

**Proiectul privind Învățământul Secundar (ROSE)
Schema de Granturi pentru Licee**

Beneficiar:

LICEUL TEHNOLOGIC DE TRANSPORTURI SI CONSTRUCTII IAȘI

Titlul subproiectului:

PRIN EDUCATIE SI PROSOCIALIZARE NE CONSTRUIM CARIERA
Acord de grant nr. 438/SGL/RII din 01.10.2018

Activitatea I.1. : PRO BAC

„MINTE ABSORBANTĂ ȘI MEDIUL DE ÎNVĂȚARE”

Coordonatori:

Prof. Mihaela LUNGU

Prof. dr. ing. Anca Eugentina ROZNOVAN

Prof. dr. ing. Lăcramioara IFTODE

CUPRINS

Tema 1 – CURENTUL ELECTRIC. CIRCUITUL ELECTRIC	4
Tema 2 – REțele ELECTRICE	8
2.1. Legile lui Ohm	8
2.2. Gruparea rezistorilor	12
2.3. Gruparea generatoarelor	18
2.4. Legile lui Kirchhoff	24
Tema 3 – ENERGIA ȘI PUTEREA ELECTRICA	
TRANSFER OPTIM DE PUTERE. RANDAMENT	29
Tema 4 – FENOMENE OPTICE. REFLEXIA ȘI REFRACTIA LUMINII	37
Tema 5 – LENTILE	40
5.1. Lentile subtiri	40
5.2. Sisteme de lentile	44
Tema 6 – EFECTUL FOTOELECTRIC EXTERN	46
TESTE TIP BACALAUREAT ELECTRICITATE.....	49
TESTE TIP BACALAUREAT OPTICA	51
SINTEZE FIZICA PENTRU BACALAUREAT	53

TEMA 1

CURENTUL ELECTRIC. CIRCUITUL ELECTRIC

Intensitatea curentului electric este definită ca fiind *sarcina electrică* ce trece prin unitatea de suprafață în unitatea de timp și se notează cu **I** :

$$I = Q/\Delta t = ne / \Delta t$$

Unitatea de măsură pentru intensitatea curentului electric în Sistemul Internațional de unități de măsură este amperul [A].

$$I = 1 \text{ coulomb [C] / 1 secundă [s]} = 1 \text{ amper [A]}$$

Într-un **circuit de curent continuu**, sensul convențional al curentului este stabilit ca fiind de la **borna pozitivă (+)** la **borna negativă (-)** a sursei de alimentare (bateriei). În realitate, într-un **circuit de curent continuu**, sarcinile electrice se deplasează de la **borna negativă (-)** la **borna pozitivă (+)**.

Intensitatea curentului electric este aceeași în orice punct al unui circuit serie.

Tensiunea electrică

Tensiunea electrică se măsoară în volți (V), cu un voltmetru plasat în paralel la porțiunea la capetele căreia măsurăm tensiunea.

Lucrul mecanic efectuat pentru a deplasa unitatea de sarcină electrică între două puncte ale unui circuit reprezintă **tensiunea electrică (U)** între cele două puncte.

$$U = L/q$$

Lucrul mecanic efectuat pentru a deplasa unitatea de sarcină electrică de-a lungul întregului circuit reprezintă **tensiunea electromotoare (t.e.m.)** a generatorului (E).

$$E = L_{tot}/q$$

Lucrul mecanic efectuat pentru a deplasa unitatea de sarcină electrică de-a lungul circuitului exterior reprezintă **tensiunea la borne (U_b)**.

$$U_b = L_{ext}/q$$

Tensiunea electromotoare este o caracteristică a generatorului și *nu depinde de elementele circuitului exterior*.

Rezistența electrică

Rezistența electrică, este mărimea fizică prin care se exprimă proprietatea unui conductor electric de a se opune trecerii prin el a curentului electric. Ea se măsoară în ohmi (Ω).

Pentru un conductor, valoarea rezistenței este :

$$R = \rho l/S,$$

unde: ρ - este rezistivitatea materialului din care este făcut conductorul, măsurată în ohm/metru

l - este lungimea conductorului, măsurată în metri

S - este secțiunea transversală a conductorului, măsurată în m^2

Rezistivitatea electrică depinde de temperatura conductorului, iar modul cum variază rezistivitatea electrică în funcție de temperatură se poate determina folosind următoarea relație:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t),$$

unde:

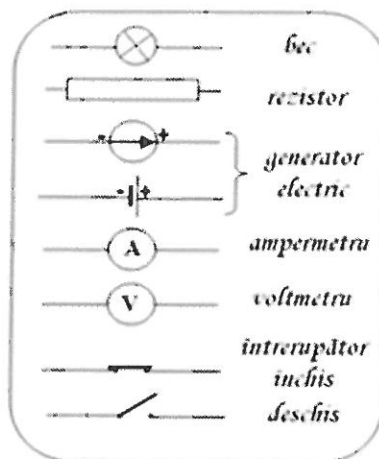
t - este temperatura materialului

ρ - este rezistivitatea materialului la temperatura t , numită și rezistența specifică a materialului;

ρ_0 - este rezistivitatea materialului la 0°C ;

α - este coeficientul de variație a rezistenței cu temperatura (specific fiecărui material și reprezintă variația rezistenței de un ohm a conductorului respectiv la o creștere a temperaturii sale cu 1°C).

Rezistența electrică depinde și ea de temperatură: $R = R_0 (1 + \alpha t)$



FISA DE LUCRU

1) Indicați mărimea fizică ce caracterizează curentul electric: a.) I ; b.) q ; c.) t ; d.) ρ ; e.) U .

2) Mărimile fizice prin care se caracterizează sursa de tensiune sunt:

a.) I, U ; b.) E, I ; c.) U, r ; d.) u, r ; e.) E, r

3) Transformați unitățile de măsură astfel încât egalitățile să devină corecte:

$$30 \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A} \quad 15 \text{ kV} = \dots\dots\dots \text{ V}$$
$$2 \text{ kWh} = \dots\dots\dots \text{ J}$$

4) Ce intensitate are curentul electric continuu care transportă în timp de 2 minute, printr-o secțiune transversală a unui conductor o sarcină electrică de $0,60 \text{ kC}$?

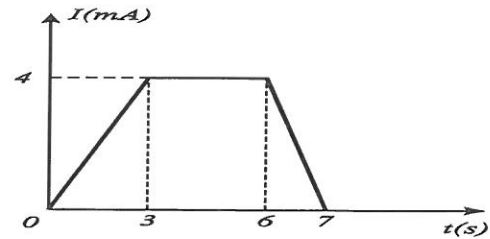
a.) $I = 0,3 \text{ A}$; b.) $I = 3 \text{ A}$; c.) $I = 30 \text{ A}$; d.) $I = 4 \text{ A}$; e.) $I = 5 \text{ A}$.

5) Un conductor de cupru are rezistivitatea electrică $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$, lungimea $l = 0,3 \text{ km}$ și secțiunea transversală $0,175 \text{ cm}^2$. Care este rezistența electrică a conductorului?

a.) $R = 3 \Omega$; b.) $R = 1,75 \Omega$; c.) $R = 0,3 \Omega$; d.) $R = 30 \Omega$; e.) $R = 300 \Omega$

7) Intensitatea curentului electric care străbate un conductor variază în timp conform graficului alăturat. Valoarea sarcinii electrice transportată printr-o secțiune transversală a conductorului în intervalul de timp $t \in [3s; 7s]$ este egală cu :

- a) $14mC$ b) $12mC$
c) $16mC$ d) $20mC$



8) Rezistența unui conductor liniar, omogen, de lungime $l = 100$ m, cu aria secțiunii transversale de 1 mm^2 , confecționat din aluminiu ($\rho = 2,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$), are valoarea:

- a. 275Ω b. $0,275 \Omega$ c. $27,5 \Omega$ d. $2,75 \Omega$

9) Un conductor metallic este parcurs de un curent electric cu intensitatea $I = 3,2 \text{ mA}$. Numărul de electroni ce străbat secțiunea transversală într-un minut este egal cu:

- a. $12 \cdot 10^{19}$ b. $3,2 \cdot 10^{19}$ c. $5 \cdot 10^{18}$ d. $12 \cdot 10^{17}$

10) Lungimea unui conductor liniar, omogen, de rezistență $R = 2,75 \Omega$, cu aria secțiunii transversale de 2 mm^2 , confecționat din aluminiu ($\rho = 2,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$), are valoarea:

- a. 200 m b. 275 m c. 20 m d. 2 m

11) Unitatea de măsură pentru tensiunea electrică se poate exprima în funcție de alte unități de măsură din S.I. în forma:

- a. $J \cdot m^{-1} \cdot A^{-2}$ b. $J \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$ c. $J \cdot s^{-1} \cdot A^{-2}$ d. $J \cdot s^{-3} \cdot A$

12) Două conductoare confecționate din același material au raportul lungimilor $l_1 / l_2 = 4$.

Raportul diametrelor celor două conductoare este $d_1 / d_2 = 2$. Raportul rezistențelor lor electrice are valoarea:

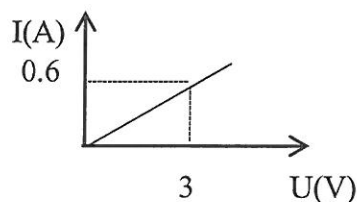
- a. 4 b. 2 c. 1 d. 0,5

13) Precizați care dintre mărimile fizice de mai jos este mărime corespunzătoare unei unități de măsură fundamentale în S.I.:

- a. rezistența electrică
b. tensiunea electrică
c. sarcina electrică
d. intensitatea curentului electric

14) 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. $5,0 \Omega$
b. $3,6 \Omega$
c. $1,8 \Omega$
d. $0,2 \Omega$



15) Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice exprimată prin produsul $I \cdot \Delta t$ poate fi scrisă sub forma:

- a. $J \cdot V$ b. $J \cdot V^{-1}$ c. $V \cdot \Omega$ d. W

16) Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, rezistența electrică a unui conductor poate fi determinată cu ajutorul formulei:

- a. $R = \rho \cdot l \cdot S^{-1}$ b. $R = \rho \cdot l^{-1} \cdot S^{-1}$ c. $R = \rho \cdot l \cdot S$ d. $R = \rho^{-1} \cdot l \cdot S$

17) Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimate prin produsul dintre tensiune și intensitate este:

- a. W/s b. J/s c. $J \cdot s$ d. J

18) Rezistența electrică a unui fir de cupru la „rece” ($0^{\circ}C$) este egală cu 10Ω . 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 34Ω are valoarea:

- a. $520^{\circ}C$ b. $600^{\circ}C$ c. $820^{\circ}C$ d. $875^{\circ}C$

19) Simbolurile mărimilor fizice fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii exprimate prin raportul q/t este:

- a. C/m b. A c. $C \cdot s$ d. $V \cdot m$

20) Purtătorii liberi de sarcină electrică în conductoarele metalice sunt:

- a. ionii b. electronii și ionii negativi c. electronii d. electronii și ionii pozitivi

21) Unitatea de măsură pentru tensiunea electrică se poate exprima în funcție de alte unități de măsură din S.I. în forma:

- a. $J \cdot m^{-1} \cdot A^{-2}$ b. $J \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$ c. $J \cdot s^{-1} \cdot A^{-2}$ d. $J \cdot s^{-3} \cdot A$

22) Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a coeficientul de temperatură al rezistivității unui conductor metalic este:

- a. grad^{-1} b. $\Omega \cdot m$ c. $V \cdot A$ d. Ω

23) Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică,

unitatea de măsură a mărimii fizice U/I este:

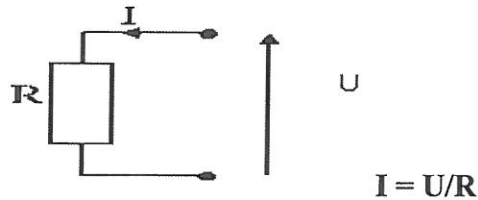
- a. J b. V c. A d. Ω

TEMA 2

RETELE ELECTRICE

2.1. Legile lui Ohm

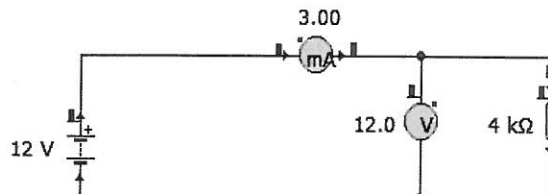
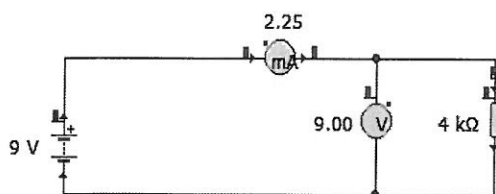
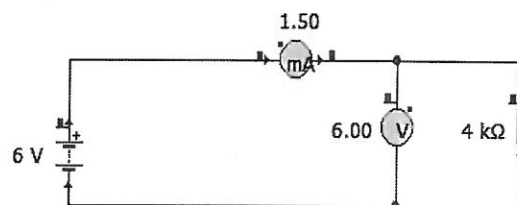
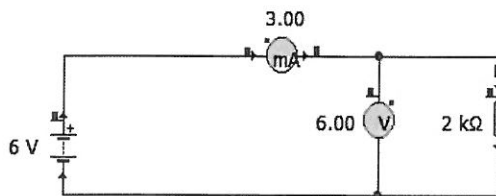
Conform *Legii lui Ohm*, intensitatea curentului electric care trece printr-o porțiune de circuit, este direct proporțională cu tensiunea aplicată la capetele porțiunii de circuit și invers proporțională cu rezistența acelei porțiuni de circuit.



Raportul dintre tensiunea U aplicată la bornele sursei și intensitatea I a curentului care circulă prin circuit.

- I = intensitatea curentului este exprimată în amperi (A)
- U = tensiunea este exprimată în volți (V)
- R = rezistența este exprimată în ohmi (Ω)

Legea lui Ohm demonstrează cum tensiunea, curentul și rezistența electrică într-un circuit se influențează reciproc. Astfel, dacă tensiunea de alimentare a unui circuit de o anumită rezistență crește, atunci și intensitatea curentului ce trece prin acel circuit se va mari, sau dacă tensiunea va scădea, atunci și curentul va scădea.



Legea lui Ohm pentru un circuit întreg

Intensitatea curentului electric, pe întregul circuit, este direct proporțională cu intensitatea electromotoare și invers proporțională cu rezistența întregului circuit.

Intensitatea curentului electric, printr-un circuit electric închis, este direct proporțională cu tensiunea electromotoare (E) a sursei și invers proporțională cu rezistența electrică totală a circuitului.

$$I = E/R+r \rightarrow E = IR+Ir$$

I - intensitatea curentului

E - tensiunea electromotoare (tensiunea electrică pe întreg circuitul)

R + r - rezistența întregului circuit (rezistența internă a generatorului și cea a circuitului exterior)

FIȘA DE LUCRU

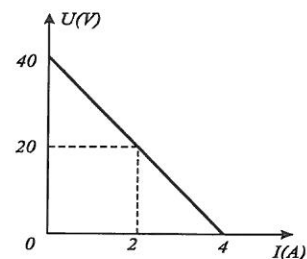
1) Un consumator electric are rezistența de $110\ \Omega$, iar tensiunea la borne 220V . Ce intensitate are curentul care trece prin consumator?

a.) $I=2\text{A}$; b.) $I= 0,5\ \text{A}$; c.) $I=2,2\ \text{A}$; d.) $I= 5\ \text{A}$.

2) La bornele unei surse de t.e.m. se conectează un consumator a cărui rezistență electrică poate fi variată. În figura alăturată este reprezentată dependența tensiunii electrice măsurate la bornele sursei de intensitatea curentului prin sursă.

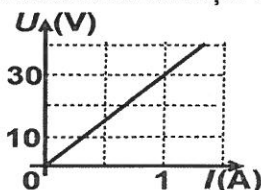
Se cer:

- a) tensiunea electromotoare a sursei;
- b) intensitatea curentului debitat de sursă pe un circuit exterior, de rezistență nulă;
- c) rezistența internă a sursei;
- d) numărul electronilor de conducție care traversează o secțiune transversală oarecare a conductorului în timp de un minut, atunci când tensiunea la bornele sursei are valoarea $U=20\text{V}$.



3) În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența tensiunii la bornele unei grupări serie, formate din trei rezistoare identice, de intensitatea curentului ce străbate gruparea.

Valoarea rezistenței electrice a unui singur resistor este: a. $60\ \Omega$ b. $30\ \Omega$ c. $10\ \Omega$ d. $5\ \Omega$



4) Un conductor cu rezistența $R=5\ \Omega$ este parcurs de un curent electric având intensitatea $I=4\ \text{A}$. Tensiunea electrică la capetele conductorului este:

a. 20V b. 25V c. 125V d. 200V

5) Să se calculeze intensitatea curentului electric, care circulă printr-un bec cu rezistența de $400\ \Omega$, dacă tensiunea la bornele becului este de 120V .

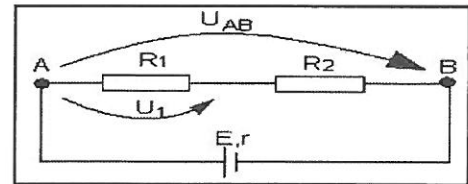
6) Să se calculeze intensitatea curentului electric ce trece printr-un cuptor electric cu $R=24\ \Omega$, dacă tensiunea este egală cu $120\ \text{V}$.

7) Care este intensitatea curentului electric ce trece printr-un reostat cu rezistența de $20\ \Omega$, dacă la bornele lui se aplică o tensiune de 100V ?

- 8) Să se calculeze intensitatea curentului electric care circulă prin frigiderul Fram, dacă rezistența lui este de 305Ω , iar tensiunea aplicată frigiderului este de 220 V.
- 9) Pe plăcuța unui aspirator sunt înscrise următoarele date: tensiunea 220V, rezistența 110Ω . Să se calculeze intensitatea curentului care circulă prin motorul aspiratorului în timpul funcționării.
- 10) Știind că rezistența unui reșou este de $73,3\Omega$ și că el se conectează la o tensiune de 220V, să se calculeze intensitatea curentului care circulă prin reșou.
- 11) Să se determine intensitatea unui curent care trece printr-un bec electric cu o rezistență de 220Ω , dacă tensiunea din rețeaua orașului este de 120.
- 12) Ce diferență de potențial trebuie aplicată unui conductor cu rezistența de 2Ω , pentru a obține un curent de 60A?
- 13) Legăm la bornele unui dinam o rezistență de $0,4\Omega$. Prin ea trece un curent de 300A. Care este tensiunea la bornele dinamului?
- 14) Printr-un bec electric circulă un curent de 0,8A. Rezistența becului este de 150Ω . Să se calculeze tensiunea aplicată la bornele becului.
- 15) Ce tensiunea trebuie aplicată la capetele unei rezistențe de 160Ω , știind că prin rezistență trece un curent de 2A?
- 16) Să se calculeze tensiunea ce trebuie aplicată la capetele unui circuit a cărei rezistență este de $73,3\Omega$, iar intensitatea curentului electric, care străbate circuitul este de 1,5A.
- 17) Să se calculeze tensiunea la bornele unui ampermetru prin care trece un curent cu $I=62A$ dacă rezistența ampermetrului este de $0,0012\Omega$.
- 18) Să se determine tensiunea la capetele unui conductor a cărui rezistență este de 20Ω dacă prin conductor trece un curent de $I=0,2A$.
- 19) Ce tensiune va arăta un voltmetru conectat la capetele unui fir de nichelină cu $R=2,5\Omega$ dacă ampermetrul introdus în circuit arată un curent de 1,2A?
- 20) Să se calculeze rezistența unui bec electric conectat la tensiunea de 110V, dacă intensitatea curentului care circulă prin bec este de 0,5A?
- 21) Să se afle rezistența unui fier de călcat electric, știind că tensiunea aplicată este de 220V, iar intensitatea curentului care circulă prin această rezistență este de 2,7A.
- 22) Motorului unei mașini de spălat i se aplică o tensiune de 120V, iar prin el circulă un curent de 2A. Să se calculeze rezistența motorului.

- 23) Să se calculeze rezistența unui bec de lanternă de buzunar dacă intensitatea curentului este egală cu $0,4A$, iar tensiunea de $3V$.
- 24) Să se determine rezistența unei bobine de la un motor de tranvai, dacă la încercarea ei s-a constatat că tensiunea de la capetele ei este de $57,5V$, iar intensitatea curentului este de $71 A$.
- 25) Care este rezistența filamentului unui bec electric dacă prin el trece un curent cu intensitatea de $0,12A$, tensiunea de la capetele filamentului fiind egală cu $120V$.
- 26) Care este rezistența unui radiator electric căruia i se aplică o tensiune de $220V$, iar intensitatea ce trece prin el este de $0,44A$?
- 27) Să se calculeze rezistența frigiderului căruia i se aplică o tensiune de $110V$, iar prin el circulă un curent de $0,9A$.
- 28) Să se calculeze rezistența unui aparat electric, căruia i se aplică o tensiune de $220V$, iar intensitatea curentului ce îl străbate este de $2A$
- 29) În circuitul electric a cărui schemă electrică este reprezentată în figura alăturată se cunosc:
 $E = 18V, R_1 = 4\Omega, U_1 = 8V$ și $U_{AB} = 15V$. Determinați:

- a.) intensitatea curentului electric prin circuit;
b.) rezistența electrică a rezistorului R_2 ;
c.) rezistența internă a sursei electrice



- 30) O sursă electrică cu t.e.m. $24 V$ alimentează un bec cu rezistența de 6Ω , iar prin circuit trece un curent de $3 A$. Care este rezistența internă a sursei? a.) $r = 1 \Omega$; b.) $r = 4 \Omega$; c.) $r = 12 \Omega$; d.) $r = 2 \Omega$.

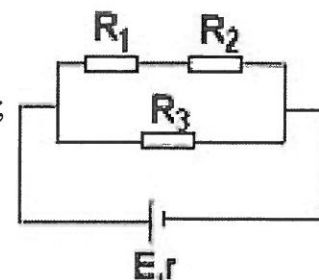
- 31) O sursă de curent continuu are t.e.m. $E = 9 V$ și rezistența $r = 4 \Omega$ alimentează un consumator cu rezistența $R = 8 \Omega$. Care este căderea de tensiune la bornele consumatorului și care este intensitatea curentului în circuit?

- a.) $U = 6 V; I = 0,75 A$ b.) $U = 0,6 V; I = 0,75 A$
c.) $U = 6V; I = 7,5 A$ d.) $U = 8 V; I = 0,75 A$.

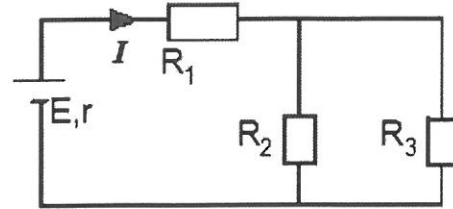
- 32) Un generator cu tensiunea electromotoare $E = 27 V$ și rezistență internă r alimentează un circuit format din rezistorii de rezistențe electrice $R_1 = 6\Omega, R_2 = 6\Omega$ și $R_3 = 24\Omega$. (vezi figura alăturată). Intensitatea curentului prin generator este $I = 3A$.

Determinați:

- a.) rezistența echivalentă a grupării rezistorilor R_1, R_2 și R_3 ;
b.) intensitatea curentului prin rezistorul R_2 ;
c.) rezistența internă a generatorului;
d.) tensiunea electrică la bornele lui R_2 .



33). Rețeaua electrică din figura alăturată este alcătuită din trei rezistori cu rezistențele electrice $R_1 = 7 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$ și un generator cu tensiunea electromotoare $E = 12 V$. Intensitatea curentului prin ramura principală este $I = 1,2 A$.

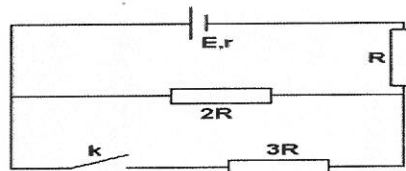


Determinați:

- rezistența echivalentă a grupării rezistorilor R_2 și R_3 ;
- rezistența totală a circuitului exterior;
- intensitatea curentului prin rezistorul R_2 ;
- rezistența internă a generatorului;
- tensiunea electrică la bornele lui R_2 ;

34). În montajul alăturat se cunosc: tensiunea electromotoare a sursei $E = 12 V$, rezistența internă $r = 1 \Omega$ și valoarea rezistenței electrice $R = 5 \Omega$, determinați:

- rezistența echivalentă a circuitului exterior când comutatorul k este închis;
- intensitatea curentului electric prin sursă când k este închis.
- intensitatea curentului electric ce trece prin sursă atunci când comutatorul k este deschis.

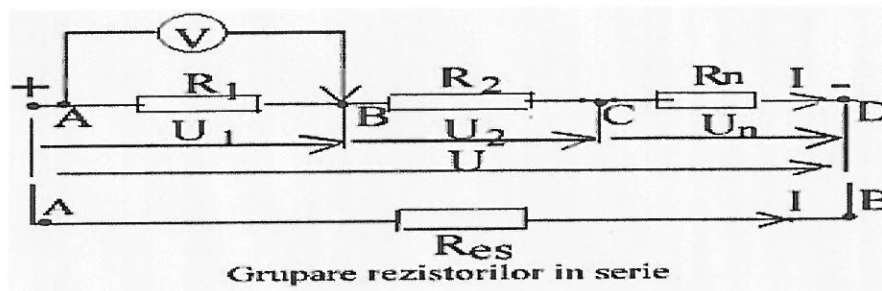


2.2. Gruparea rezistorilor

Introducerea unui rezistor în circuit limitează intensitatea curentului electric ce trece prin circuit. De aceea, pentru a controla intensitatea curentului și energia absorbită de un element, se folosește unul sau mai mulți rezistori. Dacă se folosesc mai mulți rezistori, aceștia se grupează în serie, paralel și mixt.

Gruparea rezistorilor în serie.

Mai mulți rezistori de rezistențe R_1, R_2, \dots, R_n sunt legați în circuit unul după altul ca în figura.



Trebuie să se găsească un rezistor care are rezistența egală cu rezistența grupării, numită rezistența echivalentă serie, care înlocuiește gruparea fără să modifice intensitatea curentului în circuit, dacă se aplică la bornele aceleași tensiune. Grupării de rezistori să se aplică la bornele AD o tensiune U măsurată cu voltmetru V , apoi cu același voltmetru să se măsoare succesiv tensiunile dintre punctele AB, BC și CD și să se obțină tensiunile U_1, U_2 și U_n .

S-a constatat ca:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

Tinând seama de legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit,

$$U = I \cdot R_{es}, \quad U_1 = I \cdot R_1, \quad U_2 = I \cdot R_2 \text{ și } U_n = I \cdot R_n.$$

Înlocuind aceste relații în expresia tensiunii de la bornele grupării se obține:

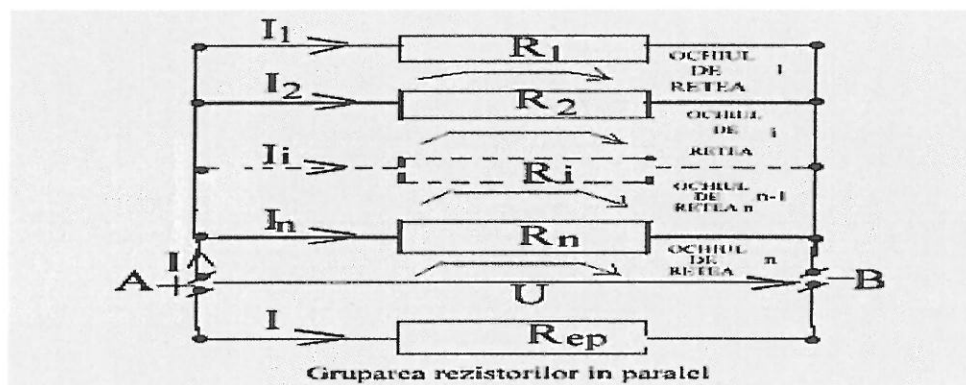
$$I \cdot R_{es} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots + I \cdot R_n \quad | : I$$

$$\Rightarrow R_{es} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Rezistența echivalentă a rezistorilor grupați în serie este egală cu suma rezistențelor rezistorilor grupați.

Gruparea rezistorilor în paralel.

Mai mulți rezistori de rezistențe R_1, R_2, \dots, R_n sunt legați în paralel în circuit, dacă se leagă rezistorii grupării între două puncte ale circuitului ca în figura.



Toți rezistorii au la borne aceași tensiune, dar intensitatea curentului ce se stabilește în rezistori este diferită I_1, I_2, I_i și I_n . Trebuie să găsim rezistența echivalentă a grupării R_{ep} , adică rezistența unui rezistor care conectat la bornele AB ca și gruparea să fie străbatut de un curent de intensitate, care conform primei legi a lui Kirchhoff aplicată nodului A este:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_i + \dots + I_n, \text{ (relatia 1)}$$

Se aplică legea a doua a lui Kirchhoff pentru fiecare ochi de rețea.

Pentru ochiul 1: $I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 = 0,$

$$\rightarrow I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = U,$$

$$\rightarrow I_1 = U/R_1; \quad I_2 = U/R_2,$$

Pentru ochiul de rețea i:

$$I_2 \cdot R_2 - I_i \cdot R_i = 0,$$

$$\rightarrow I_2 \cdot R_2 = I_i \cdot R_i = U,$$

$$\rightarrow I_i = U/R_i;$$

Pentru ochiul de rețea n - 1:

$$I_i \cdot R_i - I_n \cdot R_n = 0,$$

$$\rightarrow I_i \cdot R_i = I_n \cdot R_n = U,$$

$$\rightarrow I_n = U/R_n;$$

Pentru ochiul de rețea n :

$$I_n \cdot R_n - I \cdot R_{ep} = 0,$$

$$\rightarrow I_n \cdot R_n = I \cdot R_{ep} = U,$$

$$\rightarrow I = U/R_{ep}; \quad (\text{relatiile 2})$$

Relatiile 2) se înlocuiesc în relația 1) și se obține:

$$U/R_{ep} = U/R_1 + U/R_2 + \dots + U/R_i + \dots + U/R_n; \quad | : U$$

Rezulta:

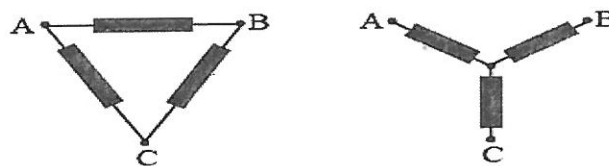
$$1/R_{ep} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_i + \dots + 1/R_n;$$

Inversul rezistenței echivalente a mai multor rezistori grupați în paralel este egală cu suma inverselor rezistențelor rezistoarelor grupate.

Gruparea stea - triunghi (Y - Δ)

La conexiunea stea (Y), capetele de sfârșit se leagă împreună, constituind punctual de nul al înfășurării

La conexiunea triunghi (Δ), capătul de sfârșit se leagă împreună cu capătul de început al următoarei înfășurări



Se observă că între tensiunile de linie U_L și de fază U_F există următoarele relații

- la conexiunea stea $U_L = \sqrt{3}U_F$

- la conexiunea triunghi $U_L = U_F$

Transformarea Δ - Y

$$R_A = \frac{R_{AB}R_{AC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

$$R_B = \frac{R_{AB}R_{BC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

$$R_C = \frac{R_{AC}R_{BC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

Transformarea Y - Δ

$$R_{AB} = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_C}$$

$$R_{BC} = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_A}$$

$$R_{AC} = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_B}$$

FIȘA DE LUCRU

1. Formula de calcul a rezistenței echivalente pentru gruparea serie a n rezistoare este:

$$\text{a) } R_e = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad \text{b) } \frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n R_i \quad \text{c) } R_e = \sum_{i=1}^n R_i \quad \text{d) } \frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

2. Grupând rezistoare în serie, se poate afirma că:

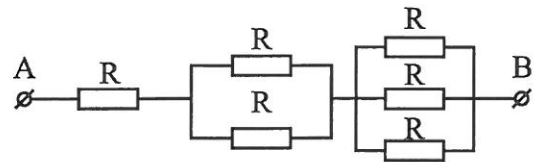
- rezistența echivalentă este mai mică decât oricare dintre rezistențele rezistoarelor din circuit;
- inversul rezistenței echivalente este egală cu suma inverselor rezistențelor rezistoarelor grupării;
- intensitatea curentului electric care trece prin rezistența echivalentă este egală cu suma intensităților curenților care trec prin fiecare rezistor;
- intensitatea curentului electric are aceeași valoare prin oricare rezistor.

3. Prin scoaterea unui rezistor dintr-o grupare serie de n rezistoare identice conectate la o sursă de tensiune, rezistența echivalentă și intensitatea curentului se modifică astfel:

- rezistența echivalentă și intensitatea curentului scad;
- rezistența echivalentă și intensitatea curentului cresc;
- rezistența echivalentă scade și intensitatea curentului crește;
- rezistența echivalentă crește și intensitatea curentului scade.

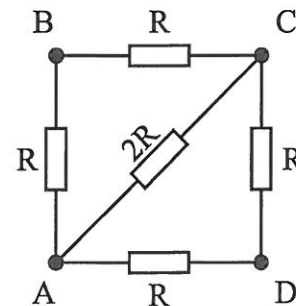
4. Rezistența electrică echivalentă a grupării de rezistoare din figura alăturată are valoarea:

$$\begin{array}{ll} \text{a) } \frac{11R}{3} & \text{b) } \frac{11R}{5} \\ \text{c) } \frac{5R}{11} & \text{d) } \frac{11R}{6} \end{array}$$



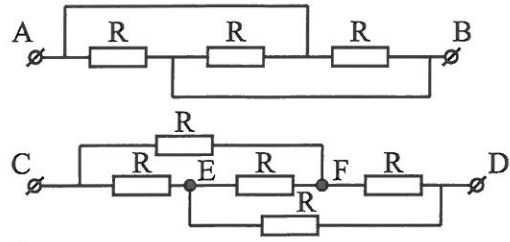
5. Între R_{AC} și R_{BD} există relația:

$$\begin{array}{l} \text{a) } R_{AC} = \frac{2}{3} R_{BD} \\ \text{b) } R_{AC} = R_{BD} \\ \text{c) } R_{AC} = \frac{3}{2} R_{BD} \\ \text{d) } R_{AC} = 3R_{BD} \end{array}$$



6. Se dau grupările de rezistoare din figurile alăturate. Raportul R_{AB} / R_{CD} este:

- a) 3 b) 2
 c) $\frac{1}{2}$ d) $\frac{1}{3}$



7. Formula de calcul a rezistenței echivalente pentru gruparea paralel a n rezistoare este:

- a) $\frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n R_i$ b) $R_e = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ c) $\frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ d) $R_e = \sum_{i=1}^n R_i$

8. Grupând rezistoarele în paralel se poate afirma că:

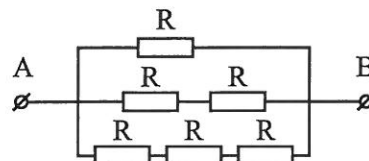
- a) rezistența echivalentă este mai mare decât oricare dintre rezistențele rezistoarelor din circuit;
 b) inversul rezistenței echivalente este egală cu suma rezistențelor rezistoarelor grupării;
 c) tensiunea electrică aplicată are aceeași valoare pentru oricare rezistor;
 d) tensiunea electrică aplicată rezistorului cu rezistența cea mai mare este mai mare decât tensiunea electrică aplicată rezistorului cu rezistența cea mai mică.

9. Prin scoaterea unui rezistor dintr-o grupare paralel de n rezistoare identice conectate la o sursă de tensiune, rezistența echivalentă și intensitatea curentului prin sursă se modifică astfel:

- a) rezistența echivalentă și intensitatea curentului scad;
 b) rezistența echivalentă și intensitatea curentului cresc;
 c) rezistența echivalentă crește și intensitatea curentului scade;
 d) rezistența echivalentă scade și intensitatea curentului crește.

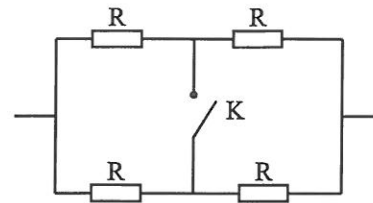
10. Rezistența electrică echivalentă a grupării de rezistoare din figura alăturată are valoarea:

- a) $\frac{6R}{11}$ b) $\frac{11R}{6}$
 c) $\frac{5R}{11}$ d) $\frac{11R}{3}$



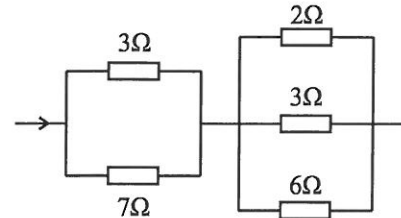
11. Când întrerupătorul K este deschis, rezistența electrică echivalentă a grupării din figura alăturată este R_e . Când întrerupătorul K este închis, rezistența echivalentă este R'_e . Raportul R_e / R'_e este:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

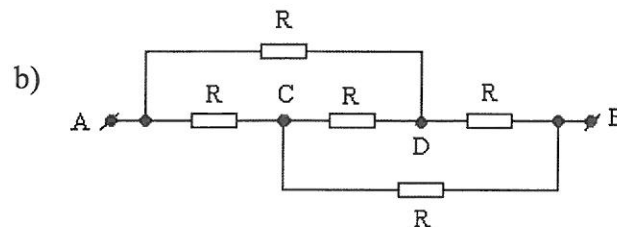
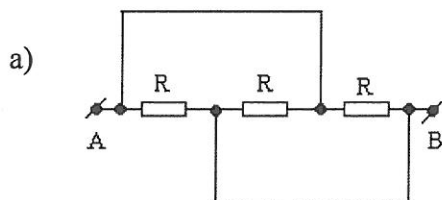


12. Se dă gruparea de rezistoare din figura alăturată. Intensitatea curentului electric prin rezistorul de 7Ω este de $0,6A$. Prin rezistorul de 2Ω intensitatea curentului este:

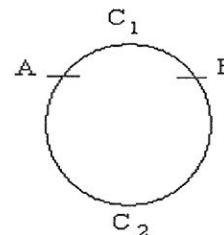
- a) $1A$ b) $2A$ c) $3A$ d) $1,27A$



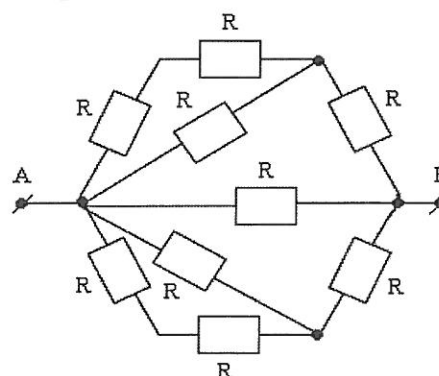
13. Să se calculeze rezistențele echivalente între punctele A și B, pentru următoarele circuite:



14. Un conductor omogen de forma unui cerc are rezistența electrică 8Ω . Punctele A și B împart conductorul în 2 arce: AC_1B și AC_2B ale căror lungimi se află în raportul $1/3$. Ce valoare are rezistența echivalentă între punctele A și B ?



15. Să se afle rezistența echivalentă pentru următorul circuit:



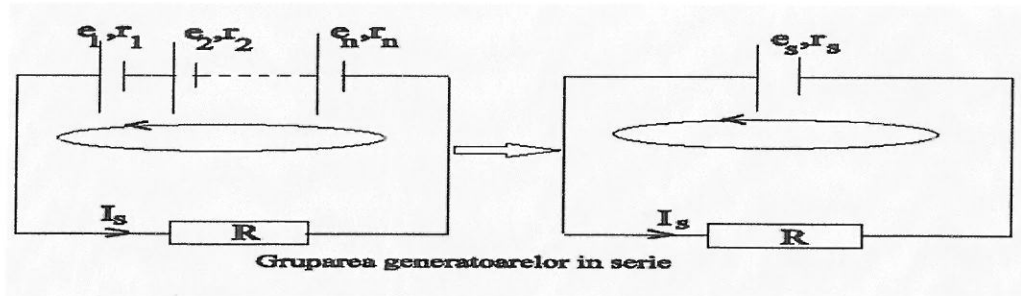
16. Se leagă în serie, respectiv paralel n rezistori identici. Raportul rezistențelor echivalente nu poate fi:

- a) 8 b) 64 c) 25 d) 625

2.3. Gruparea generatoarelor

În practica, pentru a obtine generatoare cu parametrii doriti, acestia se grupeaza: în serie, în paralel și mixt. Mai multe generatoare grupate formeaza o baterie.

Gruparea în serie a generatoarelor se realizeaza daca borna negativa a fiecarui generator se leaga cu borna pozitiva a generatorului urmator ca în figura.



Când se formeaza o baterie se pune problema de a gasi un generator echivalent care debiteaza printr-un rezistor conectat în circuitul bateriei același curent ca și bateria.

Fie o baterie formata din n generatoare caracterizate de tem și rezistente interne diferite: $e_1, r_1; e_2, r_2$ și e_n, r_n . Bateria poate fi înlocuita cu un singur generator care debiteaza pe rezistorul R intensitatea I_s . Aceasta intensitate se obtine aplicand legea a doua a lui Kirchhoff.

$$e_1 + e_2 + \dots + e_n = I_s \cdot R + I_s (r_1 + r_2 + \dots + r_n)$$

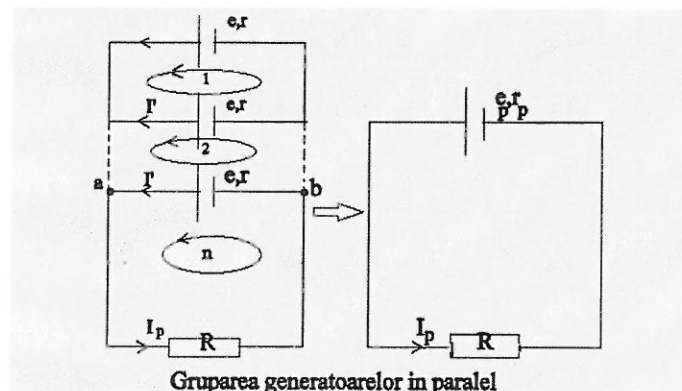
$$I_s = (e_1 + e_2 + \dots + e_n) / (R + r_1 + r_2 + \dots + r_n)$$

Generalizand pentru n generatoare identice:

$$I_s = n \cdot e / (R + nr)$$

Gruparea generatoarelor în serie este folosita în practica atunci când la bornele rezistorului este necesara o tensiune mare.

Gruparea în paralel a generatoarelor se realizeaza legand polul pozitiv al tuturor generatoarelor într-un nod a al circuitului și polul negativ într-un alt nod b al circuitului ca în figura.



În cazul grupării generatoarelor în paralel trebuie ca toate generatoarele care alcatuiesc bateria să aibă aceeași tensiune, altfel, iau naștere, în baterie, curenți locali care descarcă repede generatoarele cu tensiune mai mare.

Pentru a găsi expresia curentului de intensitate I_p ce străbate rezistorul R se aplică legea lui Kirchhoff.

$$I_p = I' + I' + \dots + I' = n \cdot I', \rightarrow I' = I_p/n$$

Pentru ochiul n :

$$e = I_p \cdot R + I_p \cdot r/n \Rightarrow I_p = e/(R + r/n)$$

Prin legarea surselor în paralel, bateria furnizează un curent de intensitate mai mare decât ar putea furniza o singură sursă.

FIȘA DE LUCRU

1. Stabiliți care afirmație *nu* este adevărată în cazul grupării generatoarelor electrice în serie:

- înseamnă conectarea bornei negative a unuia cu borna pozitivă a următorului generator;
- tensiunea electromotoare a grupării în serie este egală cu suma tensiunilor electromotoare ale generatoarelor legate;
- rezistența internă a grupării în serie este egală cu suma rezistențelor interne ale generatoarelor legate;
- este posibilă numai când generatoarele electrice sunt identice.

2. Intensitatea curentului electric printr-un rezistor R conectat la bornele unei grupări în paralel de n generatoare identice (aceleași E și r) este:

$$\text{a) } I = \frac{nE}{R + \frac{r}{n}} \quad \text{b) } I = \frac{E}{r + \frac{R}{n}} \quad \text{c) } I = \frac{nE}{R + nr} \quad \text{d) } I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

3. Grupând n generatoare identice (aceleași tensiune electromotoare E și rezistență internă r) în serie, obținem o singură sursă având tensiunea electromotoare echivalentă E_e și rezistența interioară echivalentă r_e date de expresiile:

$$\begin{array}{llll} \text{a) } E_e = nE & \text{b) } E_e = E & \text{c) } E_e = nE & \text{d) } E_e = nE \\ \\ \text{r}_e = \frac{r}{n} & \text{r}_e = nr & \text{r}_e = nr & \text{r}_e = r \end{array}$$

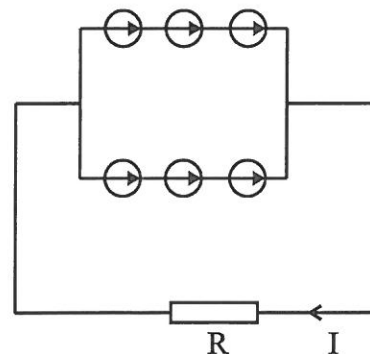
4. Patru surse identice, având fiecare $E = 6V$ și $r = 1\Omega$ sunt conectate în paralel. Caracteristicile generatorului echivalent care înlocuiește cele patru surse sunt:

- a) $E_e = 1,5V$ $r_e = 1\Omega$
 b) $E_e = 6V$ $r_e = 0,25\Omega$
 c) $E_e = 6V$ $r_e = 1\Omega$
 d) $E_e = 24V$ $r_e = 0,5\Omega$

5. Dispunem de 24 surse de curent continuu identice (E ; r). Formăm patru grupuri de câte 6 surse, grupate în serie, pe care le legăm în paralel. Parametrii sursei echivalente vor fi:

- a) $6E; \frac{3r}{2}$ b) $24E; \frac{2r}{3}$ c) $4E; \frac{r}{2}$ d) $4E; 2r$

6. Se dau 6 elemente având fiecare tensiunea electromotoare $E = 2V$ și rezistența interioară $r = 0,5\Omega$. Cele 6 elemente sunt grupate ca în figura alăturată și alimentează un rezistor cu rezistența $R = 15\Omega$. În acest caz, intensitatea curentului prin rezistorul R este:



- a) $0,52A$ b) $0,38A$
 c) $1,02A$ d) $0,26A$

7. Stabiliți care afirmație *nu* este adevărată în cazul grupării generatoarelor electrice în paralel:

- a) tensiunea electromotoare are aceeași valoare pentru oricare generator electric al grupării;
 b) inversul rezistenței interne a grupării este egală cu suma inverselor rezistențelor interne ale generatoarelor grupării;
 c) înseamnă legarea bornelor pozitive la un loc și a celor negative în alt loc;
 d) curentul de scurtcircuit este egal cu suma intensităților curenților de scurtcircuit ai generatoarelor conectate.

8. Intensitatea curentului electric printr-un rezistor R conectat la bornele unei grupări serie de n generatoare identice (aceleași E și r) este:

- a) $I = \frac{E}{R + nr}$ b) $I = \frac{nE}{R + r}$ c) $I = \frac{nE}{R + nr}$ d) $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$

9. Grupând n generatoare identice (aceleași tensiune electromotoare E și rezistență internă r) în

paralel, obținem o singură sursă având tensiunea electromotoare echivalentă E_e și rezistența interioară echivalentă r_e date de expresiile:

$$\text{a) } E_e = nE \quad \text{b) } E_e = E \quad \text{c) } E_e = nE \quad \text{d) } E_e = E$$

$$r_e = \frac{r}{n} \quad r_e = nr \quad r_e = r \quad r_e = \frac{r}{n}$$

10. Trei surse identice, având fiecare $E = 2V$ și $r = 0,5\Omega$ sunt conectate în serie. Caracteristicile generatorului echivalent care înlocuiește cele trei surse sunt:

$$\text{a) } E_e = 6V \quad r_e = 0,5\Omega$$

$$\text{b) } E_e = 3V \quad r_e = 1,5\Omega$$

$$\text{c) } E_e = 6V \quad r_e = 1,5\Omega$$

$$\text{d) } E_e = 12V \quad r_e = 3\Omega$$

11. Trei surse caracterizate de parametrii $(E; r)$, $\left(\frac{E}{2}; \frac{r}{2}\right)$ și $\left(\frac{E}{3}; \frac{r}{3}\right)$ sunt legate în serie.

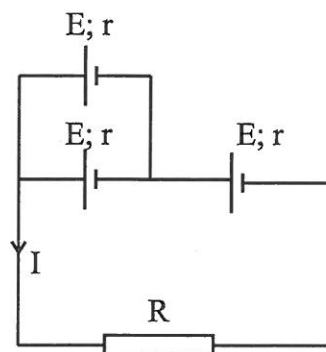
Gruparea este scurtcircuitată printr-un conductor de rezistență electrică neglijabilă. Intensitatea curentului de scurtcircuit a surse echivalente este:

$$\text{a) } \frac{E}{r} \quad \text{b) } \frac{2E}{r} \quad \text{c) } \frac{3E}{2r} \quad \text{d) } \frac{3E}{5r}$$

12. În circuitul electric reprezentat în figura alăturată, toate cele trei generatoare sunt identice (au aceeași E și r). Cunoscând valorile acestora, $E=10V$ și $r=1\Omega$, precum și intensitatea curentului electric care străbate rezistorul $I=2A$, rezistența electrică R a rezistorului are valoarea:

$$\text{a) } 3\Omega \quad \text{b) } 6\Omega$$

$$\text{c) } 8,5\Omega \quad \text{d) } 15\Omega$$



TEST DE EVALUARE

1. La bornele unui generator electric cu $E = 100 \text{ V}$, $r = 10 \Omega$ se leagă un consumator. Intensitatea curentului electric prin circuit este $I = 2 \text{ A}$. Care este valoarea rezistenței electrice a consumatorului ?

2. Precizați care dintre mărimile fizice de mai jos este mărime corespunzătoare unei unități de măsură fundamentale în S.I.:

- rezistența electrică
- tensiunea electrică
- sarcina electrică
- intensitatea curentului electric

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

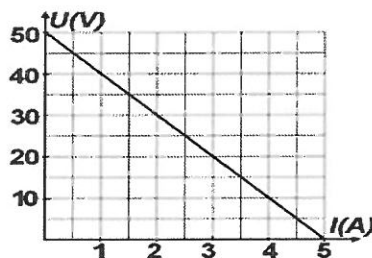
- a. 5200°C b. 6000°C c. 8200°C d. 8750°C

4. Un consumator conectat într-un circuit electric are rezistența electrică R și este parcurs de un curent având intensitatea I . Tensiunea electrică aplicată la bornele consumatorului are expresia:

- a) $U = R I^2$ b) $U = R^2 I$ c) $U = R^2 I^2$ d) $U = R I$

5. 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:

- a. tensiunea electromotoare a sursei;
- b. intensitatea curentului debitat de sursă pe un circuit exterior de rezistență nulă;
- c. valoarea rezistenței interne a sursei;
- d. 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 30 V .



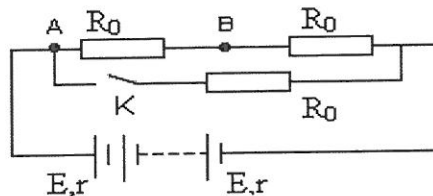
6. Un consumator cu rezistența electrică R este alimentat la o baterie formată din n generatoare electrice, având fiecare tensiunea electromotoare E și rezistența internă r , conectate în serie. Intensitatea curentului electric prin consumator este:

- a. $I = \frac{nE}{R+r}$ b) $I = \frac{E}{R+r}$ c) $I = \frac{nE}{R+nr}$ d) $I = \frac{E}{R+r/n}$

7. Unitate de măsură fundamentală în S.I. este:

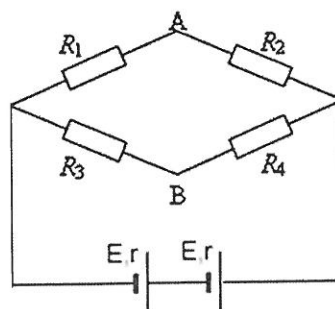
- a. amperul b. voltul c. coulombul d. ohmul

8. O baterie are tensiunea electromotoare $E = 100 \text{ V}$ și rezistența internă $r = 1 \Omega$. Este legată la bornele unui rezistor având rezistența $R = 9 \Omega$. La bornele rezistorului se conectează un voltmetru. Tensiunea electrică indicată de voltmetru este:
 a. 90 V b. 95 V c. 99 V d. 100 V
9. Dacă tensiunea la capetele unui rezistor este de $4,5 \text{ V}$, iar rezistența electrică a acestuia de $5 \text{ k}\Omega$, intensitatea curentului electric care îl străbate are valoarea de:
 a. $0,9 \text{ mA}$ b. $22,5 \text{ mA}$ c. $0,9 \text{ A}$ d. $22,5 \text{ A}$
10. Numărul de electroni care trec, în fiecare secundă, prin secțiunea transversală a unui conductor străbătut de un curent electric a cărui intensitate are valoarea $I = 32 \text{ mA}$, este:
 a. $2 \cdot 10^{17}$ b. $5 \cdot 10^{17}$ c. $2 \cdot 10^{18}$ d. $5 \cdot 10^{18}$
11. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin relația $\frac{US}{\rho l}$ este:
 a. V b. Ω c. $\Omega \cdot \text{m}$ d. A
12. Se realizează o grupare paralel de 3 rezistori identici având, fiecare, rezistența electrică $R = 12 \Omega$. Rezistența echivalentă va fi:
 a. $0,25 \Omega$ b. 4Ω c. 12Ω d. 36Ω
13. O baterie este formată din $N = 10$ surse identice legate în paralel, caracterizate de t.e.m. $E = 12 \text{ V}$ și rezistența internă $r = 1 \Omega$. Bateria se leagă la bornele unui consumator de rezistență $R = 1,9 \Omega$. Intensitatea curentului prin acesta este:
 a. $1,2 \text{ A}$ b. 6 A c. 10 A d. 12 A
14. Un număr $N = 10$ generatoare identice cu tensiunea electromotoare $E = 2,4 \text{ V}$ și $r = 0,4 \Omega$ se leagă în serie la bornele unui circuit ca în figura de mai jos.



- Rezistorul are rezistența electrică $R_0 = 6 \Omega$ și este confecționat dintr-un fir metallic cu lungimea de $0,5 \text{ m}$ și aria secțiunii transversale $S = 1 \text{ mm}^2$. 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;
 - intensitatea curentului electric prin circuit când comutatorul K este închis.

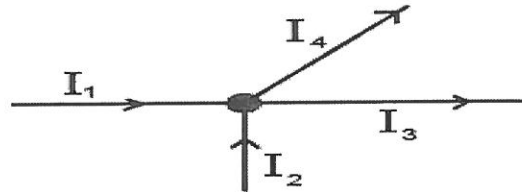
15. Se consideră circuitul din figura alăturată. Cele două surse sunt identice, având fiecare $E = 2 \text{ V}$ și $r = 1 \Omega$. Rezistențele au valorile $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = R_3 = 3 \Omega$. Determinați intensitatea curentului prin surse dacă $R_4 = 2 \Omega$.



2.4. LEGILE LUI KIRCHHOFF

Prima lege a lui Kirchhoff

În tehnica modernă se utilizează circuite electrice mult mai complicate, cu multe ramificații, numite rețele electrice, ce au următoarele elemente: nodurile-reprezintă puncte din rețea în care se întâlnesc cel puțin trei curenți electrici; ramurile-de rețea sunt porțiuni din rețeaua electrică cuprinse între două noduri succesive; ochiurile-de rețea sunt contururi poligonale închise, formate dintr-o succesiune de rezistori și surse.



Prima lege a lui Kirchhoff este o expresie a conservării sarcinii electrice într-un nod al unei rețele electrice. Este evident că sarcina electrică totală ce pătrunde într-un nod de rețea trebuie să fie egală cu sarcina electrică ce părăsește acel nod:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$$

Mișcarea sarcinilor electrice efectuându-se în același timp, se poate scrie:

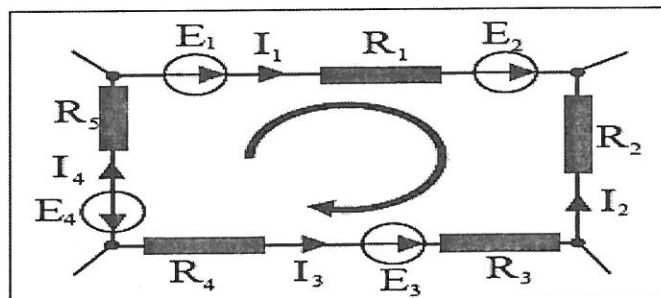
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \Rightarrow I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0 \quad \text{sau} \quad \sum I_k = 0$$

Suma algebrică a intensităților curenților electrici care se întâlnesc într-un nod de rețea este egală cu zero.

A doua lege a lui Kirchhoff

Suma algebrică a tensiunilor electromotoare dintr-un ochi de rețea, este egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune pe rezistorii din acel ochi de rețea

$$\sum E_k = \sum R_k I_k$$



Pentru scrierea ecuației se alege un sens de referință și se consideră pozitive tensiunile care au același sens cu cel de referință, la fel și pentru intensitățile curenților:

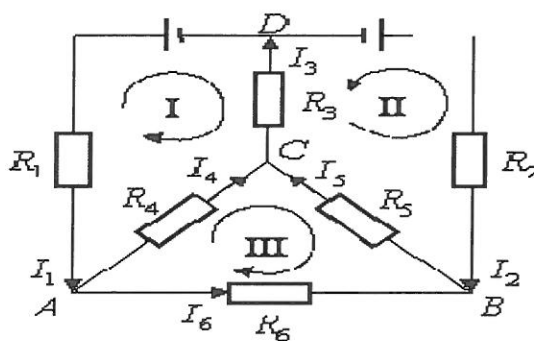
$$E_1 + E_2 - E_3 - E_4 = R_1 I_1 - R_2 I_2 - R_3 I_3 - R_4 I_4 + R_5 I_5$$

Se stabilește mai întâi un sens pozitiv de parcurs a laturilor ochiului.

Regula semnelor este:

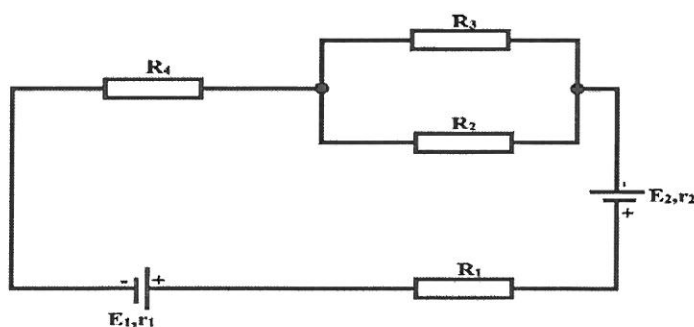
- pentru tensiunea electromotoare \mathcal{E}_i se ia semnul **(+)** dacă sensul curentului debitat de sursa respectivă (în cazul în care ar fi singura din circuit) coincide cu sensul pozitiv ales, iar semnul **(-)** se va lua în caz contrar;

- pentru produsul $I_i R_i$ (caderea de tensiune pe rezistorul "i") se ia semnul **(+)** dacă curentul I_i are același sens cu sensul pozitiv ales, iar semnul **(-)** se va lua în caz contrar.

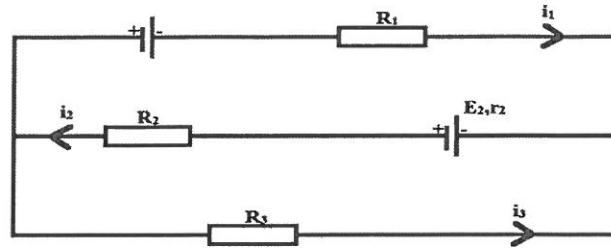


FIȘA DE LUCRU

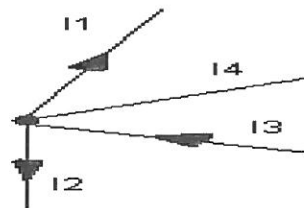
1. Aplică legile lui Kirchhoff rețelei din figura următoare pentru a afla intensitatea curentului prin fiecare ramură și calculează rezistența echivalentă a grupării de rezistoare. Pentru această rețea se cunosc $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, $E_1 = 4,5\text{ V}$, $E_2 = 1,5\text{ V}$, $r_1 = 2\Omega$, $r_2 = 1\Omega$.



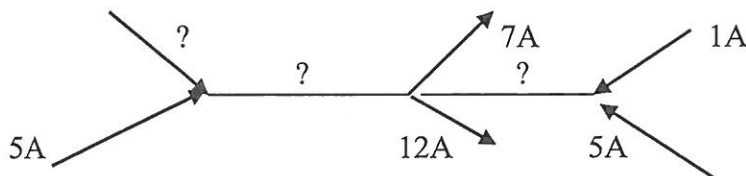
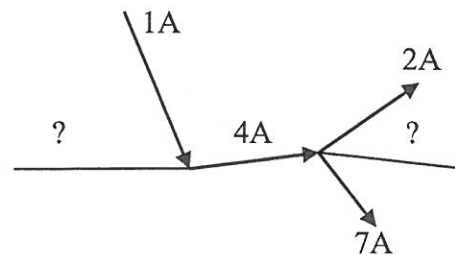
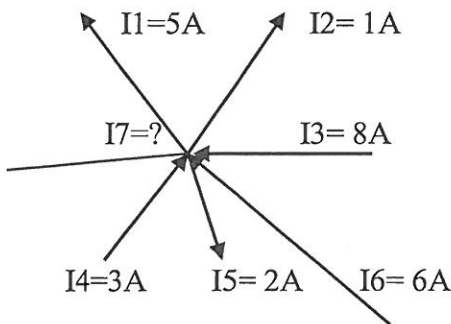
2. Pentru rețeaua electrică din figura următoare se cunosc: $E_1 = 6V$, $E_2 = 15V$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $r_2 = 3\Omega$. Calculează intensitățile curentilor prin fiecare ramură.



3. Din nodul „A” al unei rețele de curent continuu se ramifica patru conductoare, Știind ca $I_1=1A$, $I_2=2A$, și $I_3=5A$ să se determine curentul I_4 .

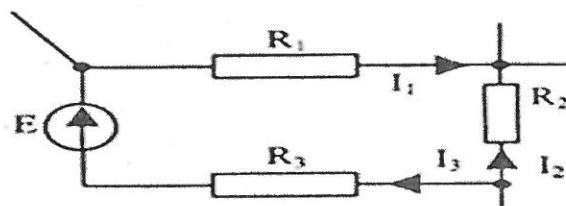


4. Pentru nodurile multiple din figurile următoare calculați curentii necunoscuți :

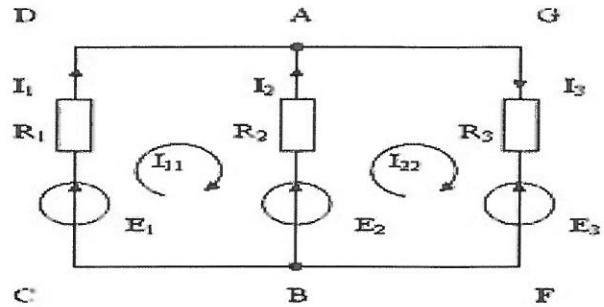
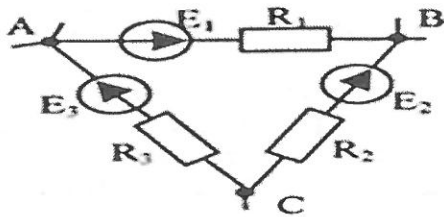


5. În ochiul de rețea din figura alăturată se dau:

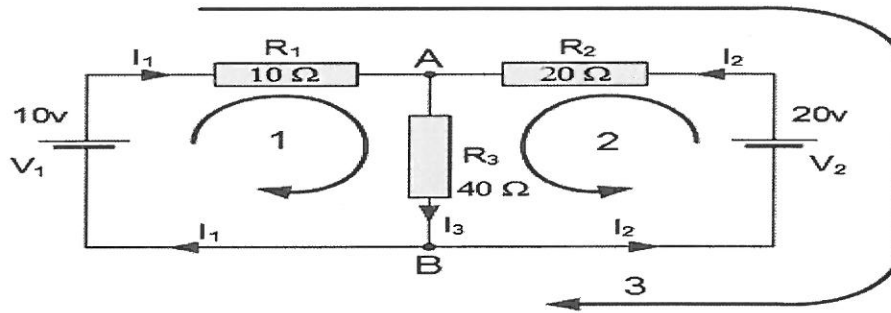
$R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 2,2 k\Omega$, $R_3 = 100 \Omega$ și curenții prin fiecare rezistență $I_1 = 500mA$, $I_2 = 100mA$, $I_3 = 1A$. Se cere tensiunea electromotoare E .



6. Aplicați Teorema a doua a lui Kirchoff pentru rețelele alăturate și scrieți ecuațiile obținute :



7. Pentru rețeaua electrică din figura următoare să se calculeze intensitățile curenților prin fiecare ramură.



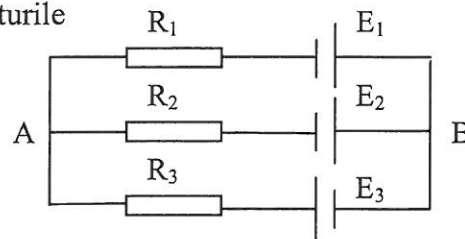
8. Pentru circuitul din figură se cunosc : $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 1 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$, $I_1 = 2 \text{ A}$, $I_3 = 1,5 \text{ A}$ rezistența interioară r_2 este neglijabilă .

Calculați : a) tensiunea pe R_1 ; b) intensitatea curentului prin R_4 ; c) tensiunea între noduri ; d) tensiunea electromotoare E_2 .



R : a) $U_1 = I_1 R_1 = 2 \text{ V}$; b) $I_2 = I_1 - I_3 = 0,5 \text{ A}$; c) $U_3 = I_3 R_3 = 1,5 \text{ V}$; d) $E_2 = I_3 R_3 - I_2 R_4 = -1 \text{ V}$

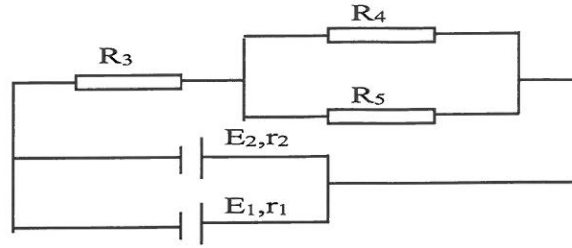
9. În circuitul reprezentat în figură se cunosc : $R_1 = R_3 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $E_1 = 4 \text{ V}$, $E_2 = 3 \text{ V}$, $E_3 = 2 \text{ V}$ Să se determine intensitățile curenților din laturile circuitului , folosind legile lui Kirchhoff .



R : $I_1 = 1,3 \text{ A}$; $I_2 = 0,4 \text{ A}$; $I_3 = 1,7 \text{ A}$

10. Pentru circuitul din figură se cunosc : $E_1 = 40 \text{ V}$, $E_2 = 20 \text{ V}$, $r_1 = r_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 1 \Omega$, $R_4 = 6 \Omega$, $R_5 = 3 \Omega$. Calculați : a) intensitatea prin fiecare

ramură ; b) tensiunea la bornele circuitului exterior ;

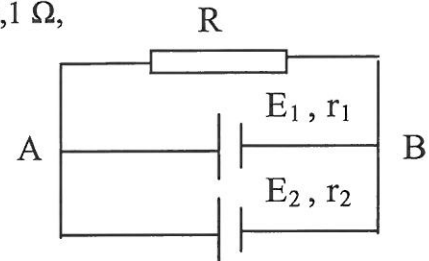


R : a) $I_1 = 5,5 \text{ A}$, $I_2 = 0,5 \text{ A}$, $I_3 = 6 \text{ A}$, $I_4 = 2 \text{ A}$, $I_5 = 4 \text{ A}$; b) $U = I_3 [R_3 + R_4 R_5 / (R_4 + R_5)] = 18 \text{ V}$

11. Pentru circuitul din figură calculați rezistența rezistorului R , astfel încât să fie parcurs de intensitatea $I = 1,2 \text{ A}$. Se cunosc : $E_1 = 2 \text{ V}$, $E_2 = 2 \text{ V}$, $r_1 = 0,1 \Omega$,

$r_2 = 0,2 \Omega$.

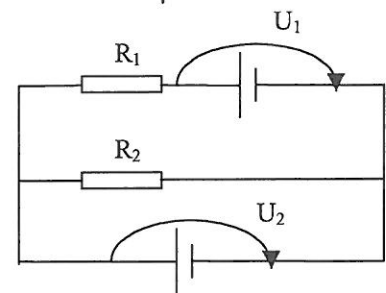
R : $R = (E_1 / r_1 + E_2 / r_2 - I) / (I / r_1 + I / r_2) = 1,6 \Omega$



12. Cele două surse din circuit sunt identice .

Se cunosc : $U_1 = 9,5 \text{ V}$, $U_2 = 9 \text{ V}$, $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$. Calculați tensiunea electromotoare E și rezistența interioară r ale generatoarelor .

R : $I = I_1 + I_2$; $E = I_1 (R_1 + r) + IR$; $E = I_2 r + IR$; $U_1 = E - I_1 r$; $U_2 = E - I_2 r$; $r = 1 \Omega$, $E = 10 \text{ V}$



13. Intr-un circuit ca cel reprezentat în figură se cunosc :

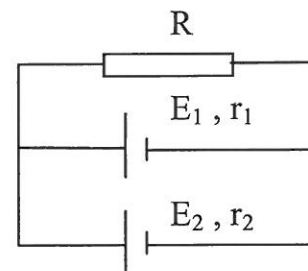
$E_1 = 4,5 \text{ V}$, $E_2 = 9 \text{ V}$, $r_1 = 0,5 \Omega$, $r_2 = 1 \Omega$.

Calculați :

a) intensitatea I prin consumator , dacă tensiunea

la bornele surselor este $U = 4 \text{ V}$;

b) tensiunea U dacă intensitatea prin consumator ar fi $I' = 9 \text{ A}$.



R : a) $I = I_1 + I_2$; $E_1 = I_1 r_1 + IR$; $E_2 = I_2 r_2 + IR$; $U = E_1 - I_1 r_1$; $U = E_2 - I_2 r_2$; $\rightarrow I = 6 \text{ A}$;

b) $I' = I'_1 + I'_2$; $U = E_1 - I'_1 r_1$; $U = E_2 - I'_2 r_2$; $\rightarrow U = 3 \text{ V}$

TEMA 3

ENERGIA ȘI PUTEREA ELECTRICA

TRANSFER OPTIM DE PUTERE . RANDAMENT

Energia curentului electric:

* circuitul exterior :

$$W_{\text{ext}} = U I t = R I^2 t = (U^2 / R) t$$

$$Q = R I^2 t = (U^2 / R) t \quad \text{-legea lui Joule}$$

* circuitul interior :

$$W_{\text{int}} = u I t = r I^2 t = (u^2 / r) t$$

* circuitul întreg :

$$W = E I t = (R + r) I^2 t = [E^2 / (R + r)] t$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Puterea curentului electric:

* circuitul exterior :

$$P_{\text{ext}} = U I = R I^2 = U^2 / R$$

* circuitul interior :

$$P_{\text{int}} = u I = r I^2 = u^2 / r$$

* circuitul întreg :

$$P = E I = (R + r) I^2 = E^2 / (R + r)$$

Transferul maxim de putere se face când rezistența circuitului exterior este egală cu rezistența internă a sursei

$$R = r ; P_{\text{max}} = E^2 / 4r$$

Randamentul circuitului electric:

$$\eta = W_{\text{ext}} / W ; \eta = R / (R + r)$$

FIȘA DE LUCRU

1. Printr-un rezistor cu rezistența electrică $R = 5\Omega$ trece un curent electric $I = 3A$ timp de 3 minute. Căldura degajată prin efect Joule este:

- a) 8,1KJ b) 81KJ c) 810J d) 2,7KJ

2. Un generator electric alimentează timp de 1h un circuit electric care consumă o energie electrică totală de 144KJ. Dacă t.e.m. este $E = 10V$, intensitatea curentului electric are valoarea:

- a) 2A b) 0,2A c) 4A d) 0,4A

3. Tensiunea aplicată la capetele unui consumator cu rezistența $R = 400\Omega$ și puterea electrică $P = 81W$ este:

- a) 18V b) 1,8V c) 180V d) 36V

4. Rezistența interioară a unui generator electric, dacă se știe că puterea dezvoltată în circuitul exterior este aceeași la două valori ale rezistenței circuitului exterior $R_1 = 4\Omega$ și $R_2 = 9\Omega$, este:

- a) 2 Ω b) 5 Ω c) 6 Ω d) 1 Ω

5. Un generator electric debitează în circuitul exterior puterea $P_1 = 5W$ la un curent $I_1 = 1A$, iar la un curent $I_2 = 2A$, puterea $P_2 = 6W$. Tensiunea electromotoare și rezistența interioară a generatorului au valorile:

- a) 7V; 3 Ω b) 10V; 1 Ω c) 6V; 2 Ω d) 7V; 2 Ω

6. Două surse de tensiune continuă, cu rezistențele interne $r_1 = 2\Omega$ și $r_2 = 0,5\Omega$ transferă aceeași putere maximă circuitului exterior, fie că sunt legate în serie, fie că sunt legate în paralel. Cunoscând $E_2 = 6V$, atunci E_1 este:

- a) 10V b) 12V c) 6V d) 3V

7. O baterie de curent continuu, lucrează cu randamentul η_1 . O altă baterie de curent continuu lucrează (separat) pe aceeași sarcină cu randamentul η_2 . Randamentul în cazul în care cele două baterii, legate în serie, debitează pe aceeași sarcină, este:

- a) $\eta_1 + \eta_2$ b) $\frac{\eta_1\eta_2}{\eta_1 + \eta_2}$ c) $\sqrt{\eta_1\eta_2}$ d) $\frac{\eta_1\eta_2}{\eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2}$

8. Un fier de călcat cu rezistența $R = 100\Omega$ este alimentat cu tensiunea $U = 200V$ un timp $\Delta t = 10 \text{ min}$. Energia consumată în acest timp are valoarea:

- a) 24KJ b) 240KJ c) 120KJ d) 12KJ

9. Un consumator electric cu puterea $P = 200W$ este traversat de un curent $I = 2A$. Rezistența consumatorului electric are valoarea:

- a) 10 Ω b) 50 Ω c) 5 Ω d) 100 Ω

10. O baterie având t.e.m. $E = 130V$, alimentează un rezistor cu rezistența $R = 25\Omega$. Puterea electrică disipată în rezistor fiind $P = 625W$, rezistența interioară a bateriei este:

- a) 5Ω b) 1Ω c) 2Ω d) 3Ω

11. Conectând pe rând la aceeași sursă electrică două reșouri de rezistențe $R_1 = 200\Omega$ și $R_2 = 800\Omega$ se dezvoltă aceeași putere $P = 800W$. Curentul de scurtcircuit al acestei surse electrice are valoarea:

- a) $1A$ b) $1,5A$ c) $2A$ d) $3A$

12. O sursă cu tensiunea electromotoare $E = 12$ și rezistența internă r , alimentează un reostat. Când puterea debitată în circuitul exterior este maximă $P_{max} = 6W$, rezistența reostatului este:

- a) 24Ω b) 12Ω c) 10Ω d) 6Ω

13. Randamentul unui circuit electric simplu este de 80%. Raportul $K = \frac{R}{r}$ are valoarea:

- a) 2 b) 3 c) 4 d) 5

14. Prin înlocuirea rezistorului $R_1 = 6\Omega$ cu rezistorul $R_2 = 21\Omega$, randamentul circuitului se mărește de două ori. Rezistența interioară a bateriei este:

- a) 7Ω b) 3Ω c) 14Ω d) 8Ω

15. Pentru confecționarea rezistenței unei plite electrice, cu puterea de 600 W ce funcționează la 120 V se folosește sârmă de crom-nichel cu diametrul de 0,75 mm. Câți metri de sârmă ne sunt necesari pentru confecționarea rezistenței respective? $\rho = 11,196 \cdot 10^{-7} \Omega m$.

$$R: l = \pi U^2 d^2 / 4 \rho P = 9,43 \text{ m}$$

16. Un element galvanic cu rezistența internă $r = 0,2 \Omega$, alimentează un rezistor confecționat dintr-un fir de cupru ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$) cu lungimea $l = 314 \text{ m}$ și diametrul $d = 1 \text{ mm}$.

Să se determine :

- a) t.e.m.a elementului dacă intensitatea curentului debitat este $I = 1 \text{ A}$;
b) tensiunea la bornele elementului galvanic ; c) cantitatea de căldură disipată în circuitul exterior în timpul $t = 20 \text{ minute}$

$$R: \text{ a) } E = I (4 \rho l / \pi d^2 + r) = 7 \text{ V } ; \text{ b) } U = E - I r = 6,8 \text{ V } ; \text{ c) } Q = U I t = 8,16 \text{ kJ}$$

17. La rețeaua de 220 V se leagă în paralel un reșou de 500 W și o pernă electrică de 60 W. Să se calculeze :

- a) intensitatea curentului electric prin ramura principală ;
b) rezistența electrică a fiecărui consumator .

$$R: \text{ a) } I = (P_1 + P_2) / U = 2,55 \text{ A} ; \text{ b) } R_1 = U^2 / P_1 = 96,8 \Omega, R_2 = U^2 / P_2 = 806 \Omega$$

18. Un bec electric cu puterea $P = 60 \text{ W}$, este alimentat la rețeaua de curent continuu printr-un fir cu rezistența $R_C = 16 \Omega$. Circuitul este străbătut de un curent cu intensitatea $I = 1 \text{ A}$. Să se determine:

- tensiunea la bornele becului;
- căderea de tensiune pe fir;
- rezistența filamentului becului;
- energia consumată de la rețea în timpul $t = 2\text{h}$ de întregul circuit.

R: a) $U_b = P / I = 60 \text{ V}$; b) $U_C = R_C I = 16 \text{ V}$; c) $R_b = U_b / I = 60 \Omega$; d) $W = (R_b + R_C) I^2 t = 547,2 \text{ kJ}$

19. Patru reșouri de câte 100 W fiecare sunt legate în toate combinațiile posibile seri și paralel. Fiecare circuit astfel format este conectat la tensiunea de 100 V . Ce putere va disipa fiecare sistem de reșouri în parte ?

R: $R_b = U^2 / P_1 = 100 \Omega$; $P = U^2 / R_e \rightarrow 25 \text{ W}; 400 \text{ W}; 100 \text{ W}; 40 \text{ W}; 75 \text{ W}; 60 \text{ W}; \text{etc.}$

20. Două rezistoare conectate în serie la tensiunea $U = 12 \text{ V}$, consumă puterea $P_1 = 14,4 \text{ W}$. Conectat în paralel la aceeași tensiune, rezistoarele consumă puterea $P_2 = 60 \text{ W}$. Calculați valorile rezistențelor R_1 și R_2 .

R: $R_1 + R_2 = 10 \Omega$; $R_1 R_2 / (R_1 + R_2) = 2,4 \Omega$; $R_1 = 6 \Omega$; $R_2 = 4 \Omega$

21. Rezistența unui bec electric cu filament pe soclul căruia este scris: $220 \text{ V} - 100 \text{ W}$ este de 11 ori mai mică la rece, decât în stare de incandescență.

- Să se afle rezistența la rece;
- Să se afle valoarea coeficientului de temperatură, dacă temperatura de încălzire a filamentului este de 2350°C .

R: a) $R_0 = U_2 / 11 P = 44 \Omega$; b) $\alpha = (R - R_0) / R_0 t = 4,25 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$

22. Un voltmetru legat la bornele unei baterii de acumulatori indică 220 V când bateria nu furnizează curent și 120 V când bateria furnizează un curent de 60 A într-un rezistor cu rezistența R . Să se determine:

- t.e.m. a bateriei;
- rezistența R ;
- rezistența internă a bateriei;
- puterea disipată pe rezistența R ;
- căldura disipată pe rezistență în 12 minute.

R: a) $U = E = 220 \text{ V}$; b) $R = U / I = 2 \Omega$; c) $r = (E - U) / I = 1,66 \Omega$; d) $P = R I^2 = 7200 \text{ W}$;

e) $Q = P t = 5184 \text{ kJ}$

23. Cum trebuie cuplate două surse cu tensiunile electromotoare $E_1 = 4 \text{ V}$, respectiv $E_2 = 2 \text{ V}$ și rezistențele interne $r_1 = r_2 = 0,4 \Omega$ pentru a disipa cea mai mare putere pe un rezistor cu rezistența $R = 1 \Omega$. Cât este valoarea acestei puteri?

$$R : P_S = R (E_1 + E_2)^2 / (R + 2r)^2 = 11,11 \text{ W}; E_P = (E_1 / r_1 + E_2 / r_2) / (1 / r_1 + 1 / r_2) = 3 \text{ V};$$

$$P_P = 4 R E_P^2 / (2R + r) = 6,25 \text{ W}; P_S > P_P$$

24. O baterie are t.e.m. $E = 30 \text{ V}$ și alimentează un circuit format dintr-un rezistor. Tensiunea la bornele bateriei este $U_b = 28 \text{ V}$, iar puterea consumată de rezistor $P = 10 \text{ W}$. Să se determine:

a) intensitatea curentului din circuit;

b) rezistența internă a bateriei;

c) timpul în care prin circuit trece o cantitate de electricitate $Q = 144 \text{ C}$;

d) lungimea firului din care este confecționat rezistorul dacă secțiunea lui este $S = 0,034 \text{ mm}^2$ și rezistivitatea $\rho = 1,7 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$;

e) energia consumată în rezistor în $t = 20$ minute.

$$R : a) I = P / U_b = 0,357 \text{ A}; b) r = (E - U_b) / I = 5,6 \Omega; c) t = Q / I = 403 \text{ s}; d) l = U_b^2 S / P \rho = 15,68 \text{ m}; e) W = P t = 12 \text{ kJ}$$

25. O baterie de 5 acumulatori legate în serie având fiecare t.e.m. e și rezistența internă r , se leagă în serie cu o rezistență exterioară R formată dintr-un fir de lungime $l = 8 \text{ m}$, secțiune $S = 1 \text{ mm}^2$ și rezistivitate $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$. Prin fir circulă un curent $I_1 = 1,8 \text{ A}$. Dacă se scurtcircuitază bornele bateriei curentul crește la valoarea $I_2 = 10 \text{ A}$. Să se afle:

a) rezistența exterioară R ;

b) tensiunea la capetele rezistorului R ;

c) cantitatea de căldură degajată prin rezistorul R ;

d) rezistența internă a unui acumulator;

e) t.e.m. a unui acumulator.

$$R : a) R = \rho l / S = 3,2 \Omega; b) U = R I_1 = 5,76 \text{ V}; c) Q = R I_1^2 t = 622 \text{ J}; d) r = I_1 R / n (I_2 - I_1) = 0,14 \Omega; e) e = I_2 r = 1,4 \text{ V}$$

26. Un generator electric produce printr-o rezistență de 9Ω o putere electrică. Ce rezistență interioară are generatorul, dacă el produce aceeași putere printr-o rezistență de 16Ω ?

$$R : r = \sqrt{R_1 R_2} = 12 \Omega$$

27. Un încălzitor electric are două rezistoare . Timpul de fierbere a cantității de apă din încălzitor este t_1 respectiv t_2 , după cum se conectează numai primul rezistor sau numai al doilea rezistor . Să se calculeze timpul de fierbere al apei, dacă se conectează ambele rezistoare : a) serie ; b) paralel.

R : a) $t_s = t_1 + t_2$; b) $t_p = t_1 t_2 / (t_1 + t_2)$

28. Un bec și un reostat sunt legate în serie și formează astfel un circuit electric. Tensiunea la bornele becului este de 60 V , iar rezistența reostatului este de 20 Ω . Becul și reostatul consumă împreună 200 W.

a) Care este intensitatea curentului în circuit ?

b) Ce energie consumă becul într-o oră ?

c) Care este temperatura filamentului în becul electric, dacă rezistența la 0°C este 2,5 Ω , iar coeficientul de temperatură a filamentului este de $5 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$?

R: a) $R_2 I^2 + U_1 I - P = 0$; $I = 2 \text{ A}$; b) $W_1 = 432 \cdot 10^3 \text{ J}$; c) $\theta = (U_1 - R_0 I) / \alpha R_0 I = 2200^\circ\text{C}$

29. Două rezistoare cu rezistențele R_1 , respectiv R_2 sunt legate în paralel și alimentate la o sursă sub tensiunea de 110 V . Energia electrică disipată sub formă de căldură de cele două rezistoare este de $55 \cdot 10^3 \text{ J}$, în 100 s . Știind că 1/5 din căldură se disipă în rezistența R_1 , iar 4/5 în R_2 să se calculeze:

a) intensitatea curentului electric în ramura principală;

b) rezistența echivalentă a ansamblului celor două rezistoare;

c) rezistențele R_1 și R_2 ;

d) intensitatea curentului prin fiecare rezistor.

R: a) $I = W / U t = 5 \text{ A}$; b) $R = U / I = 22 \Omega$; c) $R_1 = 5 U^2 t / W = 110 \Omega$, $R_2 = 5 U^2 t / 4 W = 27,5 \Omega$; d) $I_1 = W / 5 U t = 1 \text{ A}$, $I_2 = 4 W / 5 U t = 4 \text{ A}$.

30. Un generator electric având $E = 12 \text{ V}$ și $r = 1 \Omega$, furnizează circuitului exterior puterea $P = 20 \text{ W}$. Calculați:

a) tensiunea la bornele sursei ;

b) rezistența circuitului exterior corespunzătoare acestei tensiuni.

R: a) $PR^2 + (2 Pr - E^2) R + Pr^2 = 0$; $R_1 = 5 \Omega$; $R_2 = 0,2 \Omega$; b) $U_1 = \sqrt{PR_1} = 10 \text{ V}$, $U_2 = \sqrt{PR_2} = 2 \text{ V}$

31. Un rezistor care are rezistența $R_1 = 2 \Omega$, este conectat la bornele unei surse de curent continuu și este străbătut de un curent $I_1 = 0,64 \text{ A}$. Dacă se înlocuiește rezistorul cu un altul care are rezistența $R_2 = 6 \Omega$, intensitatea curentului devine $I_2 = 0,24 \text{ A}$. Să se determine:

a) t.e.m. și rezistența internă a sursei ;

b) intensitatea curentului prin sursă la legarea la bornele ei a celor două rezistoare în paralel;

c) câți kwh se consumă în timp de 10 ore în fiecare rezistor în condițiile punctului precedent ?

R: a) $r = (I_2 R_2 - I_1 R_1) / (I_1 - I_2) = 0,4 \Omega$, $E = I_1 (R_1 + r) = 1,536 \text{ V}$; b) $I_P = E / [R_1 R_2 / (R_1 + R_2) + r] = 0,808 \text{ A}$; c) $I'_1 = I_P / (R_1 / R_2 + 1)$, $I'_2 = I_P - I'_1$, $W_1 = R_1 I'^2_1 t = 7,33 \text{ wh}$; $W_2 = R_2 I'^2_2 t = 2,44 \text{ wh}$

32. Dacă se conectează un rezistor la un generator cu t.e.m. E_1 , randamentul transferului de putere este $\eta_1 = 0,75$. Conectând același rezistor la o sursă cu t.e.m. E_2 , randamentul transferului de putere este $\eta_2 = 0,6$. Care va fi randamentul dacă se conectează cele două surse în serie cu același rezistor ?

R: $\eta = 1 / (1 / \eta_1 + 1 / \eta_2 - 1) = 50\%$

33. Să se demonstreze că o sursă cu t.e.m. E și rezistența interioară r transmite putere maximă P_{\max} în circuitul exterior când rezistența R a circuitului exterior este egală cu rezistența interioară a sursei $R = r$. Să se calculeze randamentul transmisiei.

R: $\eta = R / (R + r) = 50\%$

34. O sursă disipă în circuitul exterior aceeași putere $P = 80 \text{ W}$ când la borne este legat un rezistor cu rezistența $R_1 = 5 \Omega$, sau un rezistor cu rezistența $R_2 = 20 \Omega$. Să se determine:

a) rezistența interioară r și t.e.m. E ale sursei;

b) randamentul transferului de putere cu care funcționează sursa pentru R_1 , R_2 și în ce caz și cu ce randament ar furniza sursa puterea maximă.

R: a) $r = \sqrt{R_1 R_2} = 10 \Omega$, $E = [P (R_1 + r)^2 / R_1]^{1/2} = 60 \text{ V}$; b) $\eta_1 = R_1 / (R_1 + r) = 33,3\%$;

$\eta_2 = R_2 / (R_2 + r) = 66,6\%$; $R = r$; $\eta = 0,5$

35. La bornele unui acumulator cu t.e.m. $E = 26 \text{ V}$ și rezistența interioară $r = 1 \Omega$ se leagă un rezistor cu rezistența R . Știind valoarea intensității curentului din circuit $I = 2 \text{ A}$ se cer:

a) rezistența electrică a rezistorului;

b) căderea de tensiune pe rezistor;

c) energia (în kWh) disipată în rezistor în timpul $t = 5 \text{ h}$;

d) valoarea rezistenței rezistorului pentru care puterea disipată în acesta este maximă.

36. Două rezistoare cu rezistențele R_1 , respectiv R_2 , sunt legate în paralel și alimentate de la o sursă de curent continuu, sub tensiunea $U = 110 \text{ V}$. Cantitatea de căldură dezvoltată în cele două rezistoare este $Q = 55 \text{ KJ}$ în timpul $t = 100 \text{ s}$. Știind că $f = 1/5$ din această căldură se degajă în rezistorul R_1 , iar restul în R_2 , se cere:

a) intensitatea curentului electric prin ramura principală;

- b) rezistența echivalentă ansamblului celor două rezistoare;
- c) valorile rezistențelor R_1 și R_2 ;
- d) intensitatea curentului prin rezistorul R_1 , respectiv R_2 .

37. O sursă electrică lucrează cu un randament $\eta_1 = 80\%$ atunci când are conectat la borne rezistorul de rezistență $R_1 = 40 \Omega$. Să se afle:

- a) rezistența internă a sursei;
- b) randamentul cu care ar lucra sursa dacă la borne s-ar conecta rezistorul de rezistență $R_2 = 400 \Omega$;
- c) raportul puterilor debitate de sursă în cele două cazuri;
- d) ce valoare ar trebui să aibă rezistența rezistorului conectat la sursă astfel încât randamentul să fie 50%.

38. O baterie este compusă din $n=3$ elemente, legate în serie, fiecare având $E=4V$ și $r=3 \Omega$.

- a) cât este puterea maximă disipată în circuitul exterior?
- b) cât ar fi puterea maximă, dacă elementele s-ar lega în paralel?
- c) ce valoare ar avea rezistența unui rezistor astfel încât să nu conteze modul în care sunt legate cele trei elemente (toate în serie, respectiv în paralel)?
- d) cât este randamentul bateriei în condițiile punctului c?

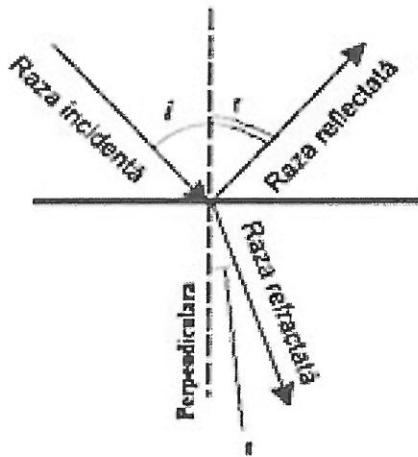
TEMA 4

FENOMENE OPTICE. REFLEXIA ȘI REFRACTIA LUMINII

În orice mediu omogen lumina se propaga în linie dreaptă.

Dacă o rază de lumină întâlnește suprafața plană de separație dintre două medii diferite (care au indici de refracție diferiți) se petrec simultan două fenomene:

- Reflexia adică întoarcerea luminii în mediul din care a venit
- Refracția, adică schimbarea direcției luminii în mediul al doilea.



Unghiul de incidență (i) este unghiul dintre raza incidentă și perpendiculara pe suprafața de separație.

Unghiul de reflexie (r) este unghiul dintre raza reflectată și perpendiculara pe suprafața de separație.

Unghiul de refracție (t) este unghiul dintre raza refractată și perpendiculara pe suprafața de separație.

Legile reflexiei:

1. Raza incidentă, perpendiculară pe suprafața de separație în punctul de incidență și raza reflectată sunt în același plan.
2. Unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență.

$$r = i$$

Legile refracției:

1. Raza incidentă, perpendiculară pe suprafața de separație în punctul de incidență și raza refractată sunt în același plan.
2. Forma matematică este:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

unde n_1 este indicele de refracție al primului mediu și n_2 al celui de-al doilea.

Raportul dintre sinusul unghiului de incidență și sinusul unghiului de refracție este o constantă specifică unei perechi de medii date.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$$

unde: n_{21} - este indicele de refracție relativ al mediului 2 față de mediul 1
 n - este indicele de refracție absolut al mediului

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\text{viteza luminii în vid}}{\text{viteza luminii în mediul respectiv}}$$

Pentru mediul 1, respectiv mediul 2 avem:

$$n_1 = c/v_1$$

$$n_2 = c/v_2$$

Atunci:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

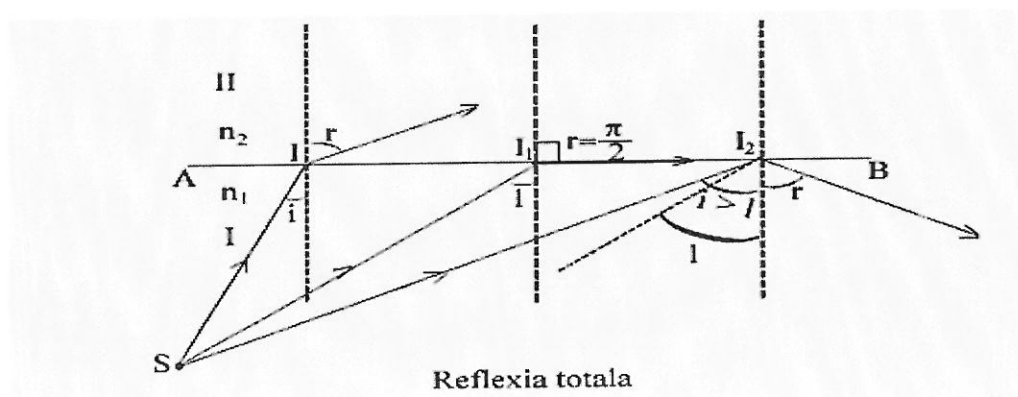
Dacă $n_2 > n_1 \rightarrow r < i$, raza refractată se apropie de normală.

Dacă $n_2 < n_1 \rightarrow r > i$, raza refractată se departează de normală.

Reflexia totală a luminii

În cazul în care lumina trece dintr-un mediu optic mai dens în unul mai puțin dens (de exemplu, din apă în aer, din sticlă în aer, din sticlă în apă etc.), unghiul de refracție este totdeauna mai mare decât unghiul de incidență și de aceea mărind treptat unghiul de incidență crește și unghiul de refracție, astfel ca pentru o anumită valoare a unghiului de incidență unghiul de refracție este de 90° .

Valoarea l a unghiului de incidență pentru care unghiul de refracție este de 90° se numește **unghi limită**. Pentru orice valoare a unghiului de incidență mai mare decât unghiul limită, l , lumina nu mai trece în mediul al doilea, ci se reflectă în punctul de incidență, întorcându-se în primul mediu conform legilor reflexiei, suprafața de separare comportându-se ca o oglindă. Absența completă a luminii în mediul al doilea pentru unghiuri de incidență mai mari decât unghiul limită și întoarcerea ei integrală în mediul întâi, a făcut ca acest fenomen să fie numit **reflexie totală**.

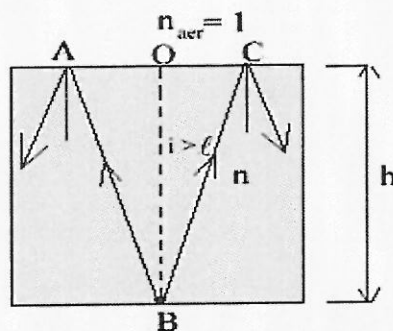


Unghiul limita are o valoare bine determinată pentru o pereche dată de substanțe adiacente. Dacă $i=1$ și $r=90^\circ$, atunci legea refracției devine $n_1 \cdot \sin 1 = n_2 \cdot \sin 90^\circ$, de unde

$$\sin 1 = n_2/n_1,$$

ceea ce arată că unghiul limita, 1 , depinde numai de indicii de refracție a celor două medii aflate în contact.

Exemplu: Pe fundul unui vas de înălțime h plin cu apă cu indicele de refracție n se află o sursă de lumină punctiformă așezată în centrul vasului. Ce diametru maxim formează fasciculul de lumină pe suprafața apei?



Soluția :

Ultima rază care nu mai iese din apă este reflectată total la suprafața de separație apă - aer . Aceasta se întâmplă când unghiul de incidență i este mai mare (sau cel puțin egal) decât unghiul limita ℓ

$$\sin \ell = 1/n$$

$$\operatorname{tg} \ell = \frac{OC}{OB} = \frac{OC}{h} ; \quad OC = h \operatorname{tg} \ell = h \cdot \frac{\sin \ell}{\cos \ell} = \frac{h}{n \cdot \cos \ell}$$

$$\cos \ell = \sqrt{1 - \sin^2 \ell} = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} = \frac{1}{n} \sqrt{n^2 - 1} ; \quad OC = \frac{h}{\sqrt{n^2 - 1}} ;$$

$$\underline{AC = 2 OC}$$

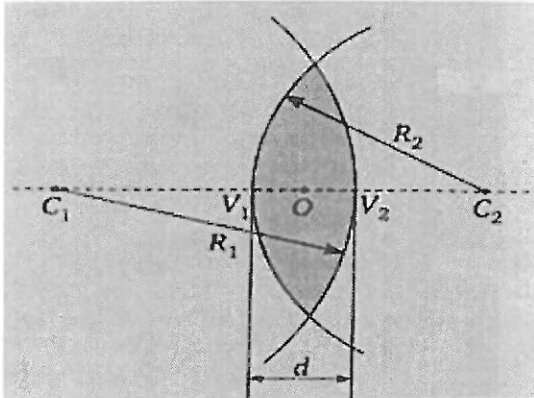
Rezultă că atunci când lumina trece dintr-un mediu mai dens în unul mai puțin dens se produce reflexia totală, iar dacă lumina trece dintr-un mediu mai puțin dens în altul mai dens, valorile unghiului de refracție r sunt cuprinse între zero și 1 pentru toate valorile unghiului de incidență i cuprinse între zero și 90° . Nu există în acest caz, nici un unghi de incidență i pentru care unghiul de refracție r să fie mai mare decât unghiul limita (nu are loc reflexia totală).

TEMA 5

LENTILE

5.1. Lentile subtiri

O lentila este formata dintr-o substanta transparenta marginita de doua suprafete sferice sau o suprafata sferica si una plana.

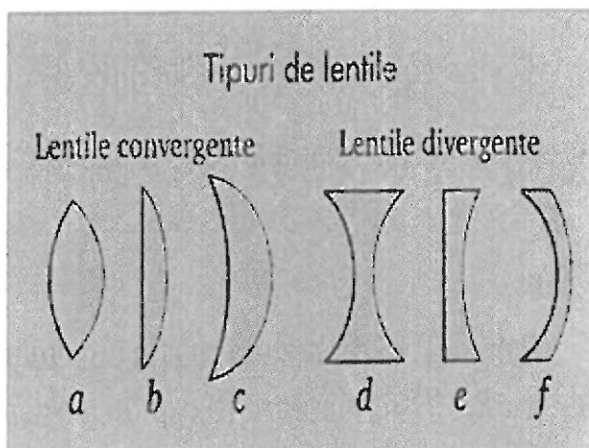


ELEMENTELE LENTILEI:

- Centrele de curbura ale dioptrilor (C_1, C_2)
- Centrul optic al lentilei (O)
- Varfurile dioptrilor (V_1, V_2)
- Axa optica principala (C_1OC_2)
- Focarele lentilei

Axa optica principala este axa de simetrie a lentilei, care trece prin centrele de curbura ale suprafetelor ei. Cand una dintre suprafete este plana, axa optica este acea perpendiculara pe suprafata plana care trece prin centrul de curbura al celeilalte suprafete.

Daca grosimea lentilei este mult mai mica decat razele de curbura ale suprafetelor sferice adica varfurile V_1 si V_2 pot fi considerate in acelasi loc, numit *varful lentilei* atunci lentila este considerata subtire.



Exista 2 tipuri de lentile:

- *convergente* daca transforma un fascicul paralel intr-un fascicul convergent
- *divergente* daca transforma un fascicul paralel intr-un fascicul divergent

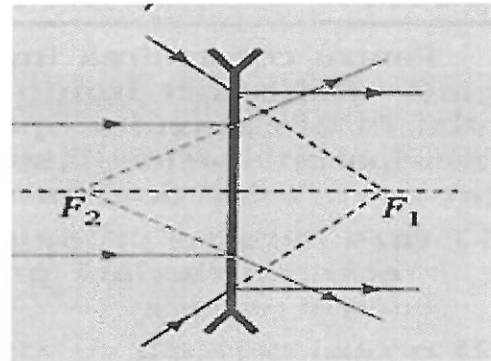
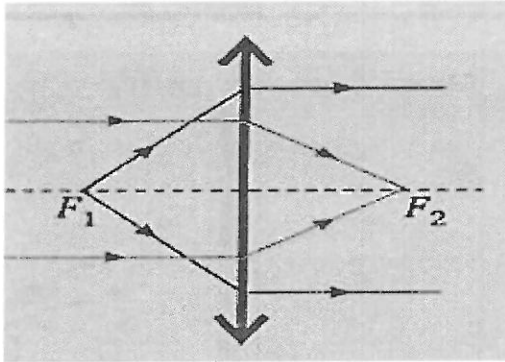
Lentilele convergente sunt mai subtiri pe margini si mai groase in zona centrului. Ele pot fi:

- a) Biconvexe
- b) Plan convexe
- c) Menisc convergent

Lentilele divergente sunt mai subtiri la mijloc si mai groase la margini. Ele pot fi:

- d) Biconcave
- e) Plan concave
- f) Menisc divergent

Simbolurile folosite pentru lentilele convergente respectiv divergente sunt:



Focarul principal obiect (F_1) este punctul de pe axa optică principală de la care razele pornesc divergent și, după trecerea prin lentilă, se propagă paralel cu axa optică principală, imaginea fiind situată la infinit.

Focarul principal imagine (F_2) este punctul de pe axa optică principală în care se strâng razele (sau prelungirile lor) provenite de la un fascicul paralel cu axa optică principală.

Distanța focală a unei lentile se poate calcula cu formula:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Unde n este indicele de refracție al materialului din care este confecționată lentila.

Focarele lentilei convergente sunt reale. Focarele lentilei divergente sunt virtuale.

Focarele unei lentile se găsesc de o parte și de alta a lentilei la egala distanță de aceasta.

În studiul lentilelor subțiri, distanțele se măsoară de la vârful lentilei și sunt pozitive dacă sunt de la lentilă în sensul propagării luminii și negative dacă sunt în sens invers. Dacă se notează cu x_1 distanța până la obiect (negativă) și cu x_2 distanța până la imagine (pozitivă), atunci:

$$-\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f}$$

Această formulă, numită *formula lentilelor*, ne permite să calculăm poziția imaginii.

Dacă se notează cu y_1 dimensiunea transversală a obiectului și cu y_2 dimensiunea transversală a imaginii, se definește *mărirea liniară transversală*:

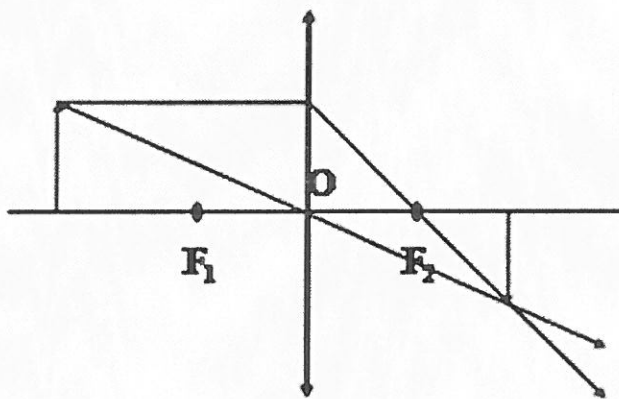
$$\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$$

Formula care ne permite să calculăm dimensiunea imaginii.

Pentru a construi imaginea data de o lentilă unui obiect se folosesc 2 din următoarele 3 categorii de raze al căror drum este cunoscut:

- O rază incidentă care trece prin focarul principal obiect și, după ce traversează lentila, devine paralelă cu axa optică principală;
- O rază incidentă paralelă cu axa optică principală și, după ce traversează lentila, trece prin focarul principal imagine;
- O rază incidentă care trece prin centrul optic și rămâne nedeviată.

CONSTRUCȚIILE DE IMAGINI ÎN LENTILE

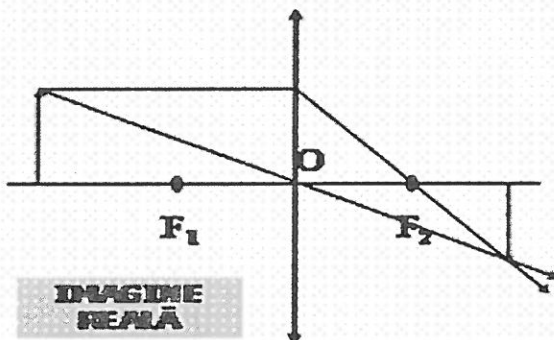


- o rază care pleacă paralel cu axa optică principală și se refractă prin focarul imagine F_2

- o rază care trece nedeviată prin centrul lentilei

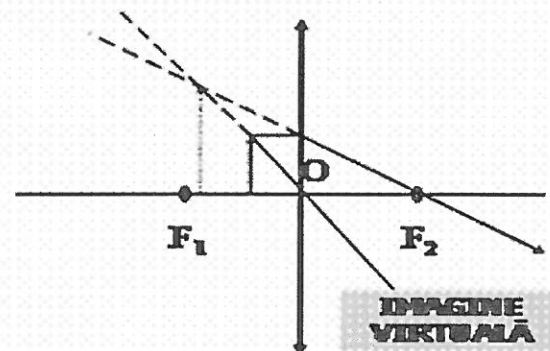
CONSTRUCȚIILE DE IMAGINI ÎN LENTILE

Imaginile în lentile pot fi reale sau virtuale:



IMAGINE REALĂ

- se formează la intersecția razelor refractate



IMAGINE VIRTUALĂ

- se formează la intersecția prelungirilor razelor refractate

Marimea: $C = \frac{1}{f}$

Se numește *convergența lentilei* și se măsoară în dioptrii.

Pentru două sau mai multe lentile lipite convergența sistemului este egală cu suma convergențelor fiecărei lentile.

Sisteme de lentile lipite

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$$

Lentile sferice

➤ Prima relație fundamentală

$$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

$$f_1 = - \frac{1}{\left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)} \quad f_2 = \frac{1}{\left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)} \quad f = f_2$$

$$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$$

➤ A doua relație fundamentală

$$\beta = \frac{x_2}{x_1}$$

$$\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$$

$$C_{(\text{dioptrii})} = \frac{1}{f_{(\text{metrii})}} (1)$$

$$x_2 = \frac{x_1 f}{x_1 + f}$$

n_2 – indice lentila și n_1 – indice mediu în care este lentila

Caracteristicile imaginii unui obiect printr-o lentila convergenta sunt prezentate în tabelul următor:

p (distanța obiect - lentila)	p' (distanța lentila - imagine)	Natura imaginii	Marimea imaginii în raport cu obiectul	Tipul imaginii (dreapta sau rasturnată)
$p > 2f$	$f < p' < 2f$	reală	micsorată	rasturnată
$p = 2f$	$p' = 2f$	reală	egală	rasturnată
$2f > p > f$	$p' > 2f$	reală	marită	rasturnată
$p = f$	Imaginea se formează la infinit			
$p < f$	$p' < 0$	virtuală	marită	dreapta

5.2. Sisteme de lentile

Sistemul se numește **centrat** dacă axa optică principală este comună.

SISTEME DE LENTILE

- **Convergența unui sistem de lentile subțiri lipite, ale căror axe principale coincid și a căror centre optice sunt teoretic confundate:**
- **Deci convergența sistemului de lentile este suma algebrică a convergențelor lentilelor sistemului.**
 - Pentru lentila divergentă $f < 0$.

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}, \text{ lentila 1}$$

$$\frac{1}{-x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f_2}, \text{ lentila 2}$$

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}} \quad \text{sau}$$

$$\boxed{C = C_1 + C_2}$$

SISTEM DE DOUĂ LENTILE CONVERGENTE

~ A_1B_1 - imaginea reală formată de lentila L_1 , obiect virtual pentru lentila L_2 .

• Lentila L_2 are ca efect apropierea imaginii finale A_2B_2 de lentila L_1 .

Sistem de două lentile convergentă-divergentă alipite

L_1 : y_1 obiect, y_2 imagine

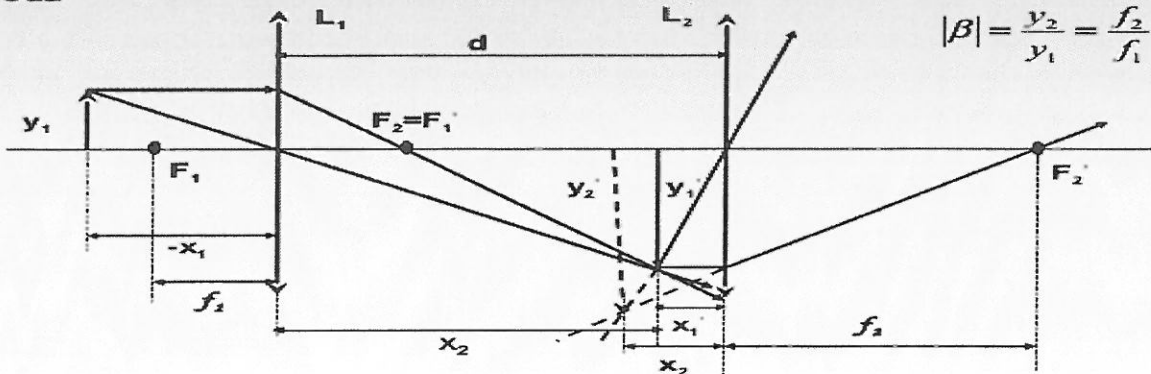
L_2 : y'_1 obiect virtual, y'_2 imagine

Sistem de lentile afocal

Sistem afocal (telescopic) – dacă focarul imagine F_2 al primei lentile coincide cu focarul obiect F_1' al lentilei a doua

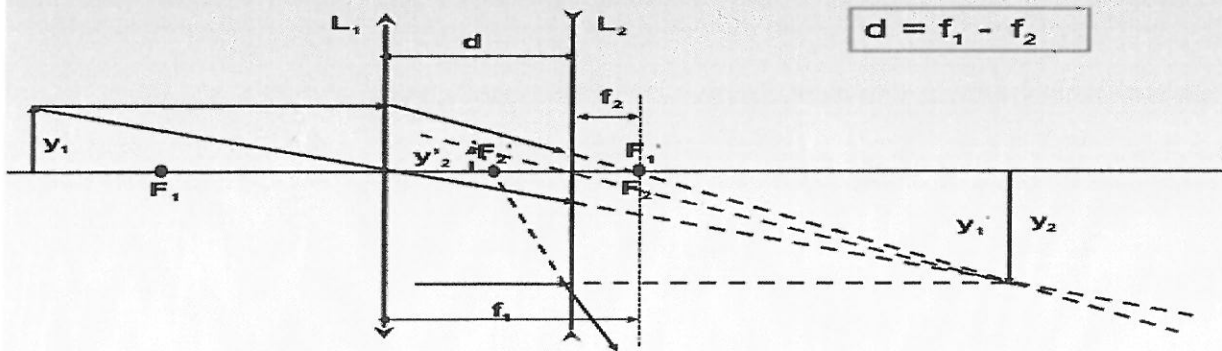
$$d = f_1 + f_2$$

$$|\beta| = \frac{y_2}{y_1} = \frac{f_2}{f_1}$$

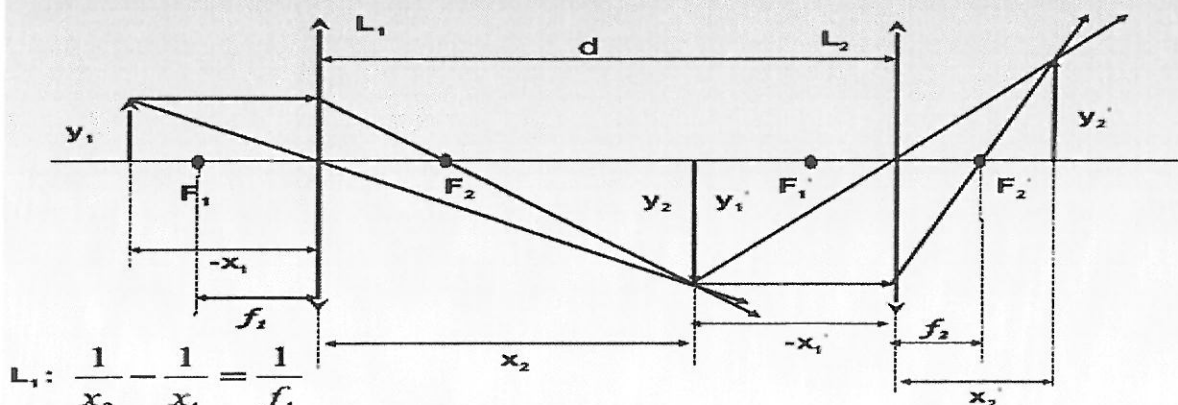


Sistem de lentile afocal

$$d = f_1 - f_2$$



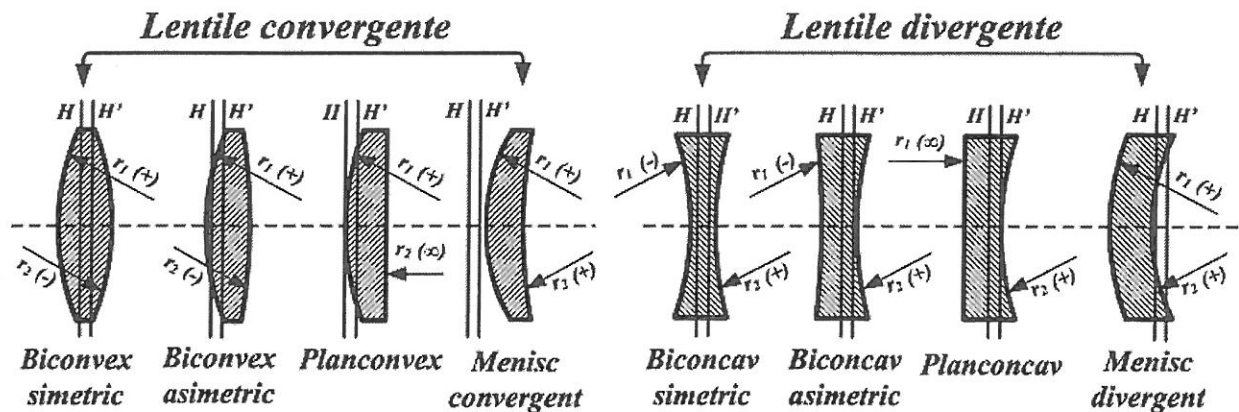
Sistem de lentile nealipite



$$L_1: \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}$$

$$L_2: \frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1'} = \frac{1}{f_2}$$

Mărirea liniară transversală: $\beta = \beta_1 \beta_2$



TEMA 6

EFECTUL FOTOELECTRIC EXTERN

Prin efect fotoelectric extern se înțelege emisia de electroni de către corpuri sub acțiunea radiațiilor electromagnetice. Există și efect fotoelectric intern, care constă în generarea unor noi purtători de sarcină liberi în interiorul unui semiconductor sub acțiunea radiațiilor electromagnetice.

Efectul fotoelectric a fost descoperit de H. Hertz în 1890, dar a fost explicat abia în 1904 de către A. Einstein pe baza teoriei corpusculare a luminii, conform căreia lumina este emisă, se propagă și este absorbită în mod discontinuu sub formă de fotoni.

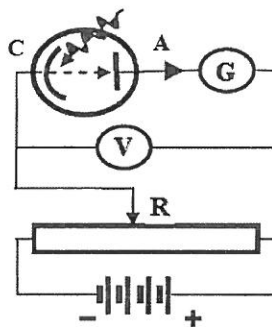


Fig. 1

Pentru studiul efectului fotoelectric extern Einstein a folosit dispozitivul experimental din Fig.1. - Catodul este confecționat dintr-un material cu proprietăți fotoelectronoemise (emite foarte ușor electroni sub influența luminii, Cesiul – de ex.). - Cu ajutorul cursorului reostatului R se poate modifica tensiunea de polarizare a celulei fotoelectrice, măsurată cu voltmetrul V. - Curentul din circuitul anodic va fi indicat de galvanometrul G. - Inițial circuitul este polarizat direct (+ la anod și –la catod).

Din datele experimentale s-au observat următoarele:

1. Dacă se iluminează catodul cu lumină de **frecvență constantă** (aceeași culoare) și pentru o anumită valoare a fluxului luminos intensitatea curentului fotoelectric (curentul anodic) variază proporțional cu tensiunea de polarizare.

2. Intensitatea curentului crește până la un moment dat, după care rămâne constantă, chiar pentru tensiuni de polarizare mari. Acest curent se numește *curent de saturație* I_S . Se constată, de asemenea, că în circuitul anodic există un curent I_0 , chiar în absența polarizării,

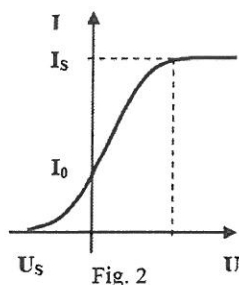


Fig. 2 se mai numește *caracteristica curent-tensiune a efectului fotoelectric extern*.

3. În cazul polarizării inverse, curentul anodic variază invers proporțional cu valoarea tensiunii, devenind zero pentru o valoare a tensiunii inverse de polarizare U_S , numită *tensiune de stopare*.

4. Dacă modificăm **fluxul luminos** de un anumit număr de ori se va obține o *familie de caracteristici* asemănătoare, dar cu valori ale lui I_S și I_0 proporționale, Fig. 3.

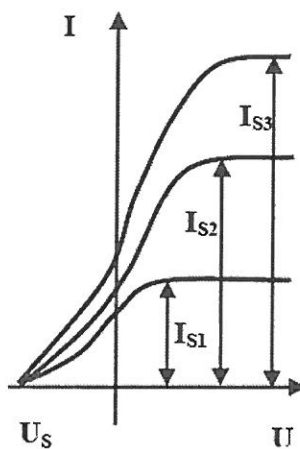


Fig. 3

5. Dacă micșorăm frecvența radiației luminoase foarte mult, constatăm că pentru există o frecvență minimă pentru care efectul nu se mai produce.

Legile efectului fotoelectric extern

I. Intensitatea curentului fotoelectric de saturație depinde direct proporțional de fluxul radiației electromagnetice de incidență când frecvența este constantă.

II. Energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși este direct proporțională cu frecvența radiației electromagnetice incidente și nu depinde de flux.

III. Efectul fotoelectric se produce dacă și numai dacă frecvența radiației electromagnetice incidente este mai mare sau egală decât o constantă de material numită "frecvența de prag" sau "pragul roșu".

IV. Efectul fotoelectric extern este practic instantaneu.

Cuante de energie. Fotoni.

În 1900 **M. Planck**, pornind de la o intuiție a lansat o ipoteză care spunea: Ce-ar fi dacă, la fel ca materia, și energia ar fi constituită din particule, pachete de energie, sau **cuante de energie**, cum le-a denumit el – de la adjectivul interogativ latin *quanta, quantum* care înseamnă *cât, câte*.

Mergând pe această ipoteză Planck a descoperit că mărimea acestor cuante este direct proporțională cu frecvența:

$$\varepsilon = h\nu \quad (1)$$

unde $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ este constanta lui Planck.

Pentru această ipoteză Max Planck a primit premiul Nobel pentru fizică în 1918.

Așa după cum observăm, cuanta de energie nu poate lua orice valori – valori continue, ci numai anumite valori – valori discrete.

Pornind de la această ipoteză, A. Einstein, în 1905, reia o ipoteza mai veche în legătură cu lumina, conform căreia radiația luminoasă este alcătuită din niște particule (corpusculi) numite ulterior **fotoni**.

Denumirea **foton** a fost dată în 1926 de fizicianul american **Gilbert N. Lewis**, pornind de la cuvântul grecesc $\phi\omega\varsigma$, phos, care înseamnă *lumină*.

Fotonul are viteză. Viteza fotonului este viteza luminii: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Fotonul are masă, dar numai de mișcare, conform teoriei relativității restrânse masa de repaus a fotonului este $m_0 = 0$.

Fotonul are energie, conform rel. (1).

$$\text{Fotonul are impuls: } p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (2)$$

Din cele prezentate mai sus rezultă în mod evident că fotonul este o particulă reală.

Explicația legilor efectului fotoelectric extern.

În anul 1905, pornind de la concepția corpusculară (fotonică) în legătură cu natura luminii, **A. Einstein a explicat efectul fotoelectric extern ca un proces de ciocnire plastică între un electron legat și un foton.** Un foton cu energia $h\nu$ lovește un **electron legat**, cărui îi cedează întreaga energie, Fig. 4.

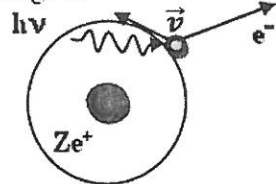


Fig. 4

Electronul folosește această energie pentru a se rupe din legătură – efectuează un lucru mecanic de extracție L și pentru a se deplasa în continuare cu o anumită viteză, adică va căpăta și energie cinetică E_c .

Legea conservării energiei, în acest caz se va scrie:

$$h\nu = L + E_c \quad (3)$$

În continuare vom explica fiecare lege a efectului fotoelectric extern.

Legea I. Flux luminos mare înseamnă număr mare de fotoni. Numărul mare de fotoni va genera un număr mare de electroni, care vor genera, la rândul lor un curent anodic mare.

Legea a-II-a. Din relația (3) se vede că E_c este proporțională cu frecvența. **Lucrul mecanic de extracție este o constantă de material.**

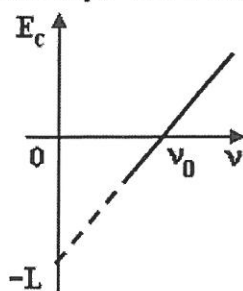


Fig. 5

Reprezentarea grafică a rel. (3) este redată în Fig. 5. Se observă dependența liniară $E_c = E_c(\nu)$, pentru un anumit catod.

Legea a-III-a. Din Fig. 5 se observă că pentru $\nu = \nu_0$ energia cinetică este zero. ν_0 se numește **frecvența de prag** sau **pragul roșu**.

Prin extrapolare se poate obține și lucrul mecanic de extracție, care, din punct de vedere matematic, nu reprezintă altceva decât ordonata la origine.

Legea a-IV-a. De fapt efectul fotoelectric nu este instantaneu, dar având în vedere viteza foarte mare de propagare a luminii, putem considera că **efectul fotoelectric extern se produce practic instantaneu!**

TESTE TIP BACALAUREAT – ELECTRICITATE**VARIANTA 1****C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU**

Se consideră sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

SUBIECTUL I –**(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Energiei electrice de 3,5 kWh, exprimată în funcție de unități din S.I. îi corespunde valoarea:

- a. $3,5 \cdot 10^3 \text{ J}$ b. $12,6 \cdot 10^3 \text{ J}$ c. $0,21 \cdot 10^6 \text{ J}$ d. $12,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ (2p)

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii $\frac{U}{R} \cdot \Delta t$ poate fi scrisă în forma:

- a. $\frac{\text{W}}{\text{V}}$ b. W c. $\frac{\text{J}}{\text{V}}$ d. J (5p)

3. Două conductoare confecționate din același material au raportul lungimilor $l_1 / l_2 = 4$. Raportul diametrelor celor două conductoare este $d_1 / d_2 = 2$. Raportul rezistențelor lor electrice are valoarea:

- a. 4 b. 2 c. 1 d. 0,5 (2p)

4. Formula matematică de calcul a rezistenței electrice echivalente a grupării în serie a n rezistoare este:

- a. $R_e = \sum_{i=1}^n R_i$ b. $R_e = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ c. $\frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ d. $\frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n R_i$ (3p)

5. La bornele unui generator electric cu $E = 100 \text{ V}$, $r = 10 \Omega$ se leagă un consumator. Intensitatea curentului electric prin circuit este $I = 2 \text{ A}$. Valoarea rezistenței electrice a consumatorului este:

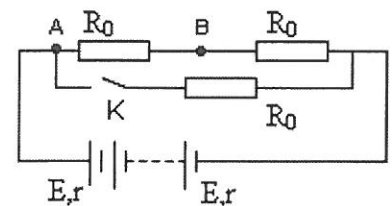
- a. 10Ω b. 20Ω c. 30Ω d. 40Ω (3p)

C. SUBIECTUL II –**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un număr $N = 10$ generatoare identice cu tensiunea electromotoare $E = 2,4 \text{ V}$ 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 metallic cu lungimea $l = 50 \text{ cm}$ 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.

**C. SUBIECTUL III –****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două becuri cu puterile nominale $P_1 = 100 \text{ W}$ și, respectiv $P_2 = 60 \text{ W}$, legate în serie, sunt conectate la bornele unei surse cu t.e.m. $E = 100 \text{ V}$. Puterea electrică furnizată de sursă are valoarea $P = 200 \text{ W}$.

Ambele becuri funcționează la parametrii nominali. Determinați:

- valoarea rezistenței interne a sursei;
- valoarea tensiunii la bornele sursei;
- valorile rezistențelor electrice ale filamentelor celor două becuri;
- randamentul circuitului.

VARIANTA 2

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUUSe consideră sarcina electrică $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ **SUBIECTUL I –****(15 puncte)**

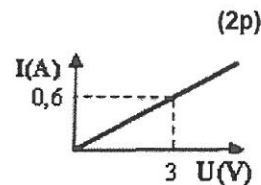
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Precizați care dintre mărimile fizice de mai jos este mărime corespunzătoare unei unități de măsură fundamentale în S.I.:

- rezistența electrică
- tensiunea electrică
- sarcina electrică
- intensitatea curentului electric

2. 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:

- $5,0 \Omega$
- $3,6 \Omega$
- $1,8 \Omega$
- $0,2 \Omega$

**(2p)**3. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice exprimată prin produsul $I \cdot \Delta t$ poate fi scrisă sub forma:

- $\text{J} \cdot \text{V}$
- $\text{J} \cdot \text{V}^{-1}$
- $\text{V} \cdot \Omega$
- W

(5p)4. Trei generatoare electrice identice sunt grupate în paralel. Tensiunea electromotoare a unui generator are valoarea $E = 12 \text{ V}$, iar rezistența internă a acestuia $r = 3 \Omega$. Tensiunea electromotoare echivalentă și rezistența internă echivalentă a grupării, au valorile:

- $3 \text{ V}; 1 \Omega$
- $3 \text{ V}; 3 \Omega$
- $12 \text{ V}; 1 \Omega$
- $12 \text{ V}; 3 \Omega$

(3p)5. Un bec are la temperatura de 0°C rezistența electrică $R_0 = 37,5 \Omega$. Dacă la bornele lui se aplică tensiunea este $U = 60 \text{ V}$ atunci becul consumă o putere $P = 30 \text{ W}$. Considerând cunoscut coeficientul de temperatură al rezistivității filamentului $\alpha = 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ și neglijând modificarea dimensiunilor filamentului cu temperatura, temperatura filamentului este egală cu:

- 2600°C
- 2500°C
- 2400°C
- 2200°C

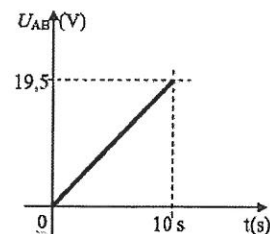
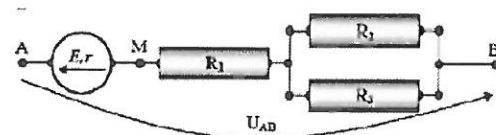
(2p)**C. SUBIECTUL II –****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Porțiunii de circuit cuprinsă între A și B i se aplică o tensiune electrică variabilă. Dependența de timp a acestei tensiuni este redată în graficul alăturat. Valorile numerice ale mărimilor ce caracterizează elementele circuitului sunt:

 $E = 4,5 \text{ V}$, $r = 1 \Omega$, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$. Determinați:

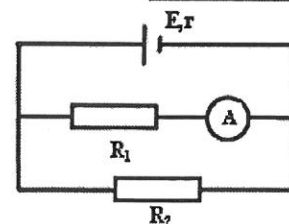
- rezistența echivalentă dintre punctele M și B;
- intensitatea curentului electric prin R_2 la momentul $t = 10 \text{ s}$;
- momentul de timp la care intensitatea curentului ce străbate rezistorul R_1 se anulează;
- intensitatea curentului prin sursă dacă între punctele A și B se conectează un fir cu rezistența neglijabilă.

**C. SUBIECTUL III –****(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Se consideră circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată. Se cunosc: $E = 24 \text{ V}$, $r = 2 \Omega$, $R_1 = 10 \Omega$ și valoarea intensității indicate de ampermetrul ideal ($R_A = 0$), $I_1 = 1,5 \text{ A}$. Conductoarele de legătură au rezistența electrică neglijabilă. Determinați:

- energia consumată de către rezistorul R_1 în intervalul de timp $\Delta t = 5$ minute;
- rezistența electrică a rezistorului R_2 ;
- randamentul circuitului electric;
- puterea disipată în circuitul exterior.



VARIANTA 2**D. OPTICĂ**

Se consideră: viteza luminii în vid $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, constanta Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

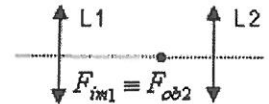
SUBIECTUL I**(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un obiect real se plasează între o lentilă convergentă și focarul obiect al lentilei. Imaginea obiectului este:
 a. mărită b. micșorată c. reală d. răsturnată (5p)

2. În sistemul de lentile din figura alăturată, focarul imagine al lentilei L_1 coincide cu focarul obiect al lentilei L_2 . Distanța focală a primei lentile este mai mare decât a celei de a doua. Un fascicul paralel de lumină care intră din stânga în sistemul de lentile este transformat, la ieșire, într-un fascicul:

- a. convergent
 b. paralel, având același diametru
 c. paralel, având diametrul mărit
 d. paralel, având diametrul micșorat

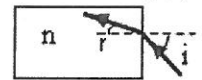


3. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică (e este sarcina electrică elementară, U_s tensiunea de stopare, m_e masa electronului), unitatea de măsură a

mărimii $\frac{2eU_s}{m_e}$ este :

- a. m/s b. kg · m/s c. m²/s² d. kg · m/s² (2p)

4. O rază de lumină intră sub unghiul de incidență $i = 45^\circ$ din aer ($n_{\text{aer}} \cong 1$) într-un bloc de sticlă, urmând drumul trasat în figura alăturată. Unghiul de refracție este $r = 30^\circ$. Valoarea indicelui de refracție al sticlei este de aproximativ:



- a. $n = 1,65$ b. $n = 1,50$ c. $n = 1,41$ d. $n = 1,25$ (3p)

5. Imaginea unui obiect liniar, așezat perpendicular pe axa optică principală a unei lentile, este reală și egală cu obiectul. Distanța dintre obiect și imagine are valoarea de 80 cm. Convergența lentilei are valoarea:

- a. $C = 1,25 \delta$ b. $C = 1,50 \delta$ c. $C = 2,50 \delta$ d. $C = 5,00 \delta$ (2p)

D. SUBIECTUL II**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un fascicul laser are diametrul transversal de 1mm. Pentru a-l transforma într-un fascicul cu diametrul de 10 mm se folosesc două lentile subțiri convergente, așezate coaxial la o distanță convenabilă una de alta. Una dintre ele, biconvexă simetrică, are distanța focală $f_1 = 1,5$ cm iar materialul din care este făcută are indicele de refracție $n = 1,5$. Cealaltă lentilă are distanța focală f_2 .

- a. Reprezentați printr-un desen mersul fasciculului de lumină prin sistemul de lentile.
 b. Calculați raza de curbură a uneia dintre fețele lentilei cu distanța focală f_1 .
 c. Calculați distanța focală f_2 a celei de a doua lentile.
 d. Calculați distanța dintre lentile.

D. SUBIECTUL III**(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Catodul din aluminiu al unui dispozitiv experimental pentru studiul efectului fotoelectric extern este expus unei radiații ultraviolete de frecvență $\nu = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz. Frecvența de prag pentru aluminiu are valoarea $\nu_0 = 10^{15}$ Hz.

- a. Determinați valoarea lucrului mecanic de extracție.
 b. Calculați valoarea energiei unui foton din fasciculul incident.
 c. Determinați valoarea tensiunii de stopare.
 d. Calculați valoarea vitezei celui mai rapid electron extras.

SINTEZE FIZICA PENTRU BACALAUREAT

SINTEZE DE BACALAUREAT - ELECTRICITATE

1. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ FUNDAMENTALE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL

NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE (SIMBOLUL)	UNITATEA DE MĂSURĂ (SIMBOLUL)
1.	Lungimea (l)	metrul (m)
2.	Masa (m)	kilogramul (kg)
3.	Țimpul (t)	secunda (s)
4.	Temperatura (T)	Kelvinul (K)
5.	Intensitatea curentului electric (I)	Amperul (A)
6.	Intensitatea luminoasă (I)	candela (cd)
7.	Cantitatea de substanță(μ)	kmolul (kmol)

2. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ DERIVATE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL

NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE (SIMBOLUL)	UNITATEA DE MĂSURĂ (SIMBOLUL)	FORMULA DE DEFINIȚIE	VALOAREA ECHIVALENTĂ ÎN UNITĂȚI S.I.
MĂRIMI ELECTRICE				
1.	Tensiunea electrică, căderea de tensiune (U, u) tensiunea electromotoare (E)	Voltul (V)	$U = \frac{L}{q}$	$1V = 1\text{kg}\cdot\text{A}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$
2.	Rezistența electrică (R)	Ohm (Ω)	$R = \frac{U}{I} = \rho \frac{l}{S}$	$1\Omega = 1\text{kg}\cdot\text{A}^{-2}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$
3.	Rezistivitatea (ρ)	Ohm-metru ($\Omega\cdot\text{m}$)	$\rho = \frac{S\cdot R}{l}$	$1\Omega\cdot\text{m} = 1\text{kg}\cdot\text{A}^{-2}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-3}$
4.	Coeficientul de temperatură al rezistivității (α)	grad ⁻¹	$\rho = \rho_0(1+\alpha\cdot t)$	
5.	Energia electrică (W)	Joule (J)	$W = U\cdot q = U\cdot I\cdot t$	$1J = 1\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2} = 1W\cdot\text{s}$
6.	Puterea electrică (P)	Watt (W)	$P = \frac{W}{t} = U \cdot I$	$1W = 1\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$
7.	Sarcina electrică (Q, q)	Coulomb (C)	$Q = I\cdot t$	$1C = 1A\cdot\text{s}$

LEGI ȘI FORMULE ÎN ELECTRICITATE

NR.	LEGEA	EXPRESIA MATEMATICĂ	DEFINIȚIA
1.	Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit	$I = \frac{U}{R}$	Intensitatea curentului este direct proporțională cu U și invers proporțională cu R
2.	Legea lui Ohm pentru întreg circuitul	$I = \frac{E}{R+r}$	Intensitatea curentului printr-un circuit este direct proporțională cu E și invers proporțională cu (R+r)
3.	Legea I a lui Kirchhoff	$\sum_{i=1}^n I_i = 0$	Suma algebrică a curenților într-un nod de rețea este egală cu zero
4.	Legea a II-a a lui Kirchhoff	$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{j=1}^m R_j I_j$	Suma algebrică a tensiunilor electromotoare dintr-un ochi de rețea este egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune pe laturile ochiului.
5.	Gruparea serie a n rezistori	$R_s = \sum_{i=1}^n R_i$	
6.	Gruparea serie a n surse identice	$I = \frac{nE}{R+nr}$	
7.	Gruparea paralel a n rezistori	$\frac{1}{R_p} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$	
8.	Gruparea paralel a n surse identice	$I = \frac{nE}{nR+r}$	
9.	Energia electrică (W)	$W = UIt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$ (1) sau $W = EIt = I^2(R+r)t = \frac{E^2}{R+r} t$ (2)	OBSERVAȚIE: (1) Pentru o porțiune de circuit (2) Pentru întreg circuitul
10.	Legea lui Joule	$Q = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$	Căldura degajată la trecerea curentului printr-un consumator este direct proporțională cu I ² , R și t
11.	Puterea curentului electric	$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ (1) sau $P = EI = I^2(R+r) = \frac{E^2}{R+r}$ (2)	OBSERVAȚIE: (1) Pentru o porțiune de circuit (2) Pentru întreg circuitul
12.	Randamentul unui circuit electric simplu	$\eta = \frac{R}{R+r}$	OBS. În cazul transferului max. de putere $\eta=0,5$.
13.	*Transferul maxim de putere dintre o sursă și consumator	$P_{e,max.} = \frac{E^2}{4r}$ și are loc pentru R=r	Atenție! Puterea debitată de sursă este: $P_s = E \cdot I = \frac{E^2}{2r}$

SINTEZE DE BACALAUREAT - OPTICA

1. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ FUNDAMENTALE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL

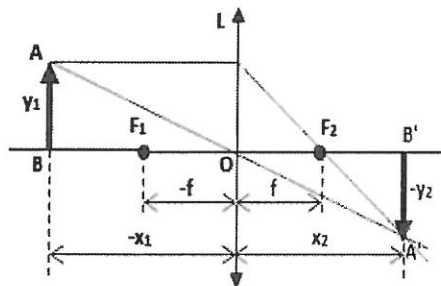
NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE (SIMBOLUL)	UNITATEA DE MĂSURĂ (SIMBOLUL)
1.	Lungimea (l)	metrul (m)
2.	Masa (m)	kilogramul (kg)
3.	Timpul (t)	secunda (s)
4.	Temperatura (T)	Kelvinul (K)
5.	Intensitatea curentului electric (I)	Amperul (A)
6.	Intensitatea luminoasă (I)	candela (cd)
7.	Cantitatea de substanță(μ)	kmolul (kmol)

OPTICA GEOMETRICĂ

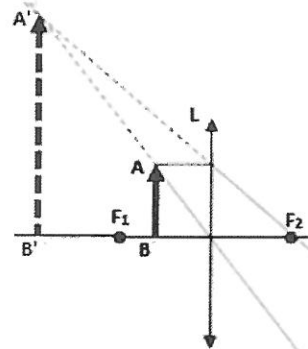
<ul style="list-style-type: none"> • Reflexia luminii – este fenomenul de întoarcere parțială a luminii în mediul din care a venit, atunci când întâlnește suprafața de separare dintre două medii. 	<p>Legile reflexiei:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Raza incidentă, normala și raza reflectată se află în același plan. 2. Unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflexie, $i = r$
<ul style="list-style-type: none"> • Refracția luminii – este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii, atunci când străbate suprafața de separare dintre două medii. 	<p>Legile refracției:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Raza incidentă, normala și raza refractată se află în același plan. 2. $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$, unde n_1, n_2 sunt indicii de refracție ai celor două medii. 3. $n = \frac{c}{v}$

IMAGINI ÎN LENTILE SUBȚIRI

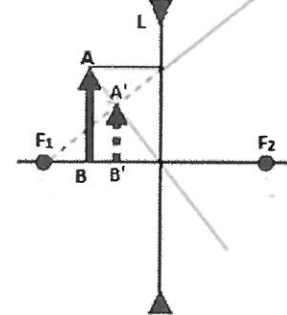
1. Imagine reală



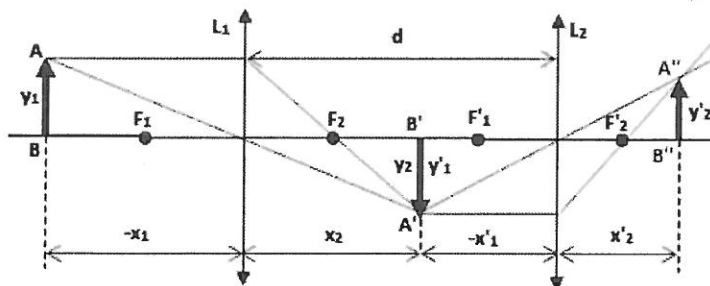
2. Imagine virtuală



3. Imagine într-o lentilă divergentă



SISTEME DE LENTILE SUBȚIRI, L1 ȘI L2



FORMULELE LENTILELOR SUBȚIRI:

1. $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$,

sau:

2. $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} = C$.

C se numește convergență și se măsoară în **dioptrii (D)**. $1D = 1m^{-1}$

3. $\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$ - este mărirea liniară

1. Pentru un sistem de lentile subțiri, distanța focală este dată de relația:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots$$

2. Mărirea liniară $\beta = \beta_1 + \beta_2 + \dots$

OBSEVAȚIE:

1. F_1 și F_2 sunt focarele lentilei.
2. A și A', respectiv B și B' se numesc **puncte conjugate**.
3. $-f$ și f sunt distanțele focale.
4. O este centrul optic al lentilei.
5. Dreapta BOB' este **axa optică principală** a lentilei, (AOP). Se observă că orice lentilă are o singură AOP.
6. Orice altă dreaptă care trece prin O se numește **axă optică secundară**, (AOS). O lentilă are o infinitate de AOS

ELEMENTE DE FIZICĂ CUANTICĂ

- **Efectul fotoelectric extern** – este fenomenul de scoatere a electronilor dintr-un material cu ajutorul radiației electromagnetice, de exemplu – lumina.

Ipotezele teoriei cuantice.

1. **Ipoteza lui Planck.** Energia unei particule este constituită din pachete de energie, numite cuante de energie. Deoarece fiecărei particule i se poate atașa o lungime de undă, numită lungime de undă atașată, sau lungime de undă de Broglie, valoarea acestei cuante este proporțională cu frecvența undei.
2. **Ipoteza lui Einstein.** Lumina este alcătuită din niște particule numite fotoni.
 - a. Viteza fotonului este viteza luminii: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
 - b. Fotonul are masă, dar numai de mișcare, conform teoriei relativității restrânse masa de repaus a fotonului este $m_0 = 0$.
 - c. Energia fotonului este $\varepsilon = h \cdot \nu$, unde $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ este constanta lui Planck.
 - d. Impulsul fotonului este $p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$.

Ecuția lui Einstein.

$$h\nu = L + E_c,$$

relația exprimă legea conservării energiei în procesul de ciocnire plastică dintre un foton și un electron legat.

Explicarea legilor efectului fotoelectric extern.

Legea I. Flux luminos mare înseamnă număr mare de fotoni. Numărul mare de fotoni va genera un număr mare de electroni, care vor genera, la rândul lor un curent anodic mare.

Legea a II-a. Din ecuația lui Einstein se vede că E_c este proporțională cu frecvența, deoarece lucrul mecanic de extracție este o constantă de material.

Legea a III-a. Din ecuația lui Einstein se vede că există o frecvență $\nu = \nu_0$, pentru care $E_c = 0$ și $h\nu_0 = L$. În acest caz ν_0 este frecvența de prag, sau pragul roșu.

Legea a IV-a. De fapt efectul fotoelectric nu este instantaneu, dar având în vedere viteza foarte mare de propagare a luminii, putem considera că *efectul fotoelectric extern se produce practic instantaneu!*

SINTEZE DE BACALAUREAT - TERMODINAMICĂ ȘI TEORIA CINETICO - MOLECULARĂ**1. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ FUNDAMENTALE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL**

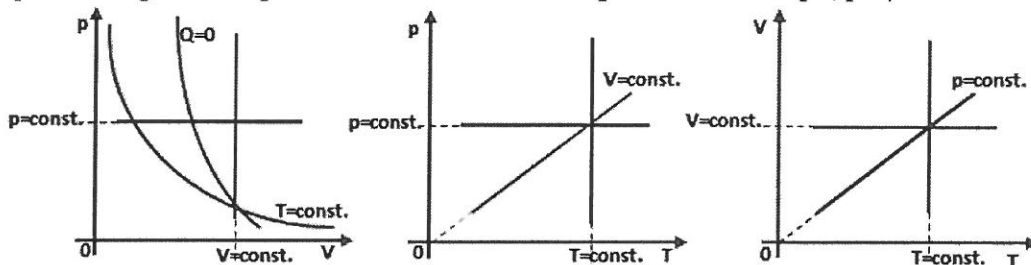
NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE (SIMBOLUL)	UNITATEA DE MĂSURĂ (SIMBOLUL)
1.	Lungimea (l)	metrul (m)
2.	Masa (m)	kilogramul (kg)
3.	Timpul (t)	secunda (s)
4.	Temperatura (T)	Kelvinul (K)
5.	Intensitatea curentului electric (I)	Amperul (A)
6.	Intensitatea luminoasă (I)	candela (cd)
7.	Cantitatea de substanță(μ)	kmolul (kmol)

TERMODINAMICĂ ȘI TEORIA CINETICO-MOLECULARĂ**2. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ DERIVATE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL. FORMULE UTILIZATE**

NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE	FORMULA	OBSERVAȚII
MĂRIMI TERMODINAMICE ȘI CINETICO-MOLECULARE			
1.	Numărul de kmoli (ν)	$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_\mu}$	m – masa de substanță; μ – masa molară N – nr. total de molecule N_A – nr. lui Avogadro – nr. de molecule dintr-un kmol V – volumul gazului; V_μ – volumul molar
2.	Presiunea unui gaz. Formula fundamentală a teoriei cinetico-moleculare	$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$	p – presiunea gazului $n = \frac{N}{V}$ – concentrația moleculelor m_0 – masa unei molecule $\overline{v^2}$ – viteza pătratică medie
3.	Energia cinetică medie de translație a unei molecule ($\overline{\epsilon}$)	$\overline{\epsilon} = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$	
4.	Grad de libertate	i	Posibilitatea unui sistem de a se deplasa pe o anumită direcție. În conformitate cu spațiul real, există 3 grade de libertate pentru translație și 3 grade de libertate pentru rotație.
5.	Energia cinetică medie de translație în funcție de gradele de libertate. <i>i = 3 gaz ideal monoatomic</i> <i>i = 5 gaz ideal biatomic</i> <i>i = 6 gaz ideal poliatomic</i>	$\overline{\epsilon} = i \cdot \frac{kT}{2}$	<i>Teorema echipartiției energiei în funcție de gradele de libertate: fiecărui grad de libertate al unei molecule îi corespunde o energie cinetică egală cu $\frac{kT}{2}$.</i> k – constanta lui Boltzman T – temperatura gazului
6.	Ecuția termică de stare a gazului ideal	$p = nkT$	
7.	Ecuția calorică de stare a gazului ideal	$U = \frac{i}{2} \nu RT$	$R = k \cdot N_A$ – constanta universală a gazelor. $U = \nu \cdot N_A \overline{\epsilon}$ – energia internă gazului
8.	Viteza termică	$v_T = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$	
LEGI, MĂRIMI FIZICE ȘI FORMULE ÎN TERMODINAMICĂ			
1.	Legea Boyle - Mariotte sau legea transformării izoterme ($t = \text{const.}, m = \text{const.}$)	$p \cdot V = \text{const.}$	Presiunea unui gaz aflat la temperatură constantă variază invers proporțional cu volumul gazului.
2.	Legea Gay - Lussac sau legea transformării izobare ($p = \text{const.}, m = \text{const.}$)	$\frac{V}{T} = \text{const.}$ sau: $V = V_0 \alpha T$	Volumul unui gaz, aflat la presiune constantă, crește liniar cu temperatura. $\alpha = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{273.15} \text{ grad}^{-1}$ coeficientul de dilatare izobară
3.	Legea Charles sau legea transformării izocore ($V = \text{const.}, m = \text{const.}$)	$\frac{p}{T} = \text{const.}$ sau: $p = p_0 \beta T$	Presiunea unui gaz, aflat la volum constantă, crește liniar cu temperatura $\beta = \alpha$
4.	Ecuția generală a gazelor. Ecuția Clapeyron Mendeleev	$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const.}$ sau: $p \cdot V = \nu RT$	
5.	Principiul I al termodinamicii	$\Delta U = Q - L$	Variația energiei interne depinde doar de starea inițială și finală, fiind independentă de proces. Q – cantitatea de căldură L = p·ΔV – lucrul mecanic

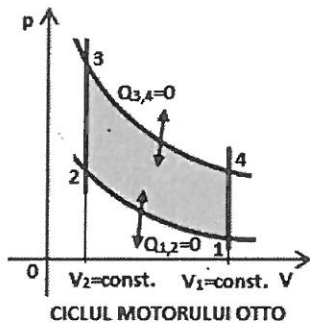
6.	Capacitatea calorică	$C = \frac{Q}{\Delta T}$ sau $Q = C\Delta T$	Reprezintă cantitatea de căldură necesară unui corp pentru a-și modifica temperatura cu un grad.	$[C]_{SI} = 1J \cdot K^{-1}$
7.	Căldura molară	$C = \frac{Q}{\nu \cdot \Delta T}$ sau $Q = \nu C\Delta T$	Reprezintă cantitatea de căldură necesară unui kmol dintr-un corp pentru a-și modifica temperatura cu un grad.	$[C]_{SI} = 1J \cdot kmol^{-1} \cdot K^{-1}$ OBS. $C = \nu C$
8.	Căldura specifică	$c = \frac{Q}{m \Delta T}$ sau $Q = mc\Delta T$	Reprezintă cantitatea de căldură necesară unui kilogram dintr-un corp pentru a-și modifica temperatura cu un grad.	$[c]_{SI} = 1J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ OBS. $\mu c = C$
OBSERVAȚIE. Pentru gaze, valoarea coeficienților calorici este diferită după cum gazul este încălzit la volum constant sau la presiune constantă.				
9.	Relația lui Robert Mayer	$C_p - C_v = R$ $c_p - c_v = \frac{R}{\mu}$	C_p, c_p , respectiv C_v, c_v coeficienții calorici la presiune, respectiv volum constant.	
10.	Indicele adiabatic	$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$	OBSERVAȚIE. Într-un proces adiabatic sistemul nu schimbă căldură cu mediul exterior.	
11.	*Randamentul unui motor termic	$\eta = \frac{L}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ (1) sau $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ (2)	L – lucrul mecanic efectuat. Q_1 – căldura primită, Q_2 – căldura pierdută, cedată mediului exterior. T_1 – temperatura sursei calde, T_2 – temperatura sursei reci. OBSERVAȚIE. Rel. (2) reprezintă randamentul unui motor Carnot.	

Reprezentări grafice ale proceselor termodinamice simple în coordonate pV, pT și VT.

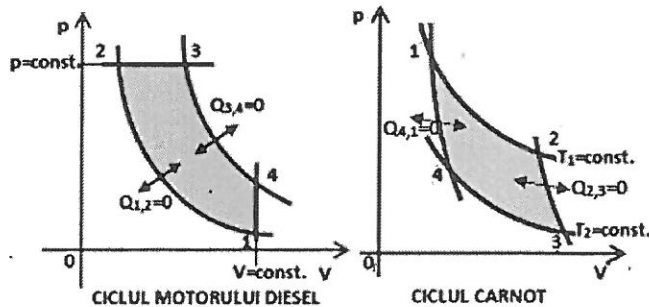


***Motoare termice**

Transformări simple ale gazului perfect



1. Transformare izocoră: $V = const., m = const.$ $\Delta V = 0, L = p \cdot \Delta V = 0, \Delta U = Q_V = \nu C_V \Delta T$
2. Transformare izobară: $p = const., m = const.$ $L = p \cdot \Delta V = \nu R \Delta T, Q_p = \nu C_p \Delta T, \Delta U = Q_p - L = \nu C_V \Delta T$
3. Transformare izotermă: $T = const., m = const.$ $\Delta U = 0, L = Q = \nu R T \ln \frac{V_2}{V_1} = 2,3 \nu R T \lg \frac{V_2}{V_1}$
4. Transformare adiabatică: $Q = 0, m = const.$ $\Delta U = -L = \nu C_V \Delta T$
OBSERVAȚIE: 1. Înelișul adiabatic este un îneliș care permite variația energiei interne a sistemului decât prin schimb de <i>lucru mecanic</i> cu mediul exterior. 2. Ecuația transformării adiabatică este dată de relația: $pV^\gamma = const.$



SINTEZE DE BACALAUREAT – MECANICA**1. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ FUNDAMENTALE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL**

NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE (SIMBOLUL)	UNITATEA DE MĂSURĂ (SIMBOLUL)
1.	Îngimeea (l)	metrul (m)
2.	Masa (m)	kilogramul (kg)
3.	Timpul (t)	secunda (s)
4.	Temperatura (T)	Kelvinul (K)
5.	Intensitatea curentului electric (I)	Amperul (A)
6.	Intensitatea luminoasă (I)	candela (cd)
7.	Cantitatea de substanță(μ)	kmolul (kmol)

MECANICA**2. MĂRIMI ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ DERIVATE, ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL**

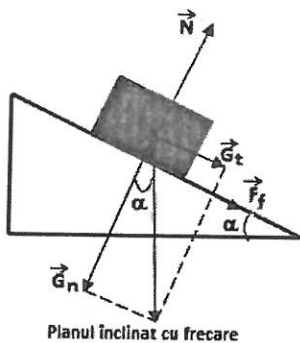
NR.	DENUMIREA MĂRIMII FIZICE (SIMBOLUL)	UNITATEA DE MĂSURĂ (SIMBOLUL)	FORMULA DE DEFINIȚIE	VALOAREA ECHIVALENTĂ ÎN UNITĂȚI S.I.
1.	Viteza (\vec{v})	metru·secundă ⁻¹ (m·s ⁻¹)	$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$	1 m·s ⁻¹
2.	Accelerația (\vec{a})	metru·secundă ⁻² (m·s ⁻²)	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$	1 m·s ⁻²
3.	Forța (\vec{F})	Newton (N)	$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	1N = 1kg·m·s ⁻²
4.	Forța de greutate (\vec{G})	Newton (N)	$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$	1N = 1kg·m·s ⁻²
5.	Forța elastică (\vec{F}_e)	Newton (N)	$F_e = -k \cdot x$	1N = 1kg·m·s ⁻²
6.	Forța de frecare (\vec{F}_f)	Newton (N)	$F_f = \mu \cdot N$	1N = 1kg·m·s ⁻²
7.	Lucrul mecanic (L)	Joule (J)	$L = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cdot \cos \alpha$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
8.	Lucrul mecanic al forței de greutate	Joule (J)	$L_G = m \cdot g \cdot h$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
9.	Lucrul mecanic al forței elastice	Joule (J)	$L_e = -\frac{kx^2}{2}$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
10.	Lucrul mecanic al forței de frecare	Joule (J)	$L_f = -\mu \cdot N \cdot d$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
11.	Puterea mecanică (P)	Watt (W)	$P = \frac{\Delta L}{\Delta t}$, sau $P = \frac{L}{\Delta t}$ pentru L = const.	1W = 1kg·m ² ·s ⁻³
12.	Energia cinetică (E _c)	Joule (J)	$E_c = \frac{mv^2}{2}$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
13.	Energia potențială gravitațională	Joule (J)	$E_G = m \cdot g \cdot h$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
14.	Energia potențială elastică	Joule (J)	$E_e = \frac{kx^2}{2}$	1J = 1kg·m ² ·s ⁻²
15.	Impulsul mecanic al punctului material (\vec{p})	Newton·secundă (N·s)	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	1N·s=1kg·m·s ⁻¹
16.	Impulsul mecanic al unui sistem de n puncte materiale, impulsul total (\vec{P})	Newton·secundă (N·s)	$\vec{P} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$	1N·s=1kg·m·s ⁻¹
17.	Constanta de elasticitate (k)	Newton-metru ⁻¹	$k = \frac{E \cdot l_0}{S_0}$	1N·m ⁻¹ = 1kg·s ⁻²
18.	Alungirea absolută (Δl)	metru	$\Delta l = l - l_0$	1m
19.	Alungirea relativă (ϵ)	Nu are	$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$	
20.	Efortul unitar (σ)	Newton-metru ⁻²	$\sigma = \frac{F}{S_0}$	1N·m ⁻² = 1kg·m ⁻¹ ·s ⁻²
21.	Randamentul planului înclinat	Nu are	$\eta = \frac{1}{1 + \mu \cdot ctg \alpha}$	
PRINCIPII ȘI LEGI ÎN MECANICĂ				
1.	Principiul I al dinamicii, sau Principiul inerției.	Un corp se mișcă rectiliniu și uniform, sau se află în repaus, atâta timp cât asupra lui nu acționează alte corpuri din exterior, care să-i schimbe starea de mișcare.		
2.	Principiul al II-lea al dinamicii, sau Principiul fundamental.	Forța este mărimea fizică vectorială egală cu produsul dintre masă și vectorul accelerației: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.		

3.	Principiul al III-lea al dinamicii, sau Principiul acțiunilor reciproce.	Dacă un corp acționează asupra altui corp cu o forță, numită acțiune, cel de-al doilea răspunde cu o forță egală și de sens contrar, numită reacțiune: $\vec{F} = -\vec{F}'$.
4.	Legea I a frecării de alunecare	Forța de frecare de alunecare dintre două corpuri nu depinde de aria suprafețelor în contact.
5.	Legea a II-a a frecării de alunecare	Forța de frecare de alunecare dintre două corpuri este direct proporțională cu forța de apăsare normală pe suprafața de contact: $\vec{F}_f = \mu \cdot \vec{N}$, unde μ este coeficientul de frecare.
6.	Legea lui Hooke	$\Delta l = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S_0} \cdot l_0$ E – modulul de elasticitate longitudinal, sau modulul lui Young F – forța deformatoare S ₀ , l ₀ – secțiunea, respectiv lungimea inițială materialului solicitat
TEOREME DE VARIATIE ȘI LEGI DE CONSERVARE ÎN MECANICĂ		
1.	Teorema de variație a energiei cinetice a punctului material	Variația energiei cinetice a unui punct material, care se deplasează în raport cu un sistem de referință inerțial, este egală cu lucrul mecanic al rezultantei forțelor externe ce acționează asupra punctului material, în timpul acestei variații: $\Delta E_c = L$
2.	Variația energiei potențiale	Variația energiei potențiale a unui sistem este egală și de semn opus cu lucrul mecanic al forțelor conservative care acționează asupra sistemului: $\Delta E_p = -L$
3.	Legea conservării energiei mecanice	$E = E_c + E_p = const.$ Energia mecanică a unui sistem izolat în care acționează forțe conservative este constantă în timp, adică se conservă.
4.	*Teorema de variație a impulsului	Impulsul forțelor externe ce acționează asupra unui sistem este egal cu impulsul total al sistemului: $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{P}$
5.	*Legea conservării impulsului	Dacă rezultanta forțelor externe care acționează asupra sistemului este egală cu zero, impulsul total se conservă.

ACCELERAȚIA PE PLANUL ÎNCLINAT CU FRECARE

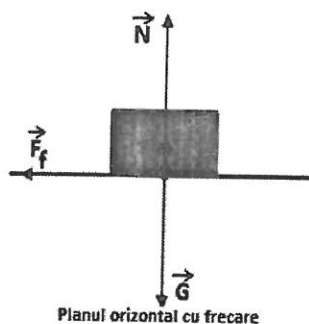
ACCELERAȚIA PE PLANUL ORIZZONTAL CU FRECARE

SCRIPETELE



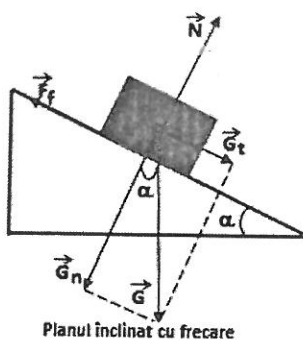
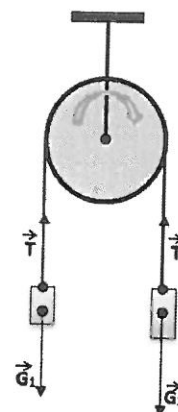
Planul înclinat cu frecare

Urcare pe plan: $a_u = -g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)$



Planul orizontal cu frecare

$a = -\mu \cdot g$



Planul înclinat cu frecare

Coborâre pe plan: $a_c = g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$

- De regulă, forța de frecare acționează în sens invers mișcării.
- Deci, pentru a deduce sensul mișcării este suficient să sesizăm sensul forței de frecare.