

Colegiul Național "Moise Nicoară" Arad
Catedra de fizică

PROBLEME DE
ELECTRICITATE ȘI
MAGNETISM

GIMNAZIU

Cuprins

| | |
|--|----|
| 1. Electrostatica | 3 |
| 2. Producerea și utilizarea curentului continuu | 4 |
| 2.1. Curentul electric | 4 |
| 2.2. Legile lui Ohm | 7 |
| 2.3. Legile lui Kirchhoff | 8 |
| 2.4. Gruparea rezistoarelor și a generatoarelor electrice | 9 |
| 2.5. Energia și puterea electrică | 12 |
| 3. Efectul magnetic al curentului electric | |
| 3.1. Inducția magnetică. Forța electromagnetică | 14 |
| 3.2. Inducția electromagnetică | 16 |
| 3.3. Transformatoare | 17 |
| ANEXĂ | 18 |

1. Electrostatica

1.1. Dacă se apropie de un electroscoap încărcat pozitiv un alt corp electrizat, foiele electroscoapului se apropie. Cu ce fel de sarcină este încărcat electroscoapul?

1.2. Două sfere metalice de raze R sunt fixate pe două suporturi izolatoare la o distanță $d > 4R$. O a treia sferă identică cu celelalte este suspendată de un fir astfel încât în timpul oscilațiilor se lovește de cele două sfere fixe. Una din aceste sfere se încarcă cu sarcina Q_1 . Calculați sarcinile celor trei sfere după a doua pereche de ciocnire.

1.3. O sarcină Q este împărțită pe două bile metalice de dimensiuni mici. Comparați forța de interacțiune dintre bilele electrizate pentru cazurile următoare:

a) $q_1 = Q/5$, $q_2 = 4Q/5$;

b) $q_1 = Q/3$, $q_2 = 2Q/3$;

c) $q_1 = Q/4$, $q_2 = 3Q/4$.

1.4. Cum explicați că un corp electrizat atrage corpurile neutre ușoare, de exemplu bucățile de hârtie, firicelele de praf etc.?

1.5. Despre patru corpuri se cunosc următoarele:

a) B și C se atrag;

b) A și D nu interacționează.

Se ating corpurile A cu B și C cu D. Cum interacționează între ele perechile de corpuri: A-B, A-C, A-D, B-D și C-D?

1.6. Despre două sfere metalice se cunosc următoarele: una are o sarcină $-3,2\text{mC}$ iar de pe cealaltă lipsesc $2 \cdot 10^{13}$ electroni.

a) Ce sarcină are al doilea corp?

b) Cu ce forță interacționează corpurile dacă se află în vid la distanța de $r = 2\text{cm}$ între ele?

c) Ce sarcină vor avea corpurile dacă se ating?

1.7. O sarcină $q=60\text{pC}$ se deplasează în câmpul electric creat de sarcina $Q=2\text{nC}$ între punctele care se află la $r_1=30\text{cm}$ respectiv $r_2=90\text{cm}$ de sarcina Q . Să se determine:

- a) Intensitatea câmpului electric în punctele menționate;
- b) lucrul mecanic efectuat.

1.8. Două sarcini punctiforme, $q_1=2\cdot 10^{-7}\text{C}$ și $q_2=-4\cdot 10^{-7}\text{C}$ se află la distanța $d=4\text{cm}$ în vid. Să se calculeze:

- a) intensitatea câmpului electric la jumătatea distanței dintre ele;
- b) poziția punctului în care intensitatea este nulă;

2. Producerea și utilizarea curentului continuu

2. 1. Curentul electric

2.1.1. Ce sarcină electrică traversează o secțiune transversală a unui conductor parcurs de un curent cu intensitatea $I=2\text{mA}$ în timp de 20min ?

2.1.2. Un fulger obișnuit transferă sarcina de 5C la o intensitate medie de 30000A . Calculați cât timp durează descărcarea electrică.

2.1.3. Câți electroni trec printr-o secțiune a unui circuit în $t=8\text{s}$ dacă intensitatea curentului electric este $I=0,2\text{A}$?

2.1.4. Printr-un consumator, în **patru minute**, trece $Q_1=720\text{C}$ sarcină electrică, iar printr-un alt consumator în 10s trece o sarcină $Q_2=30\text{C}$. În care caz este mai mare intensitatea curentului electric?

2.1.5. Care este semnificația fizică a suprafeței hașurate din graficul alăturat?

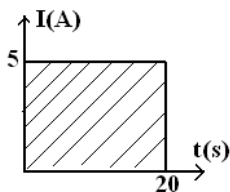


Fig. 2.1.5.

2.1.6. Ce sarcină electrică traversează secțiunea unui conductor în timp de **8min** dacă intensitatea curentului electric depinde de timp conform graficului din figură.

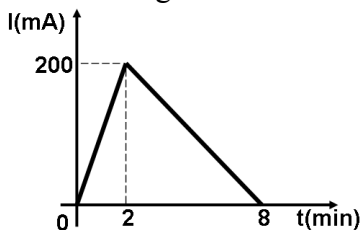


Figura 2.1.6.

2.1.7. Completați tabelul de mai jos:

| Nr. | Q (C) | t | I |
|-----|---------|-------|----------------|
| 1 | 10000 | | 25A |
| 2 | | 45min | 30mA |
| 3 | 945 | | 450mA |
| 4 | | 10h | $5\mu\text{A}$ |

2.1.8. Printr-un consumator, conectat la o tensiune de **24V**, trece un curent de intensitate **0,25A**. Printr-un alt consumator va trece un curent de intensitate **1,6A** la o cădere de tensiune de **80V**. Care dintre consumatoare are rezistență mai mică?

2.1.9. O sârmă din cupru are rezistența **$R=3,4\Omega$** și diametrul **$d=0,5\text{mm}$** . Calculați lungimea conductorului.

2.1.10. Raportul diametrelor a două conductoare, confecționate din același material, este $d_1/d_2=1/3$, raportul lungimilor lor fiind $l_1/l_2=1/4$. Calculați raportul rezistențelor.

2.1.11. Dintr-o bucată de aluminiu cu masa $m=1\text{kg}$ se confecționează un fir cu diametrul $D=1\text{mm}$. Calculați rezistența electrică a firului dacă se cunosc densitatea $d=2700\text{kg/m}^3$ și rezistivitatea electrică.

2.1.12. Efectuând experimente cu un bec de tensiune nominală $6,3\text{V}$, se obțin următoarele rezultate. Completați tabelul cu valorile rezistenței becului. Cum explicați valorile obținute?

| | | | | |
|---------------|----|----|----|-----|
| U(V) | 1 | 2 | 4 | 6 |
| I(mA) | 25 | 50 | 80 | 100 |
| R(Ω) | | | | |

2.1.13. O sârmă din aluminiu are rezistența $R_0=1\Omega$ la temperatura de $t_0=0^\circ\text{C}$. Care va fi rezistența ei la temperatura $t=100^\circ\text{C}$?

2.1.14. Calculați temperatura t la care a fost încălzit un conductor de la 0°C la temperatura t dacă rezistența lui a crescut cu 30% ($\alpha=0,006\text{K}^{-1}$).

2.1.15. Un voltmetru și un ampermetru, legate în serie, indică valorile U_1 și I_1 . Dacă sunt legate în paralel, se măsoară valorile U_2 și I_2 . Ce mărimi se pot calcula cu aceste date?

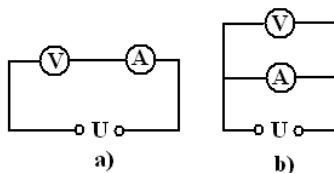


Fig. 2.1.15.

2. Legile lui Ohm

2.2.1. Un rezistor cu rezistența $R=10\ \Omega$ este parcurs în timpul $t=1\text{min}$ de sarcina $q=120\text{C}$. Ce tensiune a fost aplicată.

2.2.2. La bornele unei baterii cu tensiunea electromotoare $E=6\text{V}$ și rezistența internă $r=0,5\Omega$ se conectează un rezistor cu $R=11,5\Omega$. Determinați tensiunea la bornele bateriei și tensiunea internă.

2.2.3. O baterie cu tensiunea electromotoare $E=9\text{V}$ are curentul de scurtcircuit $I_{sc}=10\text{A}$. Care va fi tensiunea la bornele sursei dacă aceasta va debita curent printr-un rezistor cu $R=2,1\Omega$?

2.2.4. O sursă cu $E=4,5\text{V}$ și $r=0,5\Omega$ are tensiunea la borne $U=4\text{V}$. Calculați rezistența rezistorului din circuitul exterior.

2.2.5. Se confecționează un reșou din fir de nichelină de diametru $0,5\text{mm}$.

- Dacă rezistența reșoului este 21Ω , ce lungime are firul?
- Intensitatea maximă permisă a curentului electric este de 2A . Ce tensiune electromotoare maximă poate avea o sursă cu rezistența internă $r=4\Omega$, la care se conectează reșoul?

2.2.6. La bornele unei surse cu $E=4,5\text{V}$ și $r=1\Omega$ se leagă un fir de aluminiu cu aria secțiunii transversale $S=0,2\text{mm}^2$. Calculați lungimea firului cunoscând că la bornele sursei tensiunea este $U=2,5\text{V}$.

2.2.7. O sursă debitează un curent de intensitate $I_1=1,6\text{A}$ printr-un consumator de rezistență $R_1=10\Omega$. Dacă acest consumator se înlocuiește cu un alt consumator, de rezistență $R_2=20\Omega$, intensitatea curentului devine $I_2=0,96\text{A}$. Să se calculeze:

- rezistența internă a sursei;
- tensiunea electromotoare a sursei.

2.2.8. O baterie are tensiunea la borne $U_1=1V$ când la borne are legat un rezistor cu $R_1=1\Omega$, respectiv $U_2=1,25V$ când la borne are legat un rezistor cu $R_2=2,5\Omega$. Determinați tensiunea electromotoare și rezistența internă a bateriei.

2.2.9. Dacă un consumator cu rezistența R este conectat la o sursă de tensiune electromotoare $E_1=20V$ și rezistență internă $r_1=1\Omega$, se obține aceeași intensitate ca și în cazul în care este conectat la o altă sursă, cu $E_2=19V$ și $r_2=0,5\Omega$. Calculați rezistența consumatorului.

2.2.10. Un circuit pentru care rezistența externă este egală cu cea internă are la bornele tensiunea $U=6V$. Cât va deveni această tensiune dacă se înlocuiește rezistorul extern cu altul cu rezistența electrică de **două** ori mai mare?

3. Legile lui Kirchhoff

2.3.1. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=4V$, $r_1=1\Omega$, $E_2=16V$, $r_2=1\Omega$ și $R=3\Omega$. Determinați intensitatea curentului electric și tensiunile la bornele celor două surse.

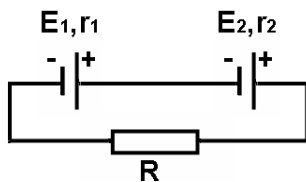


Fig. 2.3.1.

2.3.2. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=4V$, $r_1=1\Omega$, $E_2=16V$, $r_2=1\Omega$ și $R=3\Omega$. Determinați intensitatea curentului electric și tensiunile la bornele celor două surse.

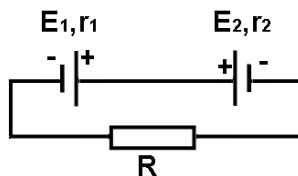


Fig. 2.3.2.

2.3.3. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=10V$, $r_1=1\Omega$, $E_2=15V$, $r_2=3\Omega$ și $R=3\Omega$. Determinați intensitățile curenților electrici și tensiunile la bornele celor două surse.

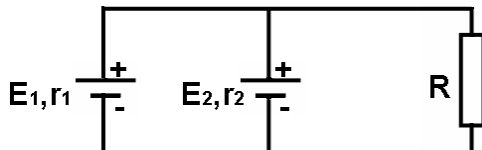


Fig. 2.3.3.

2.3.4. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=6V$, $r_1=1\Omega$, $E_2=1V$, $r_2=1\Omega$ și $R=2\Omega$. Determinați intensitățile curenților electrici și tensiunile la bornele celor două surse.

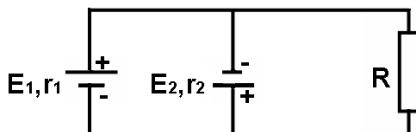


Fig. 2.3.4.

4. Gruparea rezistoarelor și a generatoarelor electrice

2.4.1. Cum se modifică intensitatea curentului electric într-un circuit dacă se leagă în serie cu consumatorul existent un alt consumator având rezistență de **patru** ori mai mare ($r=0$)?

2.4.2. Cum se modifică intensitatea curentului printr-un consumator și căderea de tensiune dacă se conectează în paralel un alt consumator de rezistență de **trei** ori mai mică? Sursa este o baterie cu rezistența internă neglijabilă.

2.4.3. Din sârmă subțire, de rezistență R , se confecționează o ramă de formă pătratică. Cadrul astfel obținut se conectează cu o latură într-un circuit. Se dau: $R=40\Omega$, $E=12V$, $r=2,5\Omega$. Să se determine:

- a) sensul curentului prin laturi;
- b) intensitatea curentului prin laturi;
- c) căderea de tensiune pe fiecare latură.

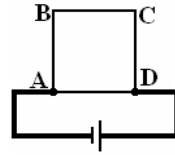


Fig. 2.4.3.

2.4.4. Un conductor de secțiune S și lungime l , din aluminiu, este legat în serie cu un alt conductor, de aceeași lungime și secțiune, din **cupru**. Sistemul astfel obținut se conectează la bornele unei surse ($\rho_{Cu} < \rho_{Al}$).

- a) Prin care porțiune trece un curent de intensitate mai mare?
- b) Pe care conductor va fi mai mare căderea de tensiune?
- c) Dacă lungimile conductoarelor sunt l_{Al} respectiv l_{Cu} , secțiunea fiind aceeași, care este condiția pentru care căderile de tensiune pe cele două conductoare sunt egale?

2.4.5. Ce indică instrumentele din montajul următor? Dar în cazul în care instrumentele nu sunt ideale ($R_{V1}=R_{V2}=1k\Omega$, $R_a=10\Omega$)?

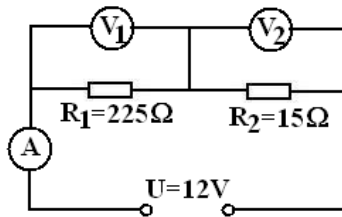


Fig. 4.5.

2.4.6. Calculați intensitățile în pozițiile deschis respectiv închis a întrerupătorului la circuitul de mai jos!

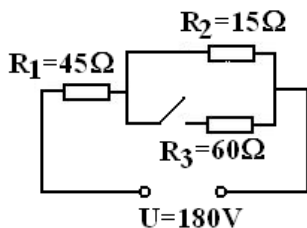


Fig. 2.4.6.

2.4.7. Determinați mărimile necunoscute pentru circuitul de mai jos, în cazul în care întrerupătorul este:

- deschis;
- închis.

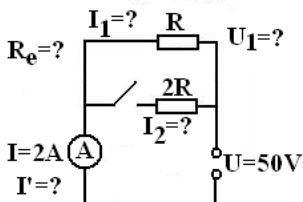


Fig. 2.4.7.

2.4.8. În circuitele din figură rezistorii au aceeași rezistență electrică R . Determinați rezistența echivalentă a celor două montaje între punctele **A** și **B**.

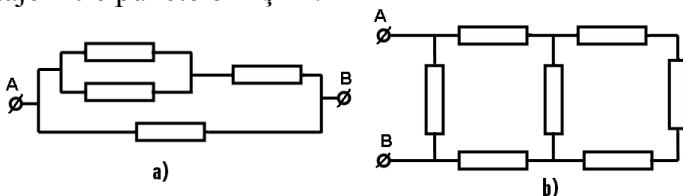


Fig. 2.4.8.

5. Energia și puterea electrică

2.5.1. O baterie având tensiunea electromotoare $E=12V$ alimentează un rezistor care absoarbe o putere $P=5W$ la tensiunea $U=10V$. Calculați rezistența internă a bateriei.

2.5.2. Într-un candelabru sunt conectate în paralel 2+3 becuri, care se pot aprinde cu ajutorul a două întrerupătoare. Rezistența fiecărui bec este de 480Ω , tensiunea rețelei fiind $220V$. Se cere:

- a) schema electrică a circuitului;
- b) puterea becurilor;
- c) intensitatea curentului care trece prin cele două grupări de becuri.

2.5.3. La o sursă cu t.e.m. $E=40V$ și rezistență internă nulă se conectează în paralel un bec cu puterea nominală $P_1=200W$ și rezistența $R_1=60\Omega$, respectiv un reșou cu rezistența de $R_2=40\Omega$. Să se calculeze:

- a) rezistența echivalentă a circuitului;
- b) intensitățile prin consumatori și prin sursă.
- c) Ce tensiune electromotoare trebuie să aibă sursa pentru ca becul să funcționeze la puterea nominală?

R: a) $R_e=24\Omega$; b) $I_1=0,66A$, $I_2=1A$, $I=1,66A$; c) $E'=109,5V$.

2.5.4. Un consumator absoarbe puterea $P=20W$ la tensiunea $U=10V$ atunci când este conectat la bornele unei surse care furnizează puterea totală $P_{tot}=25W$. Calculați curentul de scurtcircuit al generatorului.

2.5.5. O baterie cu $E=4,5V$ și $r=1\Omega$ alimentează un rezistor cu $R=8\Omega$. Determinați căldura degajată de rezistor în $\Delta t=10min$ și randamentul generatorului.

2.5.6. Un reșou încălzește o cantitate m de apă în intervalul de timp t cu ΔT grade. Un alt reșou încălzește în intervalul de timp $3t$, o cantitate de $2m$ de apă cu același interval de temperatură. Calculați raportul rezistențelor lor.

2.5.7. În care caz se încălzește mai repede cu același număr de grade apa, din vasele identice, în cazul la montajelor din figură?

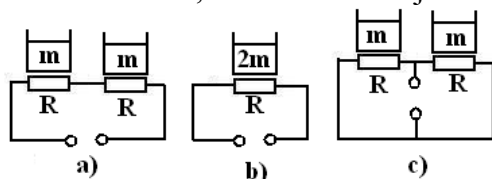


Fig. 2.5.7.

2.5.8. În circuitul alăturat se cunosc rezistențele și intensitatea curentului prin ramura principală. Dacă se elimină rezistența R_2 , intensitatea scade la I' . Determinați:

- rezistența echivalentă a circuitului pentru fiecare caz;
- t.e.m. și rezistența internă a sursei;
- puterea debitată de sursă în circuitul exterior în ambele cazuri.

Aplicație numerică: $R_1=4\Omega$,
 $R_2=6\Omega$, $R_3=1,6\Omega$, $I=2A$, $I'=1,5A$.

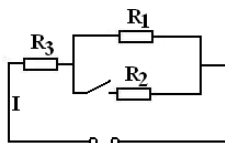


Fig. 2.5.8.

2.5.9. Un bec cu valorile nominale $P_n=1W$ și $U_n=2V$ trebuie alimentat la o baterie cu $E=4,5V$ și $r=1\Omega$. Calculează valoarea rezistenței rezistorului care trebuie introdusă în circuit pentru ca becul să funcționeze normal.

2.5.10. O baterie cu $E=1,5V$ poate furniza un curent maxim de $3A$. Determinați puterea maximă pe care este capabilă bateria

să o furnizeze unui circuit și randamentul cu care ar face acest lucru.

3. Efectul magnetic al curentului electric

3.1. Forța electromagnetică

3.1.1. Pe un dop de plută se fixează două plăcuțe metalice, una din zinc, cealaltă din cupru. Pe cealaltă parte a dopului este fixată o bobină înfășurată pe un miez de fier, capetele ei fiind legate la electrozi. Ce se va observa în cazul în care acest dop plutește pe o soluție de acid clorhidric?

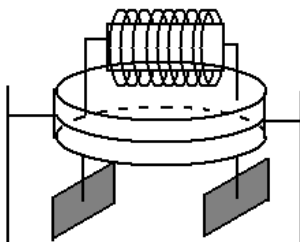


Fig. 3.1.1.

3.1.2. Se consideră două bare magnetice: una din fier moale, cealaltă un magnet permanent. Cum se poate identifica magnetul fără utilizarea altor mijloace?

3.1.3. Un conductor este perpendicular pe liniile de câmp magnetic ca în figură. Desenați forța electromagnetică.

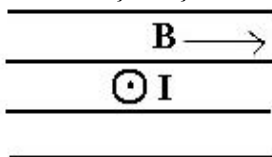


Fig. 3.1.3.

3.1.4. Un conductor de lungime $l=30\text{cm}$, parcurs de un curent de intensitate $I=10\text{A}$, este așezat perpendicular pe liniile unui

câmp magnetic de inducție $B=200\text{mT}$. Aflați forța electromagnetice.

3.1.5. Un conductor de lungime $L=20\text{cm}$, parcurs de $I=10\text{A}$, este plasat într-un câmp magnetic de inducție $B=100\text{mT}$ ca în figură. Aflați forța electromagnetice (Laplace).

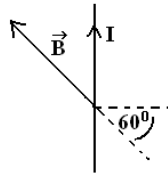


Fig. 3.1.5.

3.1.6. Un conductor orizontal, cu masa de $m=10\text{g}$ și lungimea $l=25\text{cm}$, se găsește într-un câmp magnetic având liniile de câmp orizontale și perpendiculare pe conductor. Să se calculeze inducția câmpului magnetic dacă la trecerea unui curent de intensitate $I=5\text{A}$ greutatea aparentă a conductorului devine nulă.

3.1.7. Un cadru în formă de U, cu laturile egale, este suspendat de cele două capete. Cadru se găsește într-un câmp magnetic omogen având liniile de câmp verticale, de inducție $B=0,2\text{T}$. Cu ce intensitate al curentului prin cadru poate fi menținut acesta înclinat sub un unghi $\alpha=60^\circ$ față de verticală? Fiecare latură are masa $m=5\text{g}$ și lungimea $l=10\text{cm}$.

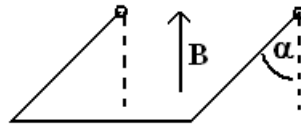


Fig. 3.1.7.

3.2. Inducția electromagnetică

3.2.1. O bobină și un magnet se apropie simultan ca în figură. Care va fi sensul curentului indus? (Discuții.)

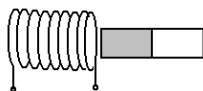


Fig. 3.2.1.

3.2.2. Un câmp magnetic cu $\mathbf{B}=0,2\text{T}$ intersectează un cadru multiplicator cu latura $\mathbf{l}=25\text{cm}$ și $\mathbf{N}=1000$ spire sub unghiul $\alpha=60^\circ$ față de normala la suprafața multiplicatorului. Aflați fluxul magnetic prin multiplicator.

3.2.3. Un câmp magnetic de inducție $\mathbf{B}=0,1\text{T}$ străbate un cadru multiplicator circular cu $\mathbf{N}=1000$ spire și raza $\mathbf{r}=1\text{m}$. Acest cadru formează unghiul de 30° cu liniile de câmp magnetic. Aflați fluxul magnetic prin cadru.

3.2.4. O spiră conductoare este plasată perpendicular în câmp magnetic, ca în figură. Știind raza spirei $\mathbf{r}=0,12\text{m}$, rezistența $\mathbf{R}=0,04\ \Omega$, inducția câmpului magnetic $\mathbf{B}=0,8\text{T}$, aflați sarcina electrică ce trece prin spiră dacă se inversează câmpul magnetic.

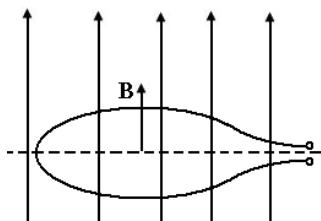


Fig. 3.2.4.

3.2.5. Fluxul magnetic variază după graficul de mai jos. Aflați și reprezentați grafic t.e.m. indusă.

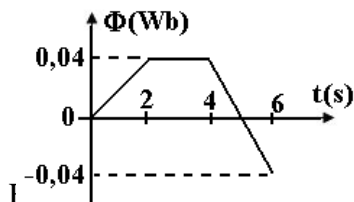


Fig. 3.2.5.

3.3. Transformatoare

3.3.1. Tensiunea aplicată primarului unui transformator este **4400V**. Înfășurarea secundarului are **200 spire**, iar la mers în gol, tensiunea la bornele secundarului este **220V**. Aflați:

- a) raportul de transformare;
- b) numărul de spire al primarului.

3.3.2. Înfășurarea primară a unui transformator are **60 de spire**, iar cea secundară **3000 de spire**. Tensiunea primară este **24V**. Aflați:

- a) raportul de transformare;
- b) tensiunea secundară.

3.3.3. Tensiunea primară a unui transformator este **46,5kV**, iar cea secundară **380V**. Primarul are **2500 de spire**. Aflați:

- a) factorul de transformare;
- b) numărul de spire al secundarului.

3.3.4. Un transformator cu puterea nominală **$P_2=120\text{kVA}$** este alimentat la **$U_1=1200\text{V}$** . La funcționarea în gol tensiunea la bornele secundarului este **$U_2=240\text{V}$** . Randamentului transformatorului fiind **96%** aflați:

- a) raportul de transformare;
- b) intensitatea curentului prin primar la mers în gol, știind că reprezintă **6%** din curentul prin primar în regim normal.

ANEXĂ

- Sarcina electrică elementară: $q_0=e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$
- Masa electronului: $m_{\text{electron}}=9,1\cdot 10^{-31}\text{kg}$
- Rezistivitatea și coeficientul termic al unor conductoare:

| Substanța | Rezistivitatea ρ la 20°C (Ωm) | Coeficientul de temperatură a rezistivității α (grad^{-1}) |
|------------|---|--|
| Aluminiu | $2,65\cdot 10^{-8}$ | $4,3\cdot 10^{-3}$ |
| Cupru | $1,7\cdot 10^{-8}$ | $3,9\cdot 10^{-3}$ |
| Carbon | $3,5\cdot 10^{-5}$ | $-5\cdot 10^{-4}$ |
| Fier | $1\cdot 10^{-7}$ | $5\cdot 10^{-3}$ |
| Nichel | $6,8\cdot 10^{-8}$ | $5\cdot 10^{-3}$ |
| Nichelină | $42\cdot 10^{-8}$ | $2\cdot 10^{-4}$ |
| Manganină | $43\cdot 10^{-8}$ | $1\cdot 10^{-5}$ |
| Constantan | $50\cdot 10^{-8}$ | $1\cdot 10^{-5}$ |