

## Corrente elétrica

01. Um fio metálico de seção transversal de  $2 \text{ mm}^2$  possui uma densidade de  $6 \cdot 10^{28}$  elétrons livres por  $\text{m}^3$ . Cada elétron possui uma carga de  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . A velocidade média dessa carga livre quando o fio é percorrido por uma corrente de  $4 \text{ A}$  é, aproximadamente,

A)  $2 \text{ m/s}$  B)  $0,2 \text{ m/s}$  C)  $0,02 \text{ m/s}$  D)  $0,002 \text{ m/s}$  E)  $0,0002 \text{ m/s}$

$$i = n \cdot A \cdot v \cdot e$$

$$v = i/n \cdot A \cdot e = 4/6 \cdot 10^{28} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 4/19,2 \cdot 10^3 = 0,2083 \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 10^{-3} = 0,0002 \text{ m/s}.$$

02. Um anel de raio  $r$ , uniformemente eletrizado, com densidade linear de cargas (carga elétrica existente por unidade de comprimento do anel) igual a  $\lambda$ , rota em torno do eixo  $E$  com velocidade angular constante  $\omega$ . Determine a intensidade da corrente elétrica gerada por esse anel.

A)  $i = \omega \cdot r \cdot \lambda$ .

B)  $i = 2\pi \cdot r / \omega \cdot \lambda$ .

C)  $i = \omega \cdot r / 2\pi \cdot \lambda$ .

D)  $i = \omega \cdot r \cdot \lambda / \pi$

E)  $i = \lambda \cdot \omega / 2\pi \cdot r$

$$\lambda = Q/2 \cdot \pi \cdot r \Rightarrow Q = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \lambda.$$

$$\omega = 2 \cdot \pi / T \Rightarrow T = 2 \cdot \pi / \omega.$$

$$i = Q/T = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \lambda / (2\pi / \omega) = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \lambda \cdot \omega / 2\pi = \omega \cdot r \cdot \lambda.$$

03. 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.

Obs.: volume =  $A \cdot d$  e  $n$  é o número de elétrons.

$$N = n/A \cdot d \Rightarrow n = N \cdot A \cdot d \Rightarrow |q| = N \cdot A \cdot d \cdot e$$

$$i = |q|/\Delta t = N \cdot A \cdot d \cdot e / \Delta t = N \cdot A \cdot v \cdot e.$$

04. Um meteorito penetra na atmosfera terrestre com uma velocidade média de  $5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ . A cada quilômetro que percorre, o meteorito acumula uma carga elétrica de  $2 \cdot 10^{-3} \text{ coulomb}$ . Pode-se associar ao acúmulo de cargas no meteorito uma corrente elétrica média, em ampères, da ordem de

A)  $10^{-12}$

B)  $10^{-5}$

C)  $10^{-8}$

D)  $10^{-2}$

E)  $10^1$

$$i = |q|/\Delta t = |q|/(\Delta s/v) = |q| \cdot v / \Delta s = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^3 / 1 \cdot 10^3 = 10 \cdot 10^0 / 10^3 = 10^{-2} \text{ A}.$$

05. As baterias que equipam os veículos são especificadas em ampère-hora (Ah).

Essa especificação representa a capacidade de fornecer corrente elétrica ao sistema elétrico do veículo. Supondo que uma bateria de  $60 \text{ Ah}$  tenha de fornecer energia ininterrupta durante  $4$  horas, então, a corrente elétrica fornecida é de

A)  $0,25 \text{ A}$

B)  $15 \text{ A}$

C)  $240 \text{ A}$

D)  $0,017 \text{ A}$

E)  $1 \text{ A}$

$$i = |q|/\Delta t = 60/4 = 15 \text{ A}.$$

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

$$i = |q|/\Delta t = 2.10^5 \cdot 1,6.10^{-19} / 1.10^{-3} = 3,2.10^{-11} \text{ A.}$$

07. Num condutor, a intensidade da corrente elétrica varia com o tempo, de acordo com a equação  $I = 4 + 2t$ , sendo  $I$  expresso em ampères e  $t$ , em segundos. Entre os instantes  $t_1 = 2 \text{ s}$  e  $t_2 = 6 \text{ s}$ , a quantidade de carga que passa pela seção transversal do condutor é

- A) 12 C
- B) 16 C
- C) 32 C**
- D) 48 C
- E) 54 C

$$I_1 = 4 + 2t = 4 + 2 \cdot 2 = 4 + 4 = 8 \text{ A.}$$

$$I_2 = 4 + 2t = 4 + 2 \cdot 6 = 4 + 12 = 16 \text{ A.}$$

$$i = |q|/\Delta t \Rightarrow |q| = i \cdot \Delta t = (16 - 8) \cdot (6 - 2) = 8 \cdot 4 = 32 \text{ C.}$$

08. O elétron de um átomo de hidrogênio move-se em órbita circular com uma frequência de  $7,0 \times 10^{15} \text{ Hz}$ . Numa visão clássica, se a carga elementar do elétron tem valor  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , a intensidade da corrente elétrica na órbita vale, em mA, aproximadamente,

- A) 1,1.**
- B) 2,3.
- C) 4,8.
- D) 7,0.
- E) 8,6.

$$T = 1/f$$

$$i = Q/T = 1,6.10^{-19} / (1/7.10^{15}) = 1,6.10^{-19} \cdot 7.10^{15} = 11,2.10^{-4} = 1,12.10^{-3} \text{ A} = 1,1 \text{ mA.}$$

09. Um fio condutor é percorrido por corrente contínua, com intensidade ( $i$ ) variável com o tempo ( $t$ ), segundo a função:  $i = 4 + 0,5t$  (SI). Calcule a carga que atravessa uma seção do fio condutor, entre os instantes  $t_1 = 0 \text{ s}$  e  $t_2 = 2,0 \text{ s}$ .

$$I_1 = 4 + 0,5t = 4 + 0,5 \cdot 0 = 4 + 0 = 4 \text{ A.}$$

$$I_2 = 4 + 0,5t = 4 + 0,5 \cdot 2 = 4 + 1 = 5 \text{ A.}$$

$$i = |q|/\Delta t \Rightarrow |q| = i \cdot \Delta t = (5 - 4) \cdot (2 - 0) = 1 \cdot 2 = 2 \text{ C.}$$

10. Em uma solução aquosa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $10^{16}$  ânions  $\text{SO}_4^-$  vão para o ânodo e  $2 \cdot 10^{16}$  cátions  $\text{H}^+$  vão para o cátodo em um intervalo de tempo de  $1,0 \text{ s}$ . Sabendo que a carga elementar vale  $1,6.10^{-19} \text{ C}$ , determine a intensidade de corrente nesta solução.

$$Q_{\text{cátions}} \Rightarrow 2.10^{16} \cdot 1,6.10^{-19} = 3,2.10^{-3} \text{ C.}$$

$$Q_{\text{ânions}} \Rightarrow 2.10^{16} \cdot 1,6.10^{-19} = 3,2.10^{-3} \text{ C.}$$

$$Q = 3,2.10^{-3} + 3,2.10^{-3} = 6,4.10^{-3} \text{ C.}$$

$$i = |q|/\Delta t = 6,4.10^{-3} / 1 = 6,4.10^{-3} \text{ A} = 6,4 \text{ mA.}$$

11. Suponhamos que  $2.10^{10}$  íons sulfato e  $3.10^{10}$  íons hidroxônio se movimentem por segundo. Determinar a intensidade da corrente elétrica no interior da solução aquosa de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

$$i_{\text{sulfato}} = |q|/\Delta t = 2.10^2 \cdot 1,6.10^{-19} / 1 = 3,2.10 = 32 \text{ A.}$$

$$i_{\text{hidroxônio}} = |q|/\Delta t = 3.10^2 \cdot 1,6.10^{-19} / 1 = 4,8.10 = 48 \text{ A.}$$

$$i = 32 + 48 = 80 \text{ A.}$$

12. O feixe de elétrons no tubo de um monitor de vídeo percorre a distância de  $0,20 \text{ m}$  no espaço evacuado entre o emissor de elétrons e a tela do tubo. Se a velocidade dos elétrons for  $5.10^7 \text{ m/s}$ , e o número de elétrons no feixe for  $2,5.10^9/\text{m}$ , qual a corrente do feixe, em mA?

- A) 2
- B) 7,5
- C) 15
- D) 20**
- E) 25

$$Q = d \cdot e \cdot n / \Delta s = 0,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,5 \cdot 10^9 = 8 \cdot 10^{-11} \text{ C.}$$

$$i = |Q| / \Delta t = |Q| \cdot v / d = 8 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 10^7 / 0,2 = 40 \cdot 10^{-4} / 0,2 = 200 \cdot 10^{-4} \text{ A} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 20 \text{ mA.}$$

Ou

$$i = |Q| / \Delta t = n \cdot e \cdot v / d = 2,5 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^7 / 1 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 20 \text{ mA.}$$

13. Um componente elétrico é percorrido por uma corrente elétrica que varia com o tempo de acordo com a função  $i = 10 + 5 \cdot t$ , onde  $i$  é a corrente elétrica em ampères e  $t$  é o tempo em segundos. Determine o valor da intensidade da corrente elétrica média no intervalo entre  $t = 0$  e  $t = 4$  s.

A) 10 A    B) 15 A    C) 20 A    D) 25 A    E) 30 A

$$I_1 = 10 + 5t = 10 + 5 \cdot 0 = 10 + 0 = 10 \text{ A.}$$

$$I_2 = 10 + 5t = 10 + 5 \cdot 4 = 10 + 20 = 30 \text{ A.}$$

$$I = (10 + 30) / 2 = 40 / 2 = 20 \text{ A.}$$

14. Considere uma pilha utilizada em um marca--passo cardíaco, bastante leve e com alta densidade de carga de  $1,5 \cdot 10^{18}$  elétrons por  $\text{cm}^3$ . Sabendo que o valor da carga de um elétron, em módulo, é igual a  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, a corrente elétrica fornecida por uma pilha com volume de  $2,0 \text{ cm}^3$ , durante 1 minuto, é igual a

A) 4 mA

B) 8 mA

C) 480 mA

D) 520 mA

E) 68,8 A

$$i = |q| / \Delta t = N \cdot e \cdot v / \Delta t = 2 \cdot 1,5 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 60 = 4,8 \cdot 10^{-1} / 6 \cdot 10 = 0,8 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^{-3} = 8 \text{ mA.}$$

15. Quando um circuito elétrico é fechado através do interruptor C, a lâmpada L acende e assim permanece durante 40 s. A corrente elétrica que atravessa o fio de cobre do circuito durante esse período é constante e igual a 0,4 A. Considerando que cada átomo de cobre contribui só com um elétron livre para o transporte de corrente elétrica, a ordem de grandeza, em gramas, da massa mínima de cobre necessária para gerar essa corrente elétrica é:

(Dados: número de Avogadro =  $6,0 \cdot 10^{23}$ ; carga elementar =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C; massa de 1 mol de cobre = 64 g.)

A)  $10^{-2}$     B)  $10^{-1}$     C)  $10^0$     D)  $10^1$     E)  $10^2$

$$\Delta Q = i \cdot \Delta t = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ C}$$

$$N = \Delta Q / e = 16 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 10^{20} \text{ elétrons}$$

$$6 \cdot 10^{23} \text{ ——— } 64 \text{ g}$$

$$1 \cdot 10^{20} \text{ ——— } x \text{ g}$$

$$x = 64 \cdot 1 \cdot 10^{20} / 6 \cdot 10^{23} = 10,6 \cdot 10^{-3} = 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ g.}$$

Ordem de grandeza =  $10^{-2}$  A. (1,06 é menor que 3,16)

16. A função de uma proteína denominada bomba de sódio é o transporte dos íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  através da membrana celular. Cada bomba de sódio dos neurônios do cérebro humano pode transportar até 200 íons  $\text{Na}^+$  para fora da célula e 130 íons  $\text{K}^+$  para dentro da célula por segundo. Sabendo-se que um neurônio possui aproximadamente um milhão de bombas de sódio, qual a corrente elétrica média através da membrana de um neurônio? (a carga do próton é  $1,6 \times 10^{-19}$  C)

A)  $8,45 \times 10^{-17}$  A

B)  $1,12 \times 10^{-11}$  A

C)  $3,20 \times 10^{-11}$  A

D)  $2,08 \times 10^{-11}$  A

E)  $5,28 \times 10^{-11}$  A

Um neurônio possui aproximadamente um milhão de bombas de sódio

$$N = 1 \cdot 10^6 \cdot (200 + 130) = 330 \cdot 10^6.$$

$$i = |q| / \Delta t = 330 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 528 \cdot 10^{-13} \text{ A} = 5,28 \cdot 10^{-11} \text{ A.}$$

17. 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

$$\Delta Q = i \cdot \Delta t = 300000 \cdot 0,5 = 150\,000\text{ C.}$$

$$x = 150000/600000 = 1/4.$$

18. 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 E) 2 minutos

$$\Delta t = |q|/i = 0,8/3,2 = 0,25\text{ h} = 0,25 \cdot 60 = 15\text{ minutos.}$$

19. 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. E) 200,0 km.

$$\Delta t = |q|/i = 75/50 = 1,5\text{ h.}$$

$$V = \Delta s/\Delta t \Rightarrow \Delta s = V \cdot \Delta t = 60 \cdot 1,5 = 90\text{ km.}$$

20. Hoje em dia é muito comum o uso de baterias recarregáveis nos mais diversos aparelhos eletrônicos como: celulares, telefones sem fio, mp3 players, câmeras digitais, dentre outros. Estas baterias costumam ter uma indicação máxima expressa na unidade mAh (leia "mili ampère hora"). Poucas pessoas sabem exatamente o que isso significa. No máximo, imaginam que quanto mais mAh a bateria tiver, maior será a sua duração, ou seja, o tempo de uso útil do aparelho.

Ainda relacionado às baterias recarregáveis, considere a situação na qual o fabricante do seu telefone sem fio informa no Manual do Usuário que o aparelho pode operar fora da base por um tempo de 96 h (em modo de espera) ou por um tempo de 5 h (em modo de conversação). Sendo a indicação máxima da bateria do tipo NiCd (níquel cádmio) de 300 mAh e voltagem de 3,6 V, os valores das intensidades de corrente do telefone (em mA) em modo de espera e em modo de conversação, respectivamente, são:

A)  $i_E = 3,1$  e  $i_C = 60,0$

B)  $i_E = 5,3$  e  $i_C = 51,8$

C)  $i_E = 10,4$  e  $i_C = 60,0$

D)  $i_E = 16,0$  e  $i_C = 40,0$

E)  $i_E = 30,5$  e  $i_C = 600,0$

$$i_E = |q|/\Delta t = 300/96 = 3,125\text{ mA.}$$

$$i_C = |q|/\Delta t = 300/5 = 60\text{ mA.}$$

21. Um celular produz ondas eletromagnéticas na faixa de micro-ondas. Para fazer uma chamada, essas ondas são transmitidas a uma central, responsável por identificar o número chamado e encaminhar a ligação. O manual de um determinado celular afirma que sua bateria tem uma capacidade 1400 mAh. O fabricante indica que essa bateria pode alimentar o telefone por 4 h e 30 min em modo de conversação e por 60 h em modo espera. Admitindo que a bateria opere com 3,7 V, determine os valores das intensidades de corrente do telefone (em mA) em modo de espera e em modo de conversação:

$$i_E = |q|/\Delta t = 1400/60 = 23,3\text{ mA.}$$

$$i_C = |q|/\Delta t = 1400/4,5 = 311,1\text{ mA.}$$

22. Nas alternativas abaixo, indique aquela em que aparece o maior número de eletrodomésticos que utiliza o efeito joule:

- A) Ventilador, televisão, rádio.
- B) Batedeira, torradeira, barbeador elétrico.
- C) Ferro elétrico, furadeira elétrica, ar condicionado.
- D) Churrasqueira elétrica, ferro elétrico, chuveiro elétrico.**
- E) Geladeira, DVD, micro-ondas.

**Os aparelhos associados ao efeito joule devem estar associado ao aquecimento.**

23. 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 =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  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)  $2,25 \cdot 10^{20}$ .**

**$i = |q|/\Delta t = N \cdot e/\Delta t \Rightarrow N = i \cdot \Delta t/e = 0,3 \cdot 2 \cdot 60/1,6 \cdot 10^{-19} = 36/1,6 \cdot 10^{-19} = 2,25 \cdot 10^{20}$  elétrons.**

24. Uma das grandezas que representa o fluxo de elétrons que atravessa um condutor é a intensidade da corrente elétrica, representada pela letra **i**. Trata-se de uma grandeza:

- A) vetorial, porque a ela sempre se associa um módulo, uma direção e um sentido.
- B) escalar, porque é definida pela razão entre grandezas escalares: carga elétrica e tempo.**
- C) vetorial, porque a corrente elétrica se origina da ação do vetor campo elétrico que atua no interior do condutor.
- D) escalar, porque o eletromagnetismo só pode ser descrito por grandezas escalares.
- E) vetorial, porque as intensidades das correntes que convergem em um nó sempre se somam vetorialmente.

25. A corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída de:

- A) elétrons livres no sentido oposto ao convencional.**
- B) cargas positivas no sentido convencional.
- C) cargas positivas no sentido oposto ao convencional.
- D) íons positivos e negativos fluindo na estrutura cristalizada do metal.
- E) elétrons livres no sentido convencional.

26. O padrão de frequência adotado pelas usinas geradoras de energia elétrica no Brasil é de 60 Hz, enquanto em outros países, como a Argentina, o padrão é de 50 Hz. É correto afirmar que a corrente elétrica usada nas casas do Brasil é:

- A) alternada e oscila 60 vezes a cada segundo.**
- B) alternada e oscila 1 vez a cada 60 segundos.
- C) contínua e oscila 60 vezes a cada segundo.
- D) contínua e oscila 1 vez a cada 60 segundos.
- E) contínua e não oscila.

27. Aceleradores de partículas são ambientes onde partículas eletricamente carregada são mantidas em movimento, como as cargas elétricas em um condutor. No Laboratório Europeu de Física de Partículas – CERN, está localizado o mais potente acelerador em operação no mundo. Considere as seguintes informações para compreender seu funcionamento:

- os prótons são acelerados em grupos de cerca de 3000 pacotes, que constituem o feixe do acelerador;
- esses pacotes são mantidos em movimento no interior e ao longo de um anel de cerca de 30 km de comprimento;

- cada pacote contém, aproximadamente,  $10^{11}$  prótons que se deslocam com velocidades próximas à da luz no vácuo;  
 - a carga do próton é igual a  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C e a velocidade da luz no vácuo é igual a  $3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.  
 Nessas condições, o feixe do CERN equivale a uma corrente elétrica, em ampères, da ordem de grandeza de:

A)  $10^0$  B)  $10^2$  C)  $10^4$  D)  $10^6$  E)  $10^8$

$$Q = N \cdot e = 3000 \cdot 10^{11} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 4800 \cdot 10^{-8} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ C.}$$

$$V = \Delta s / \Delta t \Rightarrow \Delta t = \Delta s / V = 3 \cdot 10^4 / 3 \cdot 10^8 = 10^{-4} \text{ s.}$$

$$i = Q / \Delta t = 4,8 \cdot 10^{-5} / 10^{-4} = 4,8 \cdot 10^{-1} \text{ A.}$$

$$\text{Ordem de grandeza} = 10^{-1+1} = 10^0 \text{ A. (4,8 é maior que 3,16)}$$

28. O Grande Colisor de Hádrons, mais conhecido por LHC (*Large Hadron Collider*), é um túnel circular horizontal de 27 km de extensão e fica a 175 m de profundidade, por medida de segurança. Em 2010, num experimento coroado de sucesso, um feixe de prótons foi acelerado no interior do grande anel e atingiu uma velocidade equivalente a 0,90c, ou seja, 90% da velocidade da luz no vácuo. Qual a intensidade da corrente gerada por um bilhão de prótons desse feixe em uma volta completa? É dada

a velocidade da luz no vácuo:  $c = 3,0 \cdot 10^8$  m/s. Carga elementar:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

Em um bilhão de prótons:

$$Q = N \cdot e = 1 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ C.}$$

$$V = \Delta s / \Delta t \Rightarrow \Delta t = \Delta s / V = 27 \cdot 10^3 / 0,9 \cdot 3 \cdot 10^8 = 27 \cdot 10^3 / 2,7 \cdot 10^8 = 10 \cdot 10^{-5} \text{ s.} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ s.}$$

$$i = Q / \Delta t = 1,6 \cdot 10^{-10} / 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 1,6 \mu\text{A.}$$

29. Uma corrente elétrica é estabelecida num tubo de descargas a gás quando uma diferença de potencial, suficientemente alta, é aplicada entre os eletrodos do tubo. O gás se ioniza gerando elétrons livres e íons positivos. Os elétrons se movem na direção do terminal positivo e os íons positivos na direção do terminal negativo. A

corrente elétrica, em Ampère, no tubo, quando  $4,5 \times 10^{18}$  elétrons e  $3,5 \times 10^{18}$  íons positivos atravessam a seção transversal do tubo, por segundo, é aproximadamente:

(Observação: Considere que o módulo da carga de cada elétron bem como do íon positivo é  $1,6 \times 10^{-19}$  C e que o gás no tubo está rarefeito.)

A)  $3,5 \times 10^{18}$

B)  $12,8 \times 10^{-1}$

C)  $1,6 \times 10^{-19}$

D)  $5,60 \times 10^{-1}$

$$i = Q / \Delta t = n \cdot e / \Delta t = (3,5 \cdot 10^{18} + 4,5 \times 10^{18}) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 8 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 12,8 \cdot 10^{-1} / 1 = = 12,8 \cdot 10^{-1} \text{ A.}$$

30. Por uma secção transversal de um condutor iônico passam, num intervalo de tempo de 20 s, cátions num sentido e ânions no outro. A carga elétrica transportada pelos cátions é de +8,0 C, e pelos ânions, -8,0 C. Qual é a intensidade da corrente elétrica nesse condutor?

$$i = Q / \Delta t = (8 + 8) / 20 = 16 / 20 = 8 / 10 = 0,8 \text{ A.}$$

31. Um fusível num circuito elétrico é um fio projetado para fundir e, desse modo, abrir o circuito, se a corrente exceder um valor predeterminado. Suponha que o material que compõe o fusível derreta assim que a densidade de corrente atinge  $440 \text{ A/cm}^2$ . Qual deve ser o diâmetro do fio cilíndrico a ser usado para limitar a corrente a 0,50 A?

É dada:

0,5 A ----- A (área)

440 A -----  $10^{-4} \text{ m}^2$ . ( $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$ )

$$A = 0,5 \cdot 10^{-4} / 440 = 0,5 \cdot 10^{-4} / 440 = 0,001136 \cdot 10^{-4} = 0,00114 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 1,14 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2.$$

$$A = \pi \cdot R^2 \Rightarrow R^2 = 1,14 \cdot 10^{-7} / 3,14 = 0,3638 \cdot 10^{-7} = 0,363 \cdot 10^{-7} \Rightarrow R = 19 \cdot 10^{-5} \text{ m.}$$

$$R = D / 2 \Rightarrow D = 2 \cdot R = 2 \cdot 19 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 38 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ cm.}$$

32. Quando se fecha um circuito, um campo elétrico se estabelece no interior do fio, propagando-se com velocidade próxima à da luz. Isso produz uma força elétrica sobre os elétrons livres, que adquirem um movimento extra na direção do campo elétrico, com sentido contrário a ele.

(Gonçalves & Toscano, p. 177)

De acordo com os conceitos da eletrodinâmica clássica, o movimento extra de elétrons, referido no texto, denomina-se

- A) movimento browniano.
- B) rigidez dielétrica.
- C) diferença de potencial.
- D) tensão elétrica.
- E) corrente elétrica.

33. 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 10000 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.

Segundo o texto, como ocorre descarga elétrica no ar, este não é isolante. Assim, a segunda afirmação é conflitante com a terceira.

$$\Delta t = |q|/i = 20/10000 = 0,002 \text{ s.}$$

34. Sabe-se que o cobre tem um elétron livre por átomo e  $8,4 \cdot 10^{28}$  átomos por metro cúbico. Então, se um condutor de cobre, cuja área da seção normal é  $10 \text{ mm}^2$  ( $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ ), for percorrido por uma corrente elétrica de 1,0 A, o módulo da velocidade de arrastamento dos elétrons livres nesse condutor será:

$$i = n \cdot A \cdot v \cdot e$$

$$v = i/n \cdot A \cdot e = 1/8,4 \cdot 10^{28} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 4/13,44 \cdot 10^4 = 0,0744 \cdot 10^{-4} = 7,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

35. Sabe-se que uma lâmpada miniatura acende ao ser percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i = 0,50 \text{ A}$ , que atravessa um fio de cobre de seção normal de  $4,0 \text{ mm}^2$ . Quanto tempo, em média, um elétron livre percorre uma distância de 1,0 cm nesse fio?

(Dados: número de átomos de cobre por metro cúbico:  $8,4 \cdot 10^{28}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

$$i = n \cdot A \cdot v \cdot e$$

$$v = i/n \cdot A \cdot e = 0,5/8,4 \cdot 10^{28} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 0,5/53,76 \cdot 10^3 = 0,0093 \cdot 10^{-3} = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

$$V = \Delta s/\Delta t \Rightarrow \Delta t = \Delta s/V = 1 \cdot 10^{-2}/9,3 \cdot 10^{-6} = 0,1 \cdot 10^4 = 1 \cdot 10^3 \text{ s.}$$

36. Em um fio de cobre de 1 cm de diâmetro há uma corrente de 66 ampères. Considere a existência de  $8,6 \times 10^{28}$  elétrons livres por metro cúbico no cobre e a carga  $q$  de um elétron igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  coulombs. A distância percorrida por um desses elétrons livres, em uma hora, é aproximadamente igual a um:

- A) centímetro
- B) palmo
- C) metro
- D) quilômetro

$$R = D/2$$

$$A = \pi \cdot D^2/4 = 3,14 \cdot (1 \cdot 10^{-2})^2/4 = 3,14 \cdot 10^{-4}/4 = 0,785 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2.$$

$$i = n \cdot A \cdot v \cdot e$$

$$v = i/n \cdot A \cdot e = 66/8,6 \cdot 10^{28} \cdot 0,785 \cdot 10^{-4} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 66/10,8016 \cdot 10^5 = 6,11 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

$$V = \Delta s/\Delta t \Rightarrow \Delta s = V \cdot \Delta t = 3600 \cdot 6,11 \cdot 10^{-5} = 21996 \cdot 10^{-5} = 0,21996 \text{ m} = 22 \text{ cm.}$$

37. Uma carga elétrica  $+q$  move-se numa circunferência de raio  $R$  com velocidade escalar constante  $v$ . A intensidade média da corrente elétrica em um ponto da circunferência é:

- A)  $q \cdot R/v$
- B)  $q \cdot v/R$
- C)  $q \cdot v/2\pi R$
- D)  $2\pi q \cdot R/v$
- E)  $2\pi q \cdot R \cdot v$

$$V = \Delta s / \Delta t \Rightarrow \Delta t = \Delta s / V = 2\pi R / V.$$
$$i = Q / \Delta t = q / (2\pi R / V) = q \cdot v / 2\pi R.$$

38. Um fio de cobre, cuja área da secção transversal é de  $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2$ , é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 10 A. O número de elétrons livres do cobre por unidade de volume é igual a  $8,4 \cdot 10^{22}$  elétrons/cm<sup>3</sup>. Sendo que a carga elementar vale  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , determine a distância que cada elétron livre percorre em média em 1,0 s.

$$v = i / n \cdot A \cdot e = 10 / 8,4 \cdot 10^{22} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 10 / 67,2 \cdot 10 = 0,148 \cdot 10 \text{ cm/s} = 1,48 \text{ cm/s}.$$

$$V = \Delta s / \Delta t \Rightarrow \Delta s = V \cdot \Delta t = 1,48 \cdot 1 = 1,48 \text{ cm} = 14,8 \text{ mm}.$$

39. Quando uma corrente elétrica passa por um condutor ela provoca alguns efeitos muito importantes. Considere os seguintes efeitos da corrente elétrica:

I. Efeito Joule ou térmico: um condutor percorrido por corrente elétrica sofre um aquecimento.

II. Efeito químico: uma solução eletrolítica sofre decomposição quando é percorrida por corrente elétrica.

III. Efeito luminoso: a passagem da corrente elétrica através de um gás rarefeito, sob baixa pressão.

IV. Efeito fisiológico: a corrente elétrica ao atravessar organismos vivos produz contrações musculares.

V. Efeito magnético: um condutor percorrido por corrente elétrica cria, na região próxima a ele, um campo magnético.

Na nossa residência, os efeitos que sempre acompanham a corrente elétrica são

A) I e II

B) II e III

C) III e IV

D) IV e V

E) V e I

40. Uma lâmpada fluorescente contém, em seu interior, um gás inerte e que se ioniza no momento em que a lâmpada é ligada. Após a ionização, uma corrente elétrica é estabelecida de cátions e elétrons de forma que a cada segundo passam  $1,0 \cdot 10^{18}$  cátions e  $1,0 \cdot 10^{18}$  elétrons. Sabendo-se que a carga elétrica elementar é de  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , calcule a intensidade da corrente elétrica no interior da lâmpada.

$$i = Q / \Delta t = n \cdot e / \Delta t = 2 \cdot 1 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 3,2 \cdot 10^{-1} / 1 = 0,32 \text{ A}.$$

41. O transporte ativo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  através da membrana celular é realizado por uma proteína complexa, existente na membrana, denominada "sódio-potássio-adenosina-trifosfatase" ou, simplesmente, bomba de sódio. Cada bomba de sódio dos neurônios do cérebro humano pode transportar, por segundo, até 200  $\text{Na}^+$  para fora da célula e, 130  $\text{K}^+$  para dentro da célula. Calcule a corrente elétrica média através da membrana de um neurônio.

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

$$i = Q / \Delta t = n \cdot e / \Delta t = (200 + 130) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 330 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 528 \cdot 10^{-19} / 1 = 5,28 \cdot 10^{-17} \text{ A}.$$

42. Um anel de ouro, de raio R, contém N cargas elétricas elementares, positivas, distribuídas uniformemente pela sua superfície. Esse anel é posto em rotação, em torno de um eixo central, perpendicular ao anel, com velocidade angular  $\omega$ . A intensidade da corrente elétrica gerada pelas cargas em movimento é:

A)  $i = N \cdot e \cdot \omega / 2\pi$

B)  $i = 2\pi \cdot N \cdot e \cdot \omega$

C)  $i = N \cdot e / 2\pi \cdot \omega$

D)  $i = 2N \cdot e \cdot \omega / \pi$

E)  $i = N \cdot e \cdot \omega / 2\pi R$

$$\omega = 2 \cdot \pi / T \Rightarrow T = 2 \cdot \pi / \omega.$$

$$i = Q / T = N \cdot e / (2\pi / \omega) = N \cdot e \cdot \omega / 2\pi.$$

43. Numa tira do Garfield, muito maldosamente, reproduz o famoso experimento de

Benjamin Franklin, com a diferença de que o cientista, na época, teve o cuidado de isolar a si mesmo de seu aparelho e de manter-se protegido da chuva de modo que não fosse eletrocutado como tantos outros que tentaram reproduzir o seu experimento.

Franklin descobriu que os raios são descargas elétricas produzidas geralmente entre uma nuvem e o solo ou entre partes de uma mesma nuvem que estão eletrizadas com cargas opostas. Hoje sabe-se que uma descarga elétrica na atmosfera pode gerar correntes elétricas da ordem de  $10^5$  ampères e que as tempestades que ocorrem no nosso planeta originam, em média, 100 raios por segundo. Isso significa que a ordem de grandeza do número de elétrons que são transferidos, por segundo, por meio das descargas elétricas, é, aproximadamente, Use para a carga de 1 elétron:  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C .

A)  $10^{22}$

B)  $10^{24}$

C)  $10^{26}$

D)  $10^{28}$

E)  $10^{30}$

$i = Q/\Delta t \Rightarrow n = i \cdot \Delta t / e = 100 \cdot 10^5 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,25 \cdot 10^{25}$  A.

Ordem de grandeza =  $10^{25+1} = 10^{26}$  A. (6,25 é maior que 3,16)

44. 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.

A)  $i = e \cdot v / 2\pi$

B)  $i = 2\pi \cdot r / e \cdot v$

C)  $i = e \cdot r / 2\pi \cdot v$

D)  $i = 2 \cdot e \cdot v / \pi \cdot r$

E)  $i = e \cdot v / 2\pi \cdot r$

$v = \Delta s / \Delta t = 2 \cdot \pi \cdot r / T \Rightarrow T = 2 \cdot \pi \cdot r / v$ .

$i = Q / T = e / (2 \cdot \pi \cdot r / v) = e \cdot v / 2 \cdot \pi \cdot r$ .

45. Em uma solução iônica,  $N_{(+)} = 5,0 \cdot 10^{15}$  íons positivos, com carga individual  $Q_{(+)} = +2e$ , se deslocam para a direita a cada segundo. Por outro lado,  $N_{(-)} = 4,0 \cdot 10^{16}$  íons negativos, com carga individual igual a  $Q_{(-)} = -e$ , se movem em sentido contrário a cada segundo. Qual é a corrente elétrica, em mA, na solução?

**Dado:**  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

$i_{(+)} = |q| / \Delta t = 5,0 \cdot 10^{15} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 1,6$  mA.

$i_{(-)} = |q| / \Delta t = 4,0 \cdot 10^{16} \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 6,4$  mA.

$i = 1,6 + 6,4 = 8$  mA.

46. A intensidade de corrente alternada, em mA, que passa por um resistor R é dada por  $i = 20 \cdot \text{sen}(8\pi t)$ . Calcule o valor da corrente elétrica no instante de 5 segundos.

$i = i_{\text{máx}} \cdot \text{sen}(\omega t) = 20 \cdot \text{sen}(8\pi \cdot 5) = 20 \cdot \text{sen}(40\pi) = 20 \cdot \text{sen}(2\pi) = 20 \cdot 0 = 0$  mA.

Obs.:  $40\pi / 2\pi = 20$  voltas completas.

47. Um resistor cuja resistência vale  $25 \Omega$  é percorrido por uma corrente alternada que obedece a equação  $i = 10 \cdot \text{sen}(2\pi t)$ , em A (ampères). Calcule o valor da corrente elétrica no instante 0,25 segundo.

$i = i_{\text{máx}} \cdot \text{sen}(\omega t) = 10 \cdot \text{sen}(2\pi \cdot 0,25) = 10 \cdot \text{sen}(0,5\pi) = 10 \cdot \text{sen}(\pi/2) = 10 \cdot 1 = 10$  A.

Obs.:  $\text{sen}(\pi/2) = \text{sen}(90^\circ) = 1$ .

48. O valor eficaz de uma corrente alternada periódica é o valor  $i_{ef}$  de uma corrente contínua constante que, num intervalo de tempo igual a um período, dissipa a mesma energia em um mesmo resistor. No caso da corrente alternada **senoidal** pode-se demonstrar que:  $i_{ef} = i_{máx}/1,4$ . Uma corrente alternada senoidal tem valor eficaz igual a 8 A. O valor máximo dessa corrente é:

$$i_{ef} = i_{máx}/1,4 \Rightarrow i_{máx} = 1,4 \cdot i_{ef} = 1,4 \cdot 8 = 11,2 \text{ A.}$$

49. Uma corrente alternada senoidal, cuja intensidade em função do tempo é dada por  $i = 20 \cdot \text{sen}(120\pi t)$ , no SI, percorre um resistor de resistência  $R = 20$  ohms. Qual a frequência da corrente alternante e o valor máximo dessa corrente?

$$i = i_{máx} \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$i_{máx} = 20 \text{ A e } \omega = 120\pi \text{ rad/s.}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \omega/2\pi = 120\pi/2\pi = 60 \text{ Hz.}$$

50. Um desafio tecnológico atual é a produção de baterias biocompatíveis e biodegradáveis que possam ser usadas para alimentar dispositivos inteligentes com funções médicas. Um parâmetro importante de uma bateria biocompatível é sua capacidade específica (C) definida como a sua carga por unidade massa, geralmente dada em mAh/g. Uma bateria está preparada com  $C = 10$  mAh/g, fornecendo uma corrente constante total  $i = 2$  mA a um dispositivo. A massa do dispositivo nessa situação para que suporte 120 minutos, é:

$$Q = i \cdot \Delta t \text{ e } \Delta t = 120 \text{ min} = 2 \text{ h.}$$

$$C = Q/m \Rightarrow m = i \cdot \Delta t / C = 2 \cdot 2 / 10 = 4/10 = 0,4 \text{ g.}$$

51. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o estado brasileiro com maior incidência de raios é o Amazonas, com média de 50 000 raios por dia. Se a intensidade média da corrente elétrica em um raio é de 80 A e o seu tempo médio de duração é 0,20 s, a quantidade de carga elétrica total, em coulombs, transportada pelos raios em um dia, no estado do Amazonas, é igual a

$$Q = i \cdot \Delta t = 50000 \cdot 80 \cdot 0,2 = 800 000 \text{ C.}$$

52. As baterias de íon-lítio equipam atualmente vários aparelhos eletrônicos portáteis, como laptops, máquinas fotográficas, celulares, entre outros. As baterias desses aparelhos são capazes de fornecer 1 000 mAh (mil miliampere hora) de carga. Sabendo-se que a carga de um elétron é de  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, determine o número de elétrons que fluirão entre os eletrodos até que uma bateria com essa capacidade de carga descarregue totalmente.

$$Q = n \cdot e \Rightarrow n = Q/e = 1000 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 3600 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,6 \cdot 10^3 / 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,25 \cdot 10^{22} \text{ elétrons.}$$

53. O acelerador de partículas LHC, o Grande Colisor de Hadrons (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 em plena capacidade, um feixe de prótons, percorrendo o perímetro do anel circular do acelerador, conterà  $10^{14}$  prótons, efetuando  $10^4$  voltas por segundo, no anel. Considerando que os prótons preenchem o anel uniformemente, determine a corrente elétrica que circula pelo anel.

$$\text{Dado: carga elétrica do próton} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

$$i = Q/\Delta t = n \cdot e / \Delta t = 10^{14} \cdot 10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 1 = 1,6 \cdot 10^{-1} / 1 = 0,16 / 1 = 0,16 \text{ A.}$$

54. Uma pilha tipo AAA fornece 0,75 Ampères de corrente a uma lâmpada de lanterna durante 5,0 minutos, enquanto uma pilha tipo C fornece a mesma corrente durante 20 minutos. Comparando-se o total de carga transferida pela pilha tipo AAA à lâmpada, com o total de cargas transferidas pela pilha C, esta última transfere à lâmpada uma quantidade de cargas.

A) pela metade.

B) duas vezes maior.

C) igual.

D) quatro vezes maior.

$$Q_{AAA} = i \cdot \Delta t = 0,75 \cdot 5 = 3,75 \text{ C.}$$

$$Q_C = i \cdot \Delta t = 0,75 \cdot 20 = 15 \text{ C.}$$

$$Q_C / Q_{AAA} = 15 / 3,75 = 4.$$

55. Um feixe de elétrons constitui uma corrente média de  $5,0 \mu\text{A}$ . Num intervalo de tempo  $\Delta t$ , podemos afirmar que se a massa de um elétron é de  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ , então a massa total transportada em uma hora é de:

$$Q = i \cdot \Delta t = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3600 = 18000 \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ C.}$$

$$Q = n \cdot e \Rightarrow n = Q / e = 1,8 \cdot 10^{-2} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,125 \cdot 10^{17} \text{ elétrons.}$$

$$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \text{ ----- } 1 \text{ elétron}$$

$$x \text{ ----- } 1,125 \cdot 10^{17} \text{ elétrons}$$

$$x = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,125 \cdot 10^{17} = 10,2375 \cdot 10^{-14} \text{ kg} = 1,024 \cdot 10^{-13} \text{ kg}$$