

Eletrodinâmica: Leis de Ohm

CIÊNCIAS DA NATUREZA

Competência(s):
2, 5 e 6

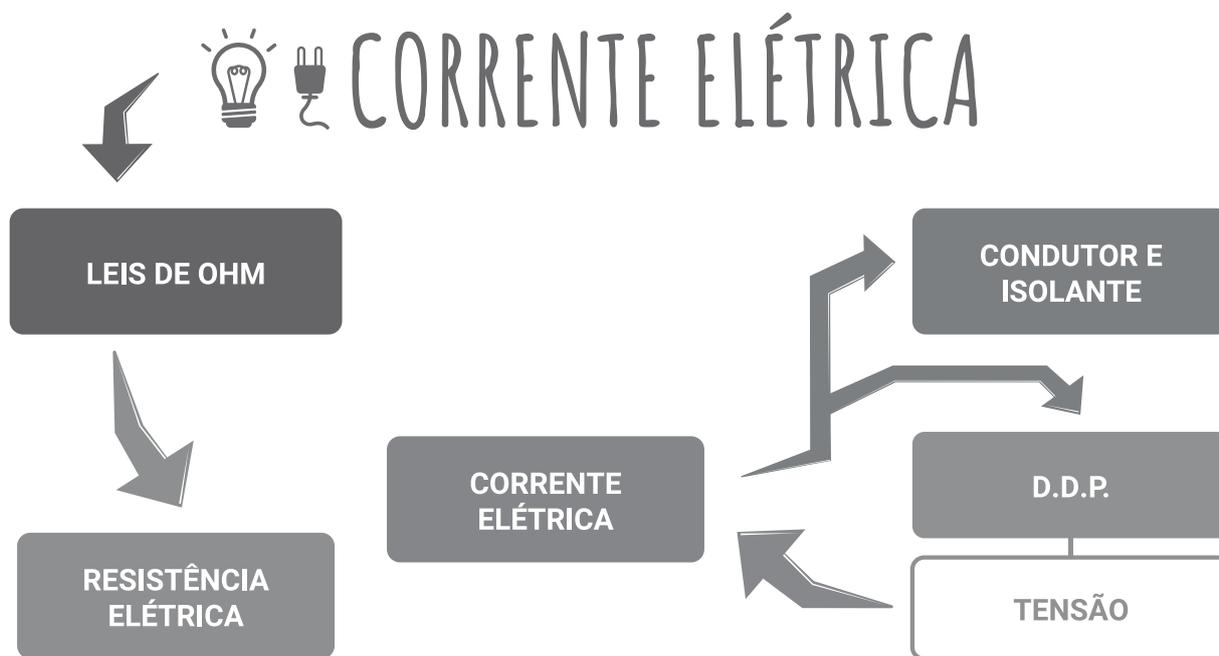
Habilidade(s):
5, 17 e 21

AULAS
1 E 2

VOCÊ DEVE SABER!

- Condutores e isolantes
- Sentido real da corrente elétrica
- O sentido convencional da corrente elétrica
- Intensidade da corrente elétrica
- Propriedade gráfica
- Efeitos da corrente elétrica
- O amperímetro
- O gerador elétrico
- Resistor e resistência
- Primeira Lei de Ohm
- Resistor ôhmico e não ôhmico
- Curva característica de um resistor ôhmico
- Segunda Lei de Ohm

MAPEANDO O SABER



ANOTAÇÕES

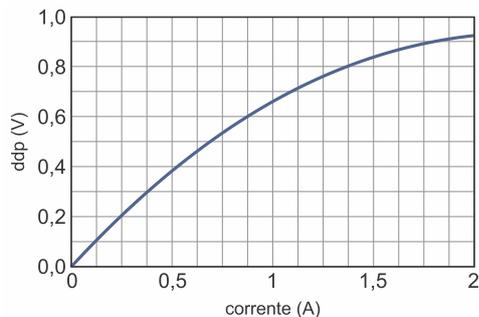


EXERCÍCIOS DE SALA

1. (UFGD 2022) As telas sensíveis ao toque, ou *touch screen*, vêm substituindo as telas convencionais nos mais diversos dispositivos eletrônicos, como celulares, computadores, etc. Essas telas são equipadas com sensores capazes de detectar o toque por meio da pressão exercida na tela. Diferentes tecnologias podem ser utilizadas na construção desses dispositivos; um exemplo é a tela resistiva que é composta por três finas camadas, tal que uma corrente elétrica de baixa intensidade passa entre a camada resistiva e capacitiva, enquanto a tela está ligada. Isso posto, se a tela *touch screen* de um dispositivo eletrônico ficar ligada por 2 horas, com uma corrente elétrica de 0,03 A, qual será a quantidade de carga elétrica que circula na tela durante esse tempo de uso?
- 0,6 C.
 - 3,6 C.
 - 50 C.
 - 108 C.
 - 216 C.

2. (FAMERP 2022) Uma pessoa tocou os polos da bateria de um automóvel, que possui uma diferença de potencial de 12 V, com as duas mãos, uma em cada polo. Considerando que, nessa situação, a resistência elétrica entre as mãos da pessoa seja igual a 4,0 k Ω , a corrente elétrica que percorre o corpo da pessoa terá intensidade igual a
- 4,5 mA.
 - 6,0 mA.
 - 1,5 mA.
 - 3,0 mA.
 - 1,0 mA.

3. (FUVEST 2022) Um componente eletrônico tem curva característica mostrada no gráfico a seguir:

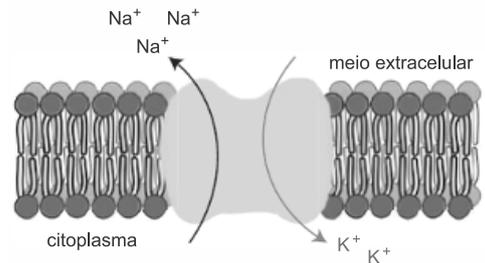


A resistência elétrica do componente na região em que ele se comporta como um resistor ôhmico vale aproximadamente:

- 0,4 Ω
- 0,6 Ω
- 0,8 Ω
- 1,0 Ω
- 1,2 Ω

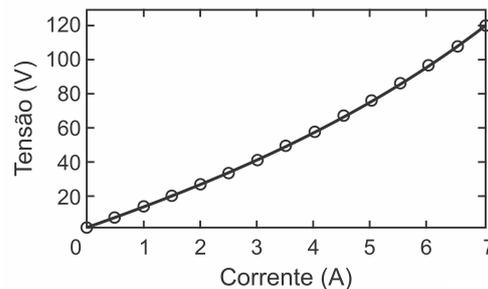
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A produção e a transmissão do impulso nervoso nos neurônios têm origem no mecanismo da bomba de sódio-potássio. Esse mecanismo é responsável pelo transporte de íons Na^+ para o meio extracelular e K^+ para o interior da célula, gerando o sinal elétrico. A ilustração abaixo representa esse processo.

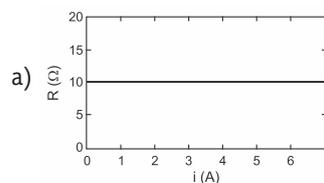


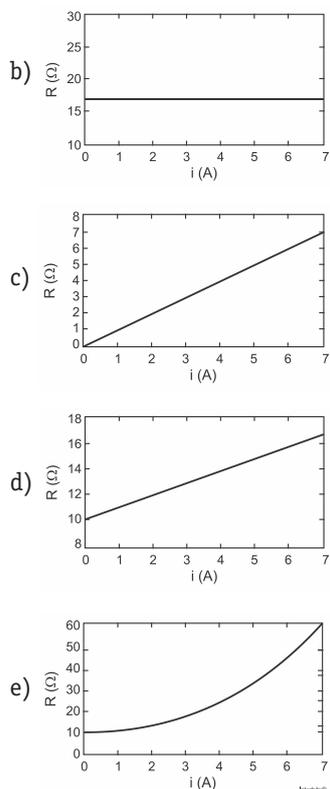
Adaptado de researchgate.net.

4. (UERJ 2020) O impulso nervoso, ou potencial de ação, é uma consequência da alteração brusca e rápida da diferença de potencial transmembrana dos neurônios. Admita que a diferença de potencial corresponde a 0,07 V e a intensidade da corrente estabelecida, a $7,0 \times 10^{-6}$ A. A ordem de grandeza da resistência elétrica dos neurônios, em ohms, equivale a:
- 10^2
 - 10^3
 - 10^4
 - 10^5
5. (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





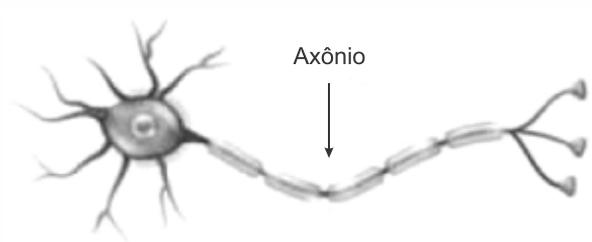
6. (ENEM 2021) Cientistas da Universidade de New South Wales, na Austrália, demonstraram em 2012 que a Lei de Ohm é válida mesmo para fios finíssimos, cuja área da seção reta compreende alguns poucos átomos. A tabela apresenta as áreas e comprimentos de alguns dos fios construídos (respectivamente com as mesmas unidades de medida). Considere que a resistividade mantém-se constante para todas as geometrias (uma aproximação confirmada pelo estudo).

	Área	Comprimento	Resistência elétrica
Fio 1	9	312	R1
Fio 2	4	47	R2
Fio 3	2	54	R3
Fio 4	1	106	R4

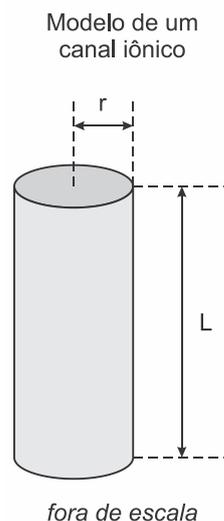
WEBER, S. B. et. al Ohm's Law Survives to the Atomic Scale. *Science*. n. 335. jan. 2012 (adaptado).

As resistências elétricas dos fios, em ordem crescente, são

- a) $R1 < R2 < R3 < R4$.
 - b) $R2 < R1 < R3 < R4$.
 - c) $R2 < R3 < R1 < R4$.
 - d) $R4 < R1 < R3 < R2$.
 - e) $R4 < R3 < R2 < R1$.
7. (ALBERT EINSTEIN - MEDICINA) O axônio é a parte da célula nervosa responsável pela condução do impulso nervoso, que transmite informações para outras células.



Várias propriedades elétricas dos axônios são regidas por canais iônicos, que são moléculas de proteínas que se estendem ao longo de sua membrana celular. Quando aberto, um canal iônico possui um poro preenchido por um fluido de baixa resistividade. Pode-se modelar cada canal iônico como um cilindro de comprimento $L = 12\text{nm}$ com raio da base medindo $r = 0,3\text{ nm}$.



Adotando $\pi = 3$ sabendo que $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ e que a resistência elétrica de um canal iônico típico é $10^{11}\Omega$, a resistividade do fluido que o preenche é

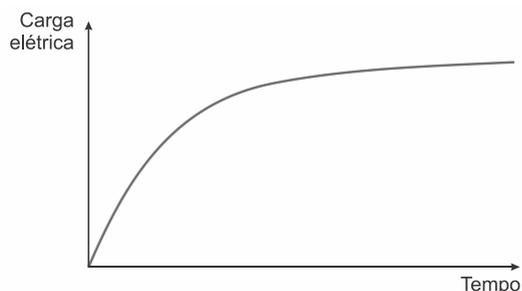
- a) $2,25\Omega.m$
- b) $0,56\Omega.m$
- c) $4,50\Omega.m$
- d) $9,00\Omega.m$
- e) $1,12\Omega.m$

ESTUDO INDIVIDUALIZADO (E.I.)

1. **(Fatec 2022)** Com o intuito de diminuir significativamente a geração de resíduos, têm-se estimulado a redução de consumo, a reciclagem e o reuso de dispositivos eletrônicos. Atualmente, um dos grandes vilões do meio ambiente é o descarte de baterias. Apesar da criação das baterias recarregáveis, o problema ainda persiste. Esse é um dos motivos pelo qual a produção em larga escala de carros elétricos tem sofrido resistência. Devido a essa necessidade de diminuição de resíduos, as indústrias têm investido no sentido de ampliar a durabilidade e a capacidade de operação dessas baterias. Uma das grandezas físicas utilizada para aferir a capacidade de essas baterias tem como unidade de medida " $A \cdot h$ ".

É correto afirmar que essa unidade de medida se refere à grandeza física

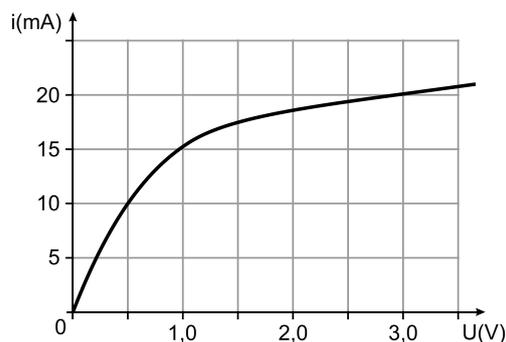
- a) carga elétrica.
b) corrente elétrica.
c) potencial elétrico.
d) resistência elétrica.
e) capacitância elétrica.
2. **(Fgv 2021)** O gráfico mostra a variação da quantidade de carga elétrica armazenada em um capacitor em função do tempo, quando ligado a certo circuito elétrico.



O coeficiente angular da reta tangente a um ponto correspondente a um instante qualquer da curva representa

- a) o valor da resistência elétrica do capacitor.
b) a quantidade de carga elétrica armazenada pelo capacitor até aquele instante.
c) a intensidade da corrente elétrica no capacitor naquele instante.
d) a energia armazenada pelo capacitor até aquele instante.
e) o valor da capacitância do capacitor.

3. **(Puccamp 2022)** No gráfico, está representada a relação entre a intensidade da corrente elétrica que se estabelece em certo condutor e a diferença de potencial aplicada entre suas extremidades.



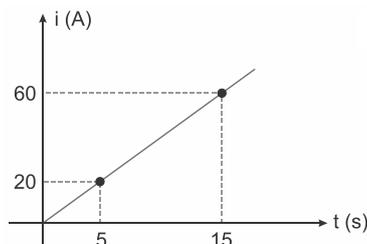
É correto afirmar que esse condutor é I e que sua resistência elétrica, quando a diferença de potencial entre as suas extremidades é de $3,0 \text{ V}$, é igual a II .

As lacunas I e II da frase acima devem ser preenchidas, correta e respectivamente, por:

- a) ôhmico – $6,7 \Omega$
b) ôhmico – 150Ω
c) ôhmico – 400Ω
d) não ôhmico – $6,7 \Omega$
e) não ôhmico – 150Ω
4. Para iluminação de natal do prédio principal do Colégio Naval, antiga sede da Escola de Grumets "Almirante Batista das Neves", o Encarregado do Departamento de Serviços Gerais resolveu fechar um circuito elétrico ligando uma um resistor de 220Ω a uma fonte de 220 V . Determine a intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito e assinale a opção correta.

- a) $0,2 \text{ A}$
b) $0,4 \text{ A}$
c) $0,6 \text{ A}$
d) $0,8 \text{ A}$
e) $1,0 \text{ A}$

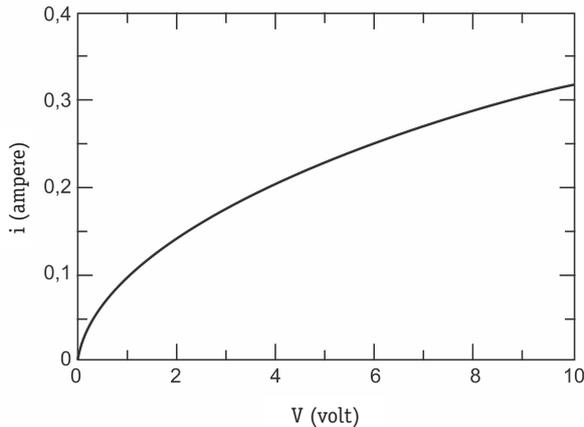
5. **(Uerj simulado 2018)** O gráfico abaixo indica o comportamento da corrente elétrica em função do tempo em um condutor.



A carga elétrica, em coulombs, que passa por uma seção transversal desse condutor em 15 s é igual a:

- a) 450
- b) 600
- c) 750
- d) 900

6. (Fcmmg 2017) Uma lâmpada incandescente foi submetida a voltagens crescentes e verificaram-se as correntes elétricas correspondentes, mostradas no gráfico a seguir.



Sobre o comportamento elétrico dessa lâmpada, três estudantes fizeram as seguintes afirmações:

Elias afirmou que a resistência elétrica dessa lâmpada cresce com o aumento da voltagem a ela aplicada.

Felipe disse que, quando a d.d.p. sobre a lâmpada for de 4 volt, a sua resistência vale cerca de 20 ohm.

Glória acha que, nesse tipo de gráfico, a resistência elétrica do dispositivo é calculada pela inclinação da tangente no ponto.

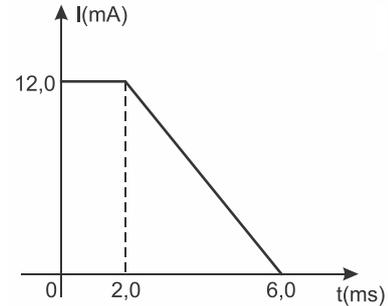
Do ponto de vista da Física, apenas:

- a) Elias fez uma afirmação correta.
- b) Glória fez uma afirmação correta.
- c) Elias e Felipe fizeram afirmações corretas.
- d) Felipe e Glória fizeram afirmações corretas.

7. (Uece 2017) Considere um resistor ligado a uma bateria e dissipando calor por efeito Joule. Pelo resistor, são medidos $3 \mu\text{C/s}$ de carga elétrica. Assim, a corrente elétrica pelo resistor é

- a) $3 \cdot 10^6 \text{ A}$.
- b) $3 \cdot 10^{-6} \mu\text{A}$.
- c) $3 \cdot 10^6 \mu\text{A}$.
- d) $3 \cdot 10^{-6} \text{ A}$.

8. (Uefs 2017) 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 $t = 6,0 \text{ ms}$, em mA, é igual a

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

9. (Unigranrio - Medicina 2017) Dependendo da intensidade da corrente elétrica que atravessa 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 atravessa 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 $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- 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) $3,2 \cdot 10^{19}$

10. (Uece 2017) Uma pilha (1,5 V) e um resistor (1,5 Ω) são conectados um ao outro por apenas um de seus terminais durante o experimento I. Em outro experimento, o experimento II, os dois terminais da bateria são conectados aos terminais do resistor.

A diferença de potencial elétrico e a corrente no resistor são, respectivamente,

- a) 0,0 V e 0,0 A no experimento I e 1,5 V e 1,5 A no experimento II.
- b) 1,5 V e 1,0 A no experimento I e 0,0 V e 0,0 A no experimento II.
- c) 1,5 V e 0,0 A no experimento I e 1,5 V e 1,0 A no experimento II.
- d) 0,0 V e 0,0 A no experimento I e 1,5 V e 1,0 A no experimento II.

11. (G1 - ifsp 2017) Dois dos principais efeitos causados pela passagem de uma corrente elétrica são:

- I. *Efeito térmico ou Joule* – uma corrente elétrica, pela sua passagem, provoca uma variação de temperatura num condutor.
- II. *Efeito magnético* – toda corrente elétrica cria ao seu redor um campo magnético no espaço em torno de si. Isto pode ser verificado experimentalmente aproximando-se uma bússola de um condutor sendo percorrido por corrente elétrica: a agulha sobre deflexão.

Considerando um condutor metálico percorrido por uma corrente de intensidade de 1 A, assinale a alternativa correta.

- a) A corrente de intensidade de 1 A corresponde a 2 Coulomb (C) por segundo.
- b) Em 12 s, a quantidade de carga que atravessará uma região do condutor será de 10 C.
- c) Esta corrente elétrica corresponde a um fluxo de $6,25 \times 10^{18}$ elétrons por segundo, considerando a carga elementar igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C.
- d) A velocidade média dos elétrons que constituem a corrente é igual à velocidade da luz no vácuo.
- e) O sentido convencional da corrente é igual ao movimento dos elétrons livres dentro do condutor.

12. (Acafe 2019) Um jardineiro utiliza uma extensão elétrica de 10 m para ligar uma máquina de cortar grama. No entanto, quando foi cortar a grama de um novo cliente percebeu que o terreno era muito extenso. Então, comprou uma nova extensão, com o dobro do comprimento e $\frac{3}{2}$ da área seção reta da antiga extensão, mas com o mesmo metal condutor.

Com base no exposto, marque a alternativa **correta** que indica a relação entre as resistências das duas extensões.

- a) $R_{\text{Nova}} = \frac{2}{3} \cdot R_{\text{Antiga}}$
- b) $R_{\text{Nova}} = \frac{8}{9} \cdot R_{\text{Antiga}}$
- c) $R_{\text{Nova}} = \frac{4}{3} \cdot R_{\text{Antiga}}$
- d) $R_{\text{Nova}} = \frac{6}{3} \cdot R_{\text{Antiga}}$

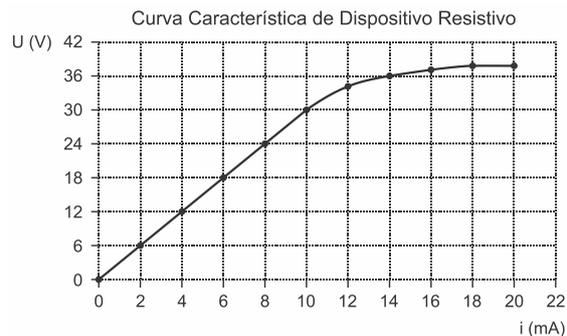
13. (Puccamp 2017) A distribuição de energia elétrica para residências no Brasil é feita basicamente por redes que utilizam as tensões de 127 V e de 220 V, de modo que os aparelhos eletrodomésticos são projetados para funcionarem sob essas tensões. A tabela mostra a tensão e a intensidade da corrente elétrica que percorre alguns aparelhos elétricos resistivos quando em suas condições normais de funcionamento.

Aparelho	Tensão (V)	Corrente (A)
Chuveiro	220	20
Lâmpada incandescente	127	1,5
Ferro de passar	127	8

Sendo R_c , R_L e R_F , respectivamente, as resistências elétricas do chuveiro, da lâmpada e do ferro de passar, quando em suas condições normais de funcionamento, é correto afirmar que

- a) $R_F > R_L > R_C$
- b) $R_L > R_C > R_F$
- c) $R_C > R_L > R_F$
- d) $R_C > R_F > R_L$
- e) $R_L > R_F > R_C$

14. (Fatec 2017) Em uma disciplina de circuitos elétricos da FATEC, o Professor de Física pede aos alunos que determinem o valor da resistência elétrica de um dispositivo com comportamento inicial ôhmico, ou seja, que obedece à primeira lei de Ohm. Para isso, os alunos utilizam um multímetro ideal de precisão e submetem o dispositivo a uma variação na diferença de potencial elétrico anotando os respectivos valores das correntes elétricas observadas. Dessa forma, eles decidem construir um gráfico contendo a curva característica do dispositivo resistivo, apresentada na figura.



Com os dados obtidos pelos alunos, e considerando apenas o trecho com comportamento ôhmico, podemos afirmar que o valor encontrado para a resistência elétrica foi, em $k\Omega$, de

- a) 3,0
- b) 1,5
- c) 0,8
- d) 0,3
- e) 0,1

15. (Mackenzie 2016) Dois resistores, de resistências elétricas R_1 e R_2 , são formados por fios metálicos, de mesmo comprimento e mesmo diâmetro, são constituídos de materiais cujas resistividades são ρ_1 e ρ_2 respectivamente. Quando esses resistores são associados em paralelo e submetidos a uma bateria de tensão elétrica U, a corrente que passa pelo fio de resistência elétrica R_2 é o dobro da que passa por R_1 . Nessas condições, a relação entre as resistividades dos materiais é

- a) $\rho_1 = \rho_2$
- b) $\rho_2 = 2 \cdot \rho_1$
- c) $\rho_1 = 2 \cdot \rho_2$
- d) $\rho_1 = 4 \cdot \rho_2$
- e) $\rho_2 = 4 \cdot \rho_1$

16. (Uerj 2007) Considere dois cabos elétricos de mesmo material e com as seguintes características:

cabo	comprimento (km)	resistência elétrica (Ω)
1	25	4
2	75	R_2

Sabe-se que o peso do cabo 2 é o quádruplo do peso do cabo 1.

Calcule o valor da resistência elétrica R_2 .

17. (Uerj 2004) Considere que o fluxo de ar nos pulmões possa ser descrito por uma lei semelhante à lei de Ohm, na qual a voltagem é substituída pela diferença de pressão ΔP e a corrente, pela variação temporal do volume, $\Delta v/\Delta t$. Pode-se definir, assim, a resistência do pulmão à passagem de ar de forma análoga à resistência elétrica de um circuito.

- a) Sabendo que o aparelho respiratório é um sistema aberto, indique a pressão média do ar no interior do pulmão.
b) Considerando que a pressão expiratória seja 200 Pa maior do que a pressão atmosférica, determine a taxa de fluxo de ar nos pulmões, em L/s.

Dados: pressão normal = 760 mmHg e resistência dos pulmões à passagem de ar = 330 Pa/(L/s)

18. (Ufpe 2003) O feixe de elétrons no tubo de um monitor de vídeo percorre a distância de 0,20m no espaço evacuado entre o emissor de elétrons e a tela do tubo. Se a velocidade dos elétrons for 5×10^7 m/s, e o número de elétrons no feixe for $2,5 \times 10^9$ /m, qual a corrente do feixe, em mA?

19. (Uem-pas 2020) A resistência elétrica de um fio condutor ôhmico e cilíndrico é dada pela equação $R = 2 \times 10^{-2}x$. Sabendo que a resistência elétrica (R) do fio é dada em Ω , que seu comprimento (x) é dado em metros e que a área da seção reta transversal desse fio é de $4,0 \times 10^{-6}$ m², assinale o que for correto.

- 01) O gráfico da resistência elétrica em função do comprimento do fio condutor é uma reta cujo coeficiente angular é $\frac{1}{50}$
02) A resistividade elétrica desse fio condutor é $8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$.
04) A taxa de variação da resistência elétrica do fio condutor em função de seu comprimento é de $2 \times 10^{-2} \frac{\Omega}{m}$.
08) Se 1m desse fio condutor for submetido a uma diferença de potencial de 10V, uma corrente elétrica de 5A fluirá através desse fio e sua condutividade elétrica será de $3 \times 10^2 (\Omega \cdot m)^{-1}$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Se necessário, na(s) questão(ões) a seguir, utilize os valores fornecidos abaixo:

20. (Uepg 2019) As extremidades de um fio metálico com 10 m de comprimento e área de seção circular de 1 mm² são conectadas a uma fonte de corrente constante de 10 mA. O fio é enrolado de modo a ficar compacto e inserido num reservatório com água, cuja temperatura pode ser controlada.

Em relação ao enunciado, assinale o que for correto.

Dados:

Resistividade do fio a 0 °C = $2 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Coefficiente de temperatura para o fio = $4 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

- 01) A resistência elétrica de um resistor não depende do material de que é feito, apenas da sua geometria e temperatura.
02) Para uma temperatura de 100 °C, a diferença de potencial entre os terminais do fio é 2,8 mV.
04) No presente caso, uma variação de temperatura do fio irá acarretar uma variação da diferença de potencial entre seus terminais.
08) A resistência elétrica de um fio metálico é diretamente proporcional à sua área de seção transversal.
16) Para uma temperatura de 0 °C, a resistência elétrica do fio é 0,2 Ω .

GABARITO

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

16.

$$R_2 = 9\Omega.$$

17.

a) 760 mmHg

b) 0,606 L/s

18.

20

19.

$$01 + 02 + 04 + 16 = 23.$$

[01] Correta. O gráfico da resistência elétrica em função do comprimento do fio condutor é uma reta que passa pela origem, pois a função é do primeiro grau com coeficiente linear nulo. O coeficiente angular é:

$$m = 2 \times 10^{-2} = \frac{2}{10^2} = \frac{2}{100} \Rightarrow m = \frac{1}{50}$$

[02] Correta.

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \frac{\rho}{A} x \\ R = 2 \times 10^{-2} x \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\rho}{A} = 2 \times 10^{-2} \Rightarrow \rho = 2 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-6} \Rightarrow \rho = 8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$$

[04] Correta. A taxa de variação da resistência elétrica do fio condutor em função de seu comprimento é igual ao coeficiente angular.

[08] Incorreta. Calculando a corrente elétrica

$$R = 2 \times 10^{-2} x \Rightarrow R = 2 \times 10^{-2} (1) \Rightarrow R = 2 \times 10^{-2} \Omega$$

$$U = Ri \Rightarrow i = \frac{U}{R} = \frac{10}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow i = 500 A$$

A condutividade é o inverso da resistividade.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{8 \times 10^{-8}} \Rightarrow \sigma = 1,25 \times 10^7 (\Omega \cdot m)^{-1}$$

20.

$$02 + 04 + 16 = 22.$$

Análise das afirmativas:

[01] **Falsa.** De acordo com a Segunda Lei de Ohm, a resistência elétrica (R) **depende** do material condutor (ρ), do comprimento do condutor (L) e da área da seção transversal (A) do mesmo.

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

[02] **Verdadeira.** O aumento da temperatura vai ocasionar a dilatação térmica do condutor, assim:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T = 10 \text{ m} \cdot 4 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot (100 - 0) \text{ }^\circ\text{C} \therefore \Delta L = 4 \text{ m}$$

Assim, o novo comprimento do condutor para essa temperatura é: $L_f = 10 + 4 \therefore L_f = 14 \text{ m}$

Usando a segunda lei de Ohm, a nova resistência para esse fio será:

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{2 \times 10^{-2} \Omega \cdot \cancel{\text{mm}^2} / \cancel{\text{m}} \cdot 14 \cancel{\text{m}}}{1 \cancel{\text{mm}^2}} \therefore R = 0,28 \Omega$$

Aplicando a primeira lei de Ohm, temos a tensão.

$$U = R \cdot i = 0,28 \Omega \cdot 10 \text{ mA} \therefore U = 2,8 \text{ mV}$$

[04] **Verdadeira.** Como aumenta a resistência, pois com a dilatação aumenta também o comprimento do fio, aumenta a resistência e como a intensidade da corrente é constante, aumenta a diferença de potencial. A rigor, também teríamos um aumento de área da seção transversal do fio, o que provocaria uma redução da resistência, porém como a ordem de grandeza é muito pequena, o resultado se manteria próximo.

[08] **Falsa.** A resistência elétrica do condutor é **inversamente** proporcional à área da seção transversal do mesmo.

[16] **Verdadeira.** Para a temperatura de 0 °C, a resistência elétrica do fio é:

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{2 \times 10^{-2} \Omega \cdot \cancel{\text{mm}^2} / \cancel{\text{m}} \cdot 10 \cancel{\text{m}}}{1 \cancel{\text{mm}^2}} \therefore R = 0,20 \Omega$$