

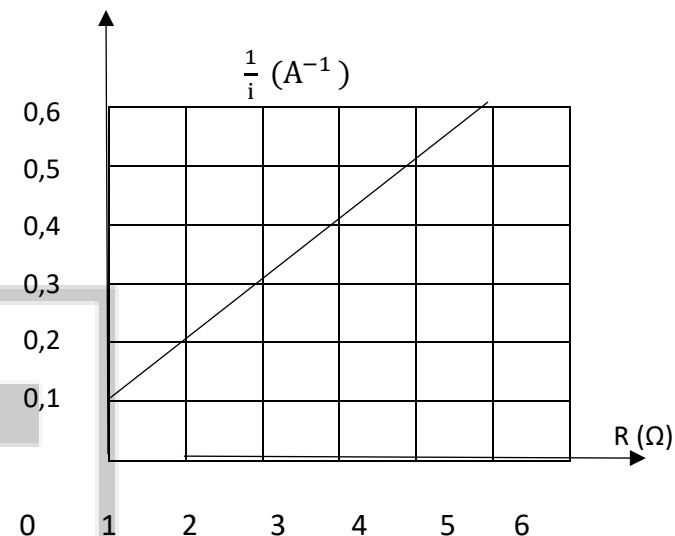
Materiale didactice suport  
pentru pregătirea pentru examenul de bacalaureat la disciplina

# Fizică – producerea și utilizarea curentului continuu

*Material elaborat în cadrul proiectului CNFIS-FDI-2021-0471 „UVT – Acces și echitate în învățământul superior”*

La bornele unei baterii este conectat un rezistor cu rezistența electrică  $R$  variabilă. Dependența inversului intensității curentului electric ce străbate rezistorul, de rezistența electrică a rezistorului este ilustrată în graficul din figura alăturată. Pe baza datelor din grafic se poate afirma că tensiunea electromotoare a bateriei  $E$  și rezistența sa internă  $r$  au valorile:

- a)  $E = 10 \text{ V}; r = 10 \Omega$
- b)  $E = 10 \text{ V}; r = 1 \Omega$
- c)  $E = 1 \text{ V}; r = 0,01 \Omega$
- d)  $E = 1 \text{ V}; r = 10 \Omega$



Observăm că pentru  $R=0, \frac{1}{I} = 0,1 \text{ A}^{-1} \rightarrow I = 10 \text{ A} = I_s$        $I_s = 10 \text{ A}$  (curentul de scurtcircuit)

Pentru  $R = 4r \rightarrow \frac{1}{I} = 0,5 \text{ A}^{-1} \rightarrow I = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$        $U_b = R \cdot I = 4 \cdot 2 = 8 \text{ V}$

$$I = \frac{E}{R+r} \rightarrow E = I \cdot R + I \cdot r \rightarrow E = U_b + I \cdot r \quad \text{1}$$

$$r = \frac{E}{I_s} \rightarrow E = r \cdot I_s \quad \text{2}$$

introducem **2** în **1**  $\rightarrow r \cdot I_s = U_b + r \cdot I$

$$r(I_s - I) = U_b \rightarrow r = \frac{U_b}{I_s - I}$$

$$r = \frac{8}{8} = 1 \Omega$$

$$E = r \cdot I_s = 1 \cdot 10 = 10 \text{ V}$$

Răspuns: b)

Produsul dintre tensiunea electrică și rezistența electrică se poate exprima, în unități S.I., în:

- a)  $V^2 \cdot A^{-1}$ ;
- b)  $V \cdot A^{-2}$ ;
- c)  $V^{-2} \cdot A$ ;
- d)  $V^{-1} \cdot A^2$ ;

$$U \cdot R = U \cdot \frac{U}{I} = \frac{U^2}{I} \rightarrow [U \cdot R]_{SI} = \frac{V^2}{A} = V^2 \cdot A^{-1}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Răspuns: a)

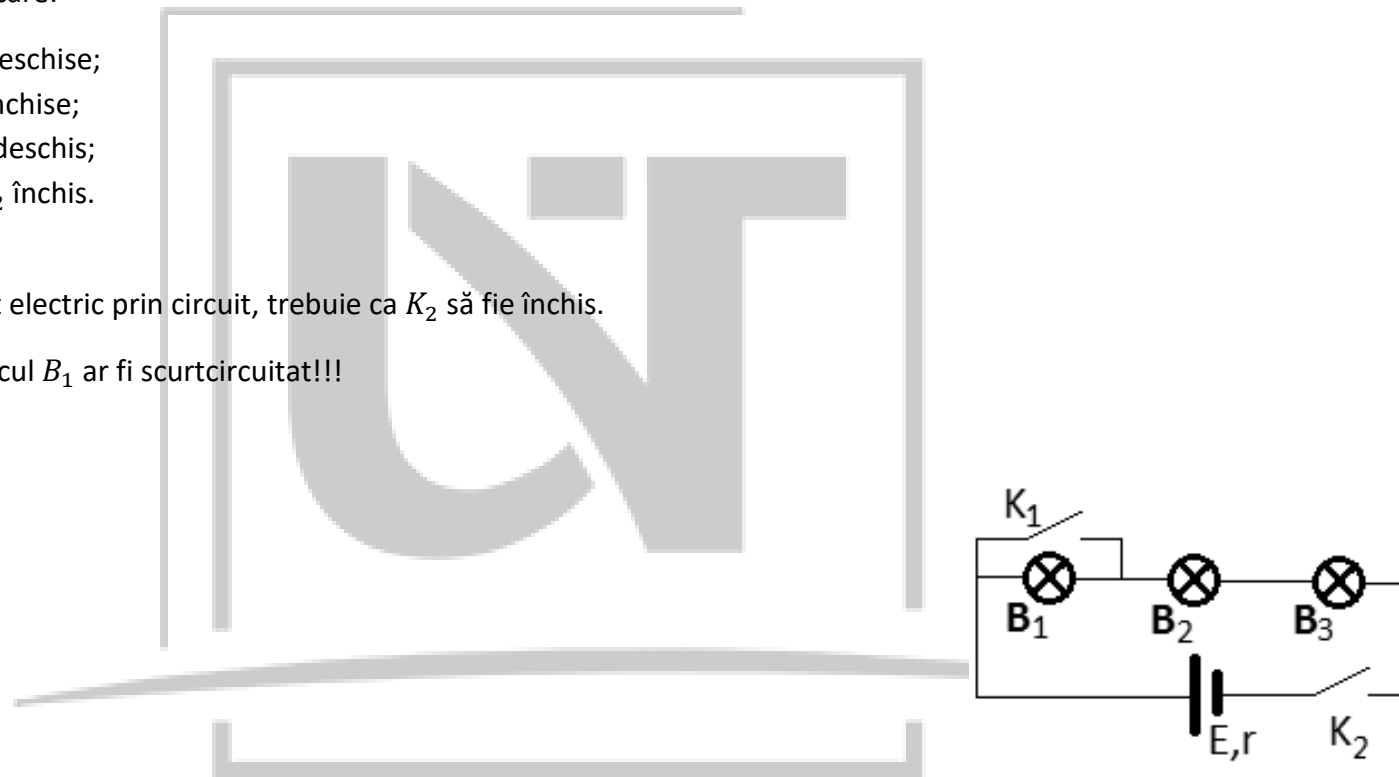


În figura alăturată este reprezentată schema unui circuit electric care conține o baterie cu tensiunea electromotoare  $E$  și rezistența interioară  $r$ , trei becuri identice și două comutatoare  $K_1$  și  $K_2$ . Considerând că niciunul dintre becuri nu se arde, becul  $B_1$  va lumina în condițiile în care:

- $K_1$  și  $K_2$  sunt deschise;
- $K_1$  și  $K_2$  sunt închise;
- $K_1$  închis și  $K_2$  deschis;
- $K_1$  deschis și  $K_2$  închis.

Pentru a circula curent electric prin circuit, trebuie ca  $K_2$  să fie închis.

Dacă  $K_1$  ar fi închis, becul  $B_1$  ar fi scurtcircuitat!!!



Răspuns: d)

Sarcina electrică ce străbate secțiunea transversală a unui conductor variază în timp după legea  $q = A + B \cdot t$ . Unitatea de măsură în S.I. a mărimii  $B$  este:

- a) C;
- b) V;
- c) J;
- d) A.

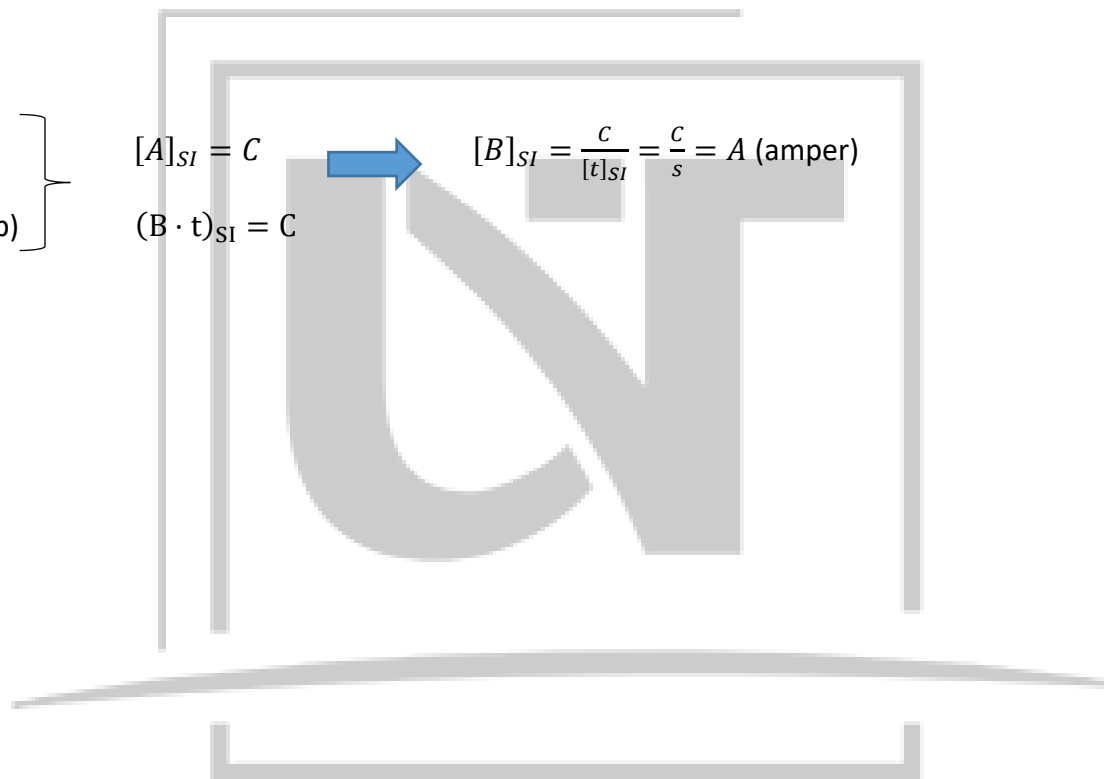
$$q = A + B \cdot t$$

$$[q]_{SI} = C \text{ (Coulomb)}$$

$$[A]_{SI} = C$$

$$(B \cdot t)_{SI} = C$$

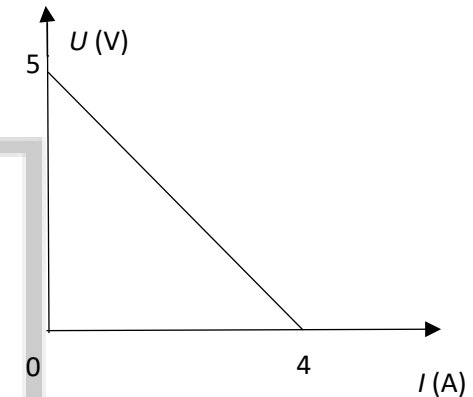
$$[B]_{SI} = \frac{C}{[t]_{SI}} = \frac{C}{s} = A \text{ (amper)}$$



Răspuns: d)

În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența tensiunii măsurate la bornele unui generator de intensitate a curentului electric prin acesta. Rezistența interioară a generatorului este:

- a)  $0,8 \Omega$ ;
- b)  $1 \Omega$ ;
- c)  $1,25 \Omega$ ;
- d)  $2 \Omega$ .



Graficul este „dreapta de sarcină” a generatorului. Din grafic

$$\left\{ \begin{array}{l} E = 5V \\ I_S = 4A, \end{array} \right.$$

$$r = \frac{E}{I_S} = \frac{5}{4} = 1,25 \Omega$$

Răspuns: c)

La bornele unei baterii având tensiunea electromotoare  $E$  se conectează un voltmetru ideal ( $R_V \rightarrow \infty$ ). Tensiunea indicată de voltmetru este:

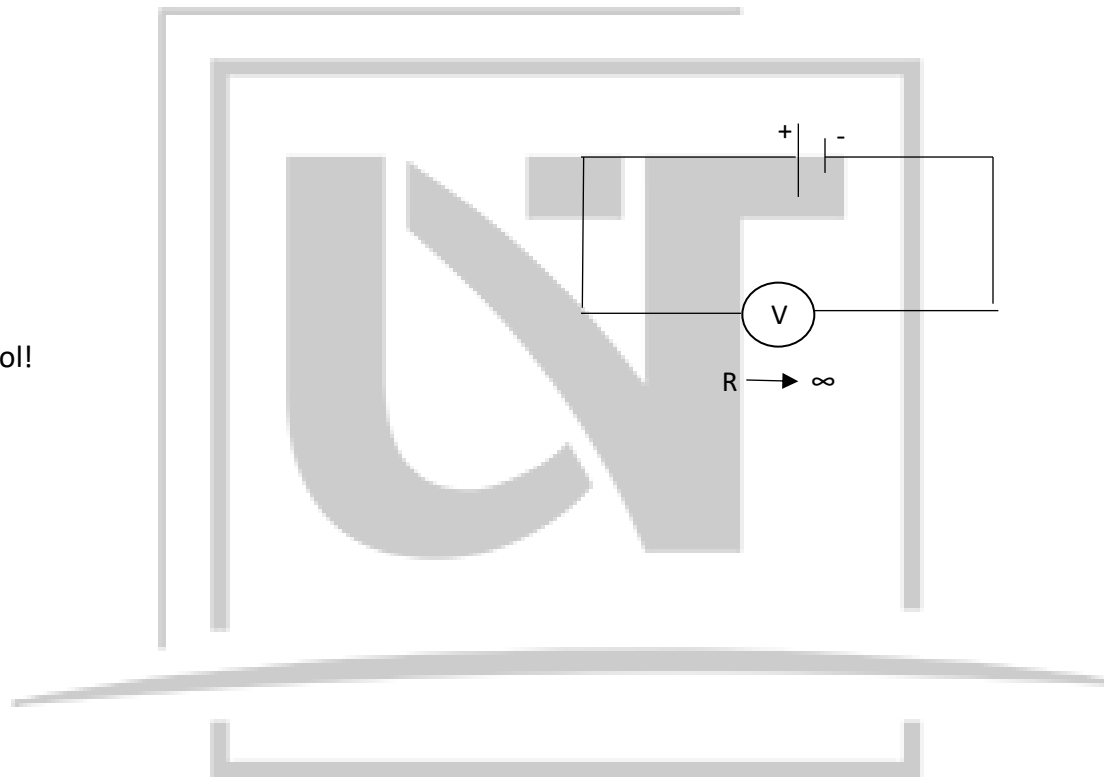
- a)  $U = 2E$ ;
- b)  $U = E$ ;
- c)  $U = \frac{E}{2}$ ;
- d)  $U = 0 \text{ V}$ .

Este cazul de mers în gol!

$$I = 0 \text{ A și } E = U_b$$

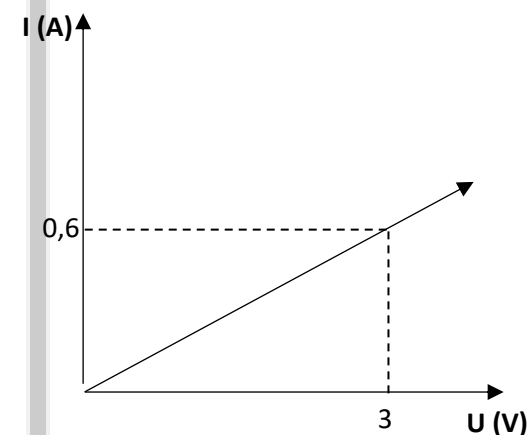
Voltmetrul măsoară  $E$ !

Răspuns: b)



Dependența intensității curentului electric printr-un rezistor de tensiunea electrică aplicată la bornele acestuia este reprezentată în graficul alăturat. Rezistența electrică a rezistorului are valoarea:

- a) 5  $\Omega$ ;
- b) 3,6  $\Omega$ ;
- c) 1,8  $\Omega$ ;
- d) 0,2  $\Omega$ .



Din grafic  $\rightarrow$  la 3V corespund 0,6A.

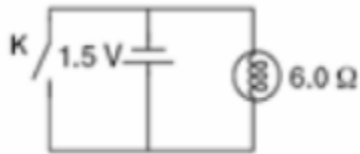
$$U = 3V ; I = 0,6A$$

$$R = \frac{U}{I} \rightarrow R = \frac{3}{6 \cdot 10^{-1}} = \frac{30}{6} = 5 \Omega$$

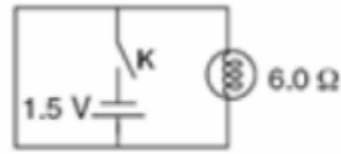
Răspuns: a)



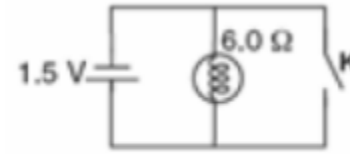
Un consumator cu rezistența de  $6\ \Omega$  funcționează la parametri nominali când este străbătut de un curent electric cu intensitatea de  $0,25\ \text{A}$ . Consumatorul va funcționa la parametri nominali la închiderea întrerupătorului K din circuit (sursa are t.e.m.  $E = 1,5\ \text{V}$  și rezistența interioară neglijabilă):



a



b



c

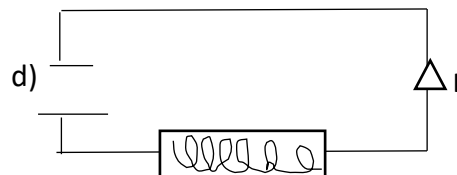


d

$$\begin{array}{l}
 R = 6\ \Omega \\
 I = 0,25\ \text{A} \\
 E = 1,5\ \text{V} \\
 r = 0\ \Omega
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} R \\ I \\ E \\ r \end{array}} \right\}
 I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{R} = \frac{1,5}{6} = 0,25\ \text{A}$$

- a) K închis, sursa e scurtcircuitată;
- b) Idem;
- c) K închis, scurtare consumator;

Răspuns: d)



Rezistența electrică a unui fir de cupru la „rece” ( $0^{\circ}\text{C}$ ) este egală cu  $10\ \Omega$ . Valoarea coeficientului de temperatură al cuprului este egal cu  $4 \cdot 10^{-3}\ \text{grad}^{-1}$ . Temperatura la care rezistența firului de cupru devine egală cu  $34\ \Omega$  are valoarea:

- a)  $520^{\circ}$ ;
- b)  $600^{\circ}$ ;
- c)  $820^{\circ}$ ;
- d)  $875^{\circ}$ ;

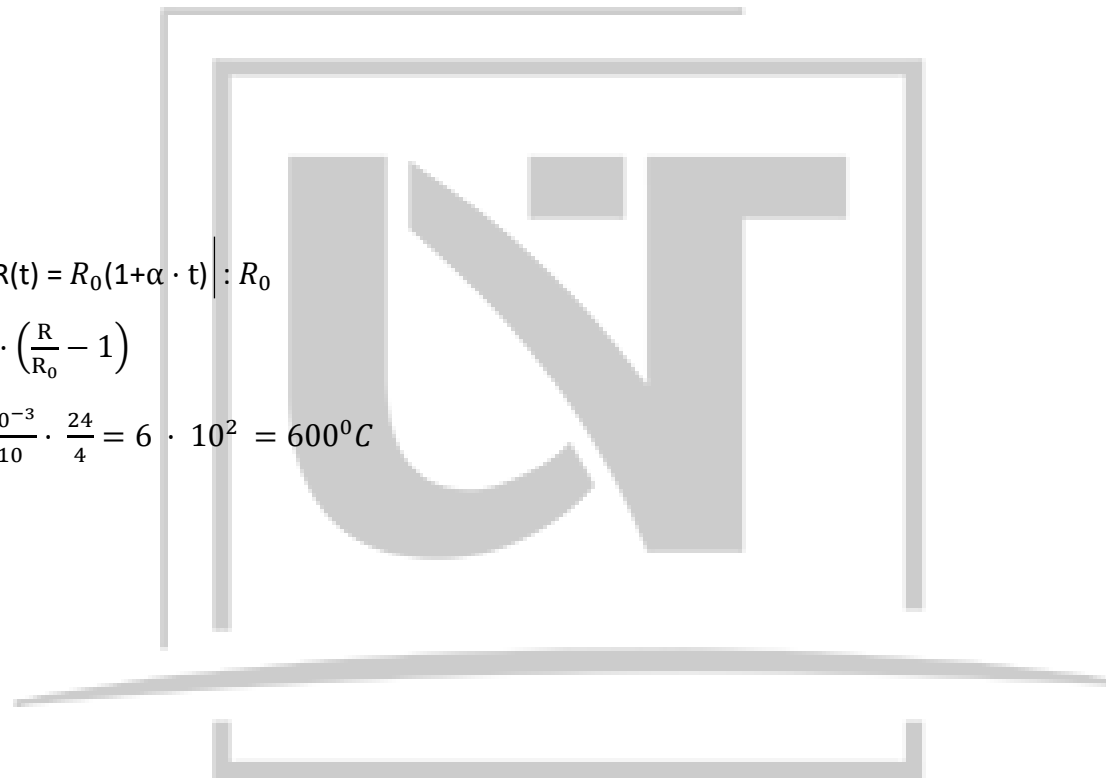
$$t_0 = 0^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = t - 0 = t \quad \rightarrow \quad R(t) = R_0(1 + \alpha \cdot t) \quad | : R_0$$

$$1 + \alpha \cdot t = \frac{R}{R_0} \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{\alpha} \cdot \left( \frac{R}{R_0} - 1 \right)$$

$$t = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} \left( \frac{34 - 10}{10} \right) = \frac{10^{-3}}{10} \cdot \frac{24}{4} = 6 \cdot 10^2 = 600^{\circ}\text{C}$$

Răspuns: b)



Simbolurile mărimilor fizice fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii exprimate prin raportul  $\frac{q}{\Delta t}$

este:

- a) C/m;
- b) A;
- c) C · s;
- d) V · m.

$\frac{q}{\Delta t} = I \rightarrow$  răspunsul este b)



Utilizând notațiile obișnuite din manualele de fizică, dependența de temperatură a rezistivității electrice a unui conductor metalic este dată de relația:

a)  $\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t)$ ;

b)  $\rho = \frac{\rho_0}{1 + \alpha \cdot t}$ ;

c)  $\rho = \frac{1 + \alpha \cdot t}{\rho_0}$ ;

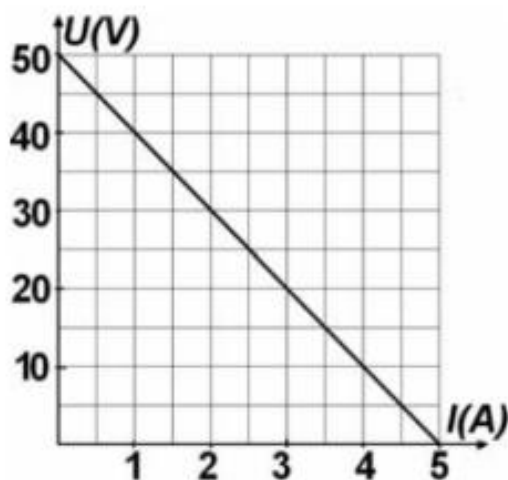
d)  $\rho = \frac{\rho_0(1 + t)}{\alpha}$

Răspuns: a)  $\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t)$



La bornele unei surse de tensiune electromotoare se conectează un consumator a cărui rezistență electrică poate fi modificată. În figura alăturată este reprezentată dependența tensiunii electrice măsurate la bornele sursei de intensitatea curentului prin sursă. Folosind datele din grafic, determinați:

- tensiunea electromotoare a sursei;
- intensitatea curentului debitat de sursă pe un circuit exterior de rezistență nulă;
- valoarea rezistenței interne a sursei;
- numărul electronilor de conducție care trec în unitatea de timp printr-o secțiune transversală a conductorului, atunci când tensiunea la bornele sursei are valoarea de 30V.



a)  $E = 50 \text{ V}$  (intersecția cu axa tensiunii)

b)  $R = 0 \Omega \rightarrow I = I_s$  din grafic  $\rightarrow I_s = 5 \text{ A}$

c)  $r = \frac{E}{I_s} = \frac{50}{5} = 10 \Omega$

d)  $U_b = 30 \text{ V}$  din grafic  $\rightarrow$  pentru  $U_b = 30 \text{ V}$ ,  $I = 2 \text{ A}$

$$I = \frac{2}{\Delta t} = \frac{N \cdot e}{\Delta t} \rightarrow N = \frac{I \cdot \Delta t}{e}$$

$$\Delta t = 1 \text{ secundă}$$

$$N = \frac{2 \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{2}{1,6} \cdot 10^{19} = 1,25 \cdot 10^{19} \text{ electroni pe secundă}$$

O sursă de tensiune electrică alimentează un rezistor format dintr-un fir de lungime  $\ell = 8\text{m}$ , secțiune  $S = 1\text{mm}^2$  și rezistivitate  $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ . Prin rezistor trece un curent de intensitate  $I_1 = 1,8\text{ A}$ . Dacă se scurtcircuitază bornele sursei, intensitatea curentului crește la  $I_s = 10\text{ A}$ . Determinați:

- rezistența circuitului exterior;
- tensiunea electrică la bornele sursei;
- rezistența internă a sursei;
- tensiunea electromotoare a sursei.

$$\text{a) } R = \frac{\rho \cdot \ell}{S} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 8}{10^{-6}} = 32 \cdot 10^{-1} = 3,2 \Omega$$

$$\text{b) } U_b = R \cdot I_1 = 3,2 \cdot 1,8 = 5,76 \text{ V}$$

$$\text{c) } \left. \begin{array}{l} r = \frac{E}{I_s} \rightarrow E = r \cdot I_s \end{array} \right\}$$

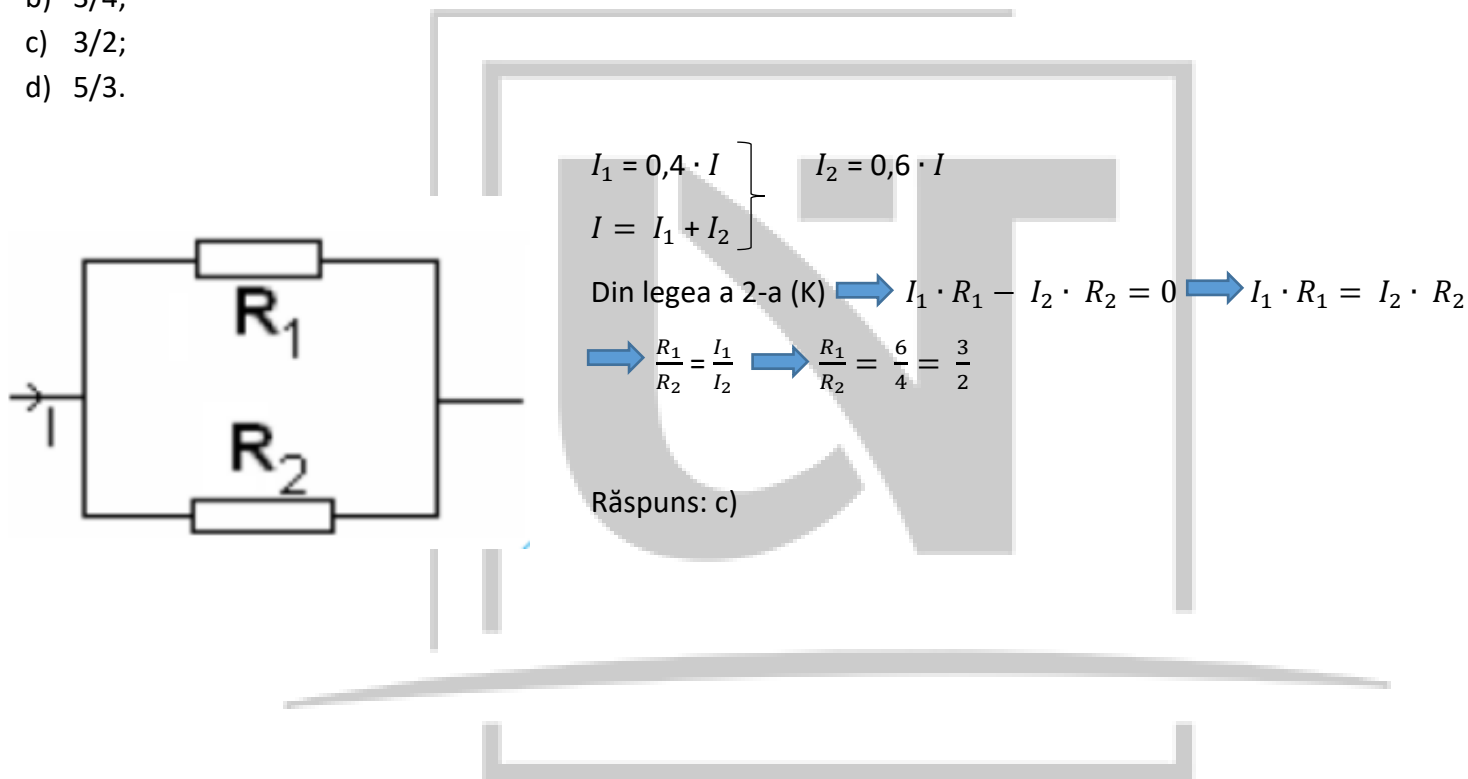
$$\text{d) } \left. \begin{array}{l} I = \frac{E}{R+r} \rightarrow E = U_b + r \cdot I \end{array} \right\}$$

$$r \cdot I_s = U_b + r \cdot I \rightarrow r(I_s - I) = U_b \rightarrow r = \frac{U_b}{I_s - I}$$

$$r = \frac{5,76}{10 - 1,8} = 0,702 \approx 0,7 \Omega \rightarrow E = r \cdot I_s = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ V}$$

Se consideră divizorul de curent din figura alăturată. Dacă rezistorul  $R_1$  este parcurs de un curent electric cu intensitatea egală cu 40% din intensitatea curentului din ramura principală, atunci raportul  $R_1/R_2$  este egal cu:

- a) 1/3;
- b) 3/4;
- c) 3/2;
- d) 5/3.



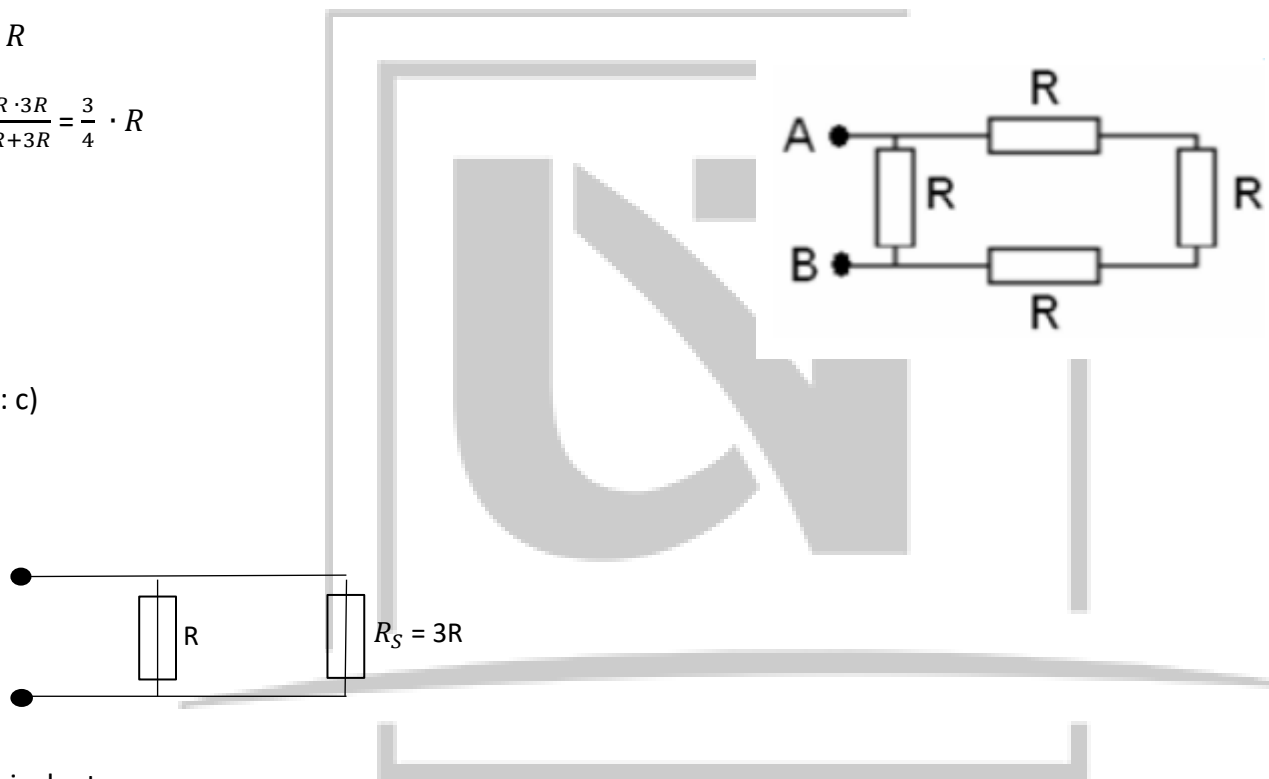
În rețeaua din figură, fiecare rezistor are rezistența electrică  $R$ . Când tensiunea este aplicată între bornele A și B, rezistența echivalentă a rețelei este:

- a)  $4R/3$ ;      b)  $4R$ ;      c)  $3R/4$ ;      d)  $3R/2$ .

$$R_S = 3 \cdot R$$

$$R_{AB} = \frac{R \cdot 3R}{R+3R} = \frac{3}{4} \cdot R$$

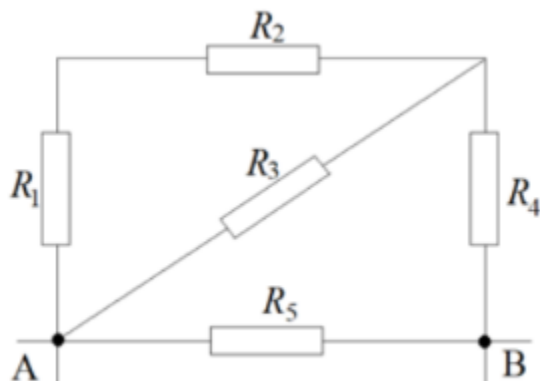
Răspuns: c)



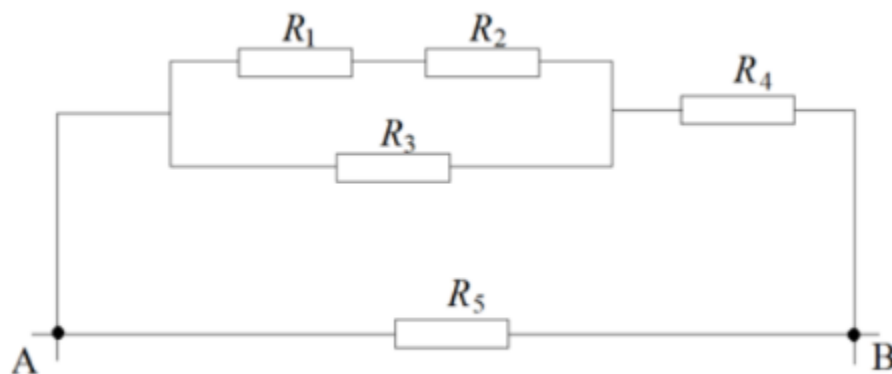
Circuit echivalent.



Să se calculeze rezistența echivalentă între bornele AB, pentru montajul electric din figură, în cazul în care toate rezistoarele sunt egale cu  $R$ .



Rezolvare: schema de mai sus este echivalentă cu schema următoare:



Se poate observa că rezistențele  $R_1$  și  $R_2$  sunt în serie. Astfel, rezistența echivalentă corespunzătoare acestora este:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = R + R = 2R$$

Deoarece  $R_{12}$  și  $R_3$  sunt în paralel, rezistența echivalentă asociată lor este:

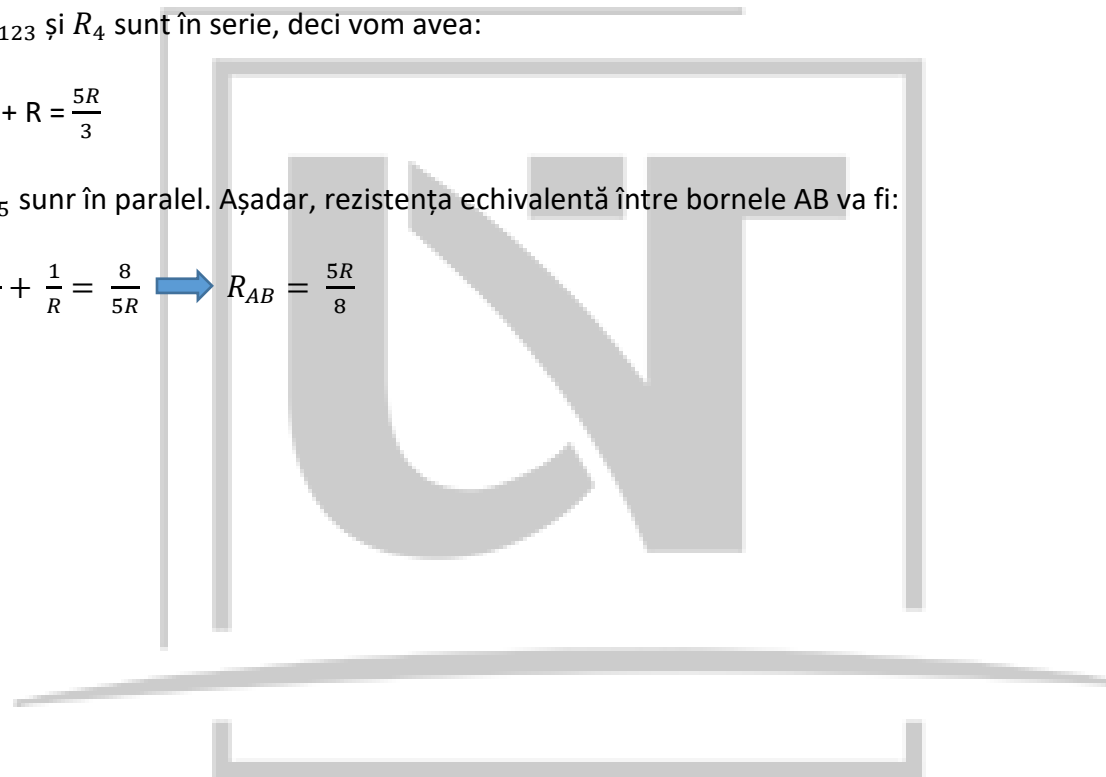
$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} \text{ sau } R_{123} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2R}{3}$$

Mai departe,  $R_{123}$  și  $R_4$  sunt în serie, deci vom avea:

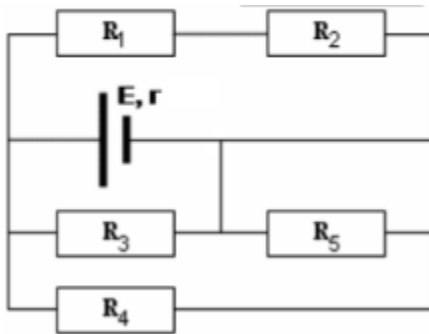
$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = \frac{2R}{3} + R = \frac{5R}{3}$$

Apoi  $R_{1234}$  și  $R_5$  sunt în paralel. Așadar, rezistența echivalentă între bornele AB va fi:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{1234}} + \frac{1}{R_5} = \frac{3}{5R} + \frac{1}{R} = \frac{8}{5R} \rightarrow R_{AB} = \frac{5R}{8}$$



În circuitul electric din figura alăturată sursa este tensiunea electromotoare  $E = 220 \text{ V}$  și rezistența internă  $r = 0,5 \Omega$ , iar rezistorii au rezistențele electrice  $R_1 = R_2 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 20 \Omega$  și  $R_5 = R_4 = 5 \Omega$ .



- Identificați grupările serie, indicând rezistorii care fac parte din fiecare grupare serie.
- Determinați rezistența electrică totală a circuitului.
- Calculați intensitatea curentului electric prin sursă.
- Determinați intensitatea curentului electric prin latura care conține rezistorii  $R_1$  și  $R_2$ .

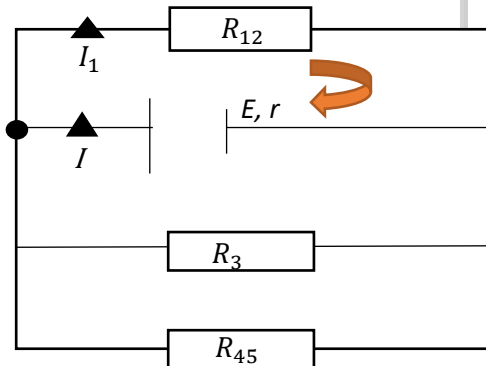
a)  $R_1$  și  $R_2$  în serie,  $R_4$  și  $R_5$  în serie  $\rightarrow R_{12} = R_1 + R_2 = 20 \Omega$  și  $R_{45} = R_4 + R_5 = 10 \Omega$

b)  $\frac{1}{R_{ep}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{45}} \rightarrow \frac{1}{R_{ep}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} \rightarrow \frac{1}{R_{ep}} = \frac{4}{20} \rightarrow R_{ep} = 5 \Omega \rightarrow R_{total} = R_{ep} + r = 5 + 0,5 = 5,5 \Omega$

c)  $I = \frac{E}{R_{ep} + r} = \frac{220}{5,5} = 40 \text{ A}$

d)  $I_1 R_{12} + I \cdot r = E \rightarrow I_1 = \frac{E - I \cdot r}{R_{12}}$

$I_1 = \frac{220 - 40 \cdot 0,5}{20} = \frac{200}{20} = 10 \text{ A}$



Dintr-o sârmă de cupru de rezistență  $R$  se realizează un cerc. Rezistența echivalentă dintre bornele  $A$  și  $B$  este egală cu:

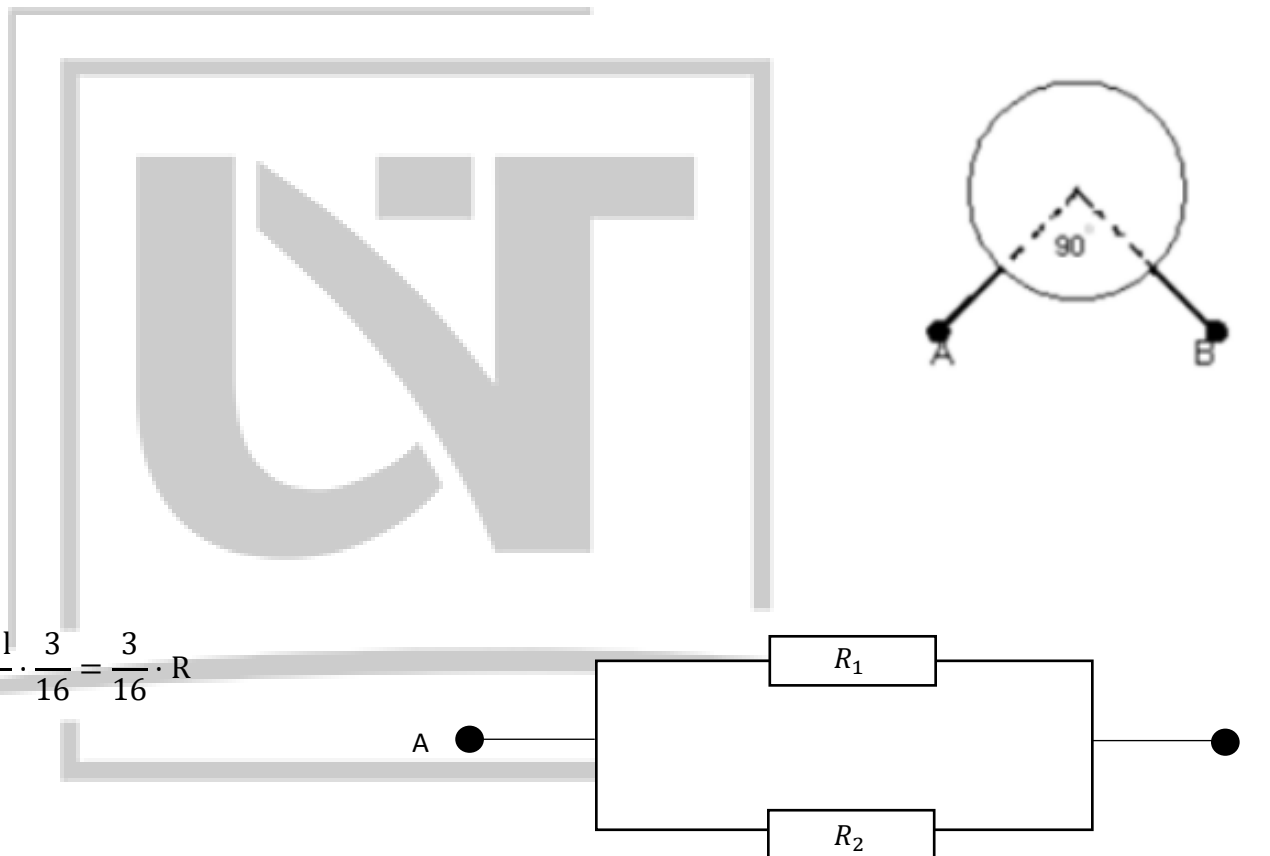
- a)  $3R/16$ ;
- b)  $3R/4$ ;
- c)  $6R/4$ ;
- d)  $R/4$ .

$$R_1 = \frac{\rho \cdot l_1}{S} = \frac{\rho}{S} \cdot \frac{3l}{4}$$

$$R_2 = \frac{\rho \cdot l_2}{S} = \frac{\rho}{S} \cdot \frac{l}{4}$$

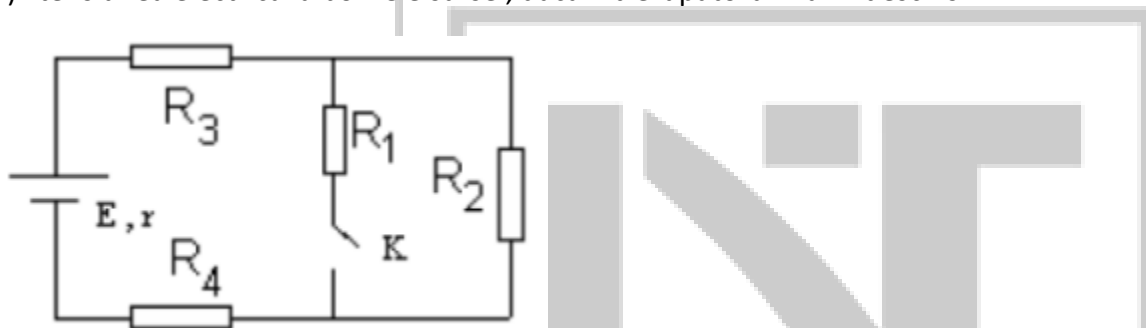
$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\rho}{S} \cdot \frac{\frac{3l}{4} \cdot \frac{l}{4}}{l} = \frac{\rho \cdot l}{S} \cdot \frac{3}{16} = \frac{3}{16} \cdot R$$

Răspuns: a)



Circuitul electric din figura alăturată conține o sursă electrică cu t.e.m.  $E = 24 \text{ V}$  și rezistență internă  $r = 1 \Omega$  și rezistoare  $R_1 = 8 \Omega$ ,  $R_2 = 12 \Omega$ ,  $R_3 = 2,2 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$ . Întrerupătorul  $K$  este închis. Determinați:

- rezistența circuitului exterior;
- intensitatea curentului prin sursă;
- sarcina electrică ce străbate rezistorul  $R_4$  în timp de 10s;
- tensiunea electrică la bornele sursei, dacă întrerupătorul  $K$  ar fi deschis.

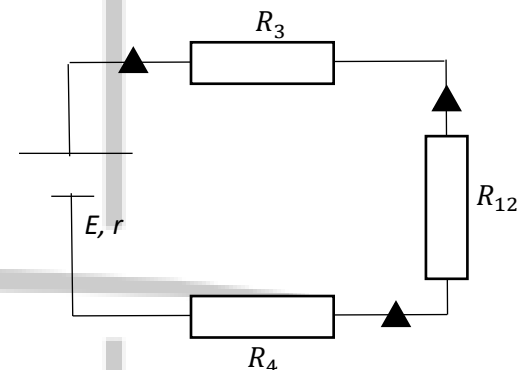


a)  $R_1$  în paralel cu  $R_2 \rightarrow R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{96}{20} = 4,8 \Omega$

$R_e = R_{12} + R_3 + R_4 = 4,8 + 2,2 + 4 = 11 \Omega$

b)  $I = \frac{E}{R_e + r} = \frac{24}{12} = 2 \text{ A}$

c)  $I = \frac{2}{\Delta t} \rightarrow q = I \cdot \Delta t = 2 \cdot 10 = 20 \text{ C}$



d) Dacă K este deschis prin  $R_1$  nu circulă curent.

$$R_e = R_2 + R_3 + R_4 \Rightarrow R_e = 12 + 2,2 + 4 = 18,2 \Omega$$

$$E = U_b + I \cdot r \Rightarrow U_b = E - I \cdot r$$

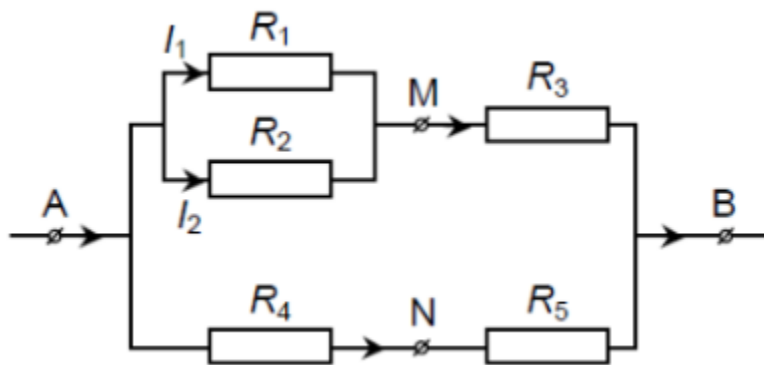
$$I = \frac{E}{R_e + r} = \frac{24}{18,2 + 1} = \frac{24}{19,2} = 1,25A$$

$$U_b = 24 - 1,25 \cdot 1 = 22,75V$$



Considerați porțiunea de circuit din figura alăturată, pentru care se cunosc valorile rezistențelor celor cinci rezistoare:  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 3 \Omega$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $R_4 = R_5 = 6 \Omega$ , precum și intensitatea curentului prin rezistorul de rezistență  $R_1$ ,  $I_1 = 1,2 \text{ A}$ . Calculați:

- Rezistența echivalentă  $R_{AMB}$  a ramurii superioare (formate din gruparea rezistoarelor  $R_1$ ,  $R_2$  și  $R_3$ ;
- Rezistența echivalentă  $R_{AB}$  a porțiunii de circuit considerate;
- Intensitatea  $I_2$  a curentului prin rezistorul de rezistență  $R_2$ ;
- Tensiunea  $U_{MN}$  indicată de voltmetru ideal ( $R_V \rightarrow \infty$ ) conectat între bornele M și N.



$$a) R_{AMB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{18}{9} + 2 = 4\Omega$$

$$b) R_{45} = R_4 + R_5 = 12\Omega$$

$$R_{AB} = \frac{R_{AMB} \cdot R_{45}}{R_{AMB} + R_{45}} = \frac{48}{16} = 3\Omega$$

- Aplicăm Legea a II-a a lui Kirchhoff în ochiul format din  $R_1$  și  $R_2$ :

$$I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 = 0 \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 \cdot R_1}{R_2} = \frac{1,2 \cdot 6}{3} = 2,4 \text{ A}$$

- $U_{MN} = U_{MB} + U_{BN} = I_3 \cdot R_3 - I_4 \cdot R_5$

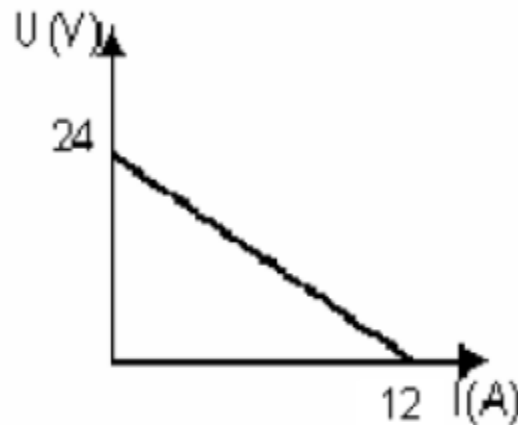
$$I_3 = I_1 + I_2 = 1,2 + 2,4 = 3,6 \text{ A}$$

$$U_{AB} = I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 = 1,2 \cdot 6 + 3,6 \cdot 2 = 14,4 \text{ V}$$

$$I_4 = \frac{U_{AB}}{R_{45}} = \frac{14,4}{12} = 1,2 \text{ A} \Rightarrow U_{MN} = 3,6 \cdot 2 - 1,2 \cdot 6 = 0 \text{ V}$$

La bornele unui generator electric se conectează în serie un bec și un reostat. În circuit se conectează un ampermetru pentru măsurarea intensității prin circuit și un voltmetru pentru măsurarea tensiunii la bornele generatorului, ambele fiind considerate ideale ( $R_A \cong 0$  și  $R_V \cong \infty$ ). Graficul din figura alăturată exprimă valoarea tensiunii măsurate de voltmetru, în funcție de cea a intensității curentului electric. Tensiunea nominală a becului este  $U_N = 12V$ , iar valoarea corespunzătoare a rezistenței reostatului este  $R = 10 \Omega$ . Determinați:

- Tensiunea electromotoare și rezistența internă a generatorului.
- Valoarea intensității prin circuit în cazul funcționării becului la tensiunea nominală.

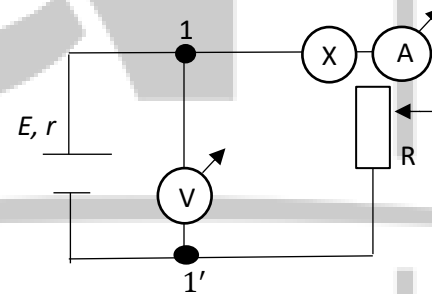


a) Din grafic  $\rightarrow E = 24V$  și  $I_S = 12A \rightarrow r = \frac{E}{I_S} = \frac{24}{12} = 2 \Omega$

b)  $U_n = 12V$

$$I = \frac{E}{R_e + r} \text{ și } R_e = R_b + R$$

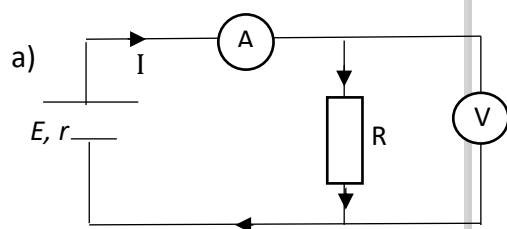
$$E = I \cdot R_b + I \cdot R + I \cdot r \quad \left. \begin{array}{l} E = U_n + I(R + r) \\ I \cdot R_b = U_n = 12V \end{array} \right\} \rightarrow I = \frac{E - U_n}{R + r} = \frac{24 - 12}{10 + 2} = \frac{12}{12} = 1A$$





Un circuit este format dintr-o sursă de tensiune cu t.e.m.  $E = 10\text{ V}$  și rezistența internă  $r = 2\ \Omega$  și un rezistor cu rezistența  $R = 8\ \Omega$ . Un ampermetru și un voltmetru considerate ideale ( $R_A \cong 0$  și  $R_V \cong \infty$ ) sunt folosite pentru a determina intensitatea curentului din circuit, respectiv tensiunea la bornele rezistorului  $R$ .

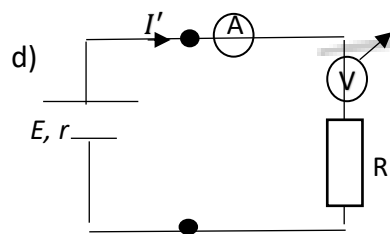
- Desenați schema circuitului.
- Calculați tensiunea indicată de voltmetru.
- Determinați căderea internă de tensiune a sursei.
- Circuitul este modificat prin conectarea voltmetrului în serie cu rezistorul și ampermetrul. Specificați noile indicații ale voltmetrului și ampermetrului.



b) Tensiunea la bornele lui R:

$$U = R \cdot I \text{ și } I = \frac{E}{R+r} = \frac{10}{10} = 1\text{ A} \Rightarrow U = 8 \cdot 1 = 8\text{ V}$$

c)  $u = r \cdot I = 2\text{ V}$



$$I' = \frac{E}{(R_A + R_V + R) + r} \Rightarrow I' = 0\text{ A}$$

$$R_V \rightarrow \infty$$

Cazul de mers în gol:  $U_V = E = 10\text{ V}$

Trei rezistoare, având rezistențele electrice  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 12 \Omega$  și  $R_3 = 18 \Omega$  sunt conectate la bornele unei surse de tensiune având  $E = 24 \text{ V}$  și  $r = 0,5 \Omega$ , ca în schema din figura alăturată. Instrumentele de măsură conectate în circuit sunt considerate ideale ( $R_A \cong 0$  și  $R_V \cong \infty$ ).

- Calculați valoarea rezistenței electrice echivalente a circuitului exterior sursei.
- Determinați valoarea intensității curentului electric indicat de ampermetru.
- Calculați valoarea tensiunii electrice indicate de voltmetru.
- Se conectează voltmetrul în locul ampermetrului. Precizați noua valoare a tensiunii indicate de voltmetru.

a)  $R_V \rightarrow \infty$  prin voltmetrul ideal nu circulă curent electric.

$R_2$  și  $R_3$  sunt grupate în serie  $\rightarrow R_{23} = R_2 + R_3 = 30 \Omega$

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{10 \cdot 30}{40} = \frac{30}{4} = 7,5 \Omega$$

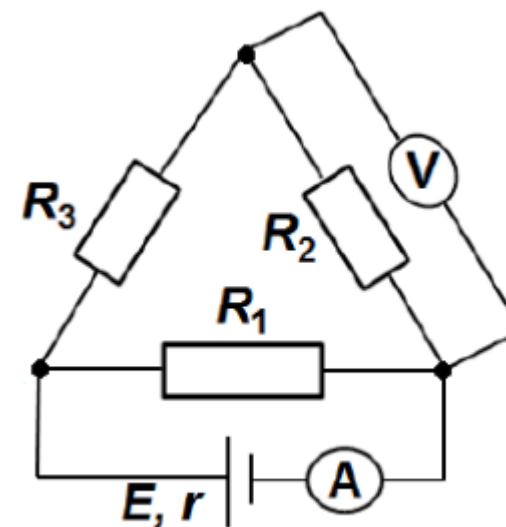
$$\text{b) } I = \frac{E}{R_e + r} = \frac{24}{7,5 + 0,5} = \frac{24}{8} = 3 \text{ A}$$

$$\text{c) } U = R_2 \cdot I_2 \text{ și } I = I_1 + I_2$$

$$I_1 \cdot R_1 + I \cdot r = E \rightarrow I_1 = \frac{E - I \cdot r}{R_1} = \frac{24 - 1,5}{10} = \frac{22,5}{10} = 2,25 \text{ A}$$

$$I_2 = I - I_1 = 3 - 2,25 = 0,75 \text{ A} \rightarrow U = 12 \cdot 0,75 = 9 \text{ V}$$

d)  $R_V \rightarrow \infty \rightarrow$  cazul de mers în gol  $\rightarrow U_V = E = 24 \text{ V}$



Un număr  $N=10$  generatoare identice cu tensiunea electromotoare  $E = 2,4V$  și  $r = 0,4\Omega$  se leagă în serie la bornele unui circuit, ca în figură. Rezistorul care are rezistența electrică  $R_0 = 6\Omega$  este confecționat dintr-un fir metalic cu lungimea  $\ell = 50\text{ cm}$  și aria secțiunii transversale  $S = 0,1\text{ mm}^2$ . Determinați:

- Rezistivitatea electrică a materialului din care este confecționat rezistorul;
- Rezistența echivalentă a grupării de rezistoare când comutatorul K este închis;
- Intensitatea curentului electric prin circuit când comutatorul K este deschis;
- Tensiunea electrică între punctele A și B când comutatorul K este închis.

a)  $G_1$  și  $G_2$  sunt în paralel  $r_{ep} = \frac{r}{2} = \frac{4}{2} = 2\Omega$

$r_1 = r_2 = r$

b)  $I_1 = \frac{E_1}{r} = \frac{24}{4} = 6A$

$I_2 = \frac{E_2}{r} = \frac{32}{4} = 8A$

SAU O ALTĂ METODĂ

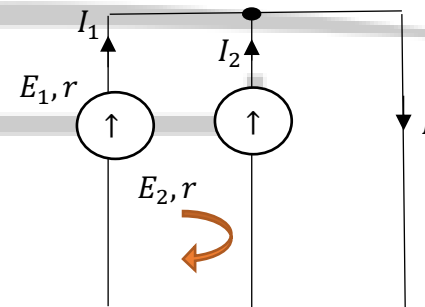
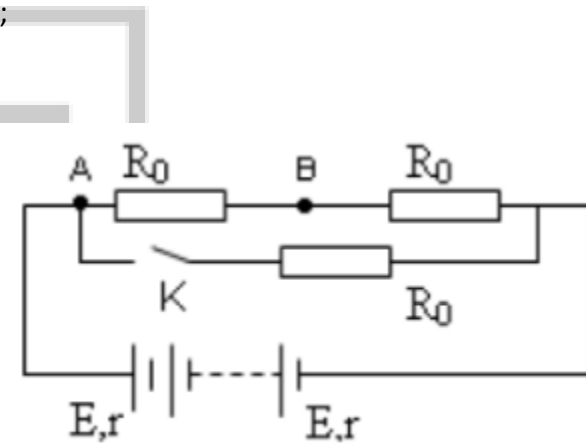
$I = I_1 + I_2$  și  $I_1 \cdot r - I_2 \cdot r = E_1 - E_2$

$I = I_S = \frac{E_{ep}}{r_{ep}} = \frac{(\frac{E_1+E_2}{r}) \cdot r_{ep}}{r_{ep}} \iff I_S = \frac{E_1}{r} + \frac{E_2}{r} = \frac{E_1+E_2}{r} = 14A$

$I_1 + I_2 = 14$

$I_1 - I_2 = \frac{E_1 - E_2}{r} = -\frac{8}{4} = -2 \implies 2I_1 = 12$

$I_1 = 6A$   
 $I_2 = 8A$



$$c) E_{ep} = \left( \frac{E_1}{r} + \frac{E_2}{r} \right) \cdot r_{ep} = \frac{E_1 + E_2}{r} \cdot \frac{r}{2} = \frac{E_1 + E_2}{2} = \frac{56}{2} = 28V$$

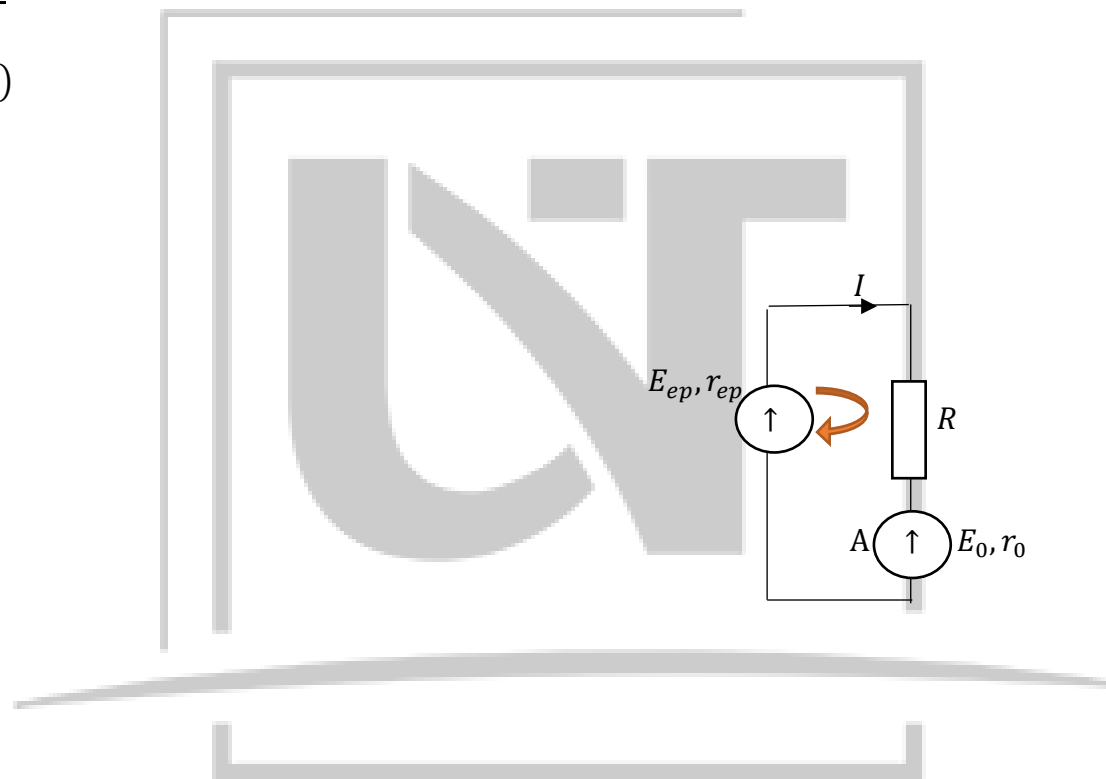
$$d) I = 1A$$

$$I \cdot R + I(r_0 + r_{ep}) = E_{ep} - E_0 \quad | : I$$

$$R + (r_0 + r_{ep}) = \frac{E_{ep} - E_0}{I}$$

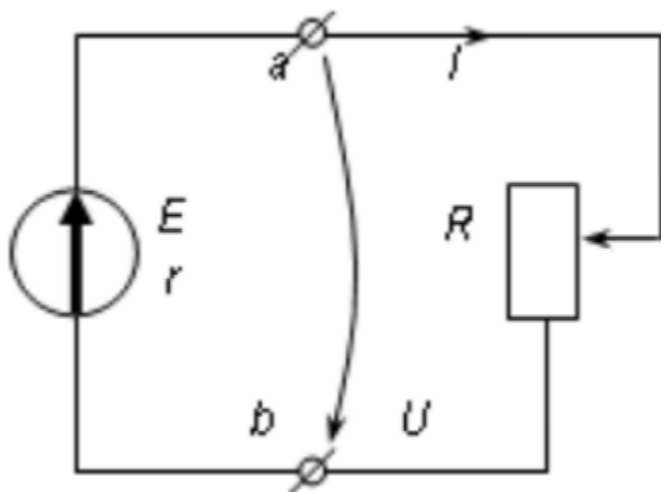
$$R = \frac{E_{ep} - E_0}{I} - (r_0 + r_{ep})$$

$$R = 28 - 12 - 4 = 12\Omega$$



Circuitul a cărei schemă electrică este reprezentată în figura alăturată este format dintr-un acumulator și un reostat cu cursor având rezistența maximă  $R_m = 30\Omega$ . Pentru o anumită poziție C a cursorului tensiunea la bornele reostatului este  $U_{ab} = 9V$ , puterea dezvoltată de reostat este  $P = 13,5W$ , iar puterea dezvoltată în interiorul acumulatorului este  $P_{int} = 4,5W$ . Determinați:

- Puterea dezvoltată de acumulator,  $P_{acumulator}$ , când cursorul se află în poziția C;
- T.e.m. a acumulatorului  $E$ ;
- Randamentul transferului puterii de la acumulator către consumator, când cursorul se află în poziția C;
- Rezistența interioară a acumulatorului.



a) Puterea dezvoltată de acumulator când cursorul reostatului se află în poziția C este de fapt puterea totală a sursei pentru acea valoare particulară a rezistenței R.

$$P_{total} = P_{int} + P_{ext}$$

Puterea  $P_{int}$  este cea dezvoltată în interiorul sursei, care este cunoscută. Puterea  $P_{ext}$  este cea dezvoltată pe reostat (când cursorul se află în poziția C), cunoscută și ea.

$$P_{acumulator} = P_{total} = P_{int} + P_{ext} = 4,5 + 13,5 = 18W$$

b) Tensiunea electromotoare a acumulatorului poate fi calculată din expresia:

$$P_{total} = E \cdot I$$

în care intensitatea curentului prin circuit este:  $I = \frac{P}{U_{ab}}$

$$\rightarrow E = \frac{P_{total}}{I} = \frac{P_{total}}{P} \cdot U_{ab} \rightarrow E = \frac{18}{13,5} \cdot 9 = 12V$$

c) Când cursorul se află în poziția C, puterea utilă este  $P$  iar puterea consumată este  $P_{total}$ , randamentul va fi:

$$\eta = \frac{P}{P_{total}} \text{ înlocuind valorile numerice obținem: } \eta = \frac{13,5}{18} = 0,75 = 75\%$$

Randamentul poate fi calculat și cu relația:  $\eta = \frac{R}{R+r}$  unde  $R$  este rezistența reostatului, când cursorul acestuia se află în punctul C. Dar în acest caz este mai simplu să folosim prima expresie deoarece sunt date valorile puterilor respective. Totuși, dacă folosim cea de a doua expresie, trebuie să calculăm valorile celor două rezistențe, ele nefiind date.

d) Rezistența internă a acumulatorului poate fi calculată din legea lui Ohm pentru tot circuitul:

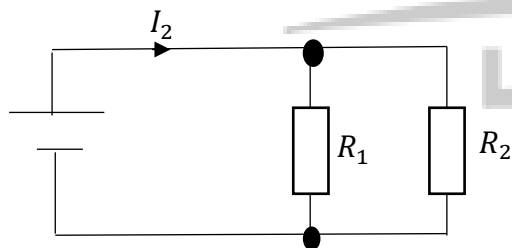
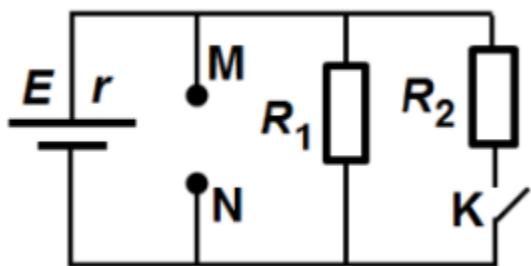
$$I = \frac{E}{R+r} \text{ de unde } r = \frac{E-I \cdot R}{I} = \frac{E-U_{ab}}{\frac{P}{U_{ab}}} = U_{ab} \cdot \frac{E-U_{ab}}{P} \rightarrow r = 9 \cdot \frac{12-9}{13,5} = \frac{27}{13,5} = 2\Omega$$

Rezistența  $R$  o putem afla din expresia puterii de reostat:

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{81}{13,5} = 6\Omega \rightarrow \eta = \frac{6}{6+2} = \frac{6}{8} = 0,75 = 75\%$$

În figura alăturată este reprezentată schema unui circuit electric. Bateria are t.e.m.  $E = 9V$  și rezistența interioară  $r = 3\Omega$ , iar  $R_1 = 6\Omega$ . Bateria debitează aceeași putere electrică în circuitul exterior și în situația în care întrerupătorul  $K$  este deschis și în situația în care întrerupătorul  $K$  este închis. Conductoarele de legătură au rezistența electrică neglijabilă. Determinați:

- Energia disipată de rezistorul  $R_1$  în intervalul de timp  $\Delta t = 10min$  dacă  $K$  este deschis.
- Valoarea rezistenței electrice a rezistorului  $R_2$ .
- Randamentul circuitului atunci când întrerupătorul  $K$  este închis.
- Valoarea rezistenței electrice a unui rezistor conectat între bornele  $M$  și  $N$  astfel încât bateria să transmită circuitului exterior puterea maximă când întrerupătorul  $K$  este deschis.



a) Dacă  $K$  este deschis prin  $R_2$  nu circulă curent.

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + r} = \frac{9}{9} = 1A \rightarrow W_1 = R_1 \cdot I_1^2 \cdot \Delta t \rightarrow W_1 = 6 \cdot 600 = 3600 J = 3,6 kJ$$

b)  $P_1 = P_2$

$$\text{Dacă } K \text{ este deschis} \rightarrow P_1 = R_1 \cdot I_1^2 \rightarrow R_1 \cdot I_1^2 = R_{12} \cdot I_2^2$$

$$\text{Dacă } K \text{ este închis} \rightarrow P_2 = R_{12} \cdot I_2^2$$

$$R_1 \cdot \frac{E^2}{(R_1 + r)^2} = R_{12} \cdot \frac{E^2}{(R_{12} + r)^2} \rightarrow R_1 \cdot (R_{12}^2 + 2rR_{12} + r^2) = R_{12} \cdot (R_1^2 + 2rR_1 + r^2)$$

$$R_1 R_{12}^2 + 2rR_1 R_{12} + r^2 R_1 = R_{12} R_1^2 + 2rR_1 R_{12} + r^2 R_{12}$$

$$R_1 R_{12}^2 + r^2 R_1 = R_{12} R_1^2 + r^2 R_{12} \rightarrow r^2 (R_1 - R_{12}) = R_{12} R_1^2 - R_1 R_{12}$$

$$r^2 (R_1 - R_{12}) = R_1 R_{12} (R_1 - R_{12}) \rightarrow r^2 = R_1 R_{12} \rightarrow R_{12} = \frac{r^2}{R_1}$$

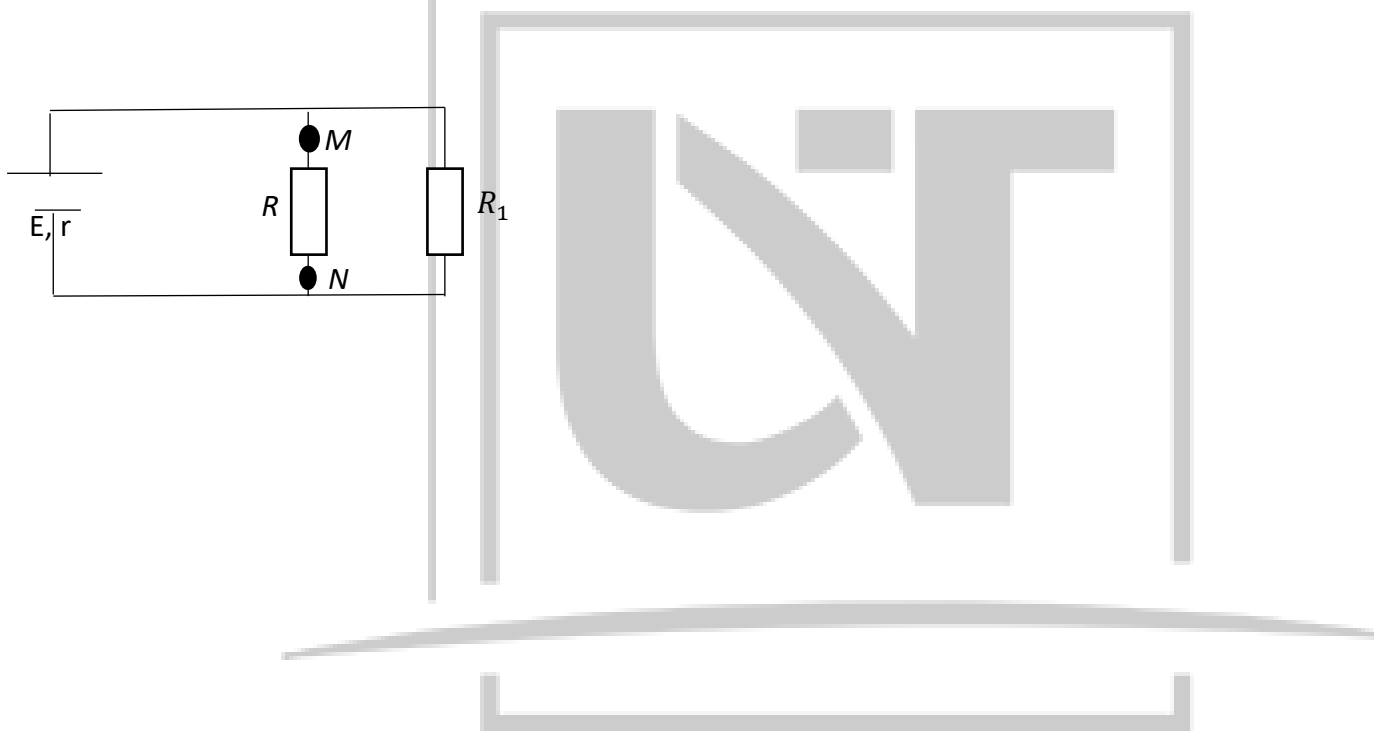
$$R_{12} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} \Omega \rightarrow R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \leftrightarrow \frac{6R_2}{6 + R_2} = \frac{3}{2} \rightarrow 18 + 3R_2 = 12R_2 \rightarrow R_2 = 2\Omega$$

c) K este închis  $\Rightarrow R_e = R_{12} \Rightarrow \eta = \frac{R_e}{R_e+r} = \frac{R_{12}}{R_{12}+r} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{3}{2}+3} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{9} = \frac{3}{9}$

d) K este deschis, punem condiția ca  $P_{ext} = P_{ext\cdot max}$

$$R_e = r$$

$$\frac{R \cdot R_1}{R+R_1} = r \Leftrightarrow \frac{6R}{6+R} = 3 \Rightarrow 18 + 3R = 6R \Rightarrow R = 6\Omega$$





Un bec cu puterea nominală  $P_n = 100\text{W}$  este conectat în serie cu un rezistor cu rezistența electrică  $R = 10\Omega$ , iar gruparea este conectată la bornele unui generator electric cu rezistența interioară  $r = 5\Omega$ . Intensitatea curentului electric ce străbate generatorul are valoarea  $I = 2\text{A}$ , iar becul funcționează la parametrii nominali. Calculați:

- Tensiunea de la bornele becului;
- Tensiunea electromotoare a generatorului;
- Energia electrică consumată de circuitul exterior generatorului în intervalul de timp  $\Delta t = 10\text{ min}$ ;
- Randamentul circuitului electric;

a) Becul funcționează la parametrii nominali:

$$P_n = U \cdot I \Rightarrow U = \frac{P_n}{I} \Rightarrow U = \frac{100}{2} = 50\text{V}$$

b) Curentul prin circuit:

$$I = \frac{E}{R_e + r} \Rightarrow E = I(R_e + r)$$

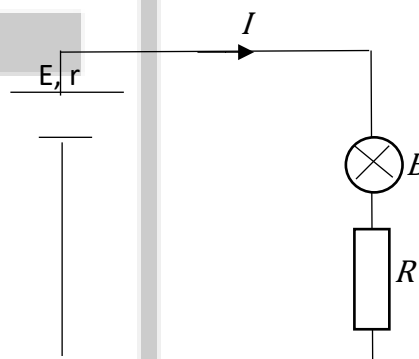
$R_e$  = rezistența echivalentă din circuitul exterior

$R_e = R_b + R$ , unde  $R_b$  = rezistența becului

Deoarece cunoaștem tensiunea  $U$  la bornele becului, putem folosi expresia:

$$U = R_b \cdot I \Rightarrow R_b = \frac{U}{I} = \frac{50}{2} = 25\Omega$$

$$\Rightarrow R_e = R_b + R = 25 + 10 = 35\Omega \Rightarrow E = I(R_e + r) = 2(35 + 5) = 80\text{V}$$



c) Energia electrică consumată de circuitul exterior:

$$W_{ext} = (R_b \cdot I^2 + R \cdot I^2) \cdot \Delta t = (R_b + R) \cdot I^2 \cdot \Delta t = 35 \cdot 4 \cdot 600 = 140 \cdot 600 = 84000\text{J} = 84\text{kJ}$$

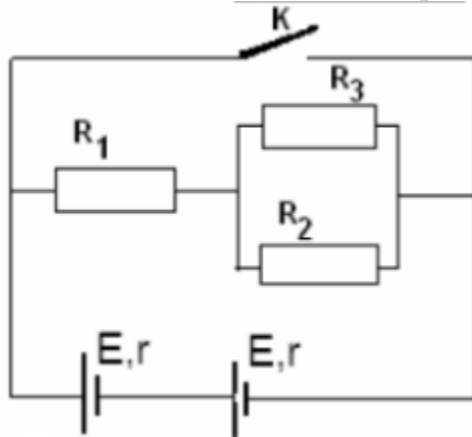
d) Randamentul:

$$\eta = \frac{R_e}{R_e + r} = \frac{35}{35 + 5} = \frac{35}{40} = \frac{7}{8} = 87,5\%$$



Circuitul a cărei schemă electrică este reprezentată în figura alăturată conține trei rezistori cu rezistențele electrice  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 6\Omega$  și două generatoare electrice identice, fiecare având tensiunea electromotoare  $E = 6V$  și rezistența electrică internă  $r = 0,3\Omega$ . Considerând că întrerupătorul K este deschis determinați:

- Intensitatea curentului electric prin latura ce conține rezistorul  $R_3$ ;
- Puterea consumată de rezistorul  $R_1$ ;
- Energia electrică disipată de rezistorul  $R_2$  în intervalul de timp  $\Delta t = 20min$ ;
- Intensitatea curentului electric prin surse dacă întrerupătorul K este închis.



a) Întrerupătorul K este deschis:

$$I_1 = \frac{2E}{R_e + 2r}$$

$$R_e = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 3 + \frac{24}{10} = 5,4\Omega$$

$$I_1 = \frac{2 \cdot 6}{5,4 + 2 \cdot 0,3} = \frac{12}{5,4 + 0,6} = \frac{12}{6} = 2A$$

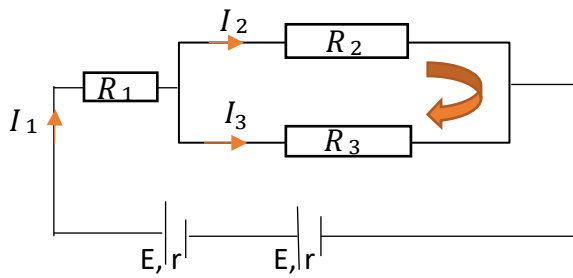
$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_3 = I_1 - I_2 \quad (1)$$

$$I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0 \Rightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_2 = \frac{R_3 I_3}{R_2}$$

$$I_2 = \frac{6}{4} \cdot I_3 = 1,5 \cdot I_3 \quad (2)$$

$$\text{Înlocuind } I_2 \text{ în } (1) \Rightarrow I_3 = I_1 - 1,5 \cdot I_3 \Rightarrow 2,5 \cdot I_3 = I_1$$

$$I_3 = \frac{I_1}{2,5} = \frac{2}{2,5} = 0,8A$$



b) Rezistorul  $R_1$  este traversat de curentul  $I_1 \Rightarrow P_1 = R_1 \cdot I_1^2 = 3 \cdot 2^2 = 12W$

c)  $W_2 = R_2 \cdot I_2^2 \cdot \Delta t$

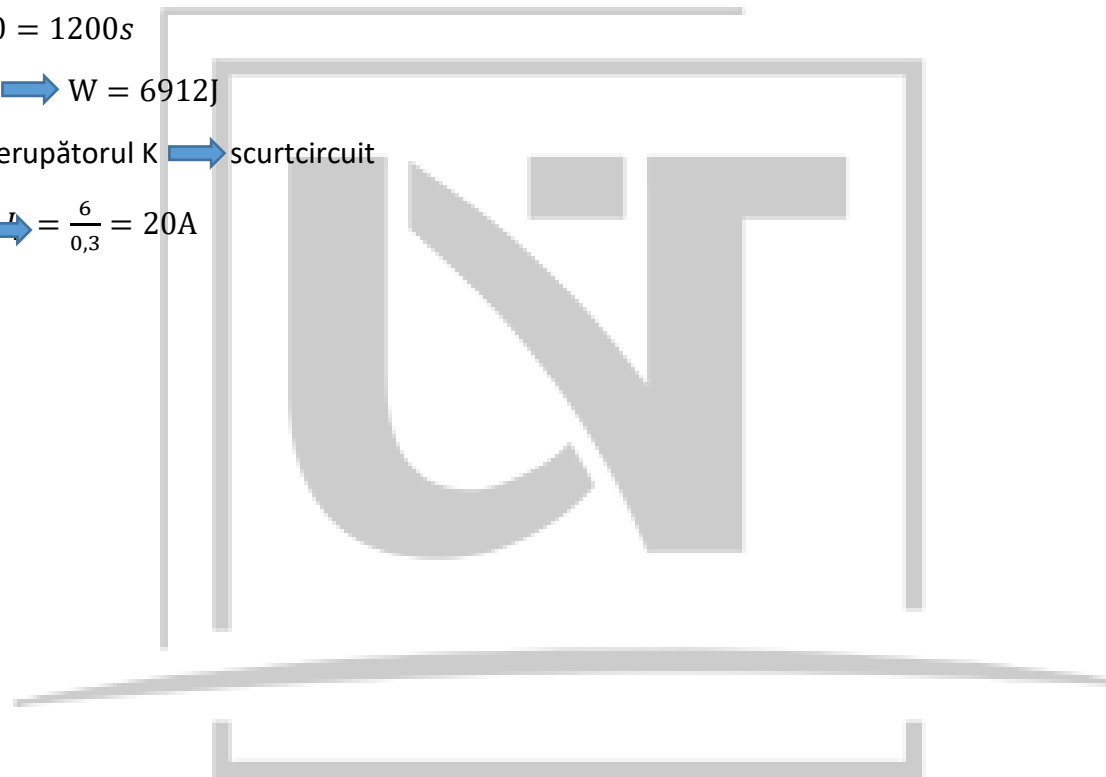
$$I_2 = 1,5 \cdot I_3 = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2A$$

$$\Delta t = 20min = 20 \cdot 60 = 1200s$$

$$W_2 = 4 \cdot 1,2^2 \cdot 1200J \Rightarrow W = 6912J$$

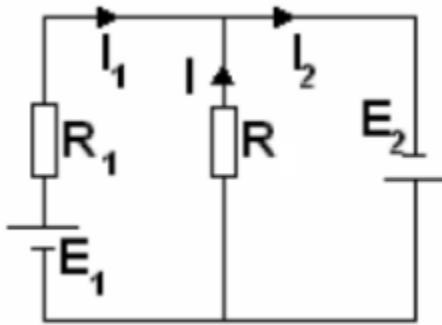
d) Dacă se închide întrerupătorul K  $\Rightarrow$  scurtcircuit

$$I_S = \frac{E_e}{r_e} = \frac{2E}{2r} = \frac{E}{r} \Rightarrow \frac{6}{0,3} = 20A$$

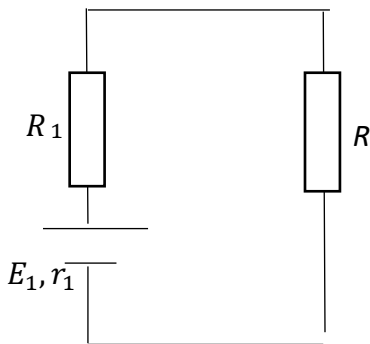


Pentru circuitul electric a cărei schemă este reprezentată în figura alăturată se cunosc:  $E_1 = 6V$ ,  $E_2 = 4V$ ,  $R_1 = 2\Omega$  și  $R = 4\Omega$ . Rezistențele interne ale surselor se neglijează. Determinați:

- Intensitatea curentului prin rezistorul  $R$ ;
- Căldura dezvoltată în rezistorul  $R$  în timpul  $t = 1\text{min}$ ;
- Raportul  $\frac{P_1}{P}$  al puterilor dezvoltate în cele două rezistoare;
- Rezistența internă pe care ar trebui să o aibă sursa t.e.m.  $E_1$ , pentru ca puterea dezvoltată în noul circuit exterior să fie maximă, dacă se scoate din circuit sursa cu t.e.m.  $E_2$



$$r_1 = r_2 = 0$$



a) Scriem legea a doua a lui Kirchhoff în ochiul ce conține rezistorul  $R$  și sursa  $E_2$ :

$$I \cdot R = E_2 \Rightarrow I = \frac{E_2}{R} = \frac{4}{4} = 1\text{A}$$

b) Căldura dezvoltată în rezistorul  $R$ :

$$Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = 4 \cdot 1^2 \cdot 60 = 240\text{J}$$

$$c) P = R \cdot I^2 \text{ și } P_1 = R_1 \cdot I_1^2$$

Pentru a afla  $I_1$  scriem legea a doua a lui Kirchhoff în ochiul din stânga (ce conține pe  $R_1, R, E_1$ ).

$$I_1 R_1 - I \cdot R = E_1 \Rightarrow I_1 = \frac{E_1 + I \cdot R}{R_1} = \frac{6 + 1 \cdot 4}{2} = \frac{10}{2} = 5\text{A}$$

$$P = R \cdot I^2 = 4 \cdot 1^2 = 4\text{W}$$

$$P_1 = R_1 \cdot I_1^2 = 2 \cdot 5^2 = 50\text{W}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P} = \frac{50}{4} = 12,5$$

d) Dacă se scoate sursa  $E_2$  din circuit, montajul arată ca în figura alăturată.

$$P_{ext} = P_{ext \max} \text{ dacă } R_e = r_1$$

$$R_e = R_1 + R = 2 + 4 = 6\Omega \Rightarrow r_1 = 6\Omega$$

O baterie având tensiunea electromotoare  $E = 32\text{V}$  alimentează un rezistor  $R$ . Tensiunea la bornele bateriei este  $U = 30\text{V}$ , iar puterea consumată de rezistor  $P = 15\text{W}$ .

- Calculați energia dispersată pe rezistor într-un interval de timp  $\Delta t = 1\text{min}$ ;
- Determinați valoarea intensității curentului prin circuit;
- Calculați rezistența internă a bateriei;
- Considerând că în paralel cu rezistorul  $R$  se leagă un al doilea rezistor cu rezistența electrică  $R_1 = 30\Omega$ , precizați dacă randamentul circuitului crește, scade sau rămâne constant. Justificați răspunsul.

a) Cunoaștem puterea consumată de rezistor,  $P = 15\text{W}$ .

$$W = P \cdot \Delta t = 15 \cdot 60 = 900\text{J}$$

$$\text{b) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{15}{30} = 0,5\text{A}$$

$$\text{c) } E = U + r \cdot I \Rightarrow r = \frac{E-U}{I} = \frac{32-30}{0,5} = \frac{2}{0,5} = \frac{20}{5} = 4\Omega$$

d) Dacă în paralel cu rezistorul  $R$  se leagă un rezistor  $R_1$ , noua rezistență exterioară va

$$R_e = \frac{R \cdot R_1}{R + R_1}$$

Vom calcula rezistența  $R$ :

$$P = R \cdot I^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{15}{0,25} = \frac{150}{25} = 6\Omega \Rightarrow R_e = \frac{6 \cdot 30}{36} = 5\Omega$$

