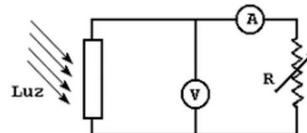
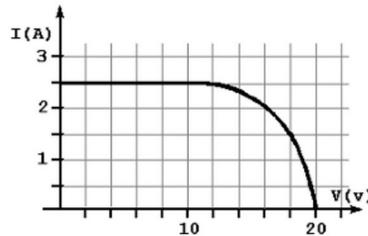


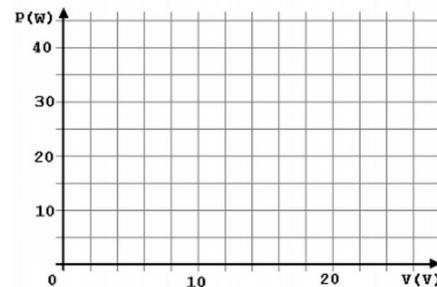
**Exercícios Dissertativos**

1. (2000) Um painel de células solares funciona como um gerador, transformando energia luminosa em energia elétrica. Quando, sobre a área de captação do painel, de  $2 \text{ m}^2$ , incide uma densidade superficial de potência luminosa de  $400 \text{ W/m}^2$ , obtém-se uma relação entre  $I$  (corrente) e  $V$  (tensão), conforme gráfico abaixo. (Os valores de  $I$  e  $V$  são os indicados pelo amperímetro  $A$  e pelo voltímetro  $V$ , no circuito esquematizado, variando-se  $R$  em uma ampla faixa de valores). Nas aplicações práticas, substitui-se a resistência por um aparelho elétrico.

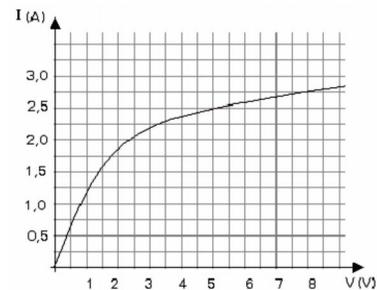
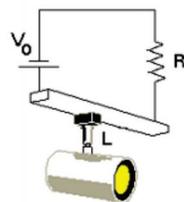


Para as condições acima:

- Construa, no sistema de coordenadas da folha de respostas, um esboço do gráfico da potência fornecida pelo painel solar em função da tensão entre seus terminais.
- Estime a eficiência máxima ( $\eta_{max}$ ) de transformação de energia solar em energia elétrica do painel.
- Estime a resistência  $R_{max}$ , quando a potência elétrica gerada pelo painel for máxima.



2. (2001) Dispõe-se de uma lâmpada decorativa especial  $L$ , cuja curva característica, fornecida pelo manual do fabricante, é apresentada abaixo. Deseja-se ligar essa lâmpada, em série com uma resistência  $R = 2,0 \Omega$ , a uma fonte de tensão  $V_0$ , como no circuito abaixo. Por precaução, a potência dissipada na lâmpada deve ser igual à potência dissipada no resistor.

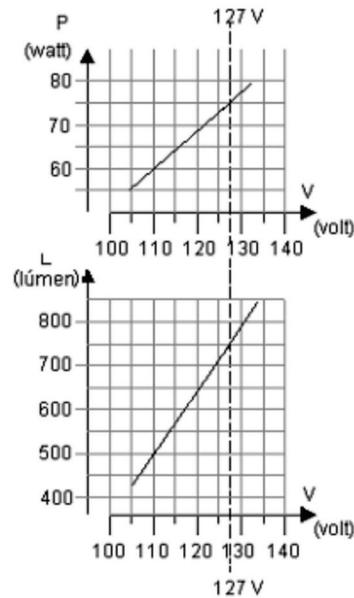


Para as condições acima:

- Represente a curva característica  $I \times V$  do resistor, na folha de resposta, na própria reprodução do gráfico fornecido pelo fabricante, identificando-a com a letra **R**.
- Determine, utilizando o gráfico, a corrente  $I$ , em ampères, para que a potência dissipada na lâmpada e no resistor sejam iguais.
- Determine a tensão  $V_0$ , em volts, que a fonte deve fornecer.
- Determine a potência  $P$ , em watts, que a lâmpada dissipará nessas condições.

3. (2002)

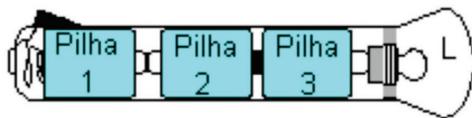
Os gráficos, apresentados ao lado, caracterizam a potência  $P$ , em watt, e a luminosidade  $L$ , em lúmen, em função da tensão, para uma lâmpada incandescente. Para iluminar um salão, um especialista programou utilizar 80 dessas lâmpadas, supondo que a tensão disponível no local seria de 127 V. Entretanto, ao iniciar-se a instalação, verificou-se que a tensão no local era de 110 V. Foi necessário, portanto, um novo projeto, de forma a manter a mesma luminosidade no salão, com lâmpadas desse mesmo tipo. Para esse novo projeto, determine: Para as condições acima:



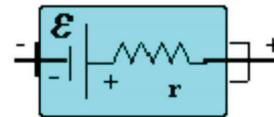
- O número  $N$  de lâmpadas a serem utilizadas.
- A potência adicional  $O_A$ , em watts, a ser consumida pelo novo conjunto de lâmpadas, em relação à que seria consumida no projeto inicial.

4. (2002)

As características de uma pilha, do tipo PX, estão apresentadas no quadro ao lado, tal como fornecidas pelo fabricante. Três dessas pilhas foram colocadas para operar, em série, em uma lanterna que possui uma lâmpada  $L$ , com resistência constante  $R_L = 3,0\Omega$ . Por engano, uma das pilhas foi colocada invertida, como representado abaixo:



Uma pilha, do tipo PX, pode ser representada, em qualquer situação, por um circuito equivalente, formado por um gerador ideal de força eletromotriz  $\epsilon = 1,5V$  e uma resistência interna  $r = 2/3\Omega$ , como representado no esquema abaixo



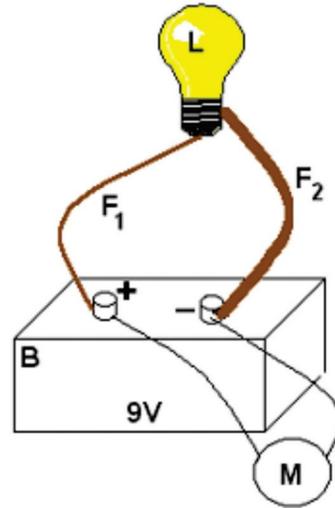
Determine:

- A corrente  $I$ , em ampères, que passa pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", como na figura.
- A potência  $P$ , em watts, dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", como na figura.
- A razão  $F = P/P_0$  entre a potência  $P$  dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", e a potência  $P_0$  que seria dissipada, se todas as pilhas estivessem posicionadas corretamente.

(Nas condições dadas, os efeitos gravitacionais podem ser desprezados).

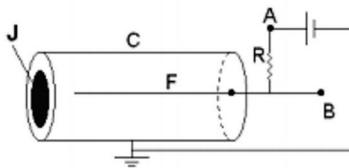
5. (2003)

Uma lâmpada **L** está ligada a uma bateria **B** por 2 fios, **F**<sub>1</sub> e **F**<sub>2</sub>, de mesmo material, de comprimentos iguais e de diâmetros de  $3d$ , respectivamente. Ligado aos terminais da bateria, há um voltímetro ideal **M** (com resistência interna muito grande), como mostra a figura. Nestas condições a lâmpada está acesa, tem resistência  $R_L = 2,0\Omega$  e dissipa uma potência igual a **8,0W**. A força eletromotriz da bateria é  $\epsilon = 9,0V$  e a resistência do fio **F**<sub>1</sub> é  $R_1 = 1,8\Omega$ . Determine o valor da



- corrente **I**, em ampères, que percorre o fio **F**<sub>1</sub>.
- potência **P**<sub>2</sub>, em watts, dissipada no fio **F**<sub>2</sub>.
- diferença de potencial **V**<sub>M</sub>, em volts, indicada pelo voltímetro **M**.

6. (2003) A figura representa uma câmara fechada **C**, de parede cilíndrica de material condutor, ligada à terra. Em uma de suas extremidades, há uma película **J**, de pequena espessura, que pode ser atravessada por partículas. Coincidente com o eixo da câmara, há um fio condutor **F** mantido em potencial positivo em relação à terra. O cilindro está preenchido com um gás de tal forma que partículas alfa, que penetram em **C**, através de **J**, colidem com moléculas do gás podendo arrancar elétrons das mesmas. Neste processo, são formados íons positivos e igual número de elétrons livres que se dirigem, respectivamente, para **C** e para **F**. O número de pares elétron-ion formados é proporcional à energia depositada na câmara pelas partículas alfa, sendo que para cada **30eV** de energia perdida por uma partícula alfa, um par é criado. Analise a situação em que um número  $n = 2 \times 10^4$  partículas alfa, cada uma com energia cinética igual a **4,5MeV**, penetram em **C**, a cada segundo, e lá perdem toda a sua energia cinética. Considerando que apenas essas partículas criam os pares elétron-ion, determine



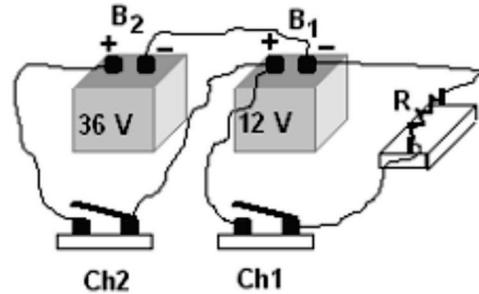
**NOTE/ADOTE**

- 1) A carga de um elétron é  $e = -1,6 \times 10^{-19}C$
- 2) elétron-volt (eV) é uma unidade de energia
- 3)  $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$

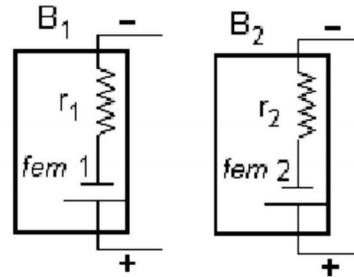
- o número **N** de elétrons livres produzidos na câmara **C** a cada segundo.
- a diferença de potencial **V** entre os pontos **A** e **B** da figura, sendo a resistência  $R = 5 \times 10^7\Omega$ .

7. (2004) Um sistema de alimentação de energia de um resistor  $R = 20\Omega$  é formado por duas baterias,  $B_1$  e  $B_2$ , interligadas através de fios, com as chaves Ch1 e Ch2, como representado na figura. A bateria B1 fornece energia ao resistor, enquanto a bateria B2 tem a função de recarregar a bateria B1. Inicialmente, com a chave Ch1 fechada (e Ch2 aberta), a bateria B1 fornece corrente ao resistor durante 100 s. Em seguida, para repor toda a energia química que a bateria B1 perdeu, a chave Ch2 fica fechada (e Ch1 aberta), durante um intervalo de tempo  $T$ . Em relação a essa operação, determine:

- O valor da corrente  $I_1$ , em ampères, que percorre o resistor  $R$ , durante o tempo em que a chave Ch1 permanece fechada.
- A carga  $Q$ , em C, fornecida pela bateria B1, durante o tempo em que a chave Ch1 permanece fechada.
- O intervalo de tempo  $T$ , em s, em que a chave Ch2 permanece fechada.

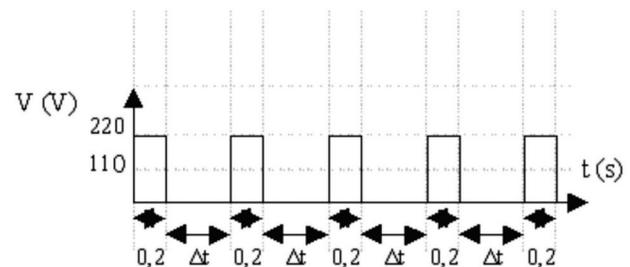


NOTE E ADOTE:  
As baterias podem ser representados pelos modelos ao lado, com  $fem\ 1 = 12V$  e  $r_1 = 2\Omega$  e  $fem\ 2 = 36V$  e  $r_2 = 4\Omega$ .



8. (2005)

Um determinado aquecedor elétrico, com resistência  $R$  constante, é projetado para operar a 110 V. Pode-se ligar o aparelho a uma rede de 220V, obtendo os mesmos aquecimento e consumo de energia médios, desde que haja um dispositivo que o ligue e desligue, em ciclos sucessivos, como indicado no gráfico. Nesse caso, a cada ciclo, o aparelho permanece ligado por 0,2s e desligado por um intervalo de tempo  $\Delta t$ . Determine



- a relação  $Z_1$  entre as potências  $P_{220}$  e  $P_{110}$ , dissipadas por esse aparelho em 220V e 110V, respectivamente, quando está continuamente ligado, sem interrupção.
- o valor do intervalo  $\Delta t$ , em segundos, em que o aparelho deve permanecer desligado a 220V, para que a potência média dissipada pelo resistor nessa tensão seja a mesma que quando ligado continuamente em 110V.
- a relação  $Z_2$  entre as correntes médias  $I_{220}$  e  $I_{110}$ , que percorrem o resistor quando em redes de 220V e 110V, respectivamente, para a situação do item anterior.

NOTE E ADOTE:  
Potência média é a razão entre a energia dissipada em um ciclo e o período total do ciclo.

9. (2006)

A relação entre tensão e corrente de uma lâmpada L, como a usada em automóveis, foi obtida por meio do circuito esquematizado na figura 1, onde G representa um gerador de tensão variável. Foi medido o valor da corrente indicado pelo amperímetro A, para diferentes valores da tensão medida pelo voltímetro V, conforme representado pela curva L no Gráfico 1, da folha de resposta. O circuito da figura 1 é, então, modificado, acrescentando-se um resistor R de resistência  $6,0 \Omega$  em série com a lâmpada L, conforme esquematizado na figura 2.

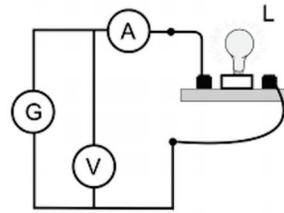


Figura 1

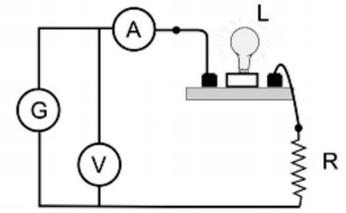
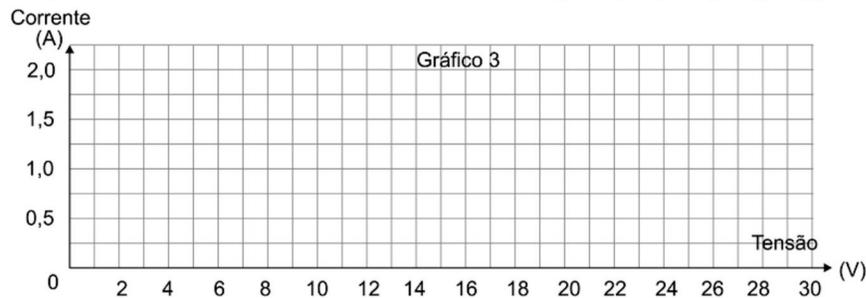
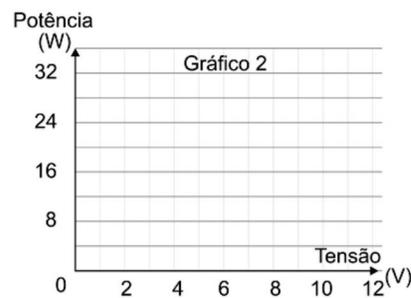
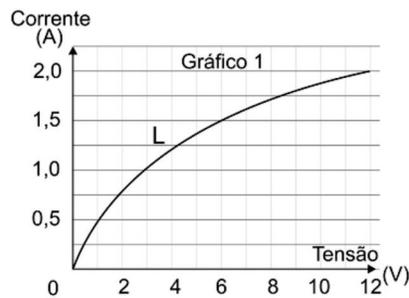


Figura 2

- Construa, no Gráfico 2 da folha de resposta, o gráfico da potência dissipada na lâmpada, em função da tensão  $U$  entre seus terminais, para  $U$  variando desde 0 até 12 V.
- Construa, no Gráfico 1 da folha de resposta, o gráfico da corrente no resistor R em função da tensão  $U$  aplicada em seus terminais, para  $U$  variando desde 0 até 12 V.
- Considerando o circuito da figura 2, construa, no Gráfico 3 da folha de resposta, o gráfico da corrente indicada pelo amperímetro em função da tensão  $U$  indicada pelo voltímetro, quando a corrente varia desde 0 até 2 A.

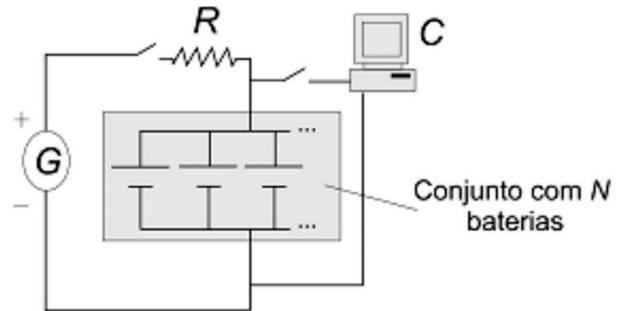


NOTE E ADOTE

O voltímetro e o amperímetro se comportam como ideais.  
Na construção dos gráficos, marque os pontos usados para traçar as curvas.

10. (2007) Em uma ilha distante, um equipamento eletrônico de monitoramento ambiental, que opera em 12 V e consome 240 W, é mantido ligado 20 h por dia. A energia é fornecida por um conjunto de  $N$  baterias ideais de 12 V. Essas baterias são carregadas por um gerador a diesel,  $G$ , através de uma resistência  $R$  de  $0,2 \omega$ . Para evitar interferência no monitoramento, o gerador é ligado durante 4 h por dia, no período em que o equipamento permanece desligado. Determine

- Construa, no Gráfico 2 da folha de resposta, o gráfico da potência dissipada na lâmpada, em função da tensão  $U$  entre seus terminais, para  $U$  variando desde 0 até 12 V.
- Construa, no Gráfico 1 da folha de resposta, o gráfico da corrente no resistor  $R$  em função da tensão  $U$  aplicada em seus terminais, para  $U$  variando desde 0 até 12 V.
- Considerando o circuito da figura 2, construa, no Gráfico 3 da folha de resposta, o gráfico da corrente indicada pelo amperímetro em função da tensão  $U$  indicada pelo voltímetro, quando a corrente varia desde 0 até 2 A.



**NOTE E ADOTE**

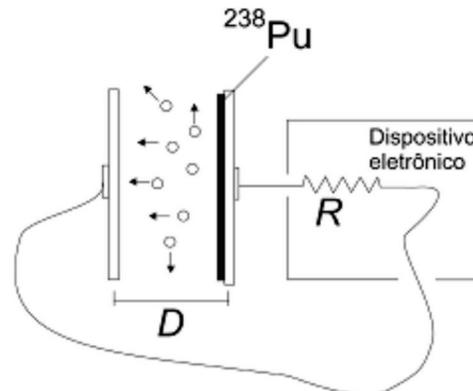
(1 ampère x 1 segundo = 1 coulomb)

O parâmetro usado para caracterizar a carga de uma bateria, produto da corrente pelo tempo, é o ampère-hora (A·h).

Suponha que a tensão da bateria permaneça constante até o final de sua carga.

11. (2007)

O plutônio ( $^{238}\text{Pu}$ ) é usado para a produção direta de energia elétrica em veículos espaciais. Isso é realizado em um gerador que possui duas placas metálicas, paralelas, isoladas e separadas por uma pequena distância  $D$ . Sobre uma das placas deposita-se uma fina camada de  $^{238}\text{Pu}$ , que produz  $5 \times 10^{14}$  desintegrações por segundo. O  $^{238}\text{Pu}$  se desintegra, liberando partículas alfa,  $1/4$  das quais alcança a outra placa, onde são absorvidas. Nesse processo, as partículas alfa transportam uma carga positiva  $Q$  e deixam uma carga  $-Q$  na placa de onde saíram, gerando uma corrente elétrica entre as placas, usada para alimentar um dispositivo eletrônico, que se comporta como uma resistência elétrica  $R = 3,0 \times 10^9 \Omega$ . Estime



- a corrente  $I$ , em ampères, que se estabelece entre as placas.
- a diferença de potencial  $V$ , em volts, que se estabelece entre as placas.
- a potência elétrica  $P_E$ , em watts, fornecida ao dispositivo eletrônico nessas condições.

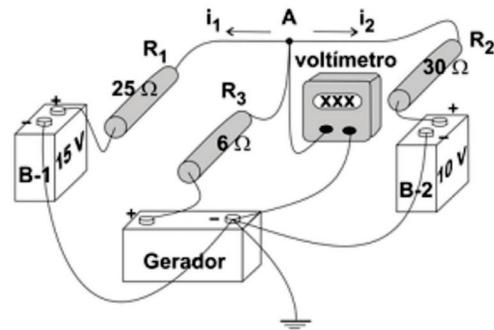
**NOTE E ADOTE:**

O  $^{238}\text{Pu}$  é um elemento radioativo, que decaína naturalmente, emitindo uma partícula alfa (núcleo de  $^4\text{He}$ ).

Carga  $Q$  da partícula alfa =  $2 \times 1,6 \times 10^{-19} C$

12. (2008)

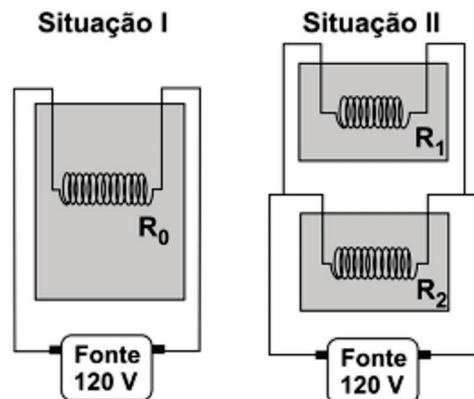
Utilizando-se um gerador, que produz uma tensão  $V_0$ , deseja-se carregar duas baterias, B-1 e B-2, que geram respectivamente 15 V e 10 V, de tal forma que as correntes que alimentam as duas baterias durante o processo de carga mantenham-se iguais ( $i_1 = i_2 = i$ ). Para isso, é utilizada a montagem do circuito elétrico representada ao lado, que inclui três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , com respectivamente  $25\Omega$ ,  $30\Omega$  e  $6\Omega$ , nas posições indicadas. Um voltímetro é inserido no circuito para medir a tensão no ponto A.



- Determine a intensidade da corrente  $i$ , em ampères, com que cada bateria é alimentada.
- Determine a tensão  $V_A$ , em volts, indicada pelo voltímetro, quando o sistema opera da forma desejada.
- Determine a tensão  $V_0$ , em volts, do gerador, para que o sistema opere da forma desejada.

13. (2009)

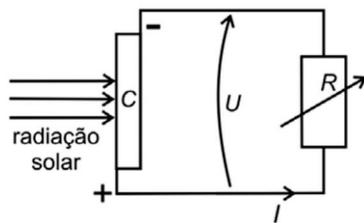
Uma jovem, para aquecer uma certa quantidade de massa  $M$  de água, utiliza, inicialmente, um filamento enrolado, cuja resistência elétrica  $R_0$  é igual a  $12\Omega$ , ligado a uma fonte de 120 V (situação I). Desejando aquecer a água em dois recipientes, coloca, em cada um, metade da massa total de água ( $M/2$ ), para que sejam aquecidos por resistências  $R_1$  e  $R_2$ , ligadas à mesma fonte (situação II). A jovem obtém essas duas resistências, cortando o filamento inicial em partes não iguais, pois deseja que  $R_1$  aqueça a água com duas vezes mais potência que  $R_2$ . Para analisar essas situações:



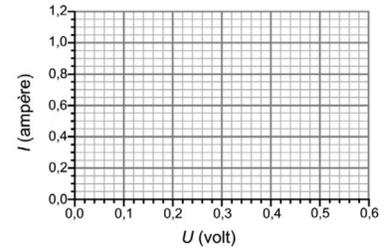
- Estime a potência  $P_0$ , em watts, que é fornecida à massa total de água, na situação I.
- Determine os valores de  $R_1$  e  $R_2$ , em ohms, para que no recipiente onde está  $R_1$  a água receba duas vezes mais potência do que no recipiente onde está  $R_2$ , na situação II.
- Estime a razão  $P/P_0$ , que expressa quantas vezes mais potência é fornecida na situação II ( $P$ ), ao conjunto dos dois recipientes, em relação à situação I ( $P_0$ ).

**NOTE E ADOTE:**  
 $V = RI$  ;  $P = VI$

14. (2011) A conversão de energia solar em energia elétrica pode ser feita com a utilização de painéis constituídos por células fotovoltaicas que, quando expostas à radiação solar, geram uma diferença de potencial  $U$  entre suas faces. Para caracterizar uma dessas células ( $C$ ) de  $20 \text{ cm}^2$  de área, sobre a qual incide  $1 \text{ kW/m}^2$  de radiação solar, foi realizada a medida da diferença de potencial  $U$  e da corrente  $I$ , variando-se o valor da resistência  $R$ , conforme o circuito esquematizado na figura abaixo. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela.



$U$ (volt)	$I$ (ampère)
0,10	1,0
0,20	1,0
0,30	1,0
0,40	0,98
0,50	0,90
0,52	0,80
0,54	0,75
0,56	0,62
0,58	0,40
0,60	0,00



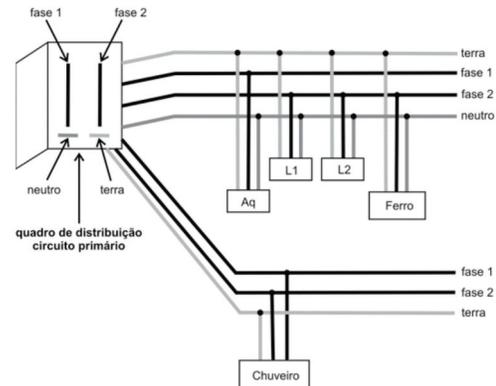
- Faça o gráfico da curva  $I \times U$  na figura impressa na folha de respostas.
- Determine o valor da potência máxima  $P_m$  que essa célula fornece e o valor da resistência  $R$  nessa condição.
- Determine a eficiência da célula  $C$  para  $U = 0,3V$ .

**NOTE E ADOTE:**

$$\text{Eficiência} = \frac{P_{fornecida}}{P_{incidente}}$$

15. (2012)

A figura ao lado representa, de forma esquemática, a instalação elétrica de uma residência, com circuitos de tomadas de uso geral e circuito específico para um chuveiro elétrico. Nessa residência, os seguintes equipamentos permaneceram ligados durante 3 horas a tomadas de uso geral, conforme o esquema da figura: um aquecedor elétrico (Aq) de 990 W, um ferro de passar roupas de 980 W e duas lâmpadas, L1 e L2, de 60 W cada uma. Nesse período, além desses equipamentos, um chuveiro elétrico de 4400 W, ligado ao circuito específico, funcionou durante 12 minutos. Para essas condições, determine



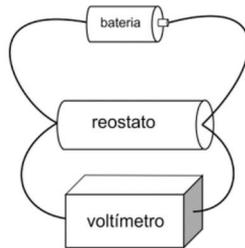
- a energia total, em kWh, consumida durante esse período de 3 horas;
- a corrente elétrica que percorre cada um dos fios fase, no circuito primário do quadro de distribuição, com todos os equipamentos, inclusive o chuveiro, ligados;
- a corrente elétrica que percorre o condutor neutro, no circuito primário do quadro de distribuição, com todos os equipamentos, inclusive o chuveiro, ligados.

**NOTE E ADOTE:**

A tensão entre fase e neutro é 110 V e, entre as fases, 220 V.  
Ignorar perdas dissipativas nos fios.

O símbolo • representa o ponto de ligação entre dois fios.

16. (2013) Em uma aula de laboratório, os alunos determinaram a força eletromotriz  $\epsilon$  e a resistência interna  $r$  de uma bateria. Para realizar a tarefa, montaram o circuito representado na figura abaixo e, utilizando o voltímetro, mediram a diferença de potencial  $V$  para diferentes valores da resistência  $R$  do reostato. A partir dos resultados obtidos, calcularam a corrente  $I$  no reostato e construíram a tabela apresentada na página de respostas.



**NOTE E ADOTE:**

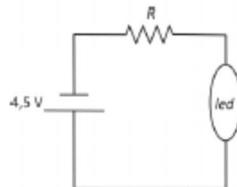
A tensão entre fase e neutro é 110 V e, entre as fases, 220 V.

Um reostato é um resistor de resistência variável.

Ignore efeitos resistivos dos fios de ligação do circuito.

- Complete a tabela, na página de respostas, com os valores da corrente  $I$ .
- Utilizando os eixos da página de respostas, faça o gráfico de  $V$  em função de  $I$ .
- Determine a força eletromotriz  $\epsilon$  e a resistência interna  $r$  da bateria.

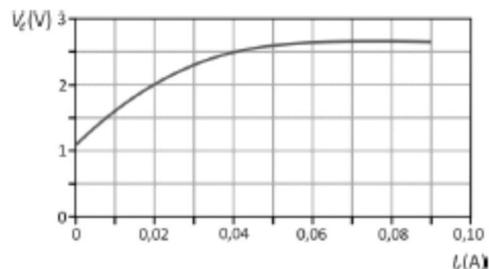
17. (2014) A curva característica de uma lâmpada do tipo *led* (diodo emissor de luz) é mostrada no gráfico da página de respostas. Essa lâmpada e um resistor de resistência  $R$  estão ligados em série a uma bateria de 4,5 V, como representado na figura. Nessa condição, a tensão na lâmpada é 2,5 V.



- Qual é o valor da corrente  $i_R$  no resistor?
- Determine o valor da resistência  $R$ .
- A bateria de 4,5 V é substituída por outra de 3 V, que fornece 60 mW de potência ao circuito, sem que sejam trocados a lâmpada e o resistor. Nessas condições, qual é a potência  $P_R$  dissipada no resistor?

**NOTE E ADOTE:**

As resistências internas das baterias devem ser ignoradas.





18. (2016) Em um circuito integrado (CI), a conexão elétrica entre transistores é feita por trilhas de alumínio de 500 nm de comprimento, 100 nm de largura e 50 nm de espessura.
- Determine a resistência elétrica de uma dessas conexões, sabendo que a resistência, em ohms, de uma trilha de alumínio é dada por  $R = 3 \times 10^{-8}L/A$ , em que  $L$  e  $A$  são, respectivamente, o comprimento e a área da seção reta da trilha em unidades do SI.
  - Se a corrente elétrica em uma trilha for de  $10\mu A$ , qual é a potência dissipada nessa conexão?
  - Considere que um determinado CI possua  $10^6$  dessas conexões elétricas. Determine a energia  $E$  dissipada no CI em 5 segundos de operação.
  - Se não houvesse um mecanismo de remoção de calor, qual seria o intervalo de tempo  $\Delta t$  necessário para a temperatura do CI variar de  $300^\circ C$ ?

**Note e adote:**

$$1nm = 10^{-9}m$$

$$\text{Capacidade térmica do CI} = 5 \times 10^{-5} \text{ J/K}$$

Considere que as trilhas são as únicas fontes de calor no CI.