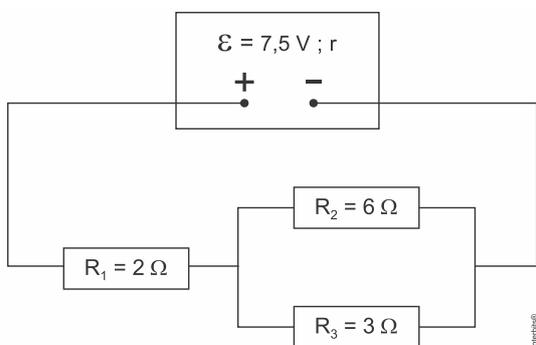




# GERADORES E RECEPTORES

1. (UFPR 2017) Foi feito um estudo com uma associação de resistores (de acordo com a figura ao lado), a qual foi conectada a uma fonte de tensão com força eletromotriz de 7,5 V e resistência interna “r”. Os valores dos resistores da associação estão indicados na figura a seguir.



Todos os fios condutores são ideais e os resistores são ôhmicos. Verificou-se uma intensidade de corrente elétrica no resistor  $R_2$  de 0,5 A. Assim, determine:

- O resistor equivalente da associação.
- A tensão elétrica nos extremos da associação de resistores.
- A resistência interna do gerador.

---



---



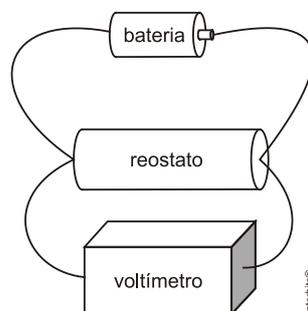
---



---

2. (FUVEST 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

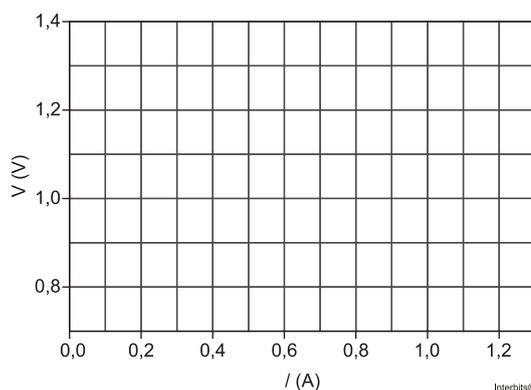
figura abaixo e, utilizando o voltímetro, mediram a diferença de potencial  $V$  para diferentes valores da resistência  $R$  do reostato. A partir dos resultados obtidos, calcularam a corrente  $I$  no reostato e construíram a tabela apresentada logo abaixo.



a. Complete a tabela abaixo com os valores da corrente  $I$ .

V(V)	R( $\Omega$ )	I(A)
1,14	7,55	0,15
1,10	4,40	
1,05	2,62	0,40
0,96	1,60	
0,85	0,94	0,90

b. Utilizando os eixos abaixo, faça o gráfico de  $V$  em função de  $I$ .





c. Determine a força eletromotriz  $\epsilon$  e a resistência interna  $r$  da bateria.

---

---

---

---

---

Note e adote: Um reostato é um resistor de resistência variável; Ignore efeitos resistivos dos fios de ligação do circuito.

3. (UFTM 2012) Quando uma bateria, sem resistência interna, de tensão igual a 10 V é conectada a um farolete de corrente contínua, o farolete consome uma potência de 100 W. Desprezando possíveis perdas na fiação, determine, para o menor gerador (o que desenvolve potência máxima) capaz de manter o farolete aceso, a sua

- a. força eletromotriz.
- b. resistência interna.

---

---

---

---

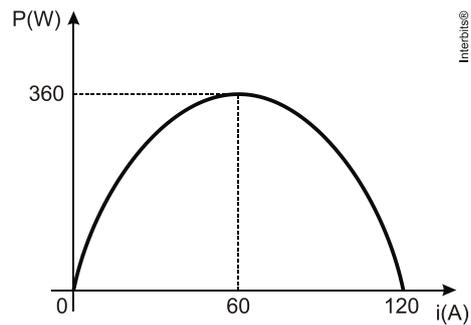
---

**TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:**

Use quando necessário:

- Aceleração da gravidade  $g = 10\text{m/s}^2$ ; Densidade da água  $\rho = 1,0\text{g/cm}^3 = 1000\text{kg/m}^3$
- Velocidade da luz no vácuo  $c = 3,0 \times 10^8\text{m/s}$
- Constante de Planck  $h = 6,63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s} = 4,14 \times 10^{-15}\text{eV}\cdot\text{s}$
- Constante  $\pi = 3,14$

4. (UFJF 2012) Uma bateria de automóvel tem uma força eletromotriz  $\epsilon = 12\text{V}$  e resistência interna  $r$  desconhecida. Essa bateria é necessária para garantir o funcionamento de vários componentes elétricos embarcados no automóvel. Na figura a seguir, é mostrado o gráfico da potência útil  $P$  em função da corrente  $i$  para essa bateria, quando ligada a um circuito elétrico externo.



- a. Determine a corrente de curto-circuito da bateria e a corrente na condição de potência útil máxima. Justifique sua resposta.
- b. Calcule a resistência interna  $r$  da bateria.
- c. Calcule a resistência  $R$  do circuito externo nas condições de potência máxima.
- d. Sabendo que a eficiência  $\eta$  de uma bateria é a razão entre a diferença de potencial  $V$  fornecida pela bateria ao circuito e a sua força eletromotriz  $\epsilon$ , calcule a eficiência da bateria nas condições de potência máxima.
- e. Faça um gráfico que representa a curva característica da bateria. Justifique sua resposta.

---

---

---

---

---



5. (UERJ 2009) Na tabela abaixo, são apresentadas as resistências e as d.d.p. relativas a dois resistores, quando conectados, separadamente, a uma dada bateria.

resistência ( $\Omega$ )	d.d.p (V)
5,8	11,6
3,8	11,4

Considerando que os terminais da bateria estejam conectados a um resistor de resistência igual a  $11,8 \Omega$ , calcule a energia elétrica dissipada em 10 segundos por esse resistor.

---



---



---



---

6. (UFF 2007) Um eletricitista compra uma bateria usada e decide medir a resistência interna  $r$  da mesma através da curva  $V \times i$  - diferença de potencial nos terminais da bateria em função da corrente elétrica que a atravessa. Para construir essa curva, ele conecta os terminais da bateria aos de um resistor de resistência variável. A tabela a seguir exibe os valores de  $V$  e  $i$ , medidos com voltímetro e amperímetro, que podem ser considerados ideais, para diferentes valores de resistência do resistor.

A seguir estão representados os elementos que fazem parte do circuito utilizado na obtenção da tabela.

Mudando a posição do contato móvel é possível variar o comprimento do resistor e, conseqüentemente, da sua resistência desde 0 até  $R$ .

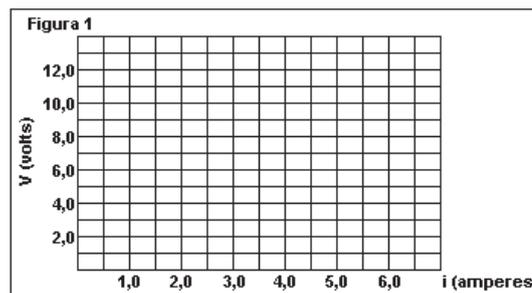
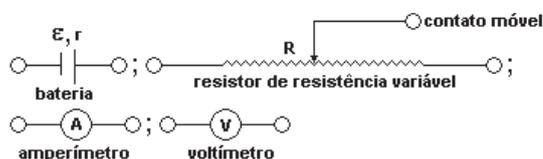
a. Reproduza o circuito utilizado pelo eletricitista, conectando os elementos que estão representados.

b. Construa o gráfico  $V \times i$  com os valores da tabela, no reticulado da figura 1. Indique com clareza a escala utilizada em cada eixo coordenado.

c. Determine, através do gráfico do item (b), a resistência interna  $r$  da bateria.

d. Após desfazer o circuito utilizado na obtenção da tabela acima, o eletricitista conecta apenas o voltímetro à bateria. Informe qual será a leitura do voltímetro.

V (volts)	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0
i (amperes)	6,0	5,0	3,8	2,6	1,6	0,5




---



---

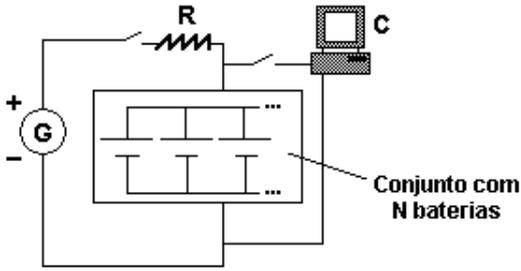


---



---

7. (FUVEST 2007) Em uma ilha distante, um equipamento eletrônico de monitoramento ambiental, que opera em 12 V e consome 240 W, é mantido ligado 20h 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 4h por dia, no período em que o equipamento permanece desligado.



Determine

- a corrente  $I$ , em amperes, que alimenta o equipamento eletrônico C.
- o número mínimo  $N$ , de baterias, necessário para manter o sistema, supondo que as baterias armazenem carga de 50 A.h cada uma.
- a tensão  $V$ , em volts, que deve ser fornecida pelo gerador, para carregar as baterias em 4 h.

Note e adote:

(1 ampere  $\times$  1 segundo = 1 coulomb)

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

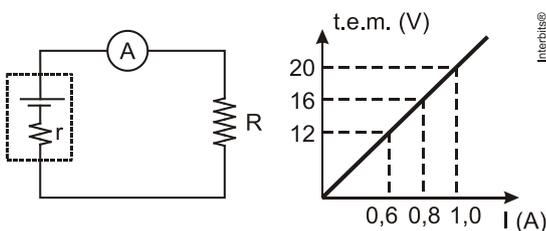
Suponha que a tensão da bateria permaneça constante até o final de sua carga.

---



---

- 8.** (UFRRJ 2007) Um estudante deseja medir a resistência interna de um gerador, cuja f.e.m. pode ser ajustada para diferentes valores. Para tanto, ele constrói um circuito com o próprio gerador - um amperímetro A e um resistor de resistência  $R = 18 \Omega$  - e obtém o gráfico a seguir, relacionando a f.e.m. do gerador a corrente medida pelo amperímetro.



Com base no gráfico:

- Calcule a resistência interna do gerador.
- Para uma f.e.m. igual a 12 V, calcule a potência dissipada pela resistência interna do gerador.

---

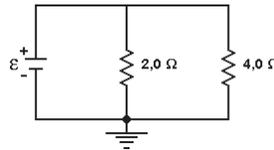


---



---

- 9.** (UFPE 2006) No circuito a seguir qual o valor da força eletromotriz  $\epsilon$ , em volts, se a corrente fornecida pela bateria for igual a 9,0 A? Considere desprezível a resistência interna da bateria.




---

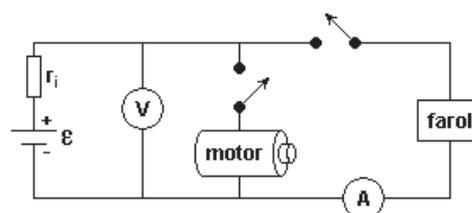


---



---

- 10.** (ITA 2006) Quando se acendem os faróis de um carro cuja bateria possui resistência interna  $r(i) = 0,050 \Omega$ , um amperímetro indica uma corrente de 10A e um voltímetro uma voltagem de 12 V. Considere desprezível a resistência interna do amperímetro. Ao ligar o motor de arranque, observa-se que a leitura do amperímetro é de 8,0A e que as luzes diminuem um pouco de intensidade. Calcular a corrente que passa pelo motor de arranque quando os faróis estão acesos.





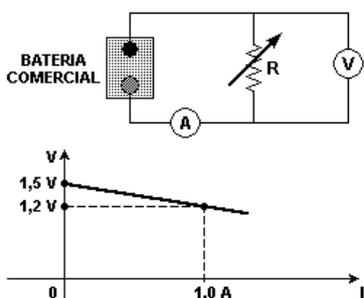
---

---

---

---

11. (UFRJ 2006) Uma bateria comercial de 1,5V é utilizada no circuito esquematizado a seguir, no qual o amperímetro e o voltímetro são considerados ideais. Varia-se a resistência R, e as correspondentes indicações do amperímetro e do voltímetro são usadas para construir o seguinte gráfico de voltagem (V) versus intensidade de corrente (I).



Usando as informações do gráfico, calcule:

- a. o valor da resistência interna da bateria;
- b. a indicação do amperímetro quando a resistência R tem o valor  $1,7\Omega$ .

---

---

---

---

12. (FUVEST 2002) As características de uma pilha, do tipo PX, estão apresentadas a seguir, 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  $R = 3,0\Omega$ .

Uma pilha, do tipo PX, pode ser representada, em qualquer situação, por

um circuito equivalente, formado por um gerador ideal de força eletromotriz  $\varepsilon=1,5V$  e uma resistência interna  $r=\frac{2}{3}\Omega$ , como representado no esquema a seguir



Por engano, uma das pilhas foi colocada invertida, como representado na lanterna.

Determine:

A corrente I, em amperes, 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.

---

---

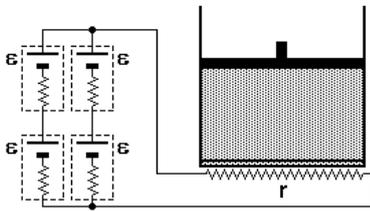
---

---

13. (UFES 2001) Um mol de um gás ideal está contido no interior de um cilindro provido de um êmbolo de peso constante que pode deslizar livremente. A parede lateral do cilindro e o êmbolo são adiabáticos. A base do cilindro permite ao gás absorver 70% do calor gerado por efeito Joule na resistência r do circuito mostrado na figura. O trabalho realizado pelo gás, por unidade de tempo,



é igual a 20% da potência dissipada na resistência  $r$ . A diferença de potencial nos polos de cada bateria é  $\varepsilon$ . A constante universal dos gases perfeitos é  $R$ .



Sabendo que a potência dissipada na resistência  $r$  é  $4\varepsilon^2/r$ , determine

- a. a corrente elétrica em cada bateria;
- b. a variação da energia interna do gás por unidade de tempo;
- c. a variação da temperatura do gás por unidade de tempo.

---



---



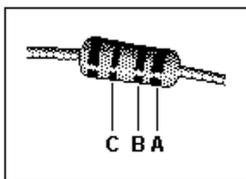
---



---

14. (UERJ 2001) Comercialmente, os resistores têm seus valores de resistência identificados a partir de um código de três cores, impressas sob a forma de anéis no próprio corpo do resistor.

As cores utilizadas nos anéis A, B e C correspondem aos números indicados na seguinte tabela:



COR	NÚMERO
preta	0
marrom	1
vermelha	2
laranja	3
amarela	4
verde	5
azul	6
violeta	7
cinza	8
branca	9

Nessa convenção, A e B são, respectivamente, os algarismos da

dezena e da unidade e C é a potência de 10 do valor da resistência em ohms.

Considere  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ .

Em um dia de calor, o circo fica repleto de ventiladores ligados a tomadas de 110V. Sabe-se que, quando suas pás são bloqueadas por um esforço mecânico externo, o ventilador é percorrido por uma corrente de intensidade igual a 5,0A.

Determine a resistência interna do motor desse ventilador e a sequência de cores CBA de um resistor comercial equivalente.

---



---

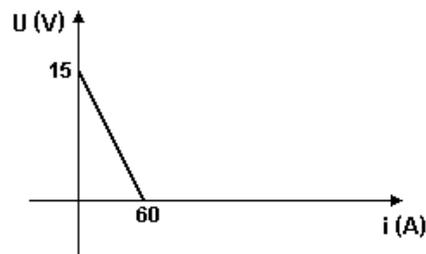


---



---

15. (UFRRJ 2000) O gráfico a seguir representa a curva de uma bateria de certa marca de automóvel.



Quando o motorista liga o carro tem-se a corrente máxima ou corrente de curto circuito. Neste caso:

- a. qual a resistência interna da bateria?
- b. qual a máxima potência útil desta bateria?

---



---



---



---



16. (PUCRJ 2017) Uma estudante tem uma pequena lâmpada LED vermelha em cujas especificações lê-se o seguinte: “Queda de tensão 1,8 V corrente máxima 0,02 A”. Ela quer ligar essa lâmpada a duas pilhas AA em série, cada uma delas com voltagem de 1,5 V. Mas percebe que, para isso, deve acrescentar algum resistor ao circuito.

a. Qual deve ser a resistência mínima do resistor para que a lâmpada LED não queime?

b. A estudante tem à sua disposição até quatro resistores de  $120\Omega$ . Quantos resistores ela deve usar para que a lâmpada opere, seguramente, em sua corrente máxima? Justifique e faça um esquema do circuito.

---

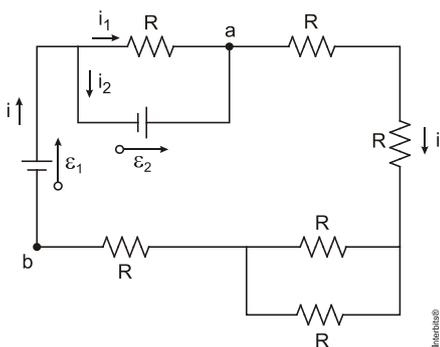
---

---

---

---

17. (UEL 2014) No circuito a seguir, sabe-se que  $\epsilon_1 = 2\epsilon_2$  e que ambas são forças eletromotrizes (fem) ideais.



a. Determine a diferença de potencial entre os pontos a e b pelo ramo da direita do circuito.

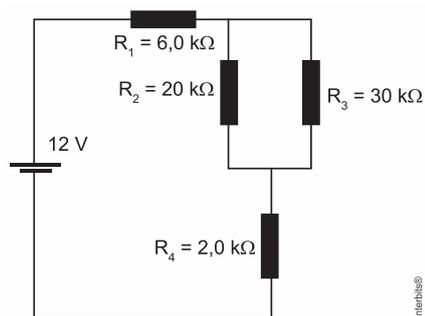
b. Determine o valor da corrente i. Apresente os cálculos.

---

---

---

18. (PUCRJ 2017) Considere o circuito da figura abaixo em que as resistências são dadas em  $k\Omega$  e a bateria é considerada ideal com uma força eletromotriz de 12 Volts.



a. Qual é a diferença de potencial no resistor  $R_2$ ?

b. Qual é a potência dissipada pelo circuito?

c. A resistência  $R_3$  agora é retirada do circuito e substituída por um fio sem resistência. Qual é a nova corrente que passa por  $R_1$ ?

---

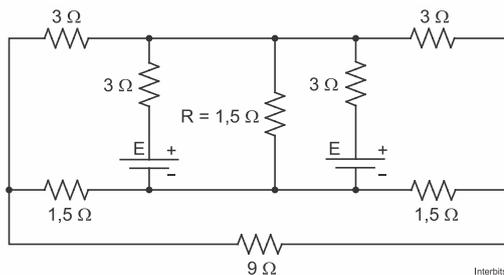
---

---

---

---

19. (IME 2017)





A figura acima apresenta um circuito elétrico composto por duas baterias iguais e oito resistores. Determine o valor das baterias para que a potência elétrica no resistor R seja igual a 6W.

---

---

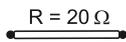
---

---

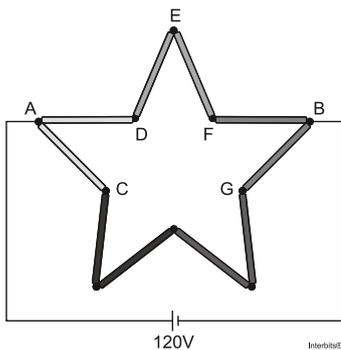
---

---

20. (UNIFESP 2014) Para compor sua decoração de Natal, um comerciante decide construir uma estrela para pendurar na fachada de sua loja. Para isso, utilizará um material que, quando percorrido por corrente elétrica, brilhe emitindo luz colorida. Ele tem à sua disposição barras de diferentes cores desse material, cada uma com resistência elétrica constante  $R = 20\Omega$ .



Utilizando dez dessas barras, ele montou uma estrela e conectou os pontos A e B a um gerador ideal de força eletromotriz constante e igual a 120 V.



Considerando desprezíveis as resistências elétricas dos fios utilizados e das conexões feitas, calcule:

- a. a resistência equivalente, em ohms, da estrela.
- b. a potência elétrica, em watts, dissipada em conjunto pelas pontas de cores laranja (CAD), azul (DEF) e

vermelha (FBG) da estrela, quando ela se encontrar acesa.

---

---

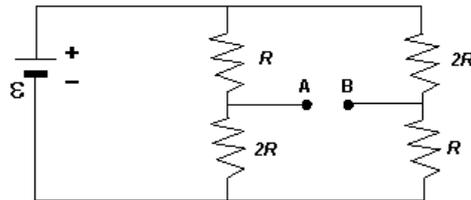
---

---

---

---

21. (UFRJ 2009) Uma bateria ideal de força eletromotriz  $\mathcal{E}$  está ligada a um circuito como ilustra a figura a seguir.



Calcule a diferença de potencial  $V_A - V_B$  entre os pontos terminais A e B em função de  $\mathcal{E}$ .

---

---

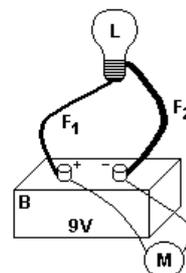
---

---

---

---

22. (FUVEST 2003) Uma lâmpada L está ligada a uma bateria B por 2 fios,  $F_1$  e  $F_2$ , de mesmo material, de comprimentos iguais e de diâmetros  $d$  e  $3d$ , 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  $\mathcal{E}=9,0V$  e a resistência do fio  $F_1$  é  $R_1=1,8\Omega$ .







# GABARITO

1.

a. Cálculo do resistor equivalente  $R_{eq}$  do circuito:

Trata-se de um circuito misto em que primeiramente obtemos a resistência equivalente do circuito paralelo  $R_p$  contendo os resistores  $R_2$  e  $R_3$ , depois temos uma série com o resistor  $R_1$ .

$$R_p = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} \therefore R_p = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = 2 \Omega + 2 \Omega \therefore R_{eq} = 4 \Omega$$

b. Com a corrente que passa em  $R_2$  calculamos a tensão no circuito paralelo, sendo o mesmo valor para o ramo do resistor  $R_3$ , obtemos a intensidade da corrente com o auxílio da 1ª Lei de Ohm e a corrente total do circuito somando as correntes dos ramos em paralelo.

$$U_2 = R_2 \cdot i_2 \Rightarrow U_2 = 6 \Omega \cdot 0,5 \text{ A} \therefore U_2 = 3 \text{ V}$$

$$U_3 = R_3 \cdot i_3 \Rightarrow 3 \text{ V} = 3 \Omega \cdot i_3 \therefore i_3 = 1 \text{ A}$$

$$i = i_2 + i_3 \Rightarrow i = 0,5 \text{ A} + 1 \text{ A} \therefore i = 1,5 \text{ A}$$

E a tensão no resistor  $R_1$  é:

$$U_1 = R_1 \cdot i \Rightarrow U_1 = 2 \Omega \cdot 1,5 \text{ A} \therefore U_1 = 3 \text{ V}$$

c. Logo, a tensão nos extremos dos resistores será:

$$U = U_1 + U_p \Rightarrow U = 3 \text{ V} + 3 \text{ V} \therefore U = 6 \text{ V}$$

A resistência interna do gerador é dada por:

$$U = \varepsilon - r \cdot i$$

$$6 = 7,5 - r \cdot 1,5 \Rightarrow r = \frac{7,5 - 6}{1,5} \therefore r = 1 \Omega$$

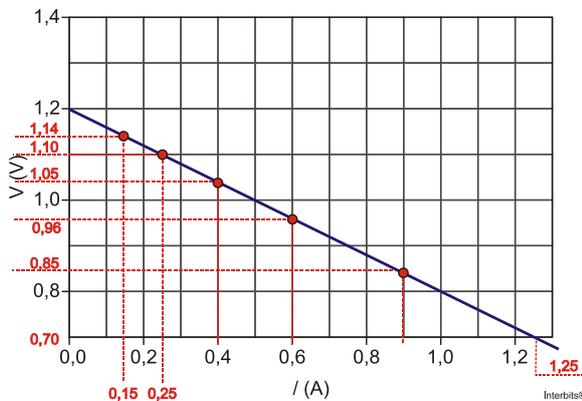
2.

a. Aplicando a 1ª Lei de Ohm na 2ª e 4ª linhas:

$$V = R I \Rightarrow I = \frac{V}{R} \begin{cases} I_2 = \frac{1,1}{4,4} = 0,25 \text{ A.} \\ I_4 = \frac{0,96}{1,6} = 0,60 \text{ A.} \end{cases}$$

V(V)	R( $\Omega$ )	I(A)
1,14	7,55	0,15
1,10	4,40	0,25
1,05	2,62	0,40
0,96	1,60	0,60
0,85	0,94	0,90

b. Substituindo os valores da tabela do item anterior:



Obs.: no eixo das tensões, os valores começam a partir de  $V = 0,7 \text{ V}$ , por isso a reta não cruza o eixo das correntes no valor da corrente de curto circuito.

c. Substituindo os dois primeiros valores de  $V$  e de  $I$  da tabela na equação do gerador e subtraindo membro a membro as duas equações:

$$V = \varepsilon - r I \begin{cases} 1,14 = \varepsilon - r(0,15) \\ 1,10 = \varepsilon - r(0,25) \end{cases} \Rightarrow r = \frac{0,04}{0,1} \Rightarrow r = 0,4 \Omega.$$

$$1,14 = \varepsilon - (0,4)(0,15) \Rightarrow \varepsilon = 1,14 + 0,06 \Rightarrow \varepsilon = 1,2 \text{ V.}$$

Obs.: A equação dessa bateria é:

$$V = 1,2 - 0,4 I.$$

Para  $V = 0,7 \text{ V}$ :

$$0,7 = 1,2 - 0,4 I \Rightarrow I = \frac{1,2 - 0,7}{0,4} \Rightarrow I = 1,25 \text{ A.}$$

Esse é o valor em que a linha do gráfico corta o eixo das correntes, como assinalado no gráfico do item anterior.

3.

Comentário: o enunciado é pouco claro, não especificando qual a menor corrente que ainda acende o farolete.

Consideremos que "capaz de manter o farolete aceso" signifique a lâmpada brilhar com a mesma potência de  $100 \text{ W}$  de quando ligada à bateria.

Calculando a resistência e a corrente através do farolete:

$$\begin{cases} P = U i \Rightarrow 100 = 10 i \Rightarrow i = 10 \text{ A.} \\ U = R i \Rightarrow 10 = R(10) \Rightarrow R = 1 \Omega. \end{cases}$$



a. Como o circuito é estritamente resistivo, o gerador fornece potência máxima quando sua resistência interna ( $r$ ) é igual à resistência externa, no caso,  $r=R=1\Omega$ . Assim, aplicando a equação do gerador:

$$U = \varepsilon - r i \Rightarrow 10 = \varepsilon - 1(10) \Rightarrow \varepsilon = 20 \text{ V.}$$

b. Como já justificado, a resistência interna deve ser:

$$r = R = 1\Omega.$$

4.

a. Quando a bateria está em curto-circuito, toda potência gerada é dissipada internamente, pois a resistência externa é nula. A corrente tem intensidade máxima ( $i_{\text{máx}}$ ) e é chamada de corrente de curto-circuito ( $i_c$ ).

Do gráfico:

$$i_c = i_{\text{máx}} = 120 \text{ A.}$$

Também do gráfico, a potência útil máxima é 360 W, o que corresponde à corrente de 60 A.

b. Dado:  $\varepsilon = 12 \text{ V}$ .

A potência útil é igual à potência gerada, descontando a potência dissipada internamente.

$$P_u = P_g - P_d \Rightarrow P_u = \varepsilon i - r i^2.$$

Essa expressão explica porque o gráfico dado é uma parábola de concavidade para baixo.

Aplicando nessa expressão a condição de potência máxima:

$$360 = 12(60) - r(60)^2 \Rightarrow 3.600 r = 720 - 360 \Rightarrow r = 0,1 \Omega.$$

$$r = \frac{360}{3.600} \Rightarrow$$

c. Aplicando a 1ª lei de Ohm e a equação do gerador para a condição de potência máxima ( $i = 60 \text{ A}$ ):

$$\begin{cases} V = \varepsilon - r i \\ V = R i \end{cases} \Rightarrow R i = \varepsilon - r i \Rightarrow R = \frac{\varepsilon - r i}{i} \Rightarrow R = \frac{12 - 0,1(60)}{60} = \frac{6}{60} \Rightarrow R = 0,1 \Omega.$$

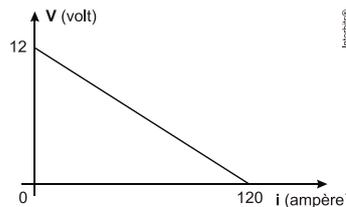
d. Do enunciado:

$$\eta = \frac{V}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon - r i}{\varepsilon} = \frac{12 - 0,1(60)}{12} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \Rightarrow \eta = 50\%.$$

A equação dessa bateria é:

$$V = \varepsilon - r i \Rightarrow V = 12 - 0,1 i.$$

O gráfico é a reta dada abaixo.



5. Para o primeiro resistor  $\rightarrow U = r \cdot i \rightarrow 11,6 = 5,8 \cdot i \rightarrow i = 2 \text{ A}$

Para o segundo resistor  $\rightarrow U = r \cdot i \rightarrow 11,4 = 3,8 \cdot i \rightarrow i = 3 \text{ A}$

Estas são as correntes que a bateria forneceu para cada resistor na sua vez.

Isto significa pela lei de Pouillet

$$i = \frac{E}{(r + R)}$$

$$2 = \frac{E}{(r + 5,8)}$$

$$3 = \frac{E}{(r + 3,8)}$$

Onde  $E$  e  $r$  são os parâmetros da bateria, ou seja, força eletromotriz e resistência interna.

$$2/3 = (r + 3,8)/(r + 5,8)$$

$$3(r + 3,8) = 2(r + 5,8)$$

$$3r + 11,4 = 2r + 11,6$$

$$r = 11,6 - 11,4 = 0,2 \Omega$$

$$E = 2 \cdot (r + 5,8) = 2 \cdot 6 = 12 \text{ V}$$

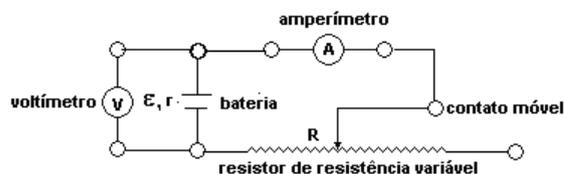
Considerando agora o novo resistor de  $11,8 \Omega$

$$i = \frac{E}{(r + R)} = \frac{12}{(0,2 + 11,8)} = \frac{12}{12} = 1 \text{ A}$$

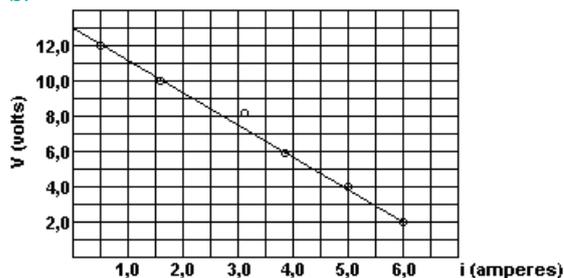
A energia dissipada é Energia =  $P \cdot \Delta t = R \cdot i^2 \cdot \Delta t = 11,8 \cdot 1^2 \cdot 10 = 118 \text{ J}$

6. Observe as figuras a seguir:

a.



b.





c.  $V = \varepsilon - ir$

$r = |\text{inclinação (dimensional) da reta}| \approx 8/4,5 \approx 1,8 \Omega$

d. Extrapolando a reta para  $i = 0$  resulta  $\varepsilon = 13 \text{ V}$ . Esta será a leitura do voltímetro.

7.

a.  $P = V \cdot i \rightarrow 240 = 12i \rightarrow i = 20 \text{ A}$

b. Carga de cada bateria

$50 \text{ A} \cdot \text{h} = 50 \times 3600 = 18.000 \text{ C}$

Carga total para 20h de funcionamento

$i = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow 20 = \frac{Q}{20 \times 3600} \rightarrow Q = 144.000 \text{ C}$

$N = \frac{144.000}{18.000} = 8 \text{ baterias}$

c. Gerador

$I_g = \frac{V_g - 12}{R} = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow \frac{V_g - 12}{0,2} = \frac{144.000}{4 \times 3600} \rightarrow V_g - 12 = 2 \rightarrow V_g = 14 \text{ V}$

8.

a. Pelo gráfico, vemos que a resistência equivalente do circuito é  $R_{eq} = V/I = 20 \Omega$ . Como o resistor adicional tem resistência de  $18 \Omega$  a resistência interna  $r$  do gerador será dada por  $r = 20 - 18 = 2 \Omega$ .

b. A potência dissipada será  $P = rI^2$ . Para uma f.e.m. de  $12 \text{ V}$ , a corrente é de  $0,6 \text{ A}$ . Logo,  $P = 2 \times 0,6^2 = 0,72 \text{ W}$ .

9.  $12 \text{ V}$

10. O voltímetro indica a tensão no gerador e no farol. Dado que as leituras para o farol são  $12 \text{ V}$  e  $10 \text{ A}$ , conclui-se pela 1.a lei de Ohm que a resistência do farol é  $R = U/i = 12/10 = 1,2 \Omega$ .

Com estes dados na bateria:

$U = \varepsilon - r \cdot i \implies 12 = \varepsilon - 0,05 \cdot 10$

$12 = \varepsilon - 0,5 \implies \varepsilon = 12,5 \text{ V}$  é a fem da bateria.

Com o motor de arranque em funcionamento a corrente que atravessa o farol é de  $8,0 \text{ A}$ , o que faz com que a tensão nos terminais do farol seja de,  $U = R \cdot i \implies U = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ V}$ .

Aplicando esta tensão na bateria:

$U = \varepsilon - r \cdot i \implies 9,6 = 12,5 - 0,05 \cdot i$ ; de onde vem a corrente fornecida pela bateria,  $i = 58 \text{ A}$ . Como já se sabe que o farol fica com  $8 \text{ A}$ , o motor ficará com  $50 \text{ A}$ .

11.

a. Se a corrente é nula a resistência externa tende ao infinito e a voltagem se iguala a força eletromotriz ou fem. Isto significa que a fem, ou seja,  $\varepsilon = 1,5 \text{ V}$ . Se a corrente no circuito é  $1,0 \text{ A}$  a diferença de potencial, ddp, é  $1,2 \text{ V}$ . Usando a equação do gerador:

$V = \varepsilon - ri$ , obtem-se a resistência interna:  $r = \frac{(1,5 - 1,2)}{1,0} = 0,30 \Omega$ .

b. Visto que  $U = Ri$ , pode-se escrever a equação anterior na forma  $\varepsilon = (R + r)i$ . A corrente vale então,  $I = \frac{1,5}{(1,7 + 0,3)} = 0,75 \text{ A}$ .

12.

a.  $0,3 \text{ A}$

b.  $0,27 \text{ W}$

c.  $P/P_0 = \frac{1}{9}$

13.

a.  $\varepsilon/r$

b.  $2\varepsilon^2/r$

c.  $0,8\varepsilon^2/(Rr)$

14.  $r = 22 \Omega$

Sequência: preta - vermelha - vermelha

15.

a)  $0,25 \Omega$

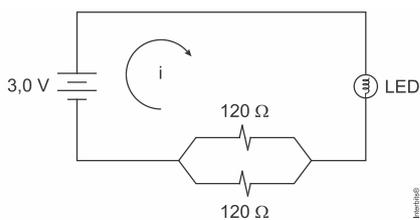
b)  $225 \text{ W}$

16. a. A associação das pilhas em série fornece uma diferença de potencial e  $3,0 \text{ V}$  ao circuito. Sabendo que a queda de tensão no LED é de  $1,8 \text{ V}$ , podemos determinar a resistência mínima para a máxima potência da lâmpada através da Primeira Lei de Ohm.

$U = R \cdot i \implies R = \frac{3 \text{ V} - 1,8 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} \therefore \boxed{R = 60 \Omega}$

b. Para obter a resistência mínima acima calculada a partir dos resistores disponíveis é necessário fazer uma associação em paralelo de dois resistores.

$R_{\text{paralelo}} = \frac{120 \Omega}{2} = 60 \Omega$



17. a. Considerando que seja conhecida a força eletromotriz  $\varepsilon_2$ , sendo  $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_2$ , vem:

$$V_b + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = V_a \Rightarrow V_a - V_b = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 2\varepsilon_2 + \varepsilon_2 \Rightarrow$$

$$U_{ab} = 3 \varepsilon_2.$$

b. A resistência equivalente entre a e b é:

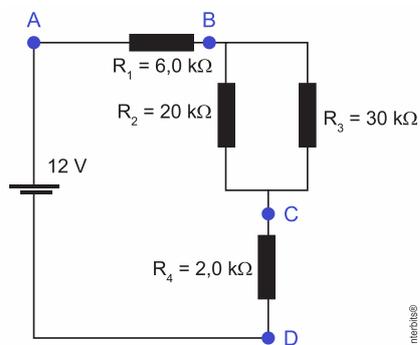
$$R_{ab} = R + R + \frac{R}{2} + R \Rightarrow R_{ab} = \frac{7R}{2}.$$

Usando o resultado do item anterior, aplicando a 1ª lei de Ohm entre os pontos a e b:

$$U_{ab} = R_{ab} i \Rightarrow i = \frac{U_{ab}}{R_{ab}} \Rightarrow U_{ab} = \frac{3 \varepsilon_2}{7 R}.$$

$$i = \frac{P_{AC} + P_{TV} + 2 P_L}{U} = \frac{1.188}{110} \Rightarrow i = 10,8 A.$$

18.



a) Teremos:

$$\frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} \Rightarrow \frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{30+20}{20 \cdot 30} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{30+20}{20 \cdot 30} \Rightarrow \frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{50}{20 \cdot 30} \Rightarrow \frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{5}{20 \cdot 3} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{1}{4 \cdot 3} \Rightarrow \frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{1}{12} \Rightarrow$$

$$R_{eqBC} = 12 \text{ k}\Omega \quad (\text{i})$$

$$R_{eqAD} = 6 + 12 + 2 \Rightarrow R_{eqAD} = 20 \text{ k}\Omega \quad (\text{ii})$$

$$V_t = R_{eqAD} \cdot i_t \Rightarrow i_t = \frac{V_t}{R_{eqAD}} \Rightarrow i_t = \frac{12}{20.000} \Rightarrow i_t = 6 \cdot 10^{-4} \text{ A} \quad (\text{iii})$$

$$V_{BC} = V_2 = V_3 \quad (\text{iv})$$

$$V_{BC} = R_{eqBC} \cdot i_t \Rightarrow V_{BC} = 12 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-4} \Rightarrow V_{BC} = 7,2 \text{ V}$$

$$V_{BC} = V_2 = V_3$$

$$V_2 = 7,2 \text{ V}$$

b. A partir dos cálculos do item anterior, usando (ii)

e (iii), teremos:

$$P = R_{eqAD} \cdot i^2$$

$$P = 20.000 \cdot (6 \cdot 10^{-4})^2$$

$$P = 2 \cdot 10^4 \cdot 36 \cdot 10^{-8}$$

$$P = 72 \cdot 10^{-4} \Rightarrow P = 7,2 \text{ mW}$$

c. Ao se retirar o  $R_3$ , aconteceu o famoso curto-circuito e toda corrente irá passar pelo fio

$$R_{eqAD} = 6 + 2 \Rightarrow R_{eqAD} = 8 \text{ k}\Omega \quad (\text{ii})$$

$$V_t = R_{eqAD} \cdot i_t \Rightarrow i_t = \frac{V_t}{R_{eqAD}} \Rightarrow i_t = \frac{12}{8.000} \Rightarrow$$

$$i_t = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ A} \Rightarrow i_t = 1,5 \text{ mA}$$

19. Seja  $P_R$  a potência dissipada no resistor R. Logo, conclui-se que:

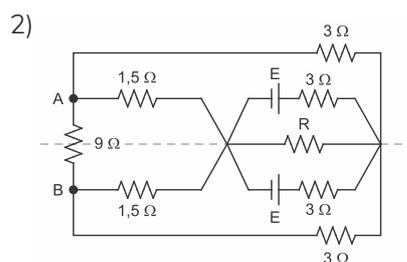
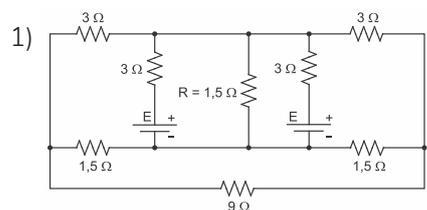
$$P_R = 6W \Rightarrow R I_R^2 = 6 \Rightarrow I_R^2 = \frac{6}{1,5} = 4$$

$$I_R = 2 \text{ A}$$

A tensão  $V_R$  sobre o resistor R é:

$$V_R = R I_R = 1,5 \times 2 = 3 \text{ V}$$

O circuito da figura pode ser simplificado da seguinte forma:



3) Pela simetria do circuito em relação à linha pontilhada, conclui-se que os potenciais nos pontos A e B são iguais, ou seja, o resistor de  $9\Omega$  está em curto.

