponto ao longo do comprimento desse cabo, os fios fizeram contato elétrico entre si, ocasionando um curto-circuito. Para descobrir o ponto que causa o curto-circuito, um técnico mede as resistências entre as extremidades **P** e **Q**, encontrando 20,0 Ω , e entre as extremidades **R** e **S**, encontrando 80,0 Ω .

Com base nesses dados, é correto afirmar que a distância das extremidades PQ até o ponto que causa o curto-circuito é de:

- 1,25 km.
- 4,00 km.
- 1,00 km.
- 3,75 km.

Resolução:



Como a resistência é proporcional ao comprimento, podemos escrever:

$$\frac{R_{PQ}}{R_{RS}} = \frac{2x}{2y} \Rightarrow \frac{20,0}{80,0} = \frac{x}{y} \Rightarrow y = 4,00x$$

$$y + x = 5,00 \text{ km} \Rightarrow 5,00x = 5,00$$

$$x = 1,00 \text{ km}$$

Resposta: c

55 (Mack-SP) Um cabo de cobre, utilizado para transporte de energia elétrica, tem a cada quilômetro de comprimento resistência elétrica de 0,34 Ω .

Dados do cobre: densidade = 9 000 kg/m³;
resistividade = $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

A massa de um metro desse cabo é igual a:

- 250 g.
- 450 g.
- 500 g.
- 520 g.
- 540 g.

Resolução:

$$\ell = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \Rightarrow R = 0,34 \Omega$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A} \Rightarrow A = \frac{\rho \ell}{R} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 1000}{0,34}$$

$$A = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Volume} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{densidade} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \Rightarrow 9000 = \frac{\text{massa}}{5 \cdot 10^{-5}}$$

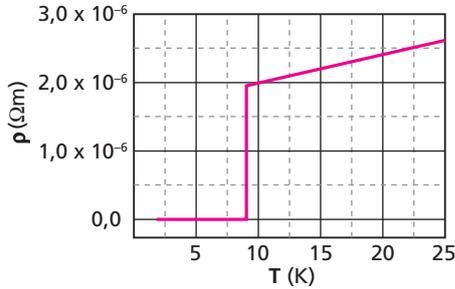
$$\text{massa} = 4,5 \cdot 10^{-1} \text{ kg} = 450 \text{ g}$$

Resposta: b

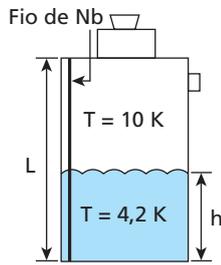
56 Uma lâmpada de incandescência (100 W–110 V) foi submetida a uma ddp de 12 V e foi medida a intensidade da corrente nela estabelecida. Com isso, calculou-se sua resistência elétrica, obtendo-se um valor R_1 , em ohms. Em seguida, essa mesma lâmpada foi ligada em 110 V e novamente mediu-se a corrente estabelecida. Calculou-se, então, sua resistência, obtendo-se um valor R_2 , também em ohms. Embora as medições e os cálculos tenham sido feitos corretamente, verificou-se que R_2 é significativamente maior que R_1 . Justifique.

Resposta: Quando ligada em 110 V, a temperatura do filamento é bem mais alta. Então, a resistividade do tungstênio também é bem maior, o mesmo ocorrendo com a resistência elétrica do filamento.

57 (Unicamp-SP) O gráfico a seguir mostra a resistividade elétrica de um fio de nióbio (Nb) em função da temperatura. No gráfico, pode-se observar que a resistividade apresenta uma queda brusca em $T = 9,0$ K, tornando-se nula abaixo dessa temperatura. Esse comportamento é característico de um material supercondutor.



Um fio de Nb de comprimento total $L = 1,5$ m e seção transversal de área $A = 0,050$ mm² é esticado verticalmente do topo até o fundo de um tanque de hélio líquido, a fim de ser usado como medidor de nível, conforme ilustrado na figura ao lado. Sabendo-se que o hélio líquido se encontra a 4,2 K e que a temperatura da parte não imersa do fio fica em torno de 10 K, pode-se determinar a altura h do nível de hélio líquido através da medida da resistência do fio.



- Calcule a resistência do fio quando toda a sua extensão está a 10 K, isto é, quando o tanque está vazio.
- Qual é a altura h do nível de hélio líquido no interior do tanque em uma situação em que a resistência do fio de Nb vale 36Ω ?

Resolução:

$$L = 1,5 \text{ m}; \quad A = 0,050 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

- Do gráfico: $T = 10 \text{ K} \Rightarrow \rho = 2,0 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$
Então:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{2,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5}{0,050 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{R = 60 \Omega}$$

- Como a resistência da parte do fio imersa em hélio é nula, temos:

$$R' = \frac{\rho(L-h)}{A} \Rightarrow 36 = \frac{2,0 \cdot 10^{-6} (1,5-h)}{0,050 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{h = 0,60 \text{ m}}$$

Respostas: a) 60Ω ; b) $0,60 \text{ m}$

58 (UFV-MG) A base de uma nuvem de tempestade, eletricamente carregada, situa-se a 500 m do solo. O ar se mantém isolante até que o campo elétrico entre a nuvem e o solo atinja o valor de $5,00 \cdot 10^6$ N/C. Num dado momento, a nuvem descarrega-se por meio de um raio, que dura 0,10 s e libera a energia de $5,00 \cdot 10^{11}$ J. Calcule:

- a diferença de potencial entre a base da nuvem e o solo;
- a corrente elétrica média durante a descarga;
- a quantidade de carga transportada pelo raio.

Resolução:

- $E d = U \Rightarrow 5,00 \cdot 10^6 \cdot 500 = U$
 $U = 2,5 \cdot 10^9 \text{ V}$

- $\text{Pot}_m = \frac{\text{Energia}}{\Delta t} = \frac{5,00 \cdot 10^{11}}{0,10}$

$$\text{Pot}_m = 5,00 \cdot 10^{12} \text{ W}$$

$$\text{Pot}_m = U i_m \Rightarrow 5,00 \cdot 10^{12} = 2,5 \cdot 10^9 i_m$$

$$i_m = 2,0 \cdot 10^3 \text{ A}$$

- $i_m = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow |Q| = i_m \Delta t = 2,0 \cdot 10^3 \cdot 0,10$

$$|Q| = 2,0 \cdot 10^2 \text{ C}$$

Respostas: a) $2,5 \cdot 10^9 \text{ V}$; b) $2,0 \cdot 10^3 \text{ A}$; c) $2,0 \cdot 10^2 \text{ C}$

59 (Ufal) Um fio de fusível tem massa de 10,0 g e calor latente de fusão igual a $2,5 \cdot 10^4$ J/kg. Numa sobrecarga, o fusível fica submetido a uma diferença de potencial de 5,0 volts e a uma corrente elétrica de 20 ampères durante um intervalo de tempo Δt . Supondo que toda a energia elétrica fornecida na sobrecarga fosse utilizada na fusão total do fio, o intervalo de tempo Δt , em segundos, seria:

- $2,5 \cdot 10^{-2}$.
- $1,5 \cdot 10^{-1}$.
- 2,5.
- 3,0.
- $4,0 \cdot 10$.

Resolução:

$$m = 10,0 \text{ g} = 10,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$L_f = 2,5 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$$

$$Q = m L_f = 10,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^4$$

$$Q = 2,5 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$\text{Pot} = U i = 5,0 \cdot 20 \Rightarrow \text{Pot} = 100 \text{ W}$$

$$\text{Pot} = \frac{E}{\Delta t} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow 100 = \frac{2,5 \cdot 10^2}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 2,5 \text{ s}$$

Resposta: c

60 (Mack-SP) Uma lâmpada de incandescência, cujos dados nominais são 60 W–110 V, é acesa e imersa em um calorímetro contendo 400 g de água. A capacidade térmica do calorímetro é de $420 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1}$ e o calor específico da água é de $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Em 5 minutos, a temperatura da água aumenta $8 \text{ } ^\circ\text{C}$. Qual a quantidade de energia irradiada do calorímetro para o ambiente?

Resolução:

Calculando a energia dissipada (E) na lâmpada, em 5 minutos (300 s), temos:

$$E = \text{Pot} \Delta t = 60 \cdot 300 \Rightarrow E = 18000 \text{ J}$$

Calculando, agora, a energia absorvida (Q) pelo calorímetro e pela água, em 5 minutos, temos:

$$Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} c_{\text{água}} \Delta\theta = 400 \cdot 4,2 \cdot 8$$

$$Q_{\text{água}} = 13440 \text{ J}$$

$$Q_{\text{calorímetro}} = C_{\text{cal}} \Delta\theta = 420 \cdot 8$$

$$Q_{\text{calorímetro}} = 3360 \text{ J}$$

Portanto:

$$Q = Q_{\text{água}} + Q_{\text{calorímetro}} = 16800 \text{ J}$$

A energia irradiada para o ambiente (E_i) é dada por:

$$E_i = E - Q = 18000 - 16800 \Rightarrow \boxed{E_i = 1200 \text{ J}}$$

Resposta: 1200 J

61 Um sistema gerador de energia elétrica lança 20 kW nos terminais de uma linha de transmissão, sob diferença de potencial de 200 V. Calcule a queda de tensão na linha de transmissão, sendo 0,50 Ω sua resistência total.

Resolução:

$$Pot = U i \Rightarrow 20000 = 200 i \Rightarrow i = 100 \text{ A}$$

$$U' = R i \Rightarrow U' = 0,50 \cdot 100 \Rightarrow U' = 50 \text{ V}$$

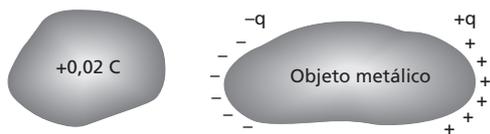
Resposta: 50 V

62 (ITA-SP) Um objeto metálico é colocado próximo a uma carga de +0,02 C e aterrado com um fio de resistência igual a 8 Ω. Suponha que a corrente que passa pelo fio seja constante por um tempo de 0,1 ms até o sistema entrar em equilíbrio e que a energia dissipada no processo seja de 2 J. Conclui-se que, no equilíbrio, a carga no objeto metálico é:

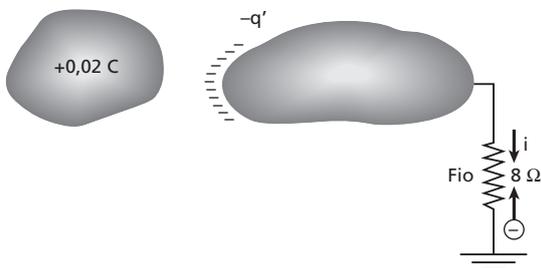
- a) -0,02 C.
- b) -0,01 C.
- c) -0,005 C.
- d) 0 C.
- e) +0,02 C.

Resolução:

Em virtude da indução eletrostática, temos:



• O objeto metálico se eletriza com uma carga -q' recebida da Terra:



Essa carga -q' passou pelo fio no intervalo de tempo $\Delta t = 0,1 \cdot 10^{-3}$ s.

$$E = Pot \Delta t \Rightarrow E = R i^2 \Delta t$$

$$2 = 8 \cdot i^2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \Rightarrow i = 50 \text{ A}$$

$$i = \frac{q'}{\Delta t} \Rightarrow 50 = \frac{q'}{10^{-4}} \Rightarrow q' = -0,005 \text{ C}$$

Resposta: c

63 As extremidades **A** e **B** de um fio condutor cilíndrico e homogêneo, de 30 cm de comprimento, são ligadas a uma bateria, submetendo-se a uma ddp igual a 6 V.

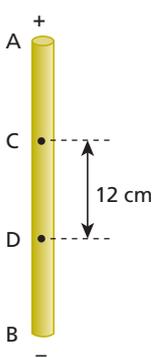
Calcule:

- a) a intensidade do campo elétrico no interior desse fio;
- b) a ddp $v_D - v_C$ entre os pontos **D** e **C**.

Resolução:

a) O campo elétrico no interior desse fio é uniforme:

$$E_{\overline{AB}} = U_{AB} \Rightarrow E \cdot 0,30 = 6 \Rightarrow E = 20 \text{ V/m}$$



b) $E_{\overline{CD}} = U_{CD} \Rightarrow 20 \cdot 0,12 = U_{CD}$

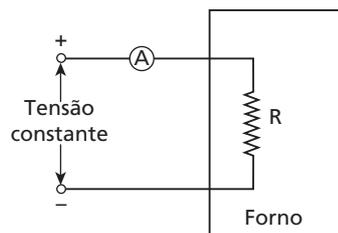
$$U_{CD} = 2,4 \text{ V}$$

Porém v_D é menor que v_C e, portanto:

$$v_D - v_C = -2,4 \text{ V}$$

Respostas: a) 20 V/m; b) -2,4 V

64 (Mack-SP) A temperatura de um forno é calculada através da corrente elétrica indicada pelo amperímetro, como mostra a figura. O resistor **R** é feito de material cuja resistividade tem coeficiente de temperatura igual a $5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Estando o forno a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$, o amperímetro indica 2,0 A. Quando o amperímetro indicar 1,6 A, qual será a temperatura do forno?



Resolução:

Temos que:

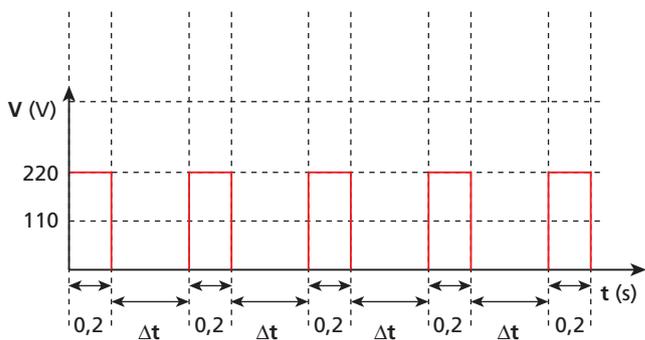
$$R = R_0 [1 + \alpha (\theta - \theta_0)] \Rightarrow \frac{U}{i} = \frac{U}{i_0} [1 + \alpha (\theta - \theta_0)]$$

Sendo $\alpha = 5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $\theta_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$, $i_0 = 2,0 \text{ A}$ e $i = 1,6 \text{ A}$, calculemos θ :

$$\frac{1}{1,6} = \frac{1}{2,0} [1 + 5 \cdot 10^{-3} (\theta - 20)] \Rightarrow \theta = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Resposta: 70 °C

65 (Fuvest-SP) Um determinado aquecedor elétrico, com resistência **R** constante, é projetado para operar a 110 V. Pode-se ligar o aparelho a uma rede de 220 V, obtendo os mesmos aquecimento e consumo de energia médios, desde que haja um dispositivo que o ligue e desligue, em ciclos sucessivos, como indicado no gráfico. Nesse caso, a cada ciclo, o aparelho permanece ligado por 0,2 s e desligado por um intervalo de tempo Δt . Determine:



- a) a relação Z_1 entre as potências P_{220} e P_{110} , dissipadas por esse aparelho em 220 V e 110 V, respectivamente, quando está continuamente ligado, sem interrupção;
- b) o valor do intervalo Δt , em segundos, em que o aparelho deve permanecer desligado a 220 V, para que a potência média dissipada pelo resistor nessa tensão seja a mesma que quando ligado continuamente em 110 V;

c) a relação Z_2 entre as correntes médias I_{220} e I_{110} , que percorrem o resistor quando em redes de 220 V e 110 V, respectivamente, para a situação do item anterior.

Note e adote:

Potência média é a razão entre a energia dissipada em um ciclo e o período total do ciclo.

Resolução:

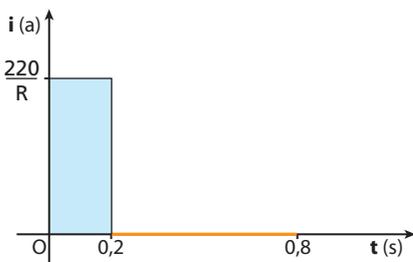
$$a) Z_1 = \frac{P_{220}}{P_{110}} = \frac{\frac{220^2}{R}}{\frac{110^2}{R}} = \frac{220 \cdot 220}{110 \cdot 110} = 2 \cdot 2 \Rightarrow Z_1 = 4$$

$$b) P_{\text{média}} \text{ em } 220 \text{ V} = P_{110} \Rightarrow \frac{E_{220}}{\Delta t_{\text{ciclo}}} = P_{110} \Rightarrow \frac{P_{220} \cdot \Delta t_{\text{ligado}}}{\Delta t_{\text{ciclo}}} = P_{110} \Rightarrow \frac{P_{220} \cdot 0,2}{0,2 + \Delta t} = P_{110} \Rightarrow 0,2 + \Delta t = \frac{P_{220}}{P_{110}} \cdot 0,2$$

$$0,2 + \Delta t = 4 \cdot 0,2$$

$$\Delta t = 0,6 \text{ s}$$

c) • Num ciclo, em 220 V, temos:



$$I_{220} = \frac{|Q|}{\Delta t_{\text{ciclo}}} = \frac{\text{"área"}}{\Delta t_{\text{ciclo}}} = \frac{0,2 \cdot \frac{220}{R}}{0,8} = \frac{220}{4R}$$

• Em 110 V:

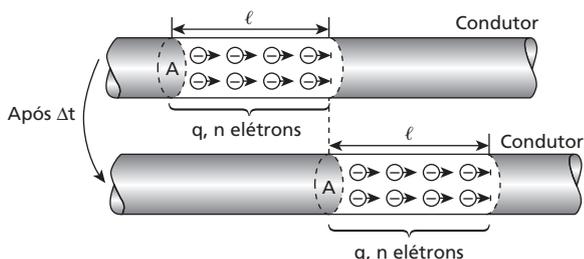
$$I_{110} = \frac{U}{R} = \frac{110}{R}$$

$$\bullet Z_2 = \frac{I_{220}}{I_{110}} = \frac{220}{4R} \cdot \frac{R}{110} \Rightarrow Z_2 = 0,5$$

Respostas: a) 4; b) 0,6 s; c) 0,5

66 Um condutor metálico cilíndrico, cuja seção transversal tem área A , é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade constante i . Sendo N o número de elétrons livres por unidade de volume do condutor, e a carga elétrica elementar e v a velocidade média de deslocamento dos elétrons livres, determine a intensidade da corrente elétrica.

Resolução:

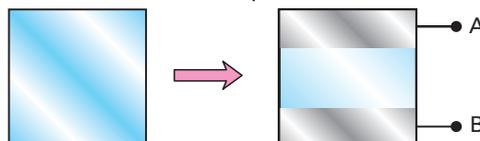


$$N = \frac{n}{A \ell} \Rightarrow n = N A \ell \Rightarrow |q| = N A \ell e$$

$$i = \frac{|q|}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{N A \ell e}{\Delta t} \Rightarrow i = N A v e$$

Resposta: $i = N A v e$

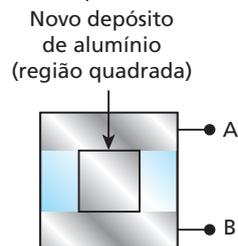
67 Um experimentador deseja conseguir uma película de alumínio de espessura igual a 50 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$), por meio da evaporação desse metal sobre uma superfície limpa de vidro, situada em um recinto onde se fez o vácuo. Inicialmente, o experimentador cobre uma faixa da superfície de vidro e deposita, por evaporação, uma espessa (muito mais que 50 \AA) camada de alumínio no resto da superfície. Evidentemente, a faixa coberta continua limpa, sem alumínio.



Superfície de vidro totalmente limpa.

As regiões sombreadas correspondem a depósito de alumínio. A faixa clara continua limpa, pois é a faixa que estava coberta.

Em seguida, cobrindo nova e convenientemente a placa, inicia-se uma nova evaporação de alumínio em uma faixa de mesma largura e perpendicular à que se deixou limpa:

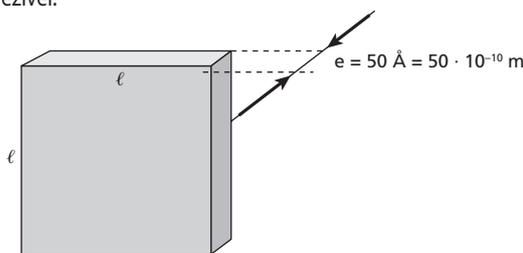


À medida que se processa essa nova evaporação, o experimentador vai medindo a resistência elétrica entre os terminais **A** e **B**. Em qual valor da resistência ele deve interromper o processo, a fim de que a nova película depositada (região quadrada) apresente a espessura desejada (50 \AA)?

Dado: resistividade do alumínio na temperatura ambiente = $2,83 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$

Resolução:

A resistência elétrica entre **A** e **B** é praticamente a resistência da película quadrada, uma vez que as camadas espessas têm resistência desprezível.



$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{\rho \ell}{\ell e} = \frac{2,83 \cdot 10^{-6}}{50 \cdot 10^{-10}} \Rightarrow R = 566 \Omega$$

Resposta: 566Ω