



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



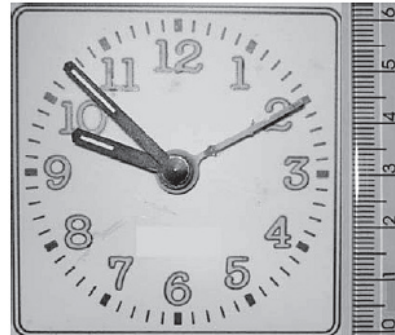
INTRODUÇÃO À ELETRODINÂMICA

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?

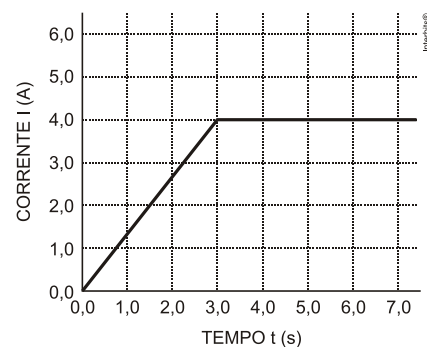
2. (UNICAMP 2010) A experimentação é parte essencial do método científico, e muitas vezes podemos fazer medidas de grandezas físicas usando instrumentos extremamente simples.

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.

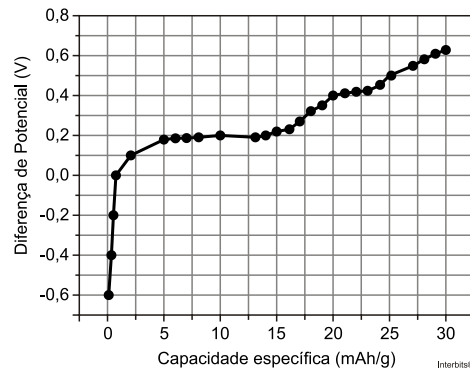
Determine a quantidade de energia, em kJ, consumida pelo motor de arranque, nesse intervalo de tempo.

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?

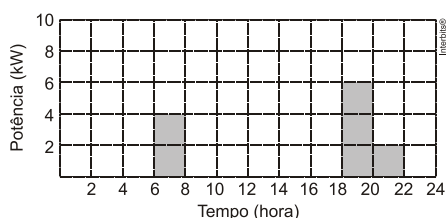


8. (UERJ 2010) O circuito elétrico de refrigeração de um carro é alimentado por uma bateria ideal cuja força eletromotriz é igual a 12 volts.

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.

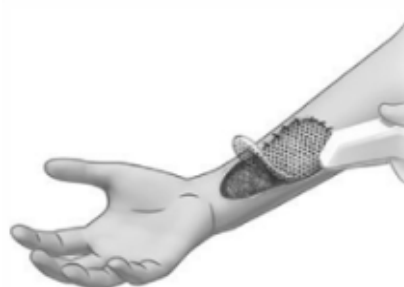


- a. Qual é o valor máximo de corrente que o disjuntor pode suportar?
- b. Qual é a energia em kWh consumida ao longo de um dia nessa residência?
- c. Qual é o preço a pagar por um mês

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 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.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na resolução, use quando necessário:

$g = 10 \text{ m/s}^2, \pi = 3,14, c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

13. (UFJF-PISM 3 2018) Suponha que cada metro quadrado de um painel solar fotovoltaico, instalado em Juiz de Fora, produza 2,0 kWh de energia por dia. Uma família deseja instalar painéis solares para alimentar os aparelhos dentro de casa sem necessitar pagar excedentes à companhia de energia local. Supondo que a energia produzida durante o dia possa

ser armazenada para ser usada também à noite, pergunta-se:

- a. Sabendo-se que o consumo médio dessa residência é de 180 kWh por mês (trinta dias), quantos metros quadrados de painéis solares são necessários instalar, no mínimo?
- b. Calcule a potência média consumida pela casa, dado o consumo declarado no item (a).
- c. Supondo que, num dado instante, os aparelhos da casa estejam consumindo ao todo exatamente a potência calculada no item (b), qual a corrente que está sendo fornecida nesse instante aos aparelhos, se a tensão dos aparelhos é de 120 V?

ANOTAÇÕES



GABARITO

1. 20.

Da definição de corrente elétrica:

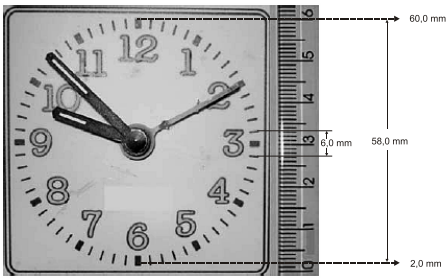
$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n e}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{i \Delta t}{e} = \frac{0,4 \cdot 60}{1,6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1,5 \times 10^{20}$$

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

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:

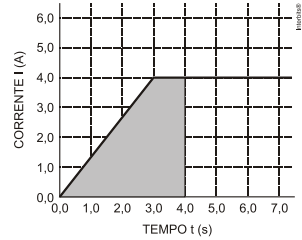
$$i = \frac{q}{\Delta t} = \frac{2,4}{400 \times 24} = \frac{0,1}{400} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ A}$$

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

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:

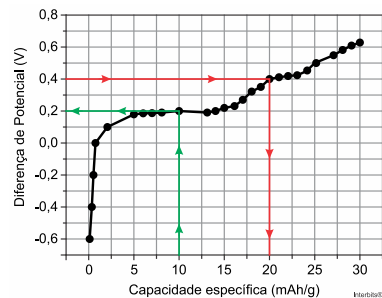
$$E = P \cdot t$$

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

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

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

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 (ΔQ) 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 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:

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



$$P = 2,5 \text{ W}$$

13.

a. Cálculo da área necessária usando a técnica da análise dimensional:

$$A = 180 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \cdot \frac{1 \text{ mês}}{30 \text{ dias}} \cdot \frac{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}{2 \text{ kWh}} \therefore A = 3 \text{ m}^2$$

b. Sabendo que a potência é igual a razão entre a energia e o tempo:

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{180 \text{ kWh}}{30 \text{ dias} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ dia}}} \therefore P = 0,25 \text{ kW} = 250 \text{ W}$$

c. Com a potência calculada e a tensão fornecida, determinamos a corrente elétrica:

$$P = U \cdot i \Rightarrow i = \frac{P}{U}$$
$$i = \frac{250 \text{ W}}{120 \text{ V}} \therefore i = 2,08 \text{ A}$$



ANOTAÇÕES
