



## Eletrodinâmica

**F0446** - (Unicamp) O carro elétrico é uma alternativa aos veículos com motor a combustão interna. Qual é a autonomia de um carro elétrico que se desloca a 60 km/h, se a corrente elétrica empregada nesta velocidade é igual a 50 A e a carga máxima armazenada em suas baterias é  $q = 75 \text{ Ah}$ ?

- a) 40,0 km.
- b) 62,5 km.
- c) 90,0 km.
- d) 160,0 km.

**F0447** - (Unicamp) Atualmente há um número cada vez maior de equipamentos elétricos portáteis e isto tem levado a grandes esforços no desenvolvimento de baterias com maior capacidade de carga, menor volume, menor peso, maior quantidade de ciclos e menor tempo de recarga, entre outras qualidades.

Outro exemplo de desenvolvimento, com vistas a recargas rápidas, é o protótipo de uma bateria de íon-lítio, com estrutura tridimensional. Considere que uma bateria, inicialmente descarregada, é carregada com uma corrente média  $i_m = 3,2 \text{ A}$  até atingir sua carga máxima de  $Q = 0,8 \text{ Ah}$ . O tempo gasto para carregar a bateria é de

- a) 240 minutos.
- b) 90 minutos.
- c) 15 minutos.
- d) 4 minutos.

**F0448** - (Ufpa) O acelerador de partículas LHC, o Grande Colisor de Hádrons (Large Hadron Collider), recebeu da imprensa vários adjetivos superlativos: “a maior máquina do mundo”, “o maior experimento já feito”, “o big-bang recriado em laboratório”, para citar alguns. Quando o LHC estiver funcionando a plena capacidade, um feixe de prótons, percorrendo o perímetro do anel circular do acelerador, irá conter  $10^{14}$  prótons, efetuando  $10^4$  voltas por segundo, no anel.

Considerando que os prótons preenchem o anel uniformemente, identifique a alternativa que indica corretamente a corrente elétrica que circula pelo anel.

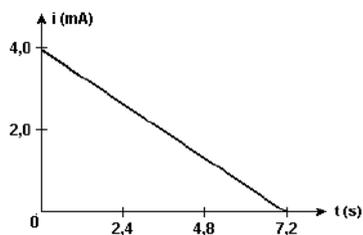
**Dado:** carga elétrica do próton  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- a) 0,16 A
- b)  $1,6 \times 10^{-15} \text{ A}$
- c)  $1,6 \times 10^{-29} \text{ A}$
- d)  $1,6 \times 10^{-9} \text{ A}$
- e)  $1,6 \times 10^{-23} \text{ A}$

**F0449** - (Fuvest) Medidas elétricas indicam que a superfície terrestre tem carga elétrica total negativa de, aproximadamente, 600.000 coulombs. Em tempestades, raios de cargas positivas, embora raros, podem atingir a superfície terrestre. A corrente elétrica desses raios pode atingir valores de até 300.000 A. Que fração da carga elétrica total da Terra poderia ser compensada por um raio de 300.000 A e com duração de 0,5 s?

- a) 1/2
- b) 1/3
- c) 1/4
- d) 1/10
- e) 1/20

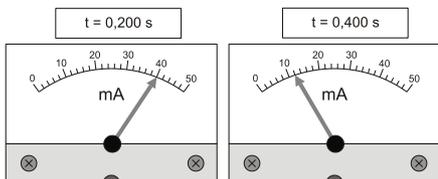
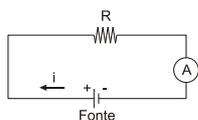
**F0450 - (Ufscar)** O capacitor é um elemento de circuito muito utilizado em aparelhos eletrônicos de regimes alternados ou contínuos. Quando seus dois terminais são ligados a uma fonte, ele é capaz de armazenar cargas elétricas. Ligando-o a um elemento passivo como um resistor, por exemplo, ele se descarrega. O gráfico representa uma aproximação linear da descarga de um capacitor.



Sabendo que a carga elétrica fundamental tem valor  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , o número de portadores de carga que fluíram durante essa descarga está mais próximo de

- $10^{17}$ .
- $10^{14}$ .
- $10^{11}$ .
- $10^8$ .
- $10^5$ .

**F0451 - (Unicamp)** Quando as fontes de tensão contínua que alimentam os aparelhos elétricos e eletrônicos são desligadas, elas levam normalmente certo tempo para atingir a tensão de  $U = 0 \text{ V}$ . Um estudante interessado em estudar tal fenômeno usa um amperímetro e um relógio para acompanhar o decréscimo da corrente que circula pelo circuito a seguir em função do tempo, após a fonte ser desligada em  $t = 0 \text{ s}$ . Usando os valores de corrente e tempo medidos pelo estudante, pode-se dizer que a diferença de potencial sobre o resistor  $R = 0,5 \text{ k}\Omega$  para  $t = 400 \text{ ms}$  é igual a

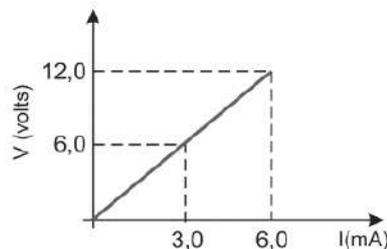


- 6 V.
- 12 V.
- 20 V.
- 40 V.

**F0452 - (Ufpa)** No rio Amazonas, um pescador inexperiente tenta capturar um poraquê segurando a cabeça do peixe com uma mão e a cauda com a outra. O poraquê é um peixe elétrico, capaz de gerar, entre a cabeça e a cauda, uma diferença de potencial de até 1500 V. Para esta diferença de potencial, a resistência elétrica do corpo humano, medida entre as duas mãos, é de aproximadamente  $1000 \Omega$ . Em geral, 500 mA de corrente contínua, passando pelo tórax de uma pessoa, são suficientes para provocar fibrilação ventricular e morte por parada cardiorrespiratória. Usando os valores mencionados acima, calculamos que a corrente que passa pelo tórax do pescador, com relação à corrente suficiente para provocar fibrilação ventricular, é:

- um terço.
- a metade.
- igual.
- o dobro.
- o triplo.

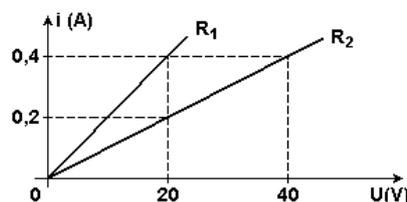
**F0453 - (Pucrj)** O gráfico abaixo apresenta a medida da variação de potencial em função da corrente que passa em um circuito elétrico.



Podemos dizer que a resistência elétrica deste circuito é de:

- 2,0 m $\Omega$
- 0,2  $\Omega$
- 0,5  $\Omega$
- 2,0 k $\Omega$
- 0,5 k $\Omega$

**F0454 - (Pucrj)** Observe o gráfico:



O comportamento de  $R_1$  e  $R_2$  não se altera para valores de ddp até 100 V. Ao analisar este gráfico, um aluno concluiu que, para valores abaixo de 100 V:

I. A resistência de cada um dos condutores é constante, isto é, eles são ôhmicos.

II. O condutor  $R_1$  tem resistência elétrica maior que o condutor  $R_2$ .

III. Ao ser aplicada uma ddp de 80 V aos extremos de  $R_2$ , nele passará uma corrente de 0,8 A.

Quais as conclusões corretas?

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

**F0455 - (Ufg)** 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 a seguir.

	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

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

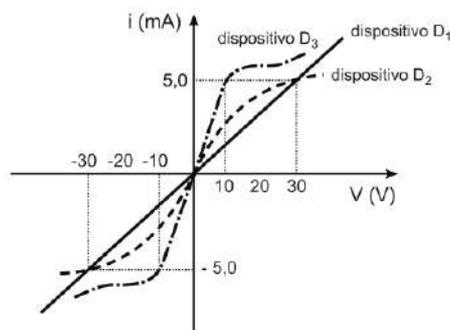
Considerando que a resistência do corpo em situação normal e da ordem de  $1500 \Omega$ , em qual das faixas acima se enquadra uma pessoa sujeita a uma tensão elétrica de 220 V?

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

**F0456 - (Uerj)** Num detector de mentiras, uma tensão de 6V é aplicada entre os dedos de uma pessoa. Ao responder a uma pergunta, a resistência entre os seus dedos caiu de  $400 \text{ k}\Omega$  para  $300 \text{ k}\Omega$ . Nesse caso, a corrente no detector apresentou variação, em  $\mu\text{A}$ , de:

- a) 5
- b) 10
- c) 15
- d) 20

**F0457 - (Ufpr)** A indústria eletrônica busca produzir e aperfeiçoar dispositivos com propriedades elétricas adequadas para as mais diversas aplicações. O gráfico abaixo ilustra o comportamento elétrico de três dispositivos eletrônicos quando submetidos a uma tensão de operação  $V$  entre seus terminais, de modo que por eles circula uma corrente  $i$ .



Com base na figura acima, assinale a alternativa correta.

- a) O dispositivo  $D_1$  é não ôhmico na faixa de  $-30$  a  $+30$  V e sua resistência vale  $0,2 \text{ k}\Omega$ .
- b) O dispositivo  $D_2$  é ôhmico na faixa de  $-20$  a  $+20$  V e sua resistência vale  $6 \text{ k}\Omega$ .
- c) O dispositivo  $D_3$  é ôhmico na faixa de  $-10$  a  $+10$  V e sua resistência vale  $0,5 \text{ k}\Omega$ .
- d) O dispositivo  $D_1$  é ôhmico na faixa de  $-30$  a  $+30$  V e sua resistência vale  $6 \text{ k}\Omega$ .
- e) O dispositivo  $D_3$  é não ôhmico na faixa de  $-10$  a  $+10$  V e sua resistência vale  $0,5 \text{ k}\Omega$ .

**F0458 - (Espcex)** Um fio de cobre possui uma resistência  $R$ . Um outro fio de cobre, com o triplo do comprimento e a metade da área da seção transversal do fio anterior, terá uma resistência igual a:

- a)  $2R/3$
- b)  $3R/2$
- c)  $2R$
- d)  $3R$
- e)  $6R$

**F0459** - (Enem) A resistência elétrica de um fio é determinada pelas suas dimensões e pelas propriedades estruturais do material. A condutividade ( $\sigma$ ) caracteriza a estrutura do material, de tal forma que a resistência de um fio pode ser determinada conhecendo-se  $L$ , o comprimento do fio e  $A$ , a área de seção reta. A tabela relaciona o material à sua respectiva resistividade em temperatura ambiente.

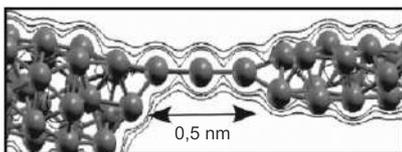
**Tabela de condutividade**

Material	Condutividade ( $S \cdot m/mm^2$ )
Alumínio	34,2
Cobre	61,7
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

Mantendo-se as mesmas dimensões geométricas, o fio que apresenta menor resistência elétrica é aquele feito de

- tungstênio.
- alumínio.
- ferro.
- cobre.
- prata.

**F0460** - (Enem) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento  $0,5\text{nm}$  ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ). A seção reta de um átomo de cobre é  $0,05\text{nm}^2$  e a resistividade do cobre é  $17\Omega \cdot \text{nm}$ . Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.



AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. 81, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

- $170\text{n}\Omega$ .
- $0,17\text{n}\Omega$ .
- $1,7\text{n}\Omega$ .
- $17\text{n}\Omega$ .
- $170\Omega$ .

**F0461** - (Pucpr) Para fazer o aquecimento de uma sala durante o inverno, uma família utiliza um aquecedor elétrico ligado à rede de  $120\text{V}$ . A resistência elétrica de operação apresentada por esse aquecedor é de  $14,4\Omega$ . Se essa família utilizar o aquecedor diariamente, por três horas, qual será o custo mensal cobrado pela companhia de energia se a tarifa for de  $\text{R}\$ 0,25$  por  $\text{kW} \cdot \text{h}$ ?

Considere o mês de 30 dias.



Fonte: <<http://www.kenwooi.com/2011/01/winter-malaysia.html>>

- $\text{R}\$ 15,00$ .
- $\text{R}\$ 22,50$ .
- $\text{R}\$ 18,30$ .
- $\text{R}\$ 52,40$ .
- $\text{R}\$ 62,80$ .

**F0462** - (Imed) Considere uma bateria ideal de  $12\text{V}$ , na qual é ligada uma lâmpada. Logo após ser ligada, a lâmpada atinge um brilho que não varia ao longo do tempo. Nesse estado, a corrente elétrica que percorre a lâmpada é igual a  $0,5\text{A}$ . Desprezando efeitos de dissipação nos fios condutores, determine, respectivamente, a resistência elétrica da lâmpada e a potência dissipada por ela.

- $32\text{ Ohms}$  e  $12\text{ Watts}$ .
- $12\text{ Ohms}$  e  $12\text{ Watts}$ .
- $24\text{ Ohms}$  e  $6\text{ Watts}$ .
- $24\text{ Ohms}$  e  $12\text{ Watts}$ .
- $32\text{ Ohms}$  e  $24\text{ Watts}$ .

**F0463** - (Unicamp) Por sua baixa eficiência energética, as lâmpadas incandescentes deixarão de ser comercializadas para uso doméstico comum no Brasil. Nessas lâmpadas, apenas  $5\%$  da energia elétrica consumida é convertida em luz visível, sendo o restante transformado em calor. Considerando uma lâmpada incandescente que consome  $60\text{W}$  de potência elétrica, qual a energia perdida em forma de calor em uma hora de operação?

- $10.800\text{ J}$ .
- $34.200\text{ J}$ .
- $205.200\text{ J}$ .
- $216.000\text{ J}$ .

**F0464** - (Pucmg) Considere três eletrodomésticos cujas características estão apresentadas a seguir.

EQUIP 1	EQUIP 2	EQUIP 3
110 V	110 V	110 V
550 W	1100 W	50 / 60 Hz
5A	10A	5A

É CORRETO afirmar:

- Os três equipamentos têm a mesma potência.
- A corrente elétrica nos três equipamentos é a mesma.
- Os equipamentos 1 e 3 têm a mesma potência.
- O equipamento 2 não pode ser ligado à mesma rede elétrica que os equipamentos 1 e 3.

**F0465** - (Ifmg) Uma empresa fabrica dois modelos de lâmpadas de mesma potência, sendo uma para operar em 110 V e outra, para 220 V. Comparando-se essas lâmpadas, afirma-se que

- ambas dissipam a mesma quantidade de calor em uma hora de funcionamento.
- ambas possuem o mesmo valor de resistência elétrica.
- o modelo de 110 V consome menor energia elétrica em uma hora de funcionamento.
- a corrente elétrica no modelo de 220 V é a metade do valor da de 110 V.

São corretas apenas as afirmativas

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

**F0466** - (Fgv) Em uma empresa de computação gráfica, os profissionais utilizam *notebooks* para a execução de seus trabalhos. No intuito de obter melhores imagens, eles conectam os *notebooks* em monitores de alta definição, os quais consomem 250 W de potência cada um, ligados na rede elétrica de 125 V. Quatro desses monitores ficam ligados 10 horas por dia cada um durante os 25 dias do mês; o quilowatt-hora da distribuidora de energia elétrica custa R\$ 0,50, já com os impostos. Os acréscimos na intensidade da corrente elétrica lançada ao recinto de trabalho e na despesa de energia elétrica dessa empresa nesse mês, apenas devido ao uso dos monitores, devem ser, respectivamente, de

- 4A e R\$ 120,00.
- 4A e R\$ 125,00.
- 8A e R\$ 125,00.
- 8A e R\$ 150,00.
- 10A e R\$ 150,00.

**F0467** - (Ucs) Projeta-se um futuro em que as roupas virão com circuitos eletrônicos embutidos para desempenhar funções como regulação de temperatura, celulares, sensores de presença, entre outros. Mas, como qualquer equipamento elétrico, uma necessidade fundamental é a alimentação de energia. Suponha um cientista que criou uma roupa elétrica para praticantes de luta. A bateria dessa roupa é ligada a um tecido repleto de transdutores piezoelétricos, que são dispositivos que, basicamente, convertem energia mecânica em energia elétrica. Supondo que a pancada aplica na roupa um trabalho de 0,5 joules, em 0,5 segundos, totalmente convertido em energia elétrica, e que a bateria é carregada com uma corrente elétrica de 4 mA, qual é a tensão elétrica gerada pela pancada no circuito formado pela roupa e pela bateria?

- 0,01 V
- 0,5 V
- 5,0 V
- 250 V
- 1 000 V

**F0468** - (Esc. Naval) Um chuveiro elétrico consome 5,0kW quando regulado para o inverno. Nesta condição, e a um custo de R\$ 0,30 por quilowatt-hora, certa residência deve pagar R\$ 45,00 na conta mensal de energia elétrica, devido apenas ao chuveiro. Quanto tempo, em horas, ele ficou ligado?

- 5
- 15
- 20
- 30
- 40

**F0469** - (Ufsm) O uso de *datashow* em sala de aula é muito comum. As lâmpadas de filamento que são usadas nesses equipamentos têm potência elevada de, aproximadamente, 1100 W quando ligadas em 220 V. Se um *datashow* for usado durante 1 hora e 40 minutos, que é o tempo de duração de uma aula com dois períodos, qual é a energia consumida em J?

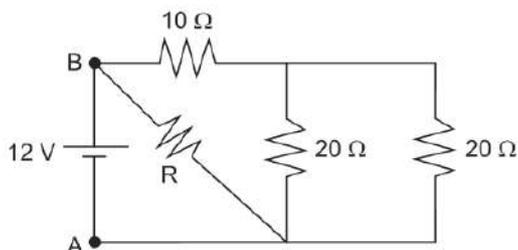
- $5,00 \times 10^2$ .

- b)  $2,42 \times 10^3$ .
- c)  $1,10 \times 10^5$ .
- d)  $6,60 \times 10^6$ .
- e)  $1,45 \times 10^8$ .

**F0470** - (Ulbra) A *termoterapia* consiste na utilização do calor com fins terapêuticos. Esse procedimento é utilizado em diversos tratamentos provocando a dilatação nos vasos sanguíneos para promover melhor vascularização em algumas partes do corpo, tais como braços e pernas. Para esses tratamentos, um dos aparelhos utilizados é o Forno de Bier. Um instrumento desse tipo apresenta potência de 780 W. Para cada seção fisioterápica, é indicada sua utilização por um tempo máximo de 10 minutos. Sabendo que o kW.h custa R\$ 0,40, se o Forno de Bier for associado a uma tensão de 220 V, para 200 seções de tempo máximo, custará o seguinte:

- a) R\$ 624,00.
- b) R\$ 104,40.
- c) R\$ 94,40.
- d) R\$ 62,40.
- e) R\$ 10,40.

**F0471** - (Pucrj) No circuito abaixo, a corrente que passa pelo trecho AB vale 1,0 A.



O valor da resistência R é, em ohms:

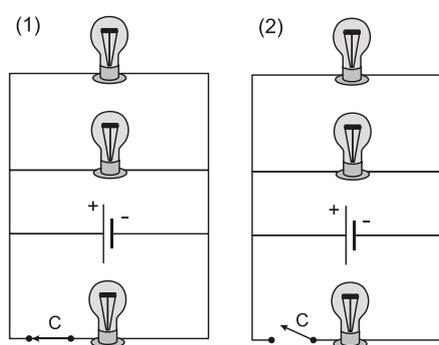
- a) 30
- b) 10
- c) 20
- d) 12
- e) 50

**F0472** - (Ufsm) Em uma instalação elétrica doméstica, as tomadas são ligadas em \_\_\_\_\_ para que a mesma \_\_\_\_\_ em todos os eletrodomésticos ligados a essa instalação.

Assinale a alternativa que completa as lacunas, na ordem.

- a) paralelo – tensão seja aplicada
- b) paralelo – corrente circule
- c) paralelo – potência atue
- d) série – tensão seja aplicada
- e) série – corrente circule

**F0473** - (Ufrgs) Considere o circuito formado por três lâmpadas idênticas ligadas em paralelo à bateria, conforme representa a figura (1).



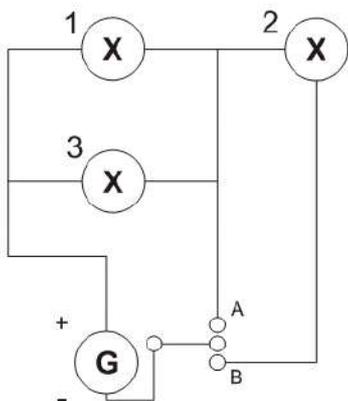
Como a chave C foi aberta na figura (2), considere as afirmações abaixo sobre a figura (2), em comparação à situação descrita na figura (1).

- I. A potência fornecida pela bateria é a mesma.
- II. A diferença de potencial aplicada a cada lâmpada acesa é a mesma.
- III. As correntes elétricas que percorrem as lâmpadas acesas são menores.

Quais estão corretas?

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

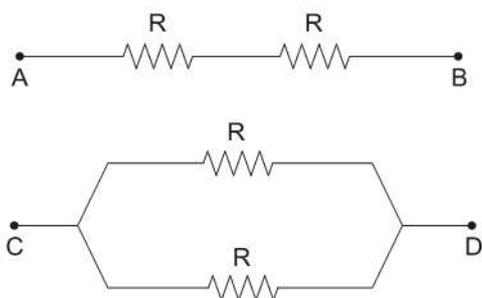
**F0474** - (Enem) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B, pois a potência total será maior nesse caso.
- A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

**F0475 - (Uern)** Na figura, estão representadas duas associações de resistores.



Considere que, aplicando-se uma tensão de 60 V nos seus terminais, a diferença entre as correntes totais que as percorrem seja igual a 9 A. Sendo assim, o valor de R é igual a

- 2Ω.
- 5Ω.
- 8Ω.
- 10Ω.

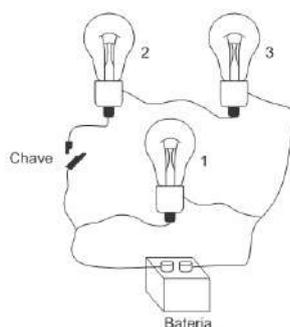
**F0476 - (Enem)** Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a *diesel* e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais.

Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de 60 W – 110 V e o gerador produzia uma tensão de 220 V.

Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em

- série e usar fios de maior espessura.
- série e usar fios de máximo comprimento.
- paralelo e usar fios de menor espessura.
- paralelo e usar fios de maior espessura.
- paralelo e usar fios de máximo comprimento.

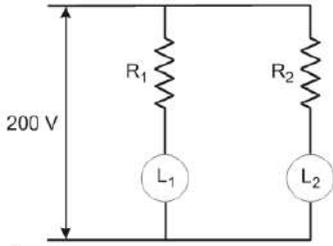
**F0477 - (Enem)** Um electricista projeta um circuito com três lâmpadas incandescentes idênticas, conectadas conforme a figura. Deseja-se que uma delas fique sempre acesa, por isso é ligada diretamente aos polos da bateria, entre os quais se mantém uma tensão constante. As outras duas lâmpadas são conectadas em um fio separado que contém uma chave. Com a chave aberta (desligada), a bateria fornece uma potência X.



Assumindo que as lâmpadas obedeçam à Lei de Ohm, com a chave fechada, a potência fornecida pela bateria, em função de X, é:

- $2/3 X$ .
- X.
- $3/2 X$ .
- $2X$ .
- $3X$ .

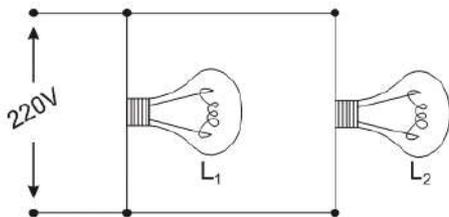
**F0478 - (Unesp)** Para compor a decoração de um ambiente, duas lâmpadas idênticas,  $L_1$  e  $L_2$ , com valores nominais (100 V – 100 W), devem ser ligadas em paralelo a uma fonte de tensão constante de 200 V. Deseja-se que  $L_1$  brilhe com uma potência de 100 W e que  $L_2$  brilhe com uma potência de 64 W. Para que as lâmpadas não queimem, dois resistores ôhmicos,  $R_1$  e  $R_2$ , com valores convenientes, são ligados em série com as respectivas lâmpadas, conforme o esquema representado na figura.



Considerando todos os fios utilizados na ligação como ideais e que as lâmpadas estejam acesas e brilhando com as potências desejadas, é correto afirmar que os valores das resistências de  $R_1$  e  $R_2$ , em ohms, são, respectivamente, iguais a

- a) 200 e 100.
- b) 200 e 150.
- c) 100 e 150.
- d) 100 e 300.
- e) 100 e 200.

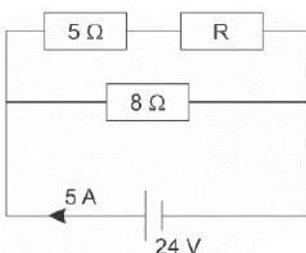
**F0479** - (Acafe) Em uma situação cotidiana, uma pessoa liga duas lâmpadas incandescentes em paralelo em uma rede de 220V. As lâmpadas apresentam certa intensidade luminosa (brilho), sendo que a lâmpada 2 tem um filamento de mesmo material, mesmo comprimento, mas é mais grosso que o filamento da lâmpada 1.



Nessas condições, a alternativa **correta** é:

- a) Desligando a lâmpada  $L_1$ , a lâmpada  $L_2$  diminui o seu brilho.
- b) A lâmpada  $L_1$  brilha mais que a lâmpada  $L_2$ .
- c) As lâmpadas  $L_1$  e  $L_2$  tem o mesmo brilho.
- d) A lâmpada  $L_2$  brilha mais que a lâmpada  $L_1$ .

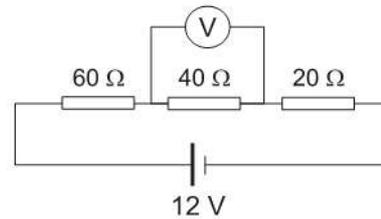
**F0480** - (Imed) O circuito elétrico representado abaixo é composto por fios e bateria ideais:



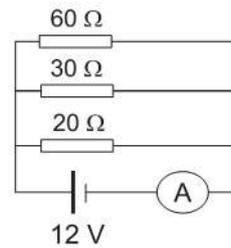
Com base nas informações, qual o valor da resistência  $R$  indicada?

- a) 5Ω.
- b) 6Ω.
- c) 7Ω.
- d) 8Ω.
- e) 9Ω.

**F0481** - (Col. naval) Considere que um determinado estudante, utilizando resistores disponíveis no laboratório de sua escola, montou os circuitos apresentados abaixo:



Situação 1



Situação 2

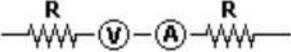
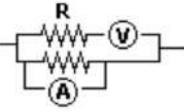
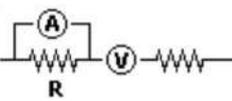
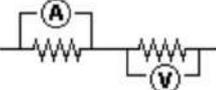
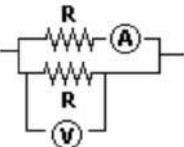
Querendo fazer algumas medidas elétricas, usou um voltímetro (V) para medir a tensão e um amperímetro (A) para medir a intensidade da corrente elétrica. Considerando todos os elementos envolvidos como sendo ideais, os valores medidos pelo voltímetro (situação 1) e pelo amperímetro (situação 2) foram, respectivamente:

- a) 2V e 1,2A
- b) 4V e 1,2A
- c) 2V e 2,4A
- d) 4V e 2,4A
- e) 6V e 1,2A

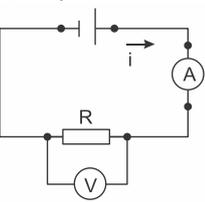
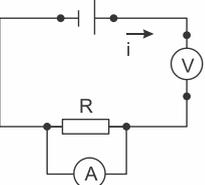
**F0482** - (Espcex) O amperímetro é um instrumento utilizado para a medida de intensidade de corrente elétrica em um circuito constituído por geradores, receptores, resistores, etc. A maneira correta de conectar um amperímetro a um trecho do circuito no qual queremos determinar a intensidade da corrente é

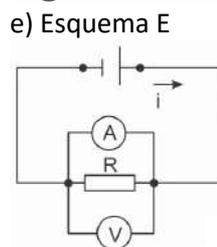
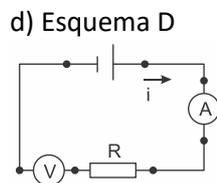
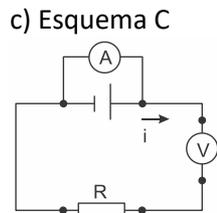
- a) em série
- b) em paralelo
- c) na perpendicular
- d) em equivalente
- e) mista

**F0483** - (Ufsm) Representado um amperímetro por - A - e um voltímetro por - V -, o esquema onde aparecem corretamente ligados à respectiva malha é o

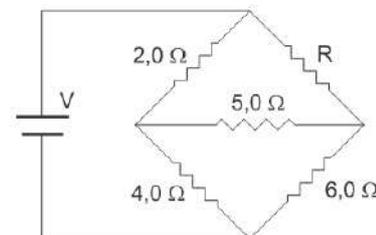
- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 

**F0484** - (Upf) Em uma aula no laboratório de Física, o professor solicita aos alunos que meçam o valor da resistência elétrica de um resistor utilizando um voltímetro ideal e um amperímetro ideal. Dos esquemas abaixo, que representam arranjos experimentais, qual o mais indicado para a realização dessa medição?

- a) Esquema A 
- b) Esquema B 



**F0485** - (Pucrj) O arranjo de resistores da figura se chama Ponte de Wheatstone. Escolhendo o resistor R adequadamente, podemos fazer com que **não passe nenhuma corrente** no resistor de resistência  $5,0 \Omega$ .



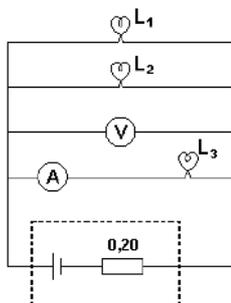
Determine, em  $\Omega$ , qual é o valor da resistência de R para que a corrente no resistor de  $5,0 \Omega$  seja nula.

- a) 2,0
- b) 3,0
- c) 4,0
- d) 5,0
- e) 6,0

**F0486** - (Espcex) A pilha de uma lanterna possui uma força eletromotriz de  $1,5 \text{ V}$  e resistência interna de  $0,05 \Omega$ . O valor da tensão elétrica nos polos dessa pilha quando ela fornece uma corrente elétrica de  $1,0 \text{ A}$  a um resistor ôhmico é de

- a)  $1,45 \text{ V}$
- b)  $1,30 \text{ V}$
- c)  $1,25 \text{ V}$
- d)  $1,15 \text{ V}$
- e)  $1,00 \text{ V}$

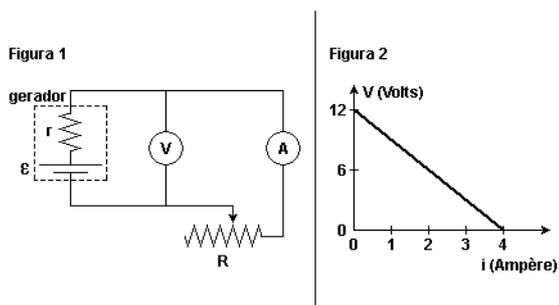
**F0487** - (Mackenzie) Quando as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  estão ligadas ao gerador de f.e.m.  $\varepsilon$ , conforme mostra a figura ao lado, dissipam, respectivamente, as potências 1 W, 2 W e 2 W, por efeito Joule. Nessas condições, se o amperímetro A, considerado ideal, indica a medida 500 mA, a força eletromotriz do gerador é de:



- a) 2,25 V
- b) 3,50 V
- c) 3,75 V
- d) 4,00 V
- e) 4,25 V

**F0488** - (Ufu) O circuito elétrico (fig. 1) é utilizado para a determinação da resistência interna  $r$  e da força eletromotriz  $\varepsilon$  do gerador. Um resistor variável  $R$  (também conhecido como reostato) pode assumir diferentes valores, fazendo com que a corrente elétrica no circuito também assuma valores diferentes para cada valor escolhido de  $R$ .

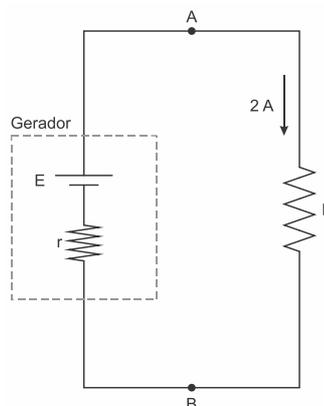
Ao variar os valores de  $R$ , foram obtidas leituras no voltímetro  $V$  e no amperímetro  $A$ , ambos ideais, resultando no gráfico (fig. 2).



Com base nessas informações, assinale a alternativa que corresponde aos valores corretos, respectivamente, da resistência interna e da força eletromotriz do gerador.

- a) 2  $\Omega$  e 7 V.
- b) 1  $\Omega$  e 4 V.
- c) 3  $\Omega$  e 12 V.
- d) 4  $\Omega$  e 8 V.

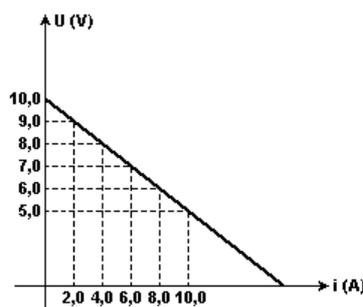
**F0489** - (Uefs) Um circuito elétrico é constituído por um gerador de força eletromotriz  $E$  e resistência interna  $r = 2\Omega$  e por um resistor ôhmico de resistência  $R$ . Se por esse circuito circular uma corrente elétrica de intensidade  $i = 2A$ , a diferença de potencial entre os pontos A e B será 16 V.



Considerando desprezíveis as resistências dos fios e das conexões utilizados na montagem desse circuito, os valores de  $E$  e de  $R$  são

- a) 20V e 8 $\Omega$ .
- b) 10V e 8 $\Omega$ .
- c) 32V e 8 $\Omega$ .
- d) 32V e 10 $\Omega$ .
- e) 20V e 10 $\Omega$ .

**F0490** - (Ifmg) Observe o gráfico característico de um gerador.



Se uma lâmpada de resistência 3,5  $\Omega$  for ligada em série com esse gerador, a corrente elétrica na lâmpada, em amperes, será

- a) 2,5.
- b) 3,0.
- c) 7,5.
- d) 10.

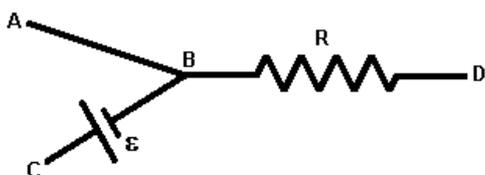
**F0491** - (Puccamp) Hoje, ninguém consegue imaginar uma residência sem eletrodomésticos (aparelho de TV, aparelho de som, geladeira, máquina de lavar roupa, máquina de lavar louça, etc).

Uma enceradeira possui força contra-eletromotriz de 100 V.

Quando ligada a uma tomada de 120 V ela dissipa uma potência total de 40 W. Nestas condições, a resistência interna da enceradeira, em ohms, vale

- a) 2,0
- b) 3,0
- c) 5,0
- d) 10
- e) 20

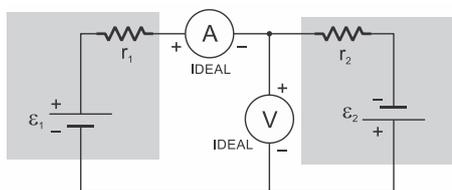
**F0492** - (Ufu) Considera o trecho de um circuito elétrico apresentado a seguir, contendo um resistor R, um gerador de força eletromotriz  $\mathcal{E}$  e um fio ideal AB. Os pontos A, C e D não se ligam diretamente no circuito.



É correto afirmar que

- a) a potência dissipada no resistor R depende, diretamente, da intensidade da corrente que o atravessa e, inversamente, da diferença de potencial entre B e D.
- b) a aplicação da 1ª Lei de Kirchhoff (lei dos nós) no ponto B garante a conservação da carga elétrica no trecho apresentado.
- c) independentemente do restante do circuito, há conservação de energia no trecho apresentado, o que impõe que  $\mathcal{E} i = R[i(r)]^2$ , sendo  $i$  a intensidade da corrente através do gerador e  $i(r)$  a intensidade da corrente que percorre o resistor.
- d) a diferença de potencial entre os pontos C e A ( $V_C - V_A$ ) é zero.

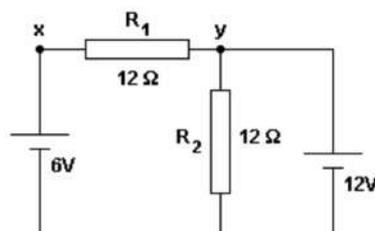
**F0493** - (Esc. Naval) Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra um circuito contendo dois geradores idênticos, sendo que cada um deles possui força eletromotriz de 10 V e resistência interna de 2,0  $\Omega$ . A corrente  $I$ , em amperes, medida pelo amperímetro ideal e a ddp, em volts, medida pelo voltímetro ideal, valem, respectivamente:

- a) zero e 2,5
- b) zero e 5,0
- c) 2,5 e zero
- d) 5,0 e zero
- e) zero e zero

**F0494** - (Puccamp) No circuito elétrico representado no esquema a seguir, as fontes de tensão de 12 V e de 6 V são ideais; os dois resistores de 12 ohms,  $R_1$  e  $R_2$ , são idênticos; os fios de ligação têm resistência desprezível.



Nesse circuito, a intensidade de corrente elétrica em  $R_1$  é igual a

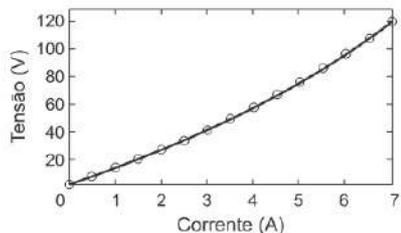
- a) 0,50 A no sentido de X para Y.
- b) 0,50 A no sentido de Y para X.
- c) 0,75 A no sentido de X para Y.
- d) 1,0 A no sentido de X para Y.
- e) 1,0 A no sentido de Y para X.

**F0495** - (Ufpel) Num circuito de corrente contínua, ao percorrermos uma malha fechada, partindo de um determinado ponto, observamos que as variações de potencial elétrico sofridas pelos portadores de carga é tal que, ao retornarmos ao ponto de partida, obtemos o mesmo valor para o potencial elétrico.

Baseado no texto e em seus conhecimentos, o fato descrito acima é uma consequência do princípio da conservação

- a) da carga.
- b) da energia.
- c) da massa.
- d) da quantidade de movimento.
- e) da potência elétrica.

**F0532** – (Enem) Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico tensão *versus* corrente.



Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação  $V = 10i + i^2$ .

O gráfico da resistência elétrica ( $R$ ) do resistor em função da corrente ( $i$ ) é

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

**F0533** – (Enem) Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts.

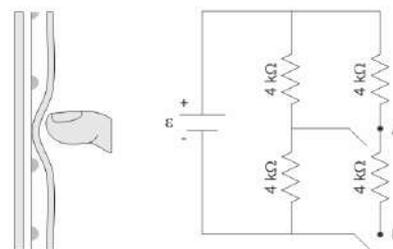
O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

Equipamento elétrico	Potência aproximada (watt)
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1.200
Secadora de roupas	3.600

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

- exaustor.
- computador.
- aspirador de pó.
- churrasqueira elétrica.
- secadora de roupas.

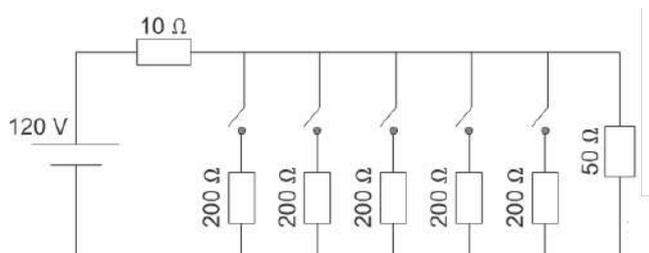
**F0534** – (Enem) Muitos *smartphones* e *tablets* não precisam mais de teclas, uma vez que todos os comandos podem ser dados ao se pressionar a própria tela. Inicialmente essa tecnologia foi proporcionada por meio das telas resistivas, formadas basicamente por duas camadas de material condutor transparente que não se encostam até que alguém as pressione, modificando a resistência total do circuito de acordo com o ponto onde ocorre o toque. A imagem é uma simplificação do circuito formado pelas placas, em que A e B representam pontos onde o circuito pode ser fechado por meio do toque.



Qual é a resistência equivalente no circuito provocada por um toque que fecha o circuito no ponto A?

- 1,3  $k\Omega$
- 4,0  $k\Omega$
- 6,0  $k\Omega$
- 6,7  $k\Omega$
- 12,0  $k\Omega$

**F0550** – (Enem) Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a  $10\ \Omega$ , que a conecta à rede elétrica de  $120\ \text{V}$ . Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a  $200\ \Omega$ , estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a  $50\ \Omega$ , conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre  $90\ \text{V}$  e  $130\ \text{V}$ .



O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

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

**F0552** – (Enem) As redes de alta tensão para transmissão de energia elétrica geram campo magnético variável o suficiente para induzir corrente elétrica no arame das cercas. Tanto os animais quanto os funcionários das propriedades rurais ou das concessionárias de energia devem ter muito cuidado ao se aproximarem de uma cerca quando esta estiver próxima a uma rede de alta tensão, pois, se tocarem no arame da cerca, poderão sofrer choque elétrico.

Para minimizar este tipo de problema, deve-se:

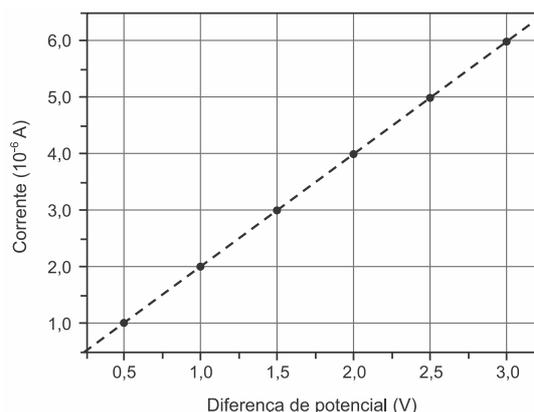
- a) Fazer o aterramento dos arames da cerca.
- b) Acrescentar fusível de segurança na cerca.
- c) Realizar o aterramento da rede de alta tensão.
- d) Instalar fusível de segurança na rede de alta tensão.
- e) Utilizar fios encapados com isolante na rede de alta tensão.

**F0559** – (Enem) Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente  $10.000\ \text{V}$ . Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que  $0,01\ \text{A}$ . Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de  $1.000\ \Omega$ .

Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- a) praticamente nula.
- b) aproximadamente igual.
- c) milhares de vezes maior.
- d) da ordem de 10 vezes maior.
- e) da ordem de 10 vezes menor.

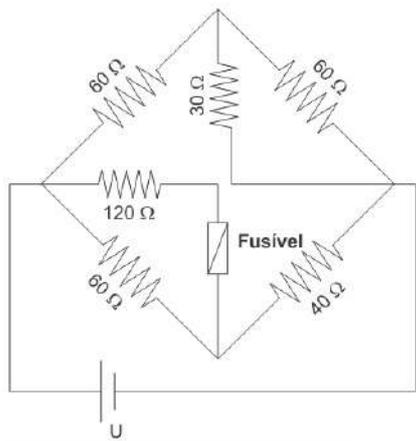
**F0561** – (Enem) Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- a)  $0,5 \times 10^0$
- b)  $0,2 \times 10^0$
- c)  $2,5 \times 10^5$
- d)  $5,0 \times 10^5$
- e)  $2,0 \times 10^6$

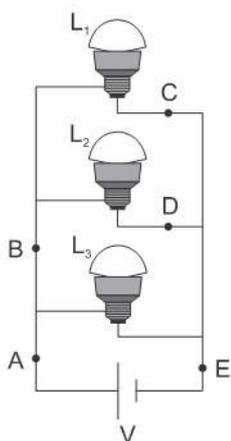
**F0562** – (Enem) Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão  $U$  e que o fusível suporte uma corrente nominal de  $500\ \text{mA}$ .



Qual é o máximo valor da tensão  $U$  para que o fusível não queime?

- 20V
- 40 V
- 60 V
- 12 V
- 185 V

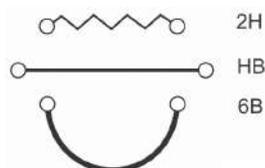
**F0578** – (Enem) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de  $I_A, I_B, I_C, I_D$  e  $I_E, I_E$ , respectivamente.



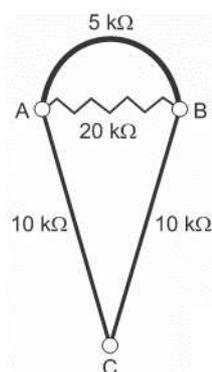
O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- $I_A = I_E$  e  $I_C = I_D$ .
- $I_A = I_B = I_E$  e  $I_C = I_D$ .
- $I_A = I_B$ , apenas.
- $I_A = I_B = I_E$ , apenas.
- $I_C = I_B$ , apenas.

**F0579** – (Enem) Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.



Munida dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas ( $R$ ), medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam a Lei de Ohm.



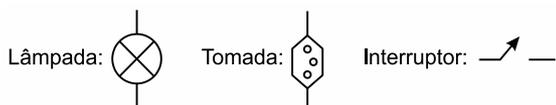
Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras  $R_{AB}$  e  $R_{BC}$ , respectivamente. Ao estabelecer a razão  $R_{AB}/R_{BC}$  qual resultado o estudante obteve?

- 1
- 4/7
- 10/27
- 14/81
- 4/81

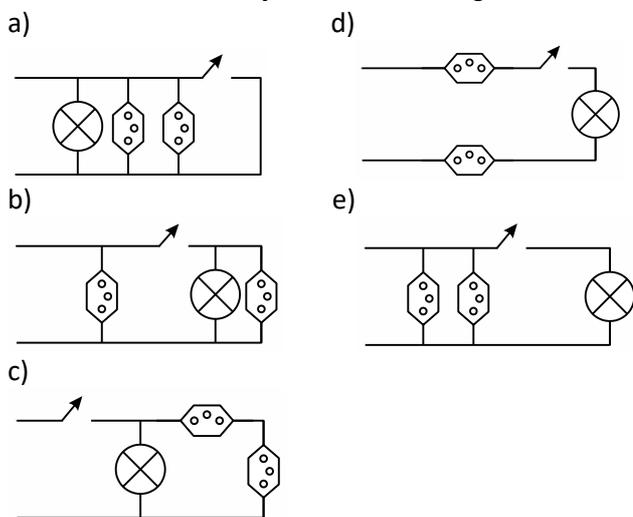
**F0595** – (Enem) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” — pensou.

Símbolos adotados:



Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?



**F0623** – (Enem) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110V pode ser adaptado para funcionar em 220V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

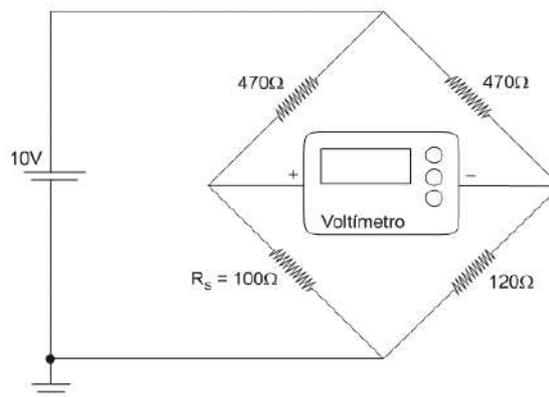
- dobro do comprimento do fio.
- metade do comprimento do fio.
- metade da área da seção reta do fio.
- quádruplo da área da seção reta do fio.
- quarta parte da área da seção reta do fio.

**F0624** – (Enem) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.

De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que

- o fluido elétrico se desloca no circuito.
- as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
- as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

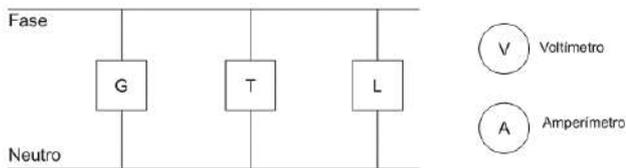
**F0625** – (Enem) Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito ( $R_s$ ) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.



Para um valor de temperatura em que  $R_s = 100\Omega$ , a leitura apresentada pelo voltímetro será de

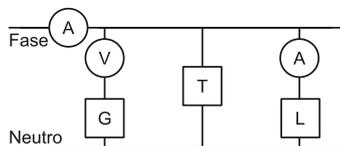
- +6,2V.
- +1,7V.
- +0,3V.
- 0,3V.
- 6,2V.

**F0626** – (Enem) Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).

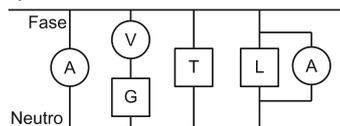


Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

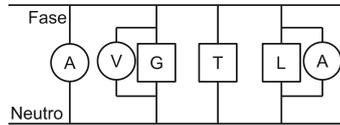
a)



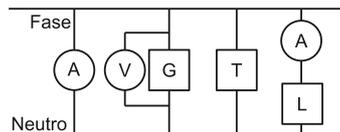
b)



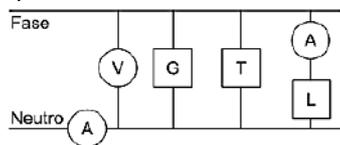
c)



d)



e)



**F1106** - (Unicamp) Drones vêm sendo utilizados por empresas americanas para monitorar o ambiente subaquático. Esses drones podem substituir mergulhadores, sendo capazes de realizar mergulhos de até cinquenta metros de profundidade e operar por até duas horas e meia.

Considere um drone que utiliza uma bateria com carga total  $q = 900 \text{ mAh}$ . Se o drone operar por um intervalo de tempo igual a  $\Delta t = 90 \text{ min}$ , a corrente média fornecida pela bateria nesse intervalo de tempo será igual a

**Dados:** Se necessário, use aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , aproxime  $\pi = 3,0$  e  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ .

- a) 10 mA.
- b) 600 mA.
- c) 1.350 mA.
- d) 81.000 mA.

**F1107** - (Utfpr) Assinale a alternativa correta.

A grandeza intensidade de corrente elétrica tem como unidade de medida ampère e essa unidade é definida pela razão (divisão) entre duas outras unidades, que são, respectivamente,

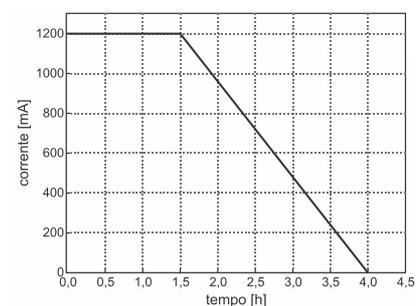
- a) coulomb e segundo.
- b) volt e segundo.
- c) coulomb e volt.
- d) joule e volt.
- e) volt e ohm.

**F1108** - (Uece) Uma corrente elétrica percorre um chuveiro elétrico construído com um resistor ôhmico.

A corrente elétrica pode ser medida em unidades de

- a) ampères/segundo.
- b) volts/segundo.
- c) coulombs/segundo.
- d) ohms/segundo.

**F1109** - (Unicamp) Tecnologias móveis como celulares e tablets têm tempo de autonomia limitado pela carga armazenada em suas baterias. O gráfico abaixo apresenta, de forma simplificada, a corrente de recarga de uma célula de bateria de íon de lítio, em função do tempo.



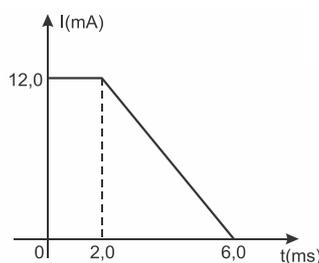
Considere uma célula de bateria inicialmente descarregada e que é carregada seguindo essa curva de corrente. A sua carga no final da recarga é de

- a) 3,3 C.
- b) 11.880 C.
- c) 1.200 C.
- d) 3.300 C.

**F1110** - (Unigranrio) Dependendo da intensidade da corrente elétrica que atravesse o corpo humano, é possível sentir vários efeitos, como dores, contrações musculares, parada respiratória, entre outros, que podem ser fatais. Suponha que uma corrente de 0,1 A atravesse o corpo de uma pessoa durante 2,0 minutos. Qual o número de elétrons que atravessa esse corpo, sabendo que o valor da carga elementar do elétron é  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

- a)  $1,2 \cdot 10^{18}$
- b)  $1,9 \cdot 10^{20}$
- c)  $7,5 \cdot 10^{19}$
- d)  $3,7 \cdot 10^{19}$
- e)  $3,2 \cdot 10^{19}$

**F1111** - (Uefs) A figura representa a intensidade da corrente elétrica  $I$ , que percorre um fio condutor, em função do tempo  $t$ .



Nessas condições, é correto afirmar que a corrente média circulando no condutor no intervalo de tempo entre  $t = 0$  e  $t = 6,0$  ms, em mA, é igual a

- a) 6,0
- b) 7,0
- c) 8,0
- d) 9,0
- e) 10,0

**F1112** - (Uerj) Pela seção de um condutor metálico submetido a uma tensão elétrica, atravessam  $4,0 \times 10^{18}$  elétrons em 20 segundos.

A intensidade média da corrente elétrica, em ampere, que se estabelece no condutor corresponde a:

Dado: carga elementar =  $1,6 \times 10^{-19}$  C.

- a)  $1,0 \times 10^{-2}$
- b)  $3,2 \times 10^{-2}$
- c)  $2,4 \times 10^{-3}$
- d)  $4,1 \times 10^{-3}$

**F1113** - (Efomm) Por uma seção transversal de um fio cilíndrico de cobre passam, a cada hora,  $9,00 \times 10^{22}$  elétrons. O valor aproximado da corrente elétrica média no fio, em amperes, é

Dado: carga elementar  $e = 1,60 \times 10^{-19}$  C.

- a) 14,4
- b) 12,0
- c) 9,00
- d) 4,00
- e) 1,20

**F1114** - (Esc. Naval) A maior parte da luz emitida por descargas atmosféricas é devido ao encontro de cargas negativas descendentes com cargas positivas ascendentes (raio de retorno). Supondo que, durante um raio desse tipo, uma corrente eletrônica constante de 30 kA transfere da nuvem para a terra uma carga negativa total de 15 C, a duração desse raio, em milissegundos, será

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

**F1115** - (Upe) Uma corrente de 0,3 A que atravessa o peito pode produzir fibrilação (contrações excessivamente rápidas das fibrilas musculares) no coração de um ser humano, perturbando o ritmo dos batimentos cardíacos com efeitos possivelmente fatais. Considerando que a corrente dure 2,0 min, o número de elétrons que atravessam o peito do ser humano vale:

Dado: carga do elétron =  $1,6 \times 10^{-19}$  C.

- a)  $5,35 \cdot 10^2$
- b)  $1,62 \cdot 10^{-19}$
- c)  $4,12 \cdot 10^{18}$
- d)  $2,45 \cdot 10^{18}$
- e)  $2,25 \cdot 10^{20}$