



# ELETRODINÂMICA



EXERCÍCIOS APROFUNDADOS 2020 - 2022



# ELETRODINÂMICA

Entre no eletrizante mundo dos circuitos, onde você trabalhará com corrente, tensão, resistência e potência elétrica e utilizará as Leis de Ohm a seu favor.

**Esta subárea é composta pelos módulos:**

1. Exercícios Aprofundados: Introdução à Eletrodinâmica
2. Exercícios Aprofundados: Leis de Ohm
3. Exercícios Aprofundados: Associação de Resistores e Circuitos
4. Exercícios Aprofundados: Geradores e Receptores



# INTRODUÇÃO À ELETRODINÂMICA

1. (UFPE 2013) Um fio metálico e cilíndrico é percorrido por uma corrente elétrica constante de 0,4 A. Considere o módulo da carga do elétron igual a  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Expressando a ordem de grandeza do número de elétrons de condução que atravessam uma seção transversal do fio em 60 segundos na forma  $10^N$ , qual o valor de N?

---

---

---

---

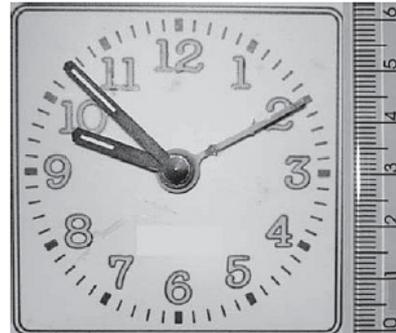
---

---

2. (UNICAMP 2010) A experimentação é parte essencial do método científico, e muitas vezes podemos fazer medidas de grandezas físicas usando instrumentos extremamente simples.

a. Usando o relógio e a régua graduada em centímetros da figura a seguir, determine o módulo da velocidade que a extremidade do ponteiro dos segundos (o mais fino) possui no seu movimento circular uniforme.

b. Para o seu funcionamento, o relógio usa uma pilha que, quando nova, tem a capacidade de fornecer uma carga  $q = 2,4 \text{ Ah} = 8,64 \times 10^3 \text{ C}$ . Observa-se que o relógio funciona durante 400 dias até que a pilha fique completamente descarregada. Qual é a corrente elétrica média fornecida pela pilha?

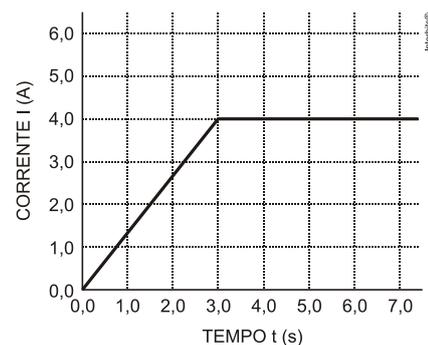


---

---

---

3. (UFPE 2010) O gráfico mostra a variação da corrente elétrica  $I$ , em ampère, num fio em função do tempo  $t$ , em segundos. Qual a carga elétrica, em coulomb, que passa por uma seção transversal do condutor nos primeiros 4,0 segundos?



---

---

---

4. (UERJ 2016) Painéis fotovoltaicos são equipamentos usados para converter, durante o dia, a energia do Sol em energia elétrica. Considere uma residência onde



foram instalados dez desses painéis, cada um deles com 70 W de potência eficaz, produzindo energia durante seis horas por dia sem interrupção.

Estime, em kWh, a energia elétrica produzida pelo conjunto de painéis durante um ano.

---

---

---

5. (UERJ 2016) O motor de combustão dos carros é acionado por um equipamento elétrico denominado motor de arranque, que consome, em média, 300 A, quando ligado a uma bateria de 12 V.

Admita um carro cujo motor de arranque funcione durante 2 segundos.

Determine a quantidade de energia, em kJ, consumida pelo motor de arranque, nesse intervalo de tempo.

---

---

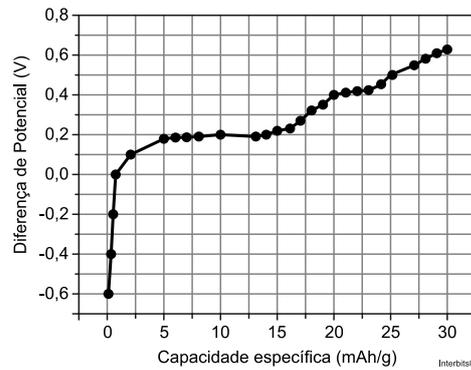
---

6. (UNICAMP 2015) 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. O gráfico abaixo mostra de maneira simplificada a diferença de potencial de uma bateria à base de melanina em função de C.

a. Para uma diferença de potencial de 0,4V, que corrente média a bateria de massa  $m = 5,0$  g fornece, supondo que

ela se descarregue completamente em um tempo  $t = 4h$ ?

b. Suponha que uma bateria preparada com  $C = 10mAh/g$  esteja fornecendo uma corrente constante total  $i = 2mA$  a um dispositivo. Qual é a potência elétrica fornecida ao dispositivo nessa situação?



---

---

---

7. (UNICAMP 2013) Uma forma alternativa de transmissão de energia elétrica a grandes distâncias (das unidades geradoras até os centros urbanos) consiste na utilização de linhas de transmissão de extensão aproximadamente igual a meio comprimento de onda da corrente alternada transmitida. Este comprimento de onda é muito próximo do comprimento de uma onda eletromagnética que viaja no ar com a mesma frequência da corrente alternada.

a. Qual é o comprimento de onda de uma onda eletromagnética que viaja no ar com uma frequência igual a 60 Hz? A velocidade da luz no ar é  $c = 3 \times 10^8$  m/s.

b. Se a tensão na linha é de 500 kV e a potência transmitida é de 400 MW, qual é a corrente na linha?

---

---



---

---

8. (UERJ 2010) O circuito elétrico de refrigeração de um carro é alimentado por uma bateria ideal cuja força eletromotriz é igual a 12 volts.

Admita que, pela seção reta de um condutor diretamente conectado a essa bateria, passam no mesmo sentido, durante 2 segundos,  $1,0 \times 10^{19}$  elétrons.

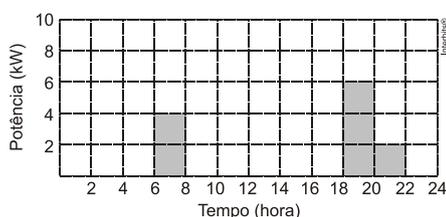
Determine, em watts, a potência elétrica consumida pelo circuito durante esse tempo. Considere o módulo da carga do elétron igual  $1,6 \times 10^{-19}$  C.

---

---

---

9. (UFJF 2010) O gráfico mostra a potência elétrica, em kW, consumida na residência de um morador da cidade de Juiz de Fora, ao longo do dia. A residência é alimentada com uma voltagem de 120 V. Essa residência tem um disjuntor que desarma, se a corrente elétrica ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse disjuntor é dimensionado para suportar uma corrente utilizada na operação de todos os aparelhos da residência, que somam uma potência total de 7,20 kW.



- a. Qual é o valor máximo de corrente que o disjuntor pode suportar?
- b. Qual é a energia em kWh consumida ao longo de um dia nessa residência?
- c. Qual é o preço a pagar por um mês

de consumo, se o 1kWh custa R\$ 0,50?

---

---

---

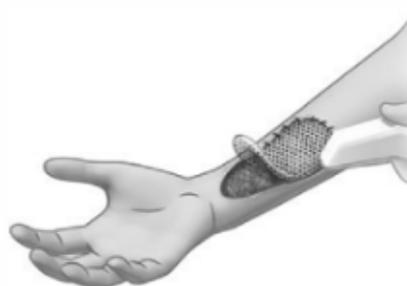
10. (UNESP 2007) Células fotovoltaicas foram idealizadas e desenvolvidas para coletar a energia solar, uma forma de energia abundante, e convertê-la em energia elétrica. Estes dispositivos são confeccionados com materiais semicondutores que, quando iluminados, dão origem a uma corrente elétrica que passa a alimentar um circuito elétrico. Considere uma célula de  $100 \text{ cm}^2$  que, ao ser iluminada, possa converter 12% da energia solar incidente em energia elétrica. Quando um resistor é acoplado à célula, verifica-se que a tensão entre os terminais do resistor é 1,6 V. Considerando que, num dia ensolarado, a célula recebe uma potência de 1 kW por metro quadrado, calcule a corrente que passa pelo resistor.

---

---

---

11. (FAC. ALBERT EINSTEIN - MEDICINA 2018) **TRANSPLANTE (ENXERTO) DE PELE**



<http://revistavivasaude.uol.com.br/clinica-geral/como-funciona-a-cirurgia-de-enxerto-de-pele/706/#>

No fim da década de 1920, iniciou-se uma técnica que revolucionou a medicina: o **transplante (enxerto) de pele**, o maior



órgão humano, utilizado para cobrir partes do corpo que perderam substância cutânea devido a **lesões, queimaduras, feridas cirúrgicas** ou **câncer de pele**.

A **doação de pele** é feita mediante autorização familiar após a morte encefálica ou parada cardiorrespiratória do doador. Geralmente a porção de pele retirada é oriunda de áreas bastante escondidas do corpo que não provocam deformidades. A pele doada pode ser armazenada por até dois anos, desde que conservada em glicerol.

A **cirurgia de enxerto de pele** consiste em um pedaço de pele retirado de uma área (doadora) e **transferida** à outra (receptora). A retirada do enxerto pode ser feita, entre outras maneiras, com o uso do **Dermátomo Elétrico**, nome dado ao equipamento para corte da pele a ser utilizada em um transplante.



<https://www.efe.com.br/produtos/dermatomo-eletrico-d-80>

O Dermátomo elétrico D80 (figura acima) foi desenvolvido para uso geral. Ele efetua cortes com uma largura máxima de 80 mm e que pode ser reduzida para 65, 50 e 35 por meio de grampos de redução de largura. O aparelho conta com uma poderosa bateria de Li-Ion de 2.400 mAh podendo ser utilizada por 75 minutos, em média, sem parar.

A espessura do enxerto é variável e ajustada por meio de uma alavanca. A alavanca é fixada em posições correspondentes com incrementos de espessura de aproximadamente 0,1 mm.

Na Medicina, estudos Matemáticos, especificamente na Fisiologia,

especialistas desenvolveram equações (fórmulas) matemáticas responsáveis por determinar a área da superfície do corpo humano. O Dr. Mosteller desenvolveu uma fórmula prática para determinar a área da superfície do corpo de uma pessoa:

$$A_{Sh} = \sqrt{\frac{H(\text{cm}) \times M(\text{kg})}{3600}}$$

Sendo  $A_{Sh}$  a área da superfície, em  $m^2$  do corpo humano; H sua altura em centímetros e M a sua massa em kg.

Utilize as informações do texto e faça o que se pede. Justifique suas respostas com os cálculos correspondentes.

a. Admita que um homem adulto medindo 1,80 m de altura e com 80 kg sofra uma queimadura de 3º grau em 20% de seu corpo e que necessite de um transplante (enxerto) de pele em toda a extensão da queimadura. Qual será a área, em  $m^2$  transplantada?

b. Com base nos dados do Dermátomo elétrico D80 citado no texto, determine, em ampères, o número inteiro mais próximo que corresponda à corrente elétrica aproximada consumida pelo aparelho quando utilizado sem parar.

---

---

---

---

12. (UNESP 2018) Uma bateria de smartphone de 4.000 mA.h e 5,0 V pode fornecer uma corrente elétrica média de durante uma hora até que se descarregue.

a. Calcule a quantidade de carga elétrica, em coulombs, que essa bateria pode fornecer ao circuito.

b. Considerando que, em funcionamento contínuo, a bateria desse smartphone se descarregue em 8,0 horas, calcule a potência média do aparelho, em watts.





# GABARITO

1. 20.

Da definição de corrente elétrica:

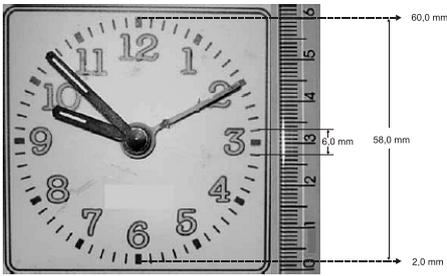
$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n e}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{i \Delta t}{e} = \frac{0,4 \cdot 60}{1,6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1,5 \times 10^{20}$$

$$10^N = 10^{20} \Rightarrow N = 20$$

2.

a. Dado:  $\pi = 3$ .

Vejam as medidas assinaladas na figura a seguir.



Nessa figura, obtemos para o diâmetro do ponteiro dos segundos:  $D = 58,0 \text{ mm}$ .

O período desse ponteiro é:  $T = 60 \text{ s}$ .

A cada volta, o espaço percorrido pela extremidade desse ponteiro é:  $\Delta S = \pi D$ .

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\pi D}{T} = \frac{3(58)}{60}$$

$$v = \frac{174}{60}$$

$$v = 2,9 \text{ mm/s}$$

Uma segunda solução é considerarmos que, entre as marcas de 14 s e 16 s, a trajetória da extremidade do ponteiro é praticamente retilínea, aproximadamente, igual a 6,0 mm, como destacado na figura.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{6,0}{2}$$

$$v = 3,0 \text{ mm/s}$$

b. Dados:  $q = 2,4 \text{ A.h} = 8,64 \times 10^3 \text{ C}$ ;  $\Delta t = 400 \text{ dias} = (400 \times 24) \text{ h}$ .

A corrente elétrica média é dada por:

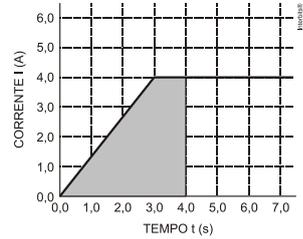
$$i = \frac{q}{\Delta t} = \frac{2,4}{400 \times 24} = \frac{0,1}{400} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ A}$$

$$i = 0,25 \text{ mA}$$

3. 10C.

A carga é dada pela área do trapézio, sob a curva no intervalo de tempo entre 0 e 4,0 s, como

mostrado na figura.



Portanto:

$$Q = \frac{(4+1)}{2} \times 4 \Rightarrow Q = 10 \text{ C}$$

4. Sabendo que cada painel tem uma potência de 70W e que o conjunto é composto de 10 painéis, logo, a potência total do conjunto é de 700 Watts.

Assim, se o conjunto irá gerar energia durante 6 horas em um dia, a energia gerada diária será:

$$E_{\text{diária}} = P_{\text{conjunto}} \cdot t = 700 \cdot 6$$

$$E_{\text{diária}} = 4200 \text{ Wh}$$

ou

$$E_{\text{diária}} = 4,2 \text{ kWh}$$

Assim, em um ano, tem-se a seguinte quantidade de energia gerada:

$$E_{\text{anual}} = E_{\text{diária}} \cdot 365 = 4,2 \cdot 365$$

$$E_{\text{anual}} = 1533 \text{ kWh}$$

5. Sabendo que a energia consumida pelo motor é dada pelo produto entre a potência e o tempo e que a potência é o produto entre tensão e corrente, pode-se escrever:

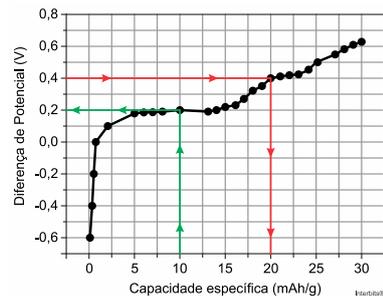
$$E = P \cdot t$$

$$E = (V \cdot i) \cdot t$$

$$E = (12 \cdot 300) \cdot 2$$

$$E = 7,2 \text{ kJ}$$

6. A figura ilustra os pontos destacados no gráfico que são relevantes para as resoluções dos dois itens.





a. Dados:  $V = 0,4\text{V}$ ;  $m = 5\text{g}$ ;  $\Delta t = 4\text{h}$ .

Do gráfico:

$$V = 0,4\text{ V} \rightarrow C = 20\text{ mAh/g.}$$

$$Q = m C = 5 \times 20 \Rightarrow Q = 100\text{ mAh.}$$

$$i_m = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{100}{4} \Rightarrow \boxed{Q = 25\text{ mA.}}$$

b. Dados:  $i = 2\text{ mA}$ .

Do gráfico:

$$C = 10\text{ mAh/g} \rightarrow V = 0,2\text{ V.}$$

$$P = iV = 2 \times 0,2 \Rightarrow \boxed{P = 0,4\text{ mW.}}$$

## 7.

a. Dados:  $c = 3 \times 10^8\text{ m/s}$ ;  $f = 60\text{ Hz}$ .

Da equação fundamental da ondulatória:

$$c = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{60} \Rightarrow \lambda = 5 \times 10^6\text{ m.}$$

b. Dados:  $P = 400\text{ MW} = 400 \times 10^6\text{ W}$ ;  $U = 500\text{ kV} = 500 \times 10^3\text{ V}$ .

Da expressão da potência elétrica:

$$P = U i \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{400 \times 10^6}{500 \times 10^3} \Rightarrow i = 800\text{ A.}$$

8. Dados:  $\Delta t = 2\text{ s}$ ;  $n = 1,0 \times 10^{19}$ ;  $E = 12\text{ V}$ ;  $e = 1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$ .

A carga ( $\Delta Q$ ) que passa pela seção reta do condutor nesse intervalo de tempo é:

$\Delta Q = n e$ , sendo  $e$  a carga elementar: Assim:

$$\Delta Q = 10^{19} (1,6 \times 10^{-19}) \Rightarrow \Delta Q = 1,6\text{ C.}$$

A corrente elétrica é a razão entre a carga que passa e o tempo de passagem:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{1,6}{2}$$

$$i = 0,8\text{ A.}$$

A potência consumida pelo circuito é igual a potência gerada pela bateria.

$$P_{\text{cons}} = P_{\text{gerada}} = E i = 12 (0,8) \Rightarrow$$

$$P_{\text{cons}} = 9,6\text{ W.}$$

## 9.

a. Não é possível calcular a máxima corrente que o disjuntor pode suportar, pois não é fornecida a potência de desarme. O que o examinador está querendo pedir (mas não pediu) é a máxima corrente que atravessa o disjuntor, quando todos os aparelhos da residência estão ligados.

Dados:  $P = 7,2\text{ kW} = 7.200\text{ W}$ ;  $U = 120\text{ V}$ .

$$P = U i \Rightarrow i = \frac{P}{U} = \frac{7.200}{120} \Rightarrow i = 60\text{ A.}$$

b. Da expressão da potência:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = P \Delta t.$$

Como a potência não é constante, calculamos a energia consumida pela área destacada no gráfico dado. Só há consumo de energia entre 6h e 8h e entre 18h e 22h. Assim, o consumo diário é:

$$\Delta E = (2 \times 4) + (2 \times 6) + (2 \times 2) \Rightarrow \Delta E = 24\text{ kWh.}$$

c. O preço a pagar ( $p$ ) por um mês de consumo, considerando que esse consumo diário se mantenha é:

$$p = 24.30.0,50 \rightarrow p = \text{R}\$360,00.$$

10.  $1\text{ kW/m}^2 = 1000\text{ W}/10000\text{ cm}^2 = 10\text{ W}/100\text{ cm}^2$

A célula recebe  $10\text{ W}$ . Como a eficiência é de  $12\%$  isto significa que  $1,2\text{ W}$  são de energia solar são convertidos em energia elétrica.

$$P = U i$$

$$1,2 = 1,6 i \rightarrow i = 1,2/1,6 = 0,75\text{ A}$$

## 11.

a. Dados:  $H = 1,8\text{ m} = 180\text{ cm}$ ;  $M = 80\text{ kg}$ .

Sendo  $20\%$  a área do corpo atingida pela queimadura, substituindo esses valores na expressão fornecida pelo enunciado, vem:

$$A = 20\% A_{\text{sh}} = 0,2 \sqrt{\frac{180(\text{cm}) \times 80(\text{kg})}{3.600}} = 0,2 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{A = 0,4\text{ m}^2.}$$

b. Dados:  $Q = 2.400\text{ mAh} = 2,4\text{ Ah}$ ;  $\Delta t = 75\text{ min} = 75/60\text{ h} = 5/4\text{ h}$ .

Aplicando a definição de corrente elétrica média:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{2,4\text{ Ah}}{5/4\text{ h}} = 1,92\text{ A} \Rightarrow \boxed{i \cong 2\text{ A.}}$$

## 12.

a.  $Q = i \cdot \Delta t$

$$Q = 4000\text{ mA.h} = 4\text{ A.3600 s}$$

$$Q = 14400\text{ C}$$

b. Corrente da bateria:  $i = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{14400}{8 \cdot 3600}$   
 $i = 0,5\text{ A}$

Logo, sua potência será:

$$P = i \cdot U = 0,5 \cdot 5$$

