

**EDITURA FUNDAȚIEI
„MOISE NICOARĂ”**

**ARSENOV BRANCO ARSENOV SIMONA
BIRIȘ SOFIA MAJOR CSABA
ȘTEFAN ALEXANDRU**

PROBLEME DE FIZICĂ

CLASA A X-A

ARAD

2010

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a
României**

Probleme de fizică : clasa a X-a / Arsenov

Branco, Arsenov Simona, Biriș

Sofia, - Arad : Editura Fundației "Moise
Nicoară", 2010

ISBN 978-973-1721-02-6

I. Arsenov, Branco

II. Arsenov, Simona

III. Biriș, Sofia

53(075.33)

Cuprins

1. Fenomene termice	5
1.1. Mărimi legate de structura discretă a substanței	5
1.2. Transformarea izotermă	8
1.3. Transformarea izobară	15
1.4. Transformarea izocoră	18
1.5. Ecuația termică de stare	20
1.6. Energia internă și viteza termică a moleculelor	27
1.7. Probleme combinate	31
1.8. Aplicarea principiului I al termodinamicii la Transformările simple	47
1.9. Transformarea adiabatică și alte transformări	54
1.10. Principiul al II-lea al termodinamicii. Motoare termice	63
1.11. Calorimetrie	73
1.12. Transformări de stare de agregare	75
2. Producerea și utilizarea curentului continuu	80
2.1. Curentul electric	80
2.2. Legile lui Ohm	83
2.3. Legile lui Kirchhoff	85
2.4. Gruparea rezistoarelor și a generatoarelor electrice	88
2.5. Energia și puterea electrică	94
Efectul magnetic al curentului electric	
2.6. Inducția magnetică. Forța electromagnetică	99
2.7. Forța electrodinamică	108
2.8. Mișcarea particulelor încărcate electric în câmp magnetic. Efectul Hall.	110
2.9. Inducția electromagnetică	113
2.10. Autoinducția	122
2.11. Transformatoare	125
3. Producerea și utilizarea curentului alternativ	127
3.1. Curentul alternativ	127
3.2. Elemente de circuit	129
ANEXĂ	134

1. Fenomene termice

1.1 Mărimi legate de structura discretă a substanței

1.1.1. Care sunt masele molare ale următoarelor substanțe: **H₂O**, **HNO₃**, **CO₂**.

R: 18kg/kmol; 63kg/kmol; 44kg/kmol.

1.1.2. Calculați masa următoarelor molecule: **O₂**, **N₂O**, **NH₃**.

R: 5,3 10⁻²⁶kg; 7,3 10⁻²⁶kg; 2,8 10⁻²⁶kg.

1.1.3. Calculați numărul de molecule **dintr-un kilogram de CO₂**.

R: 1,37 10²⁵ molecule.

1.1.4. Calculați numărul de molecule conținut în **2 grame de apă**.

R: 6,7 10²² molecule.

1.1.5. Calculați numărul de moli corespunzător unei mase de **96 grame** de: a) **O₂** , b) **He**.

R: a) 3 moli; b) 24 moli.

1.1.6. Calculați masa corespunzătoare pentru o cantitate de substanță de **4 moli** de: a) **H₂** b) **N₂**.

R: a) 8g; b) 0,112kg.

1.1.7. Câte molecule conțin **20g** de **O₂**?

R: 3,7 10²³ molecule.

1.1.8. Care este numărul de molecule conținut într-un volum **V=100cm³** de **apă**?

R: 3,35 10²⁴ molecule.

1.1.9. Care este numărul de molecule dintr-un **metru cub** ($n=N/V$) de gaz aflat în condiții normale.

R: $2,68 \cdot 10^{25}$ molecule/m³.

1.1.10. De câte ori crește volumul **unui kg** de **apă** prin evaporare, în condiții normale?

R: 1245 ori.

1.1.11. Calculați numărul de kilomoli conținuți:

a) în **3,6kg** de **apă**;

b) într-un volum de gaz **V=44,84m³** în **condiții normale**;

c) într-un număr de **N=18,069·10²⁵ molecule**?

R: a) 0,2kmoli; b) 2kmoli; c) 0,3kmoli.

1.1.12. Să se determine masa unei molecule, volumul molar în condiții normale și numărul de molecule conținute în următoarele substanțe:

a) **m=4g** metan (**CH₄**);

b) **m=23g** alcool etilic (**C₂H₅OH**) și densitatea **0,8g/cm³**;

c) **m=256g** naftalină (**C₁₀H₈**) și densitatea **1,14g/cm³**.

R: a) $m_0=16u=26,56 \cdot 10^{-27}$ kg; $V_{\mu 0}=22,4$ l/mol; $N=N_A/4$

b) $m_0=46u=76,36 \cdot 10^{-27}$ kg; $V_{\mu 0}=57,5$ cm³/mol; $N=N_A/2$

c) $m_0=128u=212,48 \cdot 10^{-27}$ kg; $V_{\mu 0}=112,3$ cm³/mol; $N=2N_A$.

1.1.13. Care este volumul molar al **apei** lichide?

R: $18 \cdot 10^{-3}$ m³/kmol.

1.1.14. Calculați masa molară medie a unui amestec format din **m₁=20g** de **He** și **m₂=4g** de **O₂**.

R: 4,68 kg/kmol.

1.1.15. Care este masa molară medie a unui amestec format din **N₁=4 · 10²³** atomi de **Ar** și **N₂=2 · 10²⁴** molecule de **H₂**.

R: 8,33kg/kmol.

1.1.16. Un amestec de **neon** și **oxigen** are masa molară medie $\mu_m=24\text{kg/kmol}$. Cunoscând masa neonului $m_1=50\text{g}$, determinați masa oxigenului.

R: 40g.

1.1.17. Să se afle masa molară a unui amestec de **80% azot** și **20% oxigen** (compoziții masice).

R: $\mu=28,72\text{g/mol}$.

1.1.18. Se amestecă **mase egale** din trei gaze diferite care nu reacționează chimic între ele, cu masele molare cunoscute μ_1, μ_2, μ_3 . Care este masa molară medie a amestecului?

$$R: \frac{3\mu_1\mu_2\mu_3}{\mu_1\mu_2 + \mu_2\mu_3 + \mu_3\mu_1}.$$

1.1.19. Calculați ce fracțiune din volumul unui gaz, aflat în condiții normale, ocupă moleculele. Vom presupune că moleculele au formă sferică cu diametrul 10^{-10}m .

R: $f=1,3 \cdot 10^{-5}$.

1.1.20. Calculați distanța medie dintre moleculele unui gaz aflat în condiții normale (se va considera moleculele sunt punctiforme și plasate în centrul unui cub).

R: $3,34 \cdot 10^{-9}\text{m}$.

1.1.21. Estimați diametrul unui atom de **aluminu** cunoscând densitatea acestuia $\rho=2700\text{kg/m}^3$ (se va considera că atomii sunt sfere tangente între ele, fiecare fiind înscrisă într-un cub).

R: $2,55 \cdot 10^{-10}\text{m}$.

1.1.22. Estimați lungimea unui lanț format prin înșirarea moleculelor de **apă** conținute într-un volum $V=1\text{mm}^3$.

R: 34,6sl.

1.1.23. Care este distanța medie dintre moleculele unui gaz aflat în **condiții normale de temperatură și presiune**?
 Calculați distanța prin două metode:

- a) presupunând moleculele în centrul unor cuburi;
- b) presupunând moleculele în centrul unor sfere.

R: a) $d = \sqrt[3]{\frac{V_{\mu}}{N_A}} = 3,33 \cdot 10^{-9} \text{ m}$; b) $D = 2 \sqrt[3]{\frac{3V_{\mu}}{4N_A\pi}} = 4,09 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

1.1.24. Să se afle numărul particulelor (atomi și molecule) care se găsesc în **m=8g** de **oxigen** disociat cu gradul de disociere **$\alpha=40\%$** . (grad de disociere: $\alpha = \text{nr. molecule disociate} / \text{nr. de molecule existente inițial}$)

R: $N = 2,1 \cdot 10^{23}$ particule.

1.2 Transformarea izotermă

1.2.1. Se studiază relația dintre presiune și volum cu ajutorul unei seringi închise. Pistonul seringii se sprijină de platanul unui cântar de baie. Apăsând în jos seringă, putem citi valoarea forței, echivalentă cu greutatea indicată de balanță și volumul aerului din seringă. Diametrul pistonului este **d=19,6mm**. Rezultatele obținute sunt reprezentate în tabelul de mai jos.

Să se reprezinte diagrama **pV** a procesului, considerat izoterm. Reprezentați volumul gazului în funcție de $1/p$. Ce reprezintă panta acestei drepte?

V(cm ³)	20	18	16	14	12	10	8	6
m(kg)	0	0,4	0,8	1,3	2	3,1	4,6	7,1

1.2.2. Volumul unui gaz aflat la presiunea **p₁=1atm** este micșorat izoterm de **4** ori. Care este presiunea finală?

R: $4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

1.2.3. Un gaz are volumul de **1,2dm³**. Care va fi volumul gazului în urma creșterii izoterme a presiunii lui cu **20%**?

R: 10⁻³m³.

1.2.4. Într-un proces izoterm presiunea unui gaz crește cu **$\Delta p = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$** , volumul scăzând de **3** ori. Care a fost presiunea inițială?

R: 1atm.

1.2.5. Volumul unui gaz este redus izoterm de la **V₁=5l** la **V₂=3l**. Calculați variația relativă a presiunii gazului (**$\delta p = \Delta p / p_1$**).

R: 66,6%.

1.2.6. Volumul unui gaz crește izoterm cu **25%**. Cu cât la sută variază presiunea gazului (**$\delta p = \Delta p / p_1$**)?

R: -20%.

1.2.7. Volumul unui gaz a fost micșorat izoterm cu **f=20%**. Cu cât la sută a crescut presiunea?

R: cu 25%.

1.2.8. Un dispozitiv pentru determinarea presiunii atmosferice este și „tubul lui Melde”. Acest dispozitiv este un tub subțire cu un capăt sudat, în care este închisă o masă de aer cu ajutorul unei coloane mici de mercur. Măsurarea presiunii se face indirect, măsurând lungimile coloanei de aer când tubul este ținut cu capătul deschis în sus și apoi cu capătul deschis în jos.

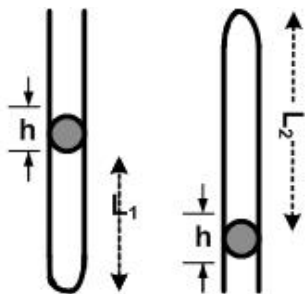


Fig. 1.2.8.

Cât este presiunea atmosferică, știind că lungimea coloanei de mercur este **h=2cm** și lungimile coloanei de aer

măsurate sunt: $L_1=36,5\text{cm}$ când tubul este cu capătul deschis în sus și respectiv $L_2=38,5\text{cm}$ când tubul este cu capătul deschis în jos. Exprimați presiunea atmosferică în torr și în Pascali.

R: 750torr sau 99,975kPa.

1.2.9. Într-un cilindru vertical se găsește o cantitate de aer închisă de un piston cu masa $M=1\text{kg}$. Se cunoaște înălțimea la care pistonul este în echilibru $h_1=40\text{cm}$, aria secțiunii transversale a cilindrului $S=1\text{cm}^2$ și presiunea atmosferică $p_0=10^5\text{N/m}^2$. Determinați înălțimea h_2 la care se va stabili pistonul dacă pe acesta se așează un alt corp cu masa $m=0,5\text{kg}$.

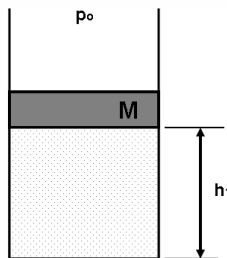


Fig. 1.2.9.

R: 32cm.

1.2.10. Un tub de sticlă orizontal închis la un capăt conține o coloană de aer cu lungimea $l_1=28\text{cm}$ închisă de un dop de Hg care are lungimea $h=20\text{cm}$.

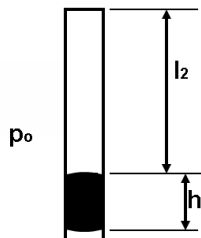
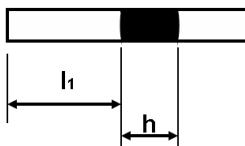


Fig. 1.2.10.

Cunoscând presiunea atmosferică $H=760\text{torr}$, determinați lungimea coloanei de aer dacă se răstoarnă tubul cu capătul deschis în jos.

R: 38cm.

1.2.11. Un tub închis la un capătul superior conține o coloană de gaz cu lungimea $l_1=50\text{cm}$ având în partea de jos o coloană de mercur cu lungimea $h=24\text{cm}$. Se răstoarnă tubul cu capătul deschis în sus. Cât va deveni lungimea coloanei de gaz? Presiunea atmosferică este de 760mmHg .

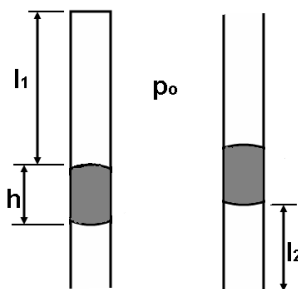


Figura 1.2.11.

R:26cm.

1.2.12. Un tub subțire de sticlă, orizontal, închis la un capăt, conține o coloană de aer de lungime $l=28\text{cm}$ închisă de o coloană de mercur de lungime $h=40\text{cm}$. Ce lungime minimă ar trebui să aibă tubul, pentru ca întors cu gura în jos, să nu cadă mercur din tub? (Se cunosc: presiunea atmosferică $p_0=750\text{torr}$, $g=10\text{m/s}^2$, recomandabil să se lucreze în torr).

R: $L=1\text{m}$.

1.2.13. O eprubetă cu lungimea l se scufundă treptat, pe distanța $x=10\text{cm}$, cu capătul deschis în jos, într-un vas cu mercur. Cunoșcând presiunea atmosferică $p_0=760\text{torr}$ și faptul că mercurul pătrunde în eprubetă pe distanța $h=2\text{cm}$, determinați lungimea eprubetei.

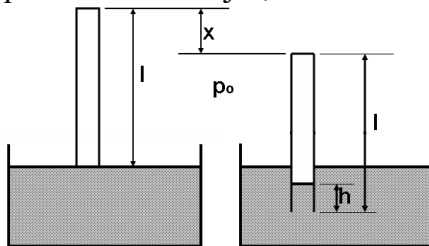


Figura 1.2.13.

R: 21cm.

1.2.14. Un cilindru orizontal cu lungimea $L=1\text{m}$ și aria secțiunii transversale $S=1\text{cm}^2$ este împărțit în două compartimente egale de un piston cu grosime neglijabilă

care se poate mișca liber, fără frecări. Presiunea inițială în ambele compartimente este $p_0=10^5\text{N/m}^2$. Care este forța cu care trebuie acționat asupra pistonului pentru a-l deplasa pe distanța $x=10\text{cm}$?

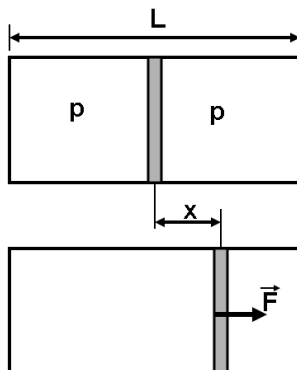


Figura 1.2.14.

R: 4,16N.

1.2.15. Un tub de sticlă orizontal, cu lungimea $L=1\text{m}$, închis la ambele capete, conține la mijloc o coloană de mercur cu lungimea $h=10\text{cm}$. Dacă așezăm tubul în poziție verticală coloana de mercur se deplasează pe distanța $d=15\text{cm}$. Care a fost presiunea inițială a gazului închis în tub?

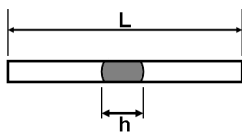


Fig. 1.2.15.

R: 18133N/m².

1.2.16. O pompă, folosită la umflarea unor pneuri, are lungimea cursei pistonului $l=25\text{cm}$. Aerul aflat în corpul

pompei are presiunea $p_1=10^5\text{Pa}$, iar în pneu presiunea ajunge la $p_2=2,1\cdot 10^5\text{Pa}$. Să se afle distanța x pe care se deplasează pistonul, când aerul începe să treacă din corpul pompei în corpul pneului.

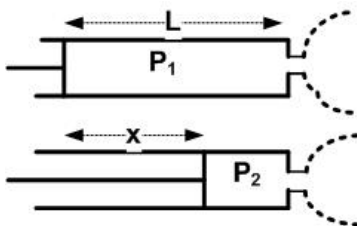


Fig. 1.2.16.

$$R: x = l \left(1 - \frac{p_1}{p_2} \right) = 13\text{cm}.$$

1.2.17. Un vas cilindric cu înălțimea $2h=2,2\text{ m}$ este împărțit în două compartimente egale printr-un perete orizontal în care este un mic orificiu. Inițial, în compartimentul superior se află apă, iar în cel inferior, aer la presiune atmosferică $p_0=10^5\text{Pa}$. Ce înălțime x va avea stratul de apă din compartimentul inferior când aerul începe să iasă prin orificiu?

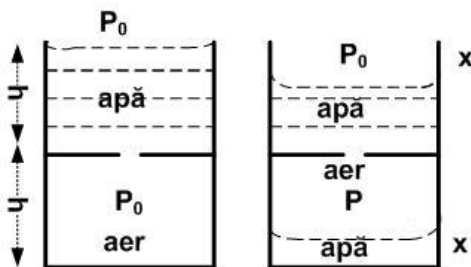


Fig.1.2.17.

$$R: x=0,1\text{m}.$$

1.2.18. Un vas cilindric orizontal este împărțit în două compartimente de lungimi $L_1=20\text{cm}$ și $L_2=30\text{cm}$, cu

ajutorul unui piston inițial blocat, astfel încât, raportul presiunilor în cele două compartimente este $p_1/p_2=1,5$. Pistonul este etanș și se poate mișca fără frecare. Pe ce distanță x se deplasează pistonul dacă este lăsat liber?

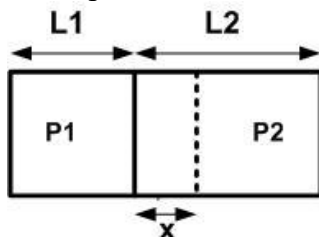


Fig. 1.2.18.

R: $x=5\text{cm}$.

1.2.19. Într-un tub subțire de lungime $L=90\text{cm}$, închis la un capăt, se află o coloană de aer închisă printr-un "dop" de mercur de lungime $h=30\text{cm}$. Când tubul este ținut vertical cu capătul deschis în sus, coloana de aer și mercurul ocupă toată lungimea tubului. Când tubul este ținut cu capătul deschis în jos, o parte din mercur va curge. Ce lungime x va avea mercurul rămas în tub? (Se cunosc: presiunea atmosferică $p_0=750\text{torr}$, recomandabil să se lucreze în torr.)

R: $x\approx 2,8\text{cm}$.

1.2.20. Un tub subțire cu lungimea $L=1\text{m}$, deschis la ambele capete, este introdus până la jumătatea înălțimii, într-un vas cu mercur. Apoi tubul se închide la capătul superior și se scoate afară, pe verticală, cu capătul deschis în jos. Ce lungime x are coloana de mercur rămasă în tub? (Se cunosc: presiunea atmosferică $p_0=750\text{torr}$, recomandabil să se lucreze în torr.)

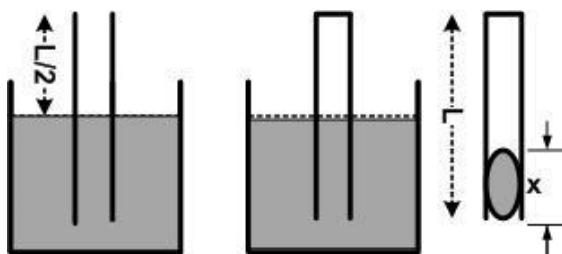


Fig. 1.2.20.

R: $x=25\text{cm}$.

1.2.21. Un tub în formă de U cu secțiunile ramurilor egale, ca în figură, conține în ramura închisă, o coloană de aer cu lungimea $L=20\text{cm}$. Ce lungime x va avea coloana de aer, dacă ramura deschisă a tubului se umple până la refuz cu mercur? (Se cunosc: presiunea atmosferică $p_0=760\text{torr}$, recomandabil să se lucreze în torr.)

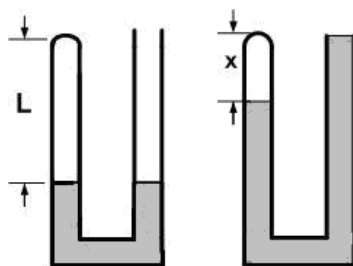


Fig.1.2.21.

R: $x=16,4\text{cm}$

1.3 Transformarea izobară

1.3.1. Volumul unui gaz este mărit izobar de 3 ori. Care va fi temperatura finală cunoscând că inițial gazul avea 27°C ?

R: 627°C .

1.3.2. Într-o transformare izobară temperatura gazului scade cu 20%. Știind că volumul inițial a fost de 20cm^3 determinați volumul gazului în starea finală.

R: 16cm^3 .

1.3.3. Determinați variația relativă a volumului unui gaz încălzit de la temperatura de 27°C la 1227°C ($\delta V = \Delta V / V_{\text{inițial}}$).
R: 400%.

1.3.4. Încălzind izobar o masă constantă de gaz cu $\Delta T = 3\text{K}$, volumul s-a modificat cu $f = 1\%$ din volumul inițial. Să se afle temperatura inițială a gazului.

R: $T_1 = 300\text{K}$.

1.3.5. Un gaz ideal este comprimat izobar astfel încât volumul său variază cu $f_1 = 20\%$. Cu ce procent f_2 variază temperatura?

R: $f_2 = 20\%$.

1.3.6. Dacă o cantitate oarecare de gaz este răcită izobar cu **31 de grade**, volumul său scade cu **10%**. Să se calculeze temperatura finală.

R: 6°C .

1.3.7. Răcirea izobară a unui gaz având inițial volumul de 200 cm^3 și temperatura de 0°C duce la scăderea temperaturii sale cu 73°C . Care este volumul gazului în starea finală?

R: $146,5\text{cm}^3$

1.3.8. Un cilindru orizontal conține un gaz închis cu un piston care se poate mișca liber, fără frecări. Presiunea atmosferică este p_0 . Cunoscând că în starea inițială lungimea coloanei de gaz este $l_1 = 30\text{cm}$ și temperatura este de 20°C , determinați temperatura la care gazul va ocupa $l_2 = 45\text{cm}$.

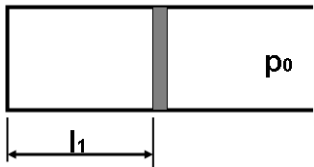
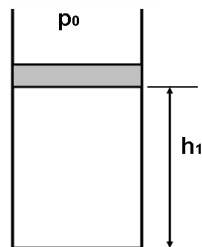


Figura 1.3.8.

R: $166,5^{\circ}\text{C}$.

1.3.9. Într-un cilindru vertical se află o cantitate de oxigen închisă de un piston mobil care se poate mișca fără frecări. Inițial pistonul se află la înălțimea $h_1=40\text{cm}$ iar temperatura oxigenului este de 27°C . Presiunea atmosferică este $p_0=1\text{atm}$, masa pistonului este $M=2\text{kg}$ iar cilindrul are aria secțiunii transversale $S=2\text{cm}^2$. Determinați:



- presiunea oxigenului;
- înălțimea la care se va afla pistonul dacă temperatura se reduce cu 10°C .

Figura 1.3.9.

R: 2atm, 38,6cm.

1.3.10. Un tub de sticlă închis la capătul superior are lungimea $L=1\text{m}$. În interior se găsește aer închis de o coloană de mercur cu lungimea $h=10\text{cm}$. În starea inițială aerul ocupă o lungime $l_1=60\text{cm}$, temperatura fiind de 10°C . Presiunea atmosferică este p_0 . La ce temperatură trebuie adus aerul din tub pentru ca mercurul să înceapă să curgă?

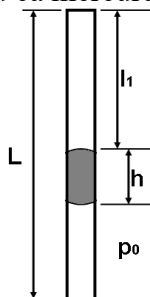


Figura 1.3.10.

R: $151,5^\circ\text{C}$.

1.3.11. Un gaz perfect este închis într-un cilindru orizontal de lungime $l=50\text{cm}$. Temperatura gazului este 21°C . Un capăt al cilindrului este închis cu un piston ce se poate deplasa fără frecare. Cu cât trebuie micșorată temperatura gazului pentru

ca pistonul să se deplaseze spre interior cu **17cm**? Presiunea exterioară și interioară are aceeași valoare de **100kPa**.

R: $\Delta t = 100^\circ\text{C}$.

1.4 Transformarea izocoră

1.4.1. Într-o butelie se găsește oxigen la temperatura de **10°C** și presiunea **$p_0 = 1\text{atm}$** . Cât devine presiunea dacă temperatura crește la **50°C**?

R: 1,14atm.

1.4.2. Într-o transformare izocoră presiunea gazului crește cu **25%**. De câte ori crește temperatura lui?

R: 1,25.

1.4.3. Într-o butelie se găsește heliu la presiunea **$p_1 = 5\text{atm}$** și temperatura **$t_1 = 47^\circ\text{C}$** . La ce temperatură presiunea ar deveni **$p_2 = 4\text{atm}$** ?

R: -17°C .

1.4.4. Răcind izocor o masă constantă de gaz cu **$\Delta T = 6\text{K}$** , presiunea a scăzut cu **$f = 2\%$** . Care a fost temperatura inițială a gazului?

R: $T_1 = 300\text{K}$.

1.4.5. Un cilindru orizontal cu piston mobil fără frecări cu aria **$S = 5\text{cm}^2$** conține heliu la temperatura **$t_1 = 27^\circ\text{C}$** . Forța care acționează asupra pistonului este **$F_1 = 20\text{N}$** . Cât trebuie să devină această forță pentru a menține volumul heliului nemodificat dacă mărim temperatura gazului la **$t_2 = 57^\circ\text{C}$** iar presiunea atmosferică este **$p_0 = 10^5\text{N/m}^2$** .

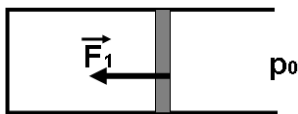


Figura 1.4.5.

R: 27N.

1.4.6. O eprubetă cu lungimea $l=14\text{cm}$ este cufundată în întregime într-un vas care conține mercur cu capătul deschis în jos la temperatura $t_1=10^\circ\text{C}$. La ce temperatură aerul începe să iasă din eprubetă? Presiunea atmosferică este $H=760\text{mmHg}$.

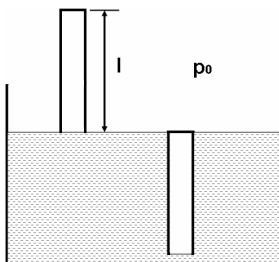


Figura 1.4.6.

R: 62°C .

1.4.7. Într-un cilindru vertical cu piston de secțiune $S=30\text{cm}^2$, se află aer la presiunea $p_1=2\cdot 10^5\text{Pa}$ și temperatura $T_1=300\text{K}$. Gazul din cilindru a fost încălzit până la temperatura $T_2=500\text{K}$. Cu ce forță trebuie să se acționeze asupra pistonului, pentru ca volumul gazului să rămână constant?

R: $F=400\text{N}$.

1.4.8. Cilindrii din figura de mai jos sunt fixați conform desenului. Pistoanele, având ariile $S_1=100\text{cm}^2$, respectiv 50cm^2 , sunt uniți cu o tijă rigidă. În interiorul vaselor se găsește aer la temperatura de 27°C și presiunea normală. Aerul din cilindrul mai mic este încălzit cu 50°C . Cu cât

trebuie modificată temperatura aerului din cilindrul celălalt pentru ca pistoanele să rămână în aceeași poziție?

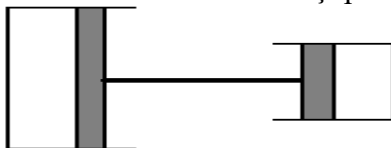


Fig. 1.4.8.

R: 25°C.

1.5. Ecuația termică de stare

1.5.1. Calculați masa de **azot** dintr-o butelie cu volumul de **1l** la temperatura de **7°C** dacă presiunea lui este de **3atm**. Care este concentrația azotului ($n=N/V$)?

R: $m=3,61\text{g}$; $n=7,76 \cdot 10^{25}\text{molecule/m}^3$.

1.5.2. Care este masa de aer dintr-o cameră cu volumul de **70m³** la presiune atmosferică normală **$p_0=10^5\text{N/m}^2$** și temperatura de **17°C** ($\mu_{\text{aer}}=29\text{kg/kmol}$)? Care este densitatea aerului?

R: $m=84.2\text{ kg}$; $\rho=1,2\text{kg/m}^3$.

1.5.3. Ce gaz are densitatea **0,174g/l** în condiții normale de presiune și temperatură?

R: He.

1.5.4. Un vas închis, de volum **1l**, este umplut cu **apă** la temperatura de **27°C**. Care ar fi presiunea din vas dacă ar înceta interacțiunea dintre molecule, apa transformându-se în gaz perfect la aceeași temperatură?

R: $p=1,38 \cdot 10^3\text{atm}$.

1.5.5. Presiunea dintr-o butelie scade cu **4atm** în urma deschiderii unei supape. Cunoscând că volumul buteliei este

de $V=8\text{l}$ și că temperatura rămâne tot timpul $t=20^{\circ}\text{C}$ determinați masa de **oxigen** care iese din butelie.

R: 42g.

1.5.6. Ce masă de **helium** s-a consumat dintr-o butelie cu volumul de **80l** dacă presiunea inițială a fost de **80 atm** la temperatura de **27°C** iar cea finală de **10 atm** la temperatura de **17°C**?

R: 0,89kg.

1.5.7. O butelie de volum **100l** conține **oxigen** la presiunea **3bar** și temperatura **7°C**. Butelia este transportată într-o încăpere în care temperatura este de **27°C**. Cât oxigen a fost consumat, dacă presiunea finală este de **1,5bar**.

R: 220g.

1.5.8. Un flacon de sticlă are volumul de **2l**. Ce masă de aer ($\mu=29\text{kg/kmol}$) este în flacon la temperatura camerei (**27°C**)? Câte miligrame de aer intră în flacon, dacă îl ducem afară, unde temperatura este de **-10°C**? Presiunea atmosferică se consideră constantă, de valoare **100kPa**.

R: $m=2,32\text{g}$, $\Delta m=323\text{mg}$.

1.5.9. Calculați variația relativă a masei de aer dintr-o anvelopă ($\delta m = \Delta m / m_{\text{inițial}}$) dacă în urma pompării presiunea a crescut cu **40%** iar temperatura cu **10%**. Presupuneți că volumul anvelopei rămâne neschimbat.

R: 27%.

1.5.10. O cantitate $\nu=0,06\text{moli}$ de gaz ideal este închis într-un cilindru orizontal cu un piston ce poate aluneca fără frecare. Secțiunea cilindrului este **$S=100\text{cm}^2$** iar lungimea inițială a coloanei de gaz la temperatura **$T=300\text{K}$** este **$l=0,15\text{m}$** . Se cere:

a) presiunea gazului;

b) creșterea presiunii dacă pistonul este deplasat timp de **5s** cu o viteză de **$v=1\text{cm/s}$** .

R: a) 99,72kPa; b) 49,86kPa.

1.5.11. O cantitate **$m=2\text{kg}$** de **O_2** se află într-un vas cu volumul de **$8,31\text{m}^3$** la temperatura de **27°C** . Care este presiunea gazului în vas?

R: $p=18,75 \cdot 10^3\text{Pa}$.

1.5.12. Într-un recipient se află gaz la temperatura **$t_1=-18^\circ\text{C}$** . Temperatura mediului exterior crește la **$t_2=33^\circ\text{C}$** , dar presiunea gazului din recipient trebuie să rămână constantă, până la o valoare maximă admisibilă, de aceea trebuie scoasă o masă de gaz din recipient. Care este raportul maselor de gaz din recipient aflate la cele două temperaturi?

R: $m_1/m_2=1,2$.

1.5.13. Într-o butelie se găsește un gaz la temperatura **$t_1=27^\circ\text{C}$** și presiunea **$p_1=9\text{atm}$** . Ce presiune se va stabili în butelie, dacă după deschiderea unui robinet, a ieșit afară din butelie o fracțiune **$f=1/3$** din masa gazului, iar temperatura a devenit **$t_2=17^\circ\text{C}$** ?

R: $p_2=5,8\text{atm}$.

1.5.14. O butelie are robinetul defect și deși temperatura gazului a scăzut cu **$f_1=20\%$** , se constată că a ieșit un procent **$f_2=25\%$** din masa gazului. Cu ce procent **f_3** a variat presiunea gazului din recipient?

R: presiunea a scăzut cu $f_3=40\%$.

1.5.15. Când volumul unei mase constante de gaz a fost micșorat cu **$f_1=20\%$** și gazul a fost încălzit cu **$T=12\text{K}$** , presiunea sa a crescut cu **$f_2=30\%$** . Care a fost temperatura inițială a gazului?

R: $T_1=300\text{K}$.

1.5.16. Când presiunea unei mase constante de gaz aflată inițial la $t_1=7^{\circ}\text{C}$ este mărită cu $f_1=50\%$, volumul scade cu $f_2=20\%$. Care va fi temperatura finală a gazului?

R: $T_2=336\text{K}$.

1.5.17. O masă constantă de gaz suferă o transformare în care presiunea scade cu $f_1=20\%$, iar volumul crește cu $f_2=20\%$. Cu ce procent f_3 va varia temperatura gazului?

R: temperatura va scădea cu $f_3=4\%$.

1.5.18. Când volumul unei mase constante de gaz a fost mărit cu $f_1=20\%$ și gazul a fost încălzit cu $T=168\text{K}$, presiunea sa a crescut cu $f_2=30\%$. Care a fost temperatura inițială a gazului?

R: $T_1=300\text{K}$.

1.5.19. Într-o butelie cu volumul V se găsește **oxigen** la presiunea $p_1=25 \cdot 10^5\text{Pa}$ și temperatura $T_1=300\text{K}$. Dacă temperatura crește la $T_2=320\text{K}$, pentru ca presiunea să rămână constantă, trebuie scoasă din butelie o masă $m=6\text{kg}$ de oxigen. Să se calculeze:

a) volumul buteliei;

b) numărul de molecule de oxigen care au fost evacuate.

R: $V=2,99\text{m}^3$; $N=1,13 \cdot 10^{26}$ molecule.

1.5.20. Într-o butelie cu volumul $V=2\text{m}^3$ se găsește **azot** la presiunea $p_1=1,5 \cdot 10^5\text{Pa}$ și temperatura $t_1=127^{\circ}\text{C}$. Temperatura crește cu $\Delta T=300\text{K}$, dar presiunea nu poate depăși valoarea $p_2=2 \cdot 10^5\text{Pa}$, de aceea trebuie scoasă din butelie o masă m de azot. Să se afle:

a) masa de gaz care trebuie scoasă din butelie;

b) densitatea gazului din butelie în stare inițială.

R: $m=0,6\text{kg}$; $\rho=1,26\text{kg/m}^3$.

1.5.21. Într-un rezervor de volum $V=15\text{l}$ se găsește **hidrogen**

la presiunea $p_1=2\text{atm}$ și temperatura $T_1=300\text{K}$. Calculați:

a) masa gazului.

b) Gazul este încălzit la $T_2=450\text{K}$. Ce masă de hidrogen trebuie evacuată pentru a menține presiunea constantă?

c) Hidrogenul evacuat este înlocuit cu aceeași masă de oxigen la temperatura T_2 . Ce presiune va avea amestecul?

R: a) 2,4g; b) 0,8g; c) 2,062atm.

1.5.22. Un cilindru vertical cu secțiunea $S=10\text{cm}^2$ conține o cantitate $m=2\text{g}$ de azot închisă de un piston cu masa $M=10\text{kg}$ care se poate mișca fără frecări. Calculați înălțimea h la care se găsește pistonul dacă presiunea atmosferică este $p_0=10^5\text{N/m}^2$ iar temperatura $t=7^\circ\text{C}$.

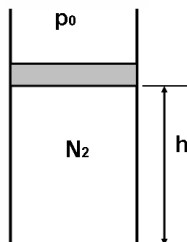


Fig. 1.5.22.

R: 83,1cm.

1.5.23. Într-un cilindru orizontal se găsesc mase egale de hidrogen și oxigen, gazele fiind separate printr-un piston care se poate mișca fără frecări. Ce fracțiune din volumul total ocupă hidrogenul dacă temperatura celor două gaze este aceeași?

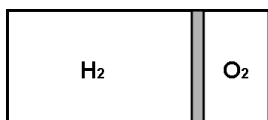


Fig. 1.5.23.

R: 94,1%.

1.5.24. Un cilindru vertical cu secțiunea $S=25\text{cm}^2$ este împărțit în două compartimente de un piston cu masa $M=5\text{kg}$. În compartimentul superior care are volumul $V_1=1\text{l}$ se găsesc $m_1=2\text{g}$ de argon la temperatura $t_1=27^\circ\text{C}$ iar în cel inferior de volum $V_2=2\text{l}$ se găsește oxigen la temperatura $t_2=37^\circ\text{C}$. Calculați masa oxigenului.

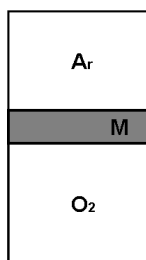


Fig. 1.5.24.

R: 3,6g.

1.5.25. Un cilindru orizontal de lungime $L=90\text{cm}$ este împărțit în **două părți egale** de un piston subțire care se poate mișca fără frecări, fiecare compartiment conținând neon. În compartimentul din stânga se introduce o masă suplimentară de neon de **4 ori** mai mare decât masa inițială din compartimentul respectiv. Determinați distanța x pe care se deplasează pistonul dacă temperatura este aceeași în ambele compartimente atât în starea inițială cât și în starea finală.

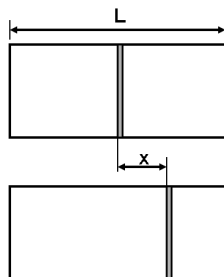


Fig. 1.5.25.

R: 30cm.

1.5.26. În figura 1.5.26. cele trei **izocore** sunt trasate pentru **aceeași masă** de gaz. Care din cele trei izocore corespunde la volumul maxim la care se află gazul?

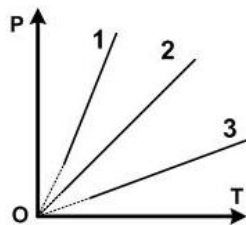


Fig. 1.5.26. și Fig. 1.5.27.

1.5.27. Dreptele din figură sunt trasate pentru **același volum** al aceluiași gaz. Ce relație există între diferitele densități ale gazului?

R: $\rho \sim p/T$, se compară pantele dreptelor.

1.5.28. În figură sunt reprezentate, pentru **aceeași masă** de gaze diferite aflate la **aceeași presiune**, mai multe drepte. Ce relație există între masele molare ale gazelor?

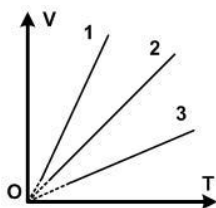


Fig. 1.5.28.

R: $\mu \sim T/V$, se compară pantele dreptelor.

1.5.29. O **masă constantă** de gaz efectuează un proces ciclic reprezentat în coordonate **(V,T)** printr-un cerc. Să se reprezinte pe grafic stările cu presiune maximă și minimă.

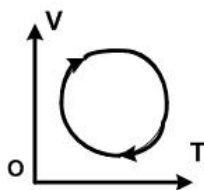


Fig. 1.5.29.

1.5.30. O **masă constantă** de gaz efectuează un proces ciclic reprezentat în coordonate **(p,T)** printr-un cerc. Să se reprezinte pe grafic stările cu volum maxim și minim.

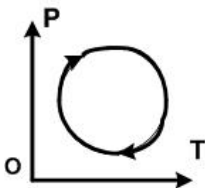


Fig. 1.5.30.

1.6. Energia internă și viteza termică a moleculelor

1.6.1. Calculați viteza termică a moleculelor de **azot** și a celor de **dioxid de carbon** la temperatura $t=27^{\circ}\text{C}$.

$$\text{R: } v_{\text{azot}}=516,8\text{m/s; } v_{\text{dioxid de azot}}=412,3\text{m/s.}$$

1.6.2. Care este viteza termică a moleculelor de unui gaz care are densitatea $\rho=1,2\text{kg/m}^3$ la presiunea $p=1\text{atm}$?

$$\text{R: } 500\text{m/s.}$$

1.6.3. Într-o incintă se găsește **argon** la presiunea de **6080torr**. Viteza termică a moleculelor este $v_T=600\text{m/s}$. Calculați numărul moleculelor din unitatea de volum.

$$\text{R: } 10^{26}\text{m}^{-3}.$$

1.6.4. Cu câte grade a fost crescută temperatura **heliului** dintr-o incintă dacă viteza termică a moleculelor a crescut de la **1200m/s** la **1400m/s**?

$$\text{R: } 83,43^{\circ}\text{C.}$$

1.6.5. Cum se modifică energia cinetică de agitația termică a moleculelor într-o încălzire izocoră? De câte ori trebuie mărită presiunea pentru a dubla viteza moleculelor?

$$\text{R: de 4 ori.}$$

1.6.6. Două butelii identice conțin **oxigen** respectiv **heliu** la aceeași presiune. În care din butelii energia internă este mai mare?

$$\text{R: } U_{\text{O}_2}=5/3U_{\text{He}}.$$

1.6.7. Un amestec de **heliu** și de **oxigen** este în echilibru termic. Calculați pentru cele două gaze raportul:

- a) vitezelor termice;
- b) energiilor cinetice medii de translație;
- c) energiilor cinetice medii.

$$\text{R: a) } 2,82; \text{ b) } 1; \text{ c) } 0,6.$$

1.6.8. Un amestec de **dioxid de azot** și de **neon** este în echilibru termic. Calculați pentru cele două gaze raportul:

- a) vitezelor termice;
- b) energiilor cinetice medii de translație;
- c) energiilor cinetice medii.

R: a) 0,66; b) 1; c) 2.

1.6.9. Într-un rezervor se află un amestec gazos format din **oxigen** și **hidrogen**, în condiții normale. Să se calculeze:

- a) raportul vitezelor termice ale moleculelor;
- b) raportul energiilor cinetice ale moleculelor.

R: a) $v_{H_2}/v_{O_2}=4$; $\epsilon_{H_2}/\epsilon_{O_2}=1$.

1.6.10. Într-un rezervor de volum **V=2l** se află **azot** la presiunea **p=5atm** și temperatura **T=280K**. Să se calculeze:

- a) numărul moleculelor;
- b) masa unei molecule;
- c) viteza termică a moleculelor.

R: a) $N=2,58 \cdot 10^{23} m^{-3}$;

b) $m_0=4,65 \cdot 10^{-26} kg$; c) $v_T=500 m/s$.

1.6.11. Un gaz are densitatea **$\rho=1,3 kg/m^3$** la presiunea **$p=10^5 N/m^2$** și temperatura **$t=23,2^\circ C$** . Calculați viteza termică a moleculelor și masa molară a gazului.

R: 480,4m/s; 32kg/kmol.

1.6.12. Temperatura unui gaz scade la volum constant astfel încât viteza termică a moleculelor scade de **trei** ori. De câte ori se modifică temperatura și presiunea gazului?

R: scad de 9 ori.

1.6.13. Calculați energia internă a **unui mol** de **oxigen** aflat la temperatura de **10°C**. Cât la sută din aceasta revine mișcării de translație a moleculelor?

R: 5879J; 60%.

1.6.14. Calculați energia internă a vaporilor de **apă** aflați într-un volum $V=1\text{l}$ la presiunea $p=10\text{kPa}$. Cât la sută din această energie revine mișcării de rotație a moleculelor?

R: 30J, 50%.

1.6.15. Cu cât la sută crește energia internă a **aerului** (diatomic) dintr-o cameră dacă temperatura crește de la 20°C la 25°C .

R: 0%.

1.6.16. Într-o incintă de volum $2,5\text{l}$ se află **hidrogen** în stare atomică la temperatura 290K și presiunea $1,5\text{atm}$. Calculați viteza termică a atomilor și energia internă a gazului. Dacă dintr-un motiv oarecare ar înceta agitația termică și gazul s-ar contracta astfel încât atomii să se atingă, ce volum minim ar ocupa gazul? Ce densitate ar avea substanța astfel obținută? Raza atomului de hidrogen este $0,53 \cdot 10^{-10}\text{m}$.

R: $v_T=27 \cdot 10^2\text{m/s}$; $U=526,5\text{J}$;

$V_f=0,54 \cdot 10^{-7}\text{m}^3$; $\rho=2,8 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$.

1.6.17. Un gaz **diatomic** este încălzit cu $\Delta T=100\text{K}$. Variația vitezei termice este $\Delta v_T=100\text{m/s}$, iar variația vitezei pătratic medii este $\Delta v^2=89000\text{m}^2/\text{s}^2$. Să se determine:

a) masa molară a gazului;

b) vitezele termice v_{1T} și v_{2T} la temperaturile T_1 și T_2 .

c) variația energiei interne dacă gazul are $N=18 \cdot 10^{26}$ molecule.

R: a) 28kg/kmol ; b) 495 m/s ; 395 m/s ; c) $6208,6 \text{ kJ}$.

1.6.18. Într-un vas cu pereții rigizi se găsește o masă $m=10\text{g}$ de gaz **monoatomic** la presiunea $p=3 \cdot 10^5\text{Pa}$. Moleculele gazului au viteza termică $v_T=600\text{m/s}$. Se cere:

a) volumul vasului;

b) energia internă a gazului.

R: a) $V=4\text{dm}^3$; b) $U=3600\text{J}$.

1.6.19. O butelie cu volumul $V=2l$ conține un amestec de **heliu** și **argon** la presiunea $p=2 \cdot 10^5 Pa$. Se cere:

- a) energia internă a amestecului de gaze;
- b) raportul vitezelor termice ale gazelor din amestecul de gaze aflat la echilibru termic.

$$R: a) U=600J; b) v_{He}/v_{Ar}=\sqrt{10}.$$

1.6.20. Într-un recipient cu volumul $V=8,31dm^3$ se află $m=16g$ **oxigen** la temperatura $t_1=27^\circ C$. Să se afle:

- a) presiunea gazului din recipient;
- b) viteza termică a moleculelor;
- c) Energia internă a gazului;
- d) Cum se modifică energia internă a gazului, dacă temperatura crește la $t_2=127^\circ C$ și **jumătate din masa** gazului iese afară printr-o supapă.

$$R: a) 1,5atm; b) 483,4m/s; c) 3116,25J; d) 2077,5J.$$

1.6.21. Un gaz **biatomic** are energia internă U la temperatura T . Dacă temperatura crește de **trei** ori, moleculele disociază în atomi. Cum se modifică energia internă a gazului?

$$R: \text{crește de 6 ori.}$$

1.6.22. Într-un vas cu pereți rigizi de volum $V=2l$, se află o masă $m=3g$ de clor ($\mu_{Cl}=70g/mol$). Temperatura gazului crește devenind $T=1000K$ și din această cauză, presiunea în vas crește mai mult decât ar arăta ecuația de stare. De fapt se produce o disociere parțială a moleculelor de clor, astfel că presiunea devine $p=2,5atm$. Să se afle gradul de disociere al clorului din recipient. (*grad de disociere: $\alpha = nr. \text{ molecule disociate} / nr. \text{ de molecule existente inițial}$*)

$$R: \alpha=40\%.$$

1.6.23. Calculați căldura molară izocoră a **oxigenului** parțial disociat. Gradul de disociere este $\alpha=50\%$. Știind că masa de oxigen și temperatura rămân nemodificate, de câte ori crește

energia internă a oxigenului datorită disocierii?

$$R: C_V=11R/6; U_{\text{final}}/U_{\text{inițial}}=1,1.$$

1.6.24. Într-un vas cu volumul $V=1\text{m}^3$ se află un amestec gazos format din **azot** molecular și atomic, format prin disocierea parțială a azotului. Energia internă a amestecului este $U=280\text{kJ}$ iar presiunea este $p=10^5\text{Pa}$. Să se afle gradul de disociere al azotului.

$$R: \alpha=60\%.$$

1.7 Probleme combinate

1.7.1. Un gaz parcurge procesul din figura alăturată. Cunoscând temperatura lui în starea inițială $T_A=300\text{K}$ determinați temperatura lui în starea finală T_C . Reprezentați procesul în diagramele (V,T) respectiv (p,T) .

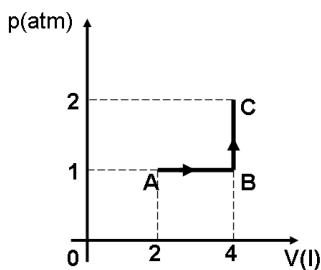


Fig. 1.7.1.

$$R: 1200\text{K}.$$

1.7.2. Un gaz parcurge procesul din figura alăturată. Cunoscând temperatura lui în starea inițială $T_A=200\text{K}$ determinați temperatura lui în starea finală T_C . Reprezentați procesul în diagramele (V,T) respectiv (p,T) .

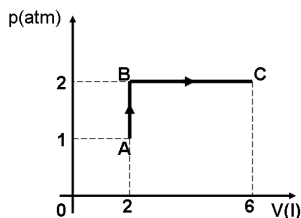


Fig. 1.7.2.

$$R: 1200\text{K}.$$

1.7.3. Identificați transformările din figură și reprezentați procesele ciclice în coordonate (p,V) și (P,T) .

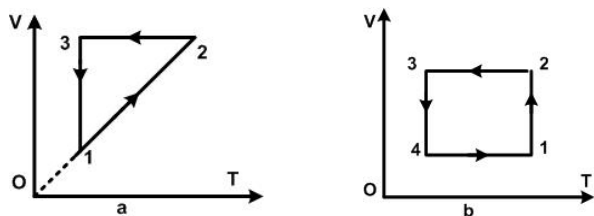


Fig. 1.7.3.

1.7.4. Identificați transformările din figură și reprezentați procesele ciclice în coordonate (p, V) și (V, T)

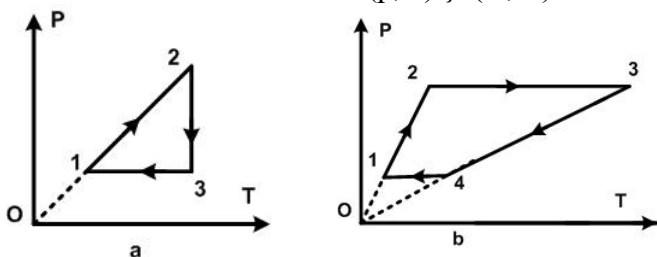


Fig. 1.7.4.

1.7.5. Identificați transformările din figură și reprezentați procesele ciclice în coordonate (p, T) și (V, T)

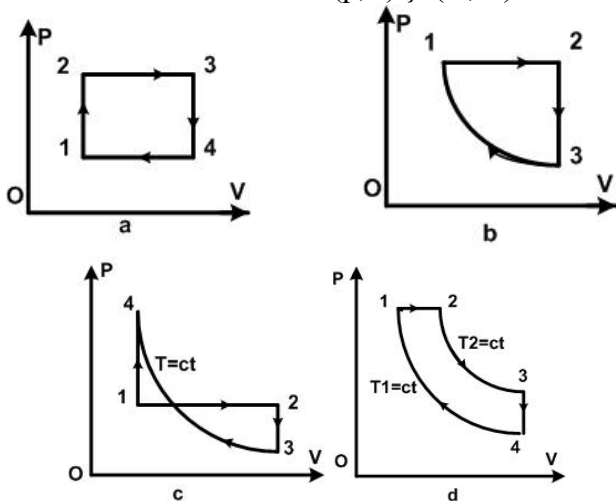


Fig. 1.7.5.

1.7.6. **Un mol** de gaz ideal parcurge procesul din figură. Completați tabelul alăturat și reprezentați procesul în diagramele (p,V) și (V,T).

	p (atm)	V(l)	T(K)
A	1	16,62	
B			
C			

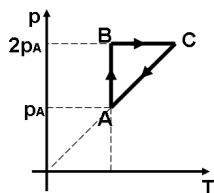


Fig. 1.7.6.

R: $T_C=400\text{K}$.

1.7.7. O cantitate **v=6moli** de gaz ideal parcurg procesul din figură. Completați tabelul alăturat și reprezentați procesul în diagramele (p,V) și (p,T).

	p (atm)	V(l)	T(K)
A	12		200
B			
C			

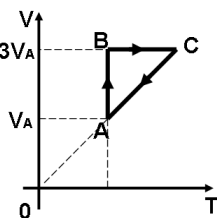


Fig. 1.7.7.

R: $T_C=600\text{K}$, $V_C=24,93\text{l}$.

1.7.8. **Un mol** de gaz ideal parcurge procesul din figură. Completați tabelul alăturat și reprezentați procesul în diagramele (p,V) și (p,T)

	P (atm)	V(l)	T(K)
A	1		100
B			
C			
D			

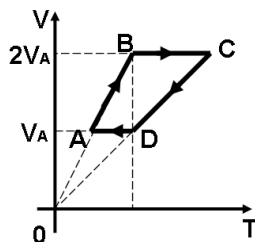


Fig. 1.7.8.

R: $T_C=400\text{K}$.

1.7.9. Un gaz ideal parcurge procesul din figură. Completați tabelul alăturat și reprezentați procesul în diagramele (V,T) și (p,T)

	P (atm)	V(l)	T(K)
A	6	2	300
B		4	
C	2		
D			

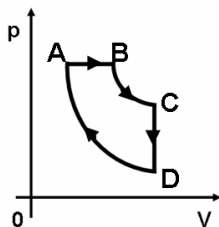


Fig. 1.7.9.

R: $p_D = 1 \text{ atm}$.

1.7.10. Reprezentați procesul din figură în diagramele (V,T) respectiv (p,T) și completați tabelul alăturat.

	p (atm)	V(l)	T(K)
A	4	1	300
B	6		
C		3	
D			

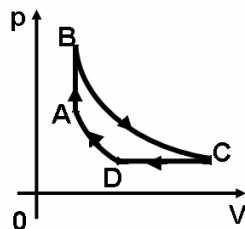


Fig. 1.7.10.

R: $V_D = 2 \text{ l}$.

1.7.11. Reprezentați procesul din figură în diagramele (V,T) respectiv (p,T) și completați tabelul alăturat.

	p (atm)	V(l)	T(K)
A	12	2	300
B		4	
C			100
D			

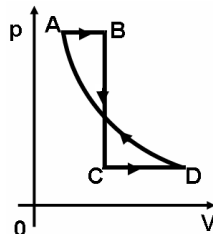


Fig. 1.7.11.

R: $V_D = 12 \text{ l}$.

1.7.12. Reprezentați procesul din figură în diagramele (V,T) respectiv (p,T) și completați tabelul alăturat.

	p (10^5N/m^2)	V (cm^3)	T(K)
A	4	1	200
B			1600
C	1		
D			

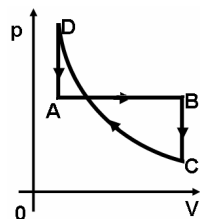


Fig. 1.7.12.

R: $p_D = 8 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$.

1.7.13. O cantitate $\nu = 0,5 \text{moli}$ de gaz ideal este încălzită prin transformarea liniară reprezentată în figură. Scrieți ecuația transformării. Determinați p_B și T_B .

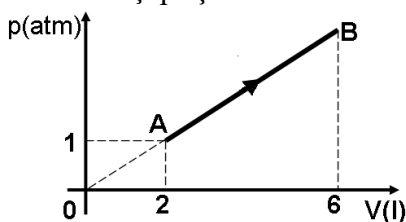


Fig. 1.7.13.

R: $p = aV$ unde $a = 5 \cdot 10^7 \text{N/m}^5$; 300kN/m^2 ; 160°C .

1.7.14. Un gaz ideal parcurge transformarea liniară reprezentată în figură. Determinați ecuația procesului și presiunea gazului atunci când volumul lui este de 2dm^3 .

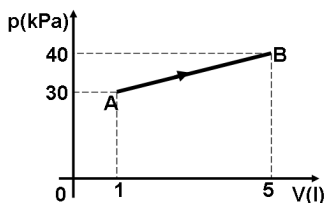


Fig. 1.7.14.

R: $p = aV + b$, unde $a = 2,5 \cdot 10^6 \text{N/m}^5$, $b = 27,5 \text{kN/m}^2$; $32,5 \text{kPa}$.

1.7.15. Un gaz suferă o transformare ciclică reprezentată prin diagrama p - V de mai jos. Cunoșcând temperaturile $T_1=200\text{K}$ și $T_2=400\text{K}$, calculați temperatura din starea 3.

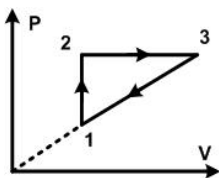


Fig. 1.7.15.

R: $T_3=T_2^2/T_1=800\text{K}$.

1.7.16. O cantitate de H_2 cu masa $m=0,09\text{g}$ parcurge transformarea liniară reprezentată în figură. Determinați ecuația procesului și temperatura maximă atinsă de gaz în timpul transformării.

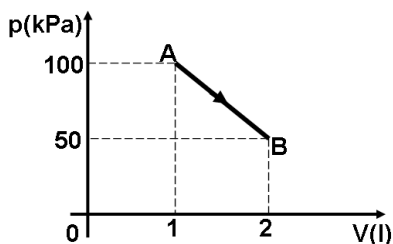


Fig. 1.7.16.

R: $p=aV+b$, unde $a=-5 \cdot 10^7 \text{N/m}^5$, $b=150\text{kN/m}^2$; $\approx 300\text{K}$.

1.7.17. Un gaz ideal suferă o transformare a cărei diagramă p - V este un segment. Determinați temperatura maximă atinsă în timpul procesului în funcție de temperatura T_1 .

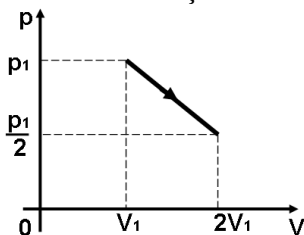


Fig. 1.7.17.

R: $T_{\max}=9T_1/8$.

1.7.18. O eprubetă cu lungimea de **20cm** este introdusă în apă cu gura în jos. Calculați înălțimea coloanei de apă din eprubetă. La ce temperatură trebuie încălzit sistemul pentru ca aerul să împingă apa până la gura eprubetei? Temperatura inițială a apei este **27°C** ($p_0=10^5\text{Pa}$, $g=10\text{m/s}^2$, $\rho=10^3\text{kg/m}^3$).

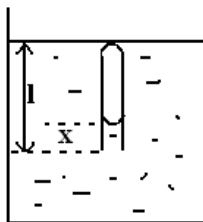


Fig. 1.7.18.

R: $x=0,5\text{mm}$; $T'=307,8\text{K}$.

1.7.19. Un gaz ideal parcurge procesul din figură. Se cunosc $t_A=27^\circ\text{C}$ și $t_B=127^\circ\text{C}$. Determinați t_C .

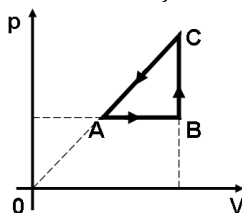


Fig. 1.7.19.

R: $\approx 260^\circ\text{C}$.

1.7.20. Punctele B și D din procesul reprezentat în figură se găsesc pe aceeași izotermă. Cunoscând $T_A=200\text{K}$ și $T_C=800\text{K}$ determinați T_D .

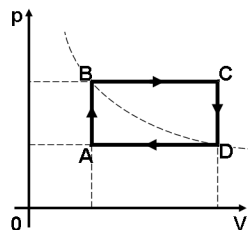


Fig. 1.7.20.

R: 400K .

1.7.21. Într-un rezervor se găsește **oxigen** la presiunea $p_1=2\text{atm}$ și temperatura $T_1=300\text{K}$. Rezervorul este prevăzut cu o supapă ce se deschide la o presiune interioară mai mare de **5atm**.

a) La ce temperatură maximă se poate încălzi gazul fără să se deschidă supapa?

b) Ce valoare are viteza termică a moleculelor în starea finală?

c) Mărind în continuare temperatura cu $\Delta T=100\text{K}$, prin supapă este evacuată o cantitate de $\Delta m=3,2\text{g}$ de oxigen. Calculați masa gazului rămas în rezervor.

R: a) $T_{\max}=750\text{K}$; b) $v_T=764,4\text{m/s}$; c) $m_2=24\text{g}$.

1.7.22. La un experiment al lui Torricelli, în partea superioară a tubului a rămas puțin aer. La temperatura exterioară de **17°C**, și presiunea atmosferică de **760 torr**, lungimea coloanei de aer este $l=29\text{cm}$ și înălțimea coloanei de mercur este $h=71\text{cm}$. Într-o zi însorită, când temperatura a crescut la **27°C**, lungimea înălțimea coloanei de mercur a scăzut la **70cm**. Calculați presiunea atmosferică în acest caz.

R: 750mmHg.

1.7.23. Într-un cilindru orizontal se găsește un gaz la presiunea $p_1=p_0/3$ închis de un piston care se poate mișca fără frecări dar care datorită unui prag nu se poate deplasa în sensul comprimării gazului. Presiunea atmosferică este p_0 . Cunos-când temperatura inițială $T_1=300\text{K}$ determinați temperatura la care trebuie încălzit sistemul pentru ca volumul gazului să se dubleze. Reprezentați procesul în diagrama (p,V).

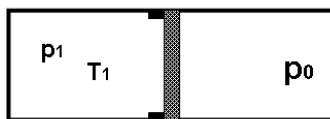


Fig. 1.7.23.

R: 1800K.

1.7.24. Într-un cilindru vertical cu secțiunea $S=10\text{cm}^2$ se găsește un gaz la presiunea $p_1=p_0$ închis de un piston cu masa $M=5\text{kg}$ care se poate mișca fără frecări dar care datorită unui prag nu se poate deplasa în sensul comprimării gazului. Presiunea atmosferică este $p_0=10^5\text{N/m}^2$. Cunoscând temperatura inițială $T_1=300\text{K}$ determinați temperatura la care trebuie încălzit sistemul pentru ca volumul gazului să se dubleze. Reprezentați procesul în diagrama (p,V) .

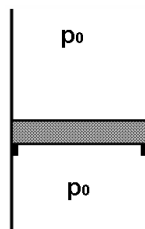


Fig. 1.7.24.
R: 900K.

1.7.25. Un cilindru orizontal este împărțit în două jumătăți de lungime $l=10\text{cm}$ fiecare de un piston care se poate mișca fără frecări. În cele două compartimente se găsesc gaze diferite la aceeași temperatură $T=300\text{K}$. Cu ce distanță x se va deplasa pistonul dacă încălzim gazul din stânga cu 200°C , menținând în compartimentul din partea dreapta temperatura neschimbată.

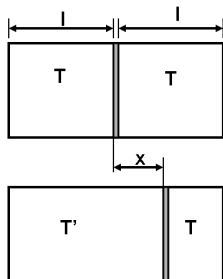


Fig. 1.7.25.

R: 2,5cm.

1.7.26. O eprubetă cu lungimea $l=20\text{cm}$ este cufundată cu gura în jos până la jumătate într-un vas cu apă. La temperatura de 27°C apa pătrunde în eprubetă pe o distanță $x=1\text{cm}$. La ce temperatură trebuie încălzit aerul pentru ca

acesta să înceapă să iasă din eprubetă? Presiunea atmosferică este $p_0=10^5\text{N/m}^2$.

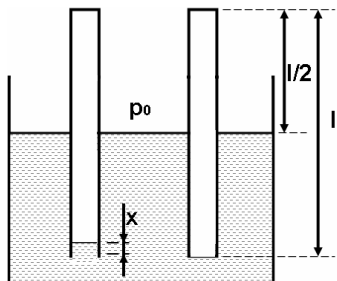


Fig. 1.7.26.

R: $43,1^\circ\text{C}$.

1.7.27. Un tub cilindric închis, orizontal, este împărțit în două compartimente printr-un piston termoizolant, mobil, aflat în echilibru mecanic, astfel încât $V_1/V_2=3$ și $T_1=T_2=300\text{K}$ în ambele compartimente. Cu câte grade T trebuie răcit compartimentul din stânga și în același timp încălzit cu T cel din dreapta, pentru ca peretele să stea în echilibru la mijlocul cilindrului?

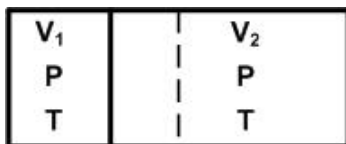


Fig. 1.7.27.

R: $\Delta T=150\text{K}$.

1.7.28. Un gaz parcurge transformarea din figură. Dacă masa lui rămâne constantă, cum a variat volumul?

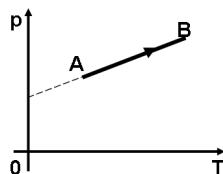


Fig. 1.7.28.

R: a crescut.

1.7.29. Un gaz parcurge transformarea din figură. Dacă masa lui rămâne constantă, cum a variat presiunea?

R: a scăzut.

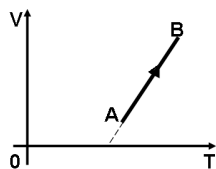


Fig. 1.7.29.

1.7.30. Un gaz parcurge transformarea din figură. Dacă volumul lui rămâne constant, cum a variat masa gazului?

R: a crescut.

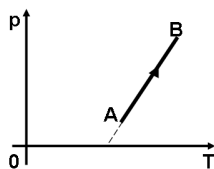


Fig. 1.7.30.

1.7.31. Un gaz parcurge transformarea din figură. Dacă presiunea rămâne constantă, cum a variat masa gazului?

R: a crescut.

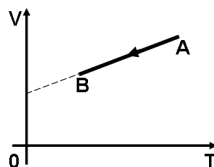


Fig. 1.7.31.

1.7.32. Un gaz este încălzit astfel încât între temperatura și volumul său există relația $V T^2 = \text{const.}$ Care este ecuația procesului în coordonate p - T ? De câte ori crește presiunea dacă se **doublează** temperatura?

R: $p = \text{const.} \cdot T^3$; de 8 ori.

1.7.33. Presiunea și temperatura unui gaz variază după legea $p = A V$, unde A este o constantă. Determinați ecuația procesului în coordonate V - T . De câte ori variază temperatura dacă presiunea scade de **două** ori?

R: $V^2 = B \cdot T$; scade de patru ori.

1.7.34. Volumul unui gaz ideal crește de **trei** ori după legea $p \cdot V^2 = A$. Determinați legea exprimată în coordonate V - T . De câte ori variază temperatura?

R: $V \cdot T = B$; scade de trei ori.

1.7.35. Într-un vas cu volumul $V = 8,31 \text{ dm}^3$ se găsește un amestec de **neon** și **heliu** la temperatura $T = 300 \text{ K}$ și presiunea $p = 600 \text{ kPa}$. Cunoscând că neonul are masa $m_1 = 10 \text{ g}$ determinați masa heliului și concentrațiile ($n = N/V$) celor două gaze.

R: 6 g ; $3,6 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$ (Ne); $1,08 \cdot 10^{26} \text{ m}^{-3}$ (He).

1.7.36. Care este densitatea unui amestec format din **8g** de **heliu** și **16g** de **oxigen** la temperatura de 27°C și presiunea de 100 kN/m^2 ?

R: $0,385 \text{ kg/m}^3$.

1.7.37. Într-o incintă cu volumul de **10l** se găsește oxigen la presiunea **$6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$** și temperatura **27°C** . Dacă la această incintă se cuplează o altă incintă, în care tot oxigen este, la presiunea **10^5 Pa** și temperatura **27°C** , presiunea finală va deveni **$2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$** . Calculați volumul celui alt rezervor.

R: $V_2 = 40 \text{ l}$.

1.7.38. Două rezervoare sunt unite prin intermediul unei conducte subțiri, prevăzută cu un robinet. Inițial robinetul este închis iar în cele două rezervoare se află **hidrogen** respectiv **oxigen** la aceeași presiune și temperatură.

a) Să se calculeze masa gazelor.

b) După deschiderea robinetului cele două gaze se amestecă prin difuzie. Determinați presiunile finale din cele două rezervoare și masele celor două componente din ele.

Aplicație numerică: $V_1 = 1 \text{ l}$ (H_2), $V_2 = 3 \text{ l}$ (O_2), $p = 2 \text{ atm}$, $T = 300 \text{ K}$.

R: a) $m_1 = 0,16 \text{ g}$, $m_2 = 7,68 \text{ g}$; b) $p = 2 \text{ atm}$, $m_{1\text{H}_2} = 0,04 \text{ g}$, $m_{1\text{O}_2} = 1,92 \text{ g}$, $m_{2\text{H}_2} = 0,12 \text{ g}$, $m_{2\text{O}_2} = 5,66 \text{ g}$.

1.7.39. Într-o incintă se găsește **O₂** la temperatura de **300K** și presiunea de **100kPa**. Cât devine presiunea dacă se încălzește incinta la temperatura de **4500K** știind că în aceste condiții oxigenul este **complet disociat** în atomi.

R: 30atm.

1.7.40. Într-un vas se găsește **azot** molecular la temperatura **T** și presiunea **p**. Crescând temperatura la **T'=4T** presiunea devine **p'=5p**. Determinați gradul de disociere **α** al azotului ($\alpha = N_d/N$, unde N_d este numărul de molecule care disociază în atomi iar N este numărul total inițial de molecule).

R: 25%.

1.7.41. Mase egale din același gaz, la aceeași temperatură și presiune, sunt situate în două compartimente de volume egale ale unui cilindru orizontal cu lungimea **L=0,9m**, fiind despărțite de un piston etanș, termoizolant, care se poate deplasa fără frecare. Temperatura din primul compartiment crește cu **f=25%**, iar în al doilea compartiment se menține temperatura constantă. Să se calculeze deplasarea **x** a pistonului, față de mijloc, până la stabilirea din nou a echilibrului mecanic.

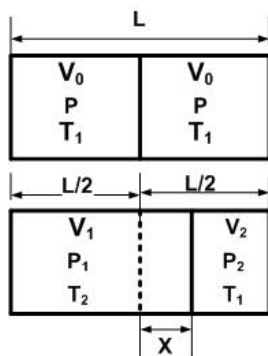


Fig. 1.7.41.

R: x=5cm.

1.7.42. Un amestec conține **heliu** și **hidrogen** molecular astfel încât masa heliului este de **4** ori mai mare decât masa hidrogenului. Crescând temperatura absolută de **5** ori gradul de disociere al hidrogenului devine **$\alpha=60\%$** . Determinați de câte ori a crescut presiunea amestecului.

R: de 6 ori.

1.7.43. Două incinte cu volumele $V_1=2\text{l}$ respectiv $V_2=3\text{l}$ conțin gaze la aceeași temperatură și presiunile $p_1=1\text{atm}$ respectiv $p_2=2\text{atm}$. Determinați presiunea care se stabilește în cele două vase dacă se unesc printr-un tub subțire.

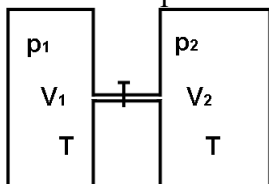


Fig. 1.7.43.

R: 160kPa.

1.7.44. Două incinte cu volumele $V_1=3\text{l}$ respectiv $V_2=2\text{l}$ conțin gaze la presiunile $p_1=1\text{atm}$ respectiv $p_2=3,2\text{atm}$. Cele două incinte sunt termostatate la temperaturile $T_1=300\text{K}$ respectiv $T_2=320\text{K}$. Determinați presiunea care se stabilește în cele două vase dacă se unesc printr-un tub subțire.

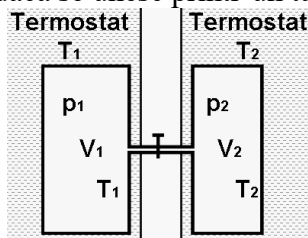


Fig. 1.7.44.

R: $\approx 185\text{kPa}$.

1.7.45. Un vas cilindric orizontal este împărțit printr-un piston termoconductor, mobil, etanș, fără frecări, în două compartimente cu raportul volumelor $V_{01}/V_{02}=3/2$. La temperaturile inițiale $t_1=27^\circ\text{C}$ și $t_2=127^\circ\text{C}$, pistonul era în echilibru mecanic. Care va fi raportul volumelor după stabilirea echilibrului termic și mecanic?

R: $V_1/V_2=2$.

1.7.46. Pistoanele etanșe a doi cilindri orizontali sunt cuplate rigid, ca în figura de mai jos și se pot deplasa fără frecare. Volumele inițiale ale celor două pistoane sunt: $V_1=6\text{dm}^3$ și respectiv $V_2=1,5\text{dm}^3$. În interiorul cilindrilor, presiunile inițiale sunt egale cu presiunea aerului din exteriorul cilindrilor, care este la rândul ei egală cu presiunea normală. Temperatura inițială în ambii cilindri este $T=300\text{K}$. Ariile pistoanelor sunt $S_1=2\text{dm}^2$ și $S_2=1\text{dm}^2$. Cilindrul mare este apoi încălzit la temperatura $T_1=400\text{K}$. Pe ce distanță x se vor deplasa pistoanele, care vor fi noile presiuni în cei doi cilindri și tensiunea în tijă?

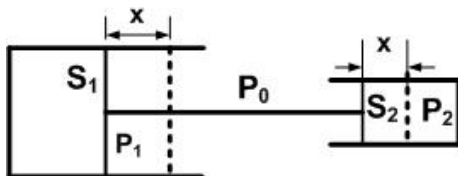


Fig. 1.7.46.

R: $x=4\text{cm}$; $p_1=1,18 \cdot 10^5\text{Pa}$; $p_2=1,36 \cdot 10^5\text{Pa}$;
 $F=(p_0-p_2)S_2=-360\text{N}$ (tija este comprimată).

1.7.47. **Doi moli** de gaz ideal se află într-un cilindru cu forma din figură. Pistoanele cu ariile $S_1=10\text{dm}^2$, respectiv $S_2=1,69\text{dm}^2$ sunt legate între ele cu o tijă rigidă. În exteriorul și în interiorul cilindrului, presiunea este cea normală $p_0=10^5\text{Pa}$. Cu ce distanță x se vor deplasa pistoanele, dacă gazul se încălzește cu $\Delta T=50\text{K}$?

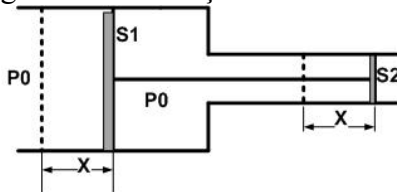


Fig. 1.7.47.

R: $x=0,1\text{m}$.

1.7.48. Într-un tub subțire, vertical cu lungimea $L=1\text{m}$, cu capătul deschis în sus, este închisă o coloană de aer de

lungime $l=0,24\text{m}$, cu ajutorul unei coloane de mercur, care în starea inițială ocupă restul din tub, ajungând la capătul deschis. Presiunea atmosferică este $p_0=760\text{torr}$, iar temperatura aerului închis în tub în starea inițială este $T_0=273\text{K}$, egală cu cea din exterior. Apoi aerul din tub este încălzit, astfel că mercurul începe să iasă din tub, într-un proces cvasistatic, până este evacuat complet. Se cere: temperatura maximă T_{\max} la care ajunge aerul închis în tub și lungimea coloanei de mercur rămasă în acel moment.

(Indicație: se va lucra în torr, se va considera o stare intermediară în care înălțimea coloanei de aer este $x < L$, presiunea aerului variind după legea $p=aV+b$.)

R: $T_{\max}=580\text{K}$; $h=L-x_{\max}=0,12\text{m}$.

1.7.49. Într-un tub subțire, vertical, cu capătul deschis în sus și cu lungimea $L=1,52\text{m}$, se află o coloană de aer cu lungimea $l=0,76\text{m}$, iar restul tubului până la capătul deschis, este umplut de o coloană de mercur. Temperatura inițială a aerului din tub este $T_1=280\text{K}$, iar presiunea atmosferei de deasupra tubului este $p_0=760\text{torr}$. Aerul din tub este încălzit lent, astfel că mercurul începe să iasă din tub, până este evacuat complet. Se cere:

a) temperatura maximă T_{\max} la care ajunge aerul închis în tub și lungimea x a coloanei de aer corespunzătoare acestei temperaturi;

b) să se reprezinte grafic: T în funcție de lungimea coloanei de aer din tub, presiunea aerului din tub în funcție de T (P, T) și apoi în funcție de V (P, V).

(Indicație: se va lucra în torr, se va considera o stare intermediară în care înălțimea coloanei de aer este $x < L$, presiunea aerului variind după legea $p=aV+b$.)

R: $T_{\max}=315\text{K}$; $x=1,14\text{m}$.

1.7.50. Un cilindru vertical cu înălțimea $H=80\text{cm}$ și suprafața bazei $S=10\text{cm}^2$, este împărțit la momentul inițial în două

compartimente egale cu ajutorul unui piston cu masa m necunoscută. În compartimentul de sus se găsește **helium** la presiunea **20kPa**, iar în compartimentul de jos se află **oxigen**.

La un moment dat, pistonul devine permeabil pentru heliu, astfel că pistonul se deplasează pe o **distanță x** după ce un procent **$f=60\%$** din cantitatea de heliu trece în compartimentul inferior.

Procesul de difuzie al heliului se face la **$T=\text{const.}$**

Se cere:

- deplasarea x a pistonului;
- presiunea finală a heliului;
- masa pistonului.

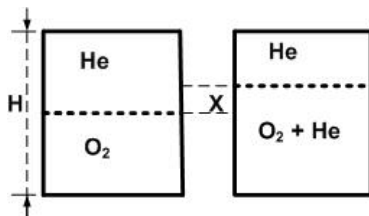


Fig. 1.7.50.

R: a) $x=8\text{cm}$ în sus; b) $p'_{\text{He}}=10\text{kPa}$; c) $m=10\text{kg}$.

1.7.51. Un recipient orizontal cu volumul **$V=2\text{m}^3$** este împărțit în două compartimente egale printr-un perete semipermeabil. În primul compartiment se află inițial **$m_1=4\text{g}$** de **helium** și **$m_2=32\text{g}$** de **oxigen**, iar compartimentul al doilea este vidat.

Dacă se încălzește primul compartiment la temperatura **$T=600\text{K}$** , peretele devine permeabil pentru heliu. Ce presiuni vor avea gazele din fiecare compartiment?

R: $p_1=7479\text{Pa}$; $p_2=2493\text{Pa}$.

1.8. Aplicarea principiului I al termodinamicii la transformări simple

1.8.1. Determinați căldura specifică izocoră și izobară a **argonului**.

R: $311,6\text{J/kgK}$; $519,4\text{J/kgK}$.

1.8.2. Aflați căldura specifică izocoră și izobară a **azotului**.

R: 742J/kgK ; $1038,75\text{J/kgK}$.

1.8.3. Determinați căldura specifică izocoră și izobară a **vaporilor de apă**.

R: 1385J/kgK; 1847J/kgK.

1.8.4. Exponentul adiabatic al unui gaz $\gamma = C_p/C_v = 1,4$. Determinați căldurile molare C_p respectiv C_v .

R: 29085J/kmolK; 20775J/kmolK.

1.8.5. Să se afle exponentul adiabatic al unui gaz format din $v_1 = 1 \text{ mol}$ de **Ar** și $v_2 = 4 \text{ moli}$ de **H₂**. Care este masa molară medie a amestecului?

R: 1,43; 9,6kg/kmol.

1.8.6. Aflați căldura specifică izocoră și izobară a unui amestec format din $v_1 = 8 \text{ moli}$ de **O₂** și $v_2 = 1 \text{ mol}$ de **He**. Care este masa molară medie a amestecului?

R: 687,1J/kgK; 974,8 J/kgK; 28,9kg/kmol.

1.8.7. Calculați căldurile molare și exponentul adiabatic pentru un amestec format din $v_1 = 2 \text{ kmoli}$ de **He** și $v_2 = 0,5 \text{ kmoli}$ de **O₂**.

R: $C_v = 1,7R$, $C_p = 2,7R$, $\gamma = 1,58$.

1.8.8. **Un mol** de **Ne** este încălzit izocor de la **-23⁰C** la **27⁰C**. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.

R: 623,25J; 0.

1.8.9. Într-o incintă cu volumul $V = 1 \text{ dm}^3$ se găsește **O₂**. În urma încălzirii presiunea crește de la $p_1 = 1 \text{ atm}$ la $p_2 = 4 \text{ atm}$. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.

R: 750J; 0.

1.8.10. Într-un rezervor de volum $V=40\text{l}$ se găsește **oxigen** la presiunea $p_1=1\text{atm}$ și temperatura $T_1=300\text{K}$. Să se calculeze:

- a) masa gazului;
- b) căldura necesară pentru a dubla presiunea;
- c) masa de gaz ce trebuie eliminată pentru a readuce presiunea la valoarea inițială, menținând temperatura constantă.

R: a) $m=51\text{g}$; b) $Q=10\text{kJ}$; c) $\Delta m=m/2=25,5\text{g}$.

1.8.11. O cantitate cu masa $m=56\text{g}$ de N_2 este încălzită izobar de la $t_1=27^\circ\text{C}$ la $t_2=127^\circ\text{C}$. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.

R: 4155J ; 5817J ; 1662J .

1.8.12. Se încălzește izobar o cantitate de **He** aflată la presiunea $p_1=1\text{atm}$, $V_1=0,5\text{dm}^3$ și $T_1=300\text{K}$ până la temperatura $T_2=330\text{K}$. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.

R: $7,5\text{J}$; $12,5\text{J}$; 5J .

1.8.13. Pentru a încălzi $M=2\text{kg}$ de **oxigen** cu $\Delta T=5\text{K}$ este necesară o cantitate de căldură $Q=9160\text{J}$, la presiune constantă. Determinați:

- a) căldura specifică la presiune constantă a oxigenului;
- b) lucrul mecanic efectuat și variația energiei interne.

R: a) $c_p=916\text{J/kgK}$; b) $L=2596,8\text{J}$, $\Delta U=6563,2\text{J}$.

1.8.14. O masă de **oxigen** (O_2) ocupă volumul $V_1=1\text{m}^3$ la presiunea $p_1=2 \cdot 10^5\text{N/m}^2$. Gazul este încălzit izobar și se destinde până la $V_2=3\text{m}^3$. Să se afle variația energiei interne, lucrul mecanic efectuat de gaz și căldura absorbită de gaz.

R: $\Delta U=1000\text{kJ}$; $L=400\text{kJ}$; $Q=1400\text{kJ}$.

1.8.15. Într-o încăpere de volum $V=50\text{m}^3$ presiunea aerului este $p=0,98 \cdot 10^5\text{Pa}$ la $t_1=10^\circ\text{C}$ ($\mu=28,9\text{kg/kmol}$). Cu o sobă se mărește temperatura la $t_2=20^\circ\text{C}$. Să se determine:

- variația energiei interne;
- cantitatea de aer evacuat din încăpere.

R: a) $\Delta U=0$ (căldura absorbită de la sobă este transportată afară de aerul cald care s-a dilatat);

b) $\Delta m=2,055\text{kg}$.

1.8.16. O cantitate de I_2 parcurge procesul **ABC** din figură. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în întregul proces.

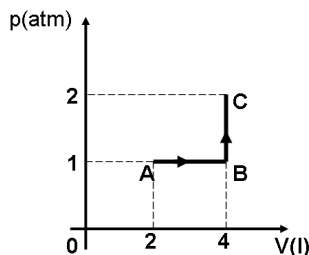


Fig. 1.8.16.

R: 1500J; 1700J; 200J.

1.8.17. O cantitate de Ne parcurge procesul **ABC** din figură. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în întregul proces.

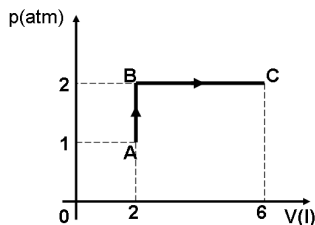


Fig. 1.8.17.

R: 1500J; 2300J; 800J.

1.8.18. Un gaz **diatomic** se destinde izobar la presiunea $p=100\text{kPa}$. Cunoscând variația energiei interne $\Delta U=100\text{J}$ determinați variația volumului gazului, căldura primită și lucrul mecanic efectuat de acesta.

R: 0,4l; 140J; 40J.

1.8.19. Un gaz are parametrii inițiali: $V_1=2l$, $T_1=300K$ și $p_1=1atm$. Gazul este încălzit izocor până la presiunea $p_2=3p_1$, pe urmă comprimat la jumătate din volumul inițial, la temperatura constantă. Din această stare gazul este răcit izocor până la presiunea inițială. Reprezentați diagrama p-V a procesului și calculați temperatura finală a gazului.

R: $T_4=150K$.

1.8.20. Un mol de gaz ideal având temperatura de $300K$ și presiunea $3 \cdot 10^5 Pa$, este încălzit izobar. Din această stare gazul este răcit la volum constant până la temperatura inițială. În cele două procese gazul a primit căldura $Q_p=5kJ$.

- Ce lucru mecanic a efectuat gazul?
- Care este volumul final al gazului?
- Care este presiunea finală a gazului?

R: a) $5kJ$; b) $25l$; c) $99,81kPa$.

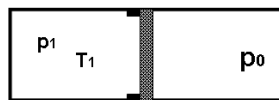
1.8.21. O masă $m=160g$ de oxigen are presiunea $p_1=1MPa$ la temperatura $t_1=47^\circ C$. Gazul este încălzit la presiune constantă până când volumul crește de patru ori, pe urmă răcit la volum constant până la presiunea $p_1/2$. Se cere:

- parametrii finali ai gazului;
- variația energiei interne;
- căldura schimbată.

R: a) $T_3=640K$, $p_3=5 \cdot 10^5 Pa$, $V_3=53,3l$;

b) $\Delta U=33,3kJ$; c) $Q=73,3kJ$.

1.8.22. Într-un cilindru orizontal se găsește un mol de N_2 la presiunea $p_1=p_0/3$ închis de un piston care se poate mișca fără frecări dar care datorită unui prag nu se poate deplasa în sensul comprimării gazului. Presiunea atmosferică este p_0 . Cunoscând temperatura inițială $T_1=300K$ determinați căldura pe care



trebuie să o primească azotul

Fig. 1.8.22.

pentru ca **volumul acestuia să se dubleze**. Reprezentați procesul în diagrama (p,V).

R: 38641,5J.

1.8.23. Un cilindru vertical este închis la capătul superior cu un piston de masă **80kg** și secțiune transversală de **4dm²**. Pistonul se mișcă fără frecare și închide în cilindru **40l** de **azot**. Gazul primește din exterior o cantitate de căldură de **4,2kJ** ($p_0=10^5\text{Pa}$).

a) Calculați volumul final al gazului.

b) Cu câte procente a crescut temperatura gazului?

c) Se blochează pistonul. Ce cantitate de căldură trebuie să primească gazul pentru ca presiunea să crească de **1,5 ori**?

R: a) 50l; b) 25%; c) 7,5kJ.

1.8.24. Într-un cilindru închis cu un piston mobil se află **m=16g** de **oxigen** la presiunea **$p_1=1,5\text{atm}$** și temperatura **$T_1=318\text{K}$** . Să se determine:

a) densitatea gazului;

b) cantitatea de căldură necesară pentru a dubla temperatura, la volum constant;

c) lucrul mecanic efectuat pentru a reduce volumul la jumătate, la presiunea obținută la pct. b).

R: a) $\rho=1,81\text{kg/m}^3$; b) $Q=3,3\text{kJ}$; c) $L=-1,325\text{kJ}$.

1.8.25. Punctele **B** și **D** din procesul suferit de **$v=5\text{moli}$** de **O_2** reprezentat în figură se găsesc pe aceeași izotermă. Cunoscând **$T_A=200\text{K}$** și **$T_C=800\text{K}$** determinați pentru întreg procesul **ABCD** variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz.

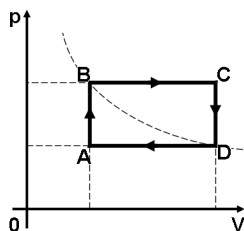


Fig. 1.8.25.

R: 0; 8310J.

1.8.26. Într-un cilindru vertical cu secțiunea $S=10\text{cm}^2$ se găsește o masă $m=2\text{g}$ de **He** la presiunea $p_1=p_0$ închisă de un piston cu masa $M=5\text{kg}$ care se poate mișca fără frecări dar care datorită unui prag nu se poate deplasa în sensul comprimării gazului. Presiunea atmosferică este $p_0=10^5\text{N/m}^2$. Cunoscând temperatura inițială $T_1=300\text{K}$ determinați căldura pe care trebuie să o primească heliul pentru ca volumul lui să se dubleze. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces. Reprezentați procesul în diagrama (p,V) .

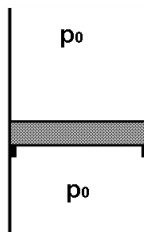


Fig. 1.8.26.

R: 5609,25J; 1869,75J.

1.8.27. O cantitate $\nu=5\text{moli}$ de gaz se destinde izoterm la temperatura de 27°C astfel încât presiunea scade de **3 ori**. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.

R: 0; 13586,85J.

1.8.28. Un gaz care ocupă volumul $V_1=10\text{cm}^3$ este comprimat izoterm de la presiunea $p_1=100\text{kPa}$ la $p_2=400\text{kPa}$. Determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.

R: 0; -1,38J.

1.8.29. Volumul unei cantități $\nu=0,5\text{ moli}$ de gaz ideal a fost mărit izoterm de $n=2$ ori, absorbind căldura $Q=690\text{J}$. Să se afle: temperatura gazului, lucrul mecanic efectuat la destindere și variația energiei interne.

R: $T=240\text{K}$; $L=Q=690\text{J}$; $\Delta U=0$.

1.8.30. Un **mol** de **H₂** este comprimat izoterm la $T_1=400\text{K}$

astfel încât presiunea crește de **2 ori**, după care volumul se reduce la jumătate într-un proces izobar. Reprezentați procesul într-o diagramă (p, V). Determinați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior și lucrul mecanic efectuat de hidrogen.

R: -8110,56J; -3955,56J.

1.8.31. Un gaz ideal **monoatomic** parcurge procesul din figură. Cunoscând $p_A=4\text{atm}$, $V_A=1\text{l}$, $T_A=300\text{K}$, $p_B=6\text{atm}$ și $V_C=3\text{l}$ determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz pe întregul proces ABCDA.

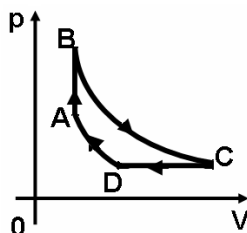


Fig. 1.8.31.

R: 0; 178J.

1.8.32. Un gaz ideal **diatomic** parcurge procesul din figură. Cunoscând $p_A=6\text{atm}$, $V_A=2\text{l}$, $T_A=300\text{K}$, $V_B=4\text{l}$ și $p_C=2\text{atm}$ determinați variația energiei interne, căldura schimbată și lucrul mecanic efectuat de gaz pe întregul proces ABCDA.

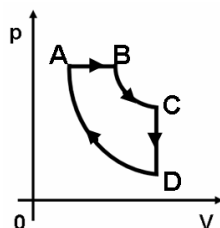


Fig. 1.8.32.

R: 0; 1680J.

1.9 Transformarea adiabatică și alte transformări

1.9.1. Volumul unui gaz ideal crește adiabetic de **opt** ori în timp ce temperatura scade de **patru** ori. Calculați exponentul adiabetic al gazului.

R: $\gamma=5/3$.

1.9.2. O cantitate de **azot** cu masa $m=14\text{g}$ se destinde

adiabatic efectuând un lucru mecanic $L=519,375\text{J}$. Cunoscând temperatura inițială $t_1=27^\circ\text{C}$ determinați temperatura finală.

R: -23°C .

1.9.3. Un gaz **monoatomic** aflat inițial la presiunea $p_1=100\text{kPa}$, volumul $V_1=8\text{cm}^3$ și temperatura $t_1=27^\circ\text{C}$ este comprimat adiabatic până la volumul $V_2=1\text{cm}^3$. Determinați temperatura finală și lucrul mecanic efectuat de gaz.

R: 927°C ; $-3,6\text{J}$.

1.9.4. Un **mol** de gaz este comprimat adiabatic astfel încât presiunea crește de **32** de ori. Cunoscând temperatura inițială $T_1=300\text{K}$ și cea finală $T_2=1200\text{K}$ determinați exponentul adiabatic al gazului și variația energiei.

R: $5/3$; $11218,5\text{J}$.

1.9.5. De ce se simte mai rece flaconul unui spray după o utilizare de câteva secunde? Unde se poate utiliza acest fenomen?

R: Gazul din flacon se dilată adiabatic. De exemplu pentru anestezie locală.

1.9.6. Volumul unui gaz **monoatomic** crește de **opt** ori într-un proces adiabatic. Un alt gaz, **biatomic**, se dilată din aceeași stare inițială la aceeași temperatură finală. De câte ori crește volumul gazului biatomic?

R: 32 ori.

1.9.7. Volumul unui **kilomol** de gaz **monoatomic** a crescut de **8 ori** într-un proces adiabatic. Știind că temperatura inițială a gazului a fost **800K**, să se afle:

- a) temperatura finală;
- b) căldura schimbată de gaz cu exteriorul;
- c) lucrul mecanic și variația energiei interne;

d) Să se compare lucrul mecanic cu cel într-o transformare izotermă la $T=800\text{K}$, la aceeași creștere de volum.

R: a) $T_2=200\text{K}$; b) $Q_{\text{ad}}=0$; c) $L=7479\text{kJ}=-\Delta U$; d)

$L_{\text{izoterm}}=13821\text{kJ}$; $L_{\text{izoterm}}>L_{\text{ad}}$ la destindere.

1.9.8. Într-o comprimare adiabatică suferită de **un kilomol** de gaz ideal **diatomic**, raportul volumelor este $V_1/V_2=32$ și temperatura inițială este **300K**, aflați:

a) temperatura finală;

b) căldura schimbată de gaz cu exteriorul;

c) lucrul mecanic și variația energiei interne;

d) Să se compare lucrul mecanic cu cel într-o transformare izotermă la $T=300\text{K}$, la aceeași variație de volum.

R: $T_2=1200\text{K}$; b) $Q_{\text{ad}}=0$; c) $L_{\text{ad}}=-\Delta U=-18\,697,5\text{kJ}$;

d) $L_{\text{izoterm}}=-86\,38,2\text{kJ}$; $L_{\text{izoterm}}<L_{\text{ad}}$ la comprimare.

1.9.9. Un volum $V_1=2\text{m}^3$ de O_2 este comprimat adiabatic până la $V_2=1\text{m}^3$ și presiunea $p_2=10^5\text{Pa}$. Aflați presiunea inițială, căldura schimbată de gaz cu exteriorul, lucrul mecanic și energia internă. Se dă: $\sqrt[5]{4}=1,32$.

R: $p_1=0,38 \cdot 10^5\text{Pa}$; $Q=0$; $L_{\text{ad}}=-\Delta U=-60\text{kJ}$.

1.9.10. O cantitate de gaz ideal **diatomic** este încălzită prin transformarea liniară AB reprezentată în figură. Calculați căldura primită și căldura molară a gazului.

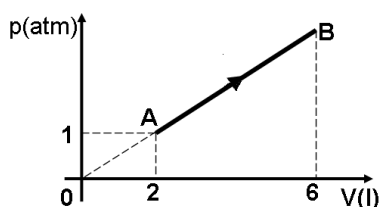


Fig. 1.9.10.

R: 4800J ; $3R$.

1.9.11. Un gaz ideal **monoatomic** parcurge transformarea liniară reprezentată în figură. Calculați variația energiei interne, lucrul mecanic efectuat de gaz și căldura absorbită

în acest proces. Care este căldura molară a gazului în acest proces?

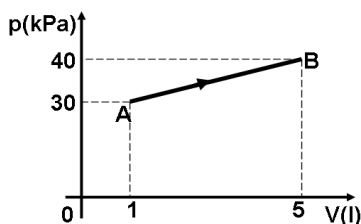


Fig. 1.9.11.

R: 255J; 140J; 395J; $\approx 2,32R$.

1.9.12. O cantitate de O_2 suferă transformarea reprezentată pe diagrama din figură. Care este ecuația procesului? Știind că parametrii sunt $p_1=4 \cdot 10^5 Pa$, $V_1=50l$ și $p_2=10^5 Pa$, calculați lucrul mecanic efectuat și variația energiei interne. Ce valoare are căldura specifică a gazului în acest proces.

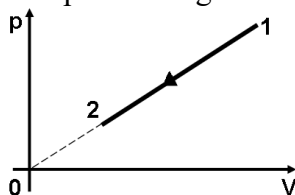


Fig. 1.9.12.

R: $L=-9,375kJ$; $\Delta U=-46,875kJ$; $c=779J/kgK$.

1.9.13. O cantitate de Ne cu masa $m=40g$ parcurge procesul din figură. Se cunosc $t_A=27^\circ C$ și $t_B=127^\circ C$. Calculați variația energiei interne, lucrul mecanic efectuat de gaz și căldura absorbită în întregul proces $ABCA$.

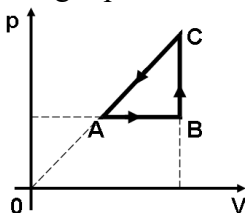


Fig. 1.9.13.

R: 0; -277J.

1.9.14. Un cilindru orizontal este împărțit în două jumătăți de lungime $l=10\text{cm}$ fiecare de un piston care se poate mișca fără frecări. În cele fiecare din cele două compartimente se găsește câte **un mol** de O_2 la aceeași temperatură $T=300\text{K}$. Câtă căldură trebuie transmisă gazului din stânga pentru ca pistonul să se deplaseze pe distanța $x=2,5\text{cm}$, dacă în compartimentul din partea dreapta temperatura rămâne neschimbată?

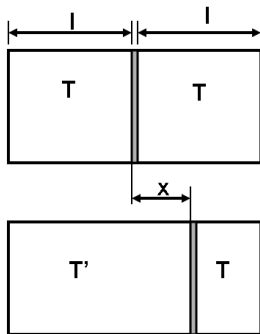


Fig. 1.9.14.

R: 4878J.

1.9.15. Două incinte izolate termic de mediul exterior cu volumele $V_1=2l$ respectiv $V_2=3l$ conțin **Ar** în stânga respectiv **H₂** în dreapta, la temperaturile $T_1=300\text{K}$ respectiv $T_2=375\text{K}$ și presiunile $p_1=1\text{atm}$ respectiv $p_2=2\text{atm}$. Determinați temperatura și presiunea care se stabilește în cele două vase dacă se unesc printr-un tub subțire.

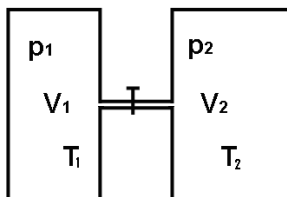


Fig. 1.9.15

R: 360K; 163,2kPa.

1.9.16. În două rezervoare de volum $V_1=5l$ respectiv $V_2=10l$ se află același gaz **monoatomic** la temperatura $T_1=300\text{K}$. Presiunile din rezervoare sunt $p_1=2\text{atm}$ respectiv $p_2=3\text{atm}$. Cele două rezervoare sunt unite printr-o conductă subțire după care al doilea rezervor este răcit la temperatura $T_2=250\text{K}$. Se cere:

- cantitățile de substanță din rezervoare în starea finală;
- variația energiei interne;

c) presiunea finală.

R: a) $\nu_1=0,47$ moli, $\nu_2=1,13$ moli;
b) $\Delta U=-706,25$ J; c) $p=2,35 \cdot 10^5$ Pa.

1.9.17. Un **mol** de gaz ideal **monoatomic** parcurge procesul din figură. Se cunosc $T_A=400$ K și faptul că $V_B=8V_A$. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz pe fiecare din cele 3 procese.

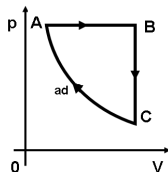


Fig. 1.9.17.

R: 23268 J; 0; -3739,5 J.

1.9.18. Un **kilomol** de gaz **monoatomic** trece prin transformările din figura de mai jos. Se știe că $T_4-T_1=T_2-T_3=\Delta T=100$ K. Se cere:

a) Identificați transformările și reprezentați procesul în diagramă (p, V) ;

b) calculați căldura, lucrul mecanic și variația energiei interne în procesul 1-2-3-4.

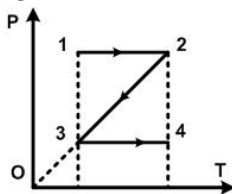


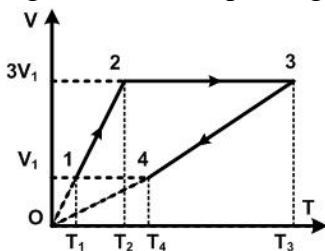
Fig. 1.9.18.

R: $Q=2908,5$ kJ; $L=1662$ kJ; $\Delta U=1246,5$ kJ.

1.9.19. O cantitate $\nu=1$ kmol de gaz **diatomic** parcurge transformările 1-2-3-4 din figură. Se cunosc temperaturile $T_1=300$ K și $T_4=400$ K iar $V_2/V_1=3$. Cerințe:

a) reprezentați graficul în diagramă (P, V) ;

b) calculați temperaturile



din stările T_2 și T_3 ;

Fig. 1.9.19.

c) calculați lucrul mecanic L_{1234} , căldura Q_{1234} și variația energiei interne ΔU_{1234} .

R: a) $T_2=900\text{K}$; $T_3=1200\text{K}$; b) $L_{1234}=-1662\text{kJ}$,
 $Q_{1234}=415,5\text{kJ}$; $\Delta U_{1234}=2077,5\text{kJ}$.

1.9.20. O cantitate $\nu=3\text{moli}$ dintr-un gaz ideal **monoatomic** trece prin transformările din figură. Se dau $T_1=400\text{K}$, $T_2=800\text{K}$, $T_3=2400\text{K}$, $T_4=1200\text{K}$. Cerințe:

a) reprezentați graficul în diagramă (p,V) ;

b) calculați lucrul mecanic total efectuat de gaz.

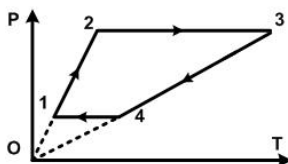


Fig. 1.9.20.

R: $L=19944\text{J}$.

1.9.21. Reprezentați transformarea neciclică din figură în diagramă (p,V) și aflați raportul L_{123}/L_{143} . Se dă $T_1=2T_4$.

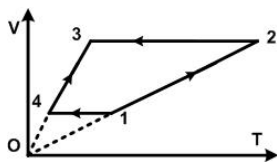


Fig. 1.9.21.

R: $L_{123}/L_{143}=2$.

1.9.22. Un cilindru cu perete termoizolator este împărțit în două compartimente identice cu un perete termoconductor fix. În cele două compartimente se găsesc gaze la temperaturile $t_1=27^\circ\text{C}$, respectiv $t_2=127^\circ\text{C}$. Raportul presiunilor inițiale este $p_1/p_2=3$. Care va fi acest raport după ce gazele ajung la echilibru termic?

R: 4.

1.9.23. Un kilomol de gaz ideal **monoatomic** aflat inițial într-o stare cu temperatura $T_1=800\text{K}$, trece succesiv prin transformările $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$, ca în figură (1-2 izotermă). Se cere:

a) reprezentați transformările în diagramele (p,T) și (V,T) ;

b) determinați temperatura în starea 3;

c) calculați lucrul mecanic, căldura și variația energiei interne în cele două transformări.

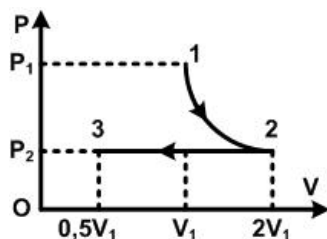


Fig. 1.9.23.

R: a) $T_3=200\text{K}$; b) $L_{12}=Q_{12}=4607,064\text{kJ}$, $\Delta U_{12}=0$;

c) $L_{23}=-4986\text{kJ}$, $Q_{23}=-12465\text{kJ}$, $\Delta U_{23}=-7479\text{kJ}$.

1.9.24. Două recipiente de volume egale, izolate termic de exterior, sunt legate între ele printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet, inițial închis. În primul balon se află $v_1=2\text{moli}$, iar în al doilea $v_2=3\text{moli}$ din același gaz ideal. Vitezele termice sunt $v_{1T}=400\text{m/s}$ în primul balon și respectiv $v_{2T}=500\text{m/s}$ în al doilea balon. Care va fi viteza termică a amestecului gazos după deschiderea robinetului și stabilirea echilibrului termic?

R: $v_T=462,6\text{m/s}$.

1.9.25. Un gaz ideal **monoatomic** trece din starea cu $V_1=40\text{l}$ și $p_1=10^5\text{Pa}$ în starea cu $p_2=2,5 \cdot 10^5\text{Pa}$, după legea $p V^{-1}=ct$. Determinați:

a) volumul V_2 ;

b) lucrul mecanic 1-2;

c) căldura molară în transformarea politropă.

R: a) $V_2=100\text{l}$; b) $L=10500\text{J}$; c) $C=2R$.

1.9.26. Un kilomol de gaz ideal **diatomic** aflat inițial într-o stare cu temperatura $T_1=800\text{K}$, suferă o transformare

izotermă și una izocoră, ca în figură. Se cere:

- reprezentați graficul în (p,T) și (V,T) ;
- determinați temperatura în starea 3;
- calculați lucrul mecanic, căldura și variația energiei interne în cele două transformări.

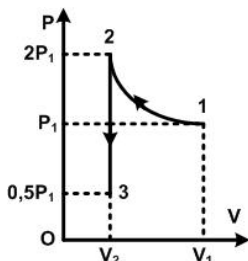


Fig. 1.9.26

R: a) $T_3=200\text{K}$; b) $L_{12}=Q_{12}=-4607,064\text{kJ}$, $\Delta U_{12}=0$;
 $L_{23}=0$, $Q_{23}=\Delta U_{23}=-12465\text{kJ}$.

1.9.27. Un gaz ideal **monoatomic** se destinde după legea $p=a \cdot V$, unde $a=10^8\text{N/m}^5$. Volumul inițial al gazului este $V_1=1\text{dm}^3$ și gazul suferă o variație a energiei sale interne $\Delta U=450\text{J}$ până la starea finală. Determinați:

- presiunea inițială a gazului;
- volumul final al gazului;
- căldura schimbată de gaz în timpul transformării.

R: a) 10^5Pa ; b) 2dm^3 ; c) 600J .

1.9.28. Un gaz ideal **monoatomic** se destinde după legea $p=a \cdot V$, unde $a=\text{constantă}$. Volumul inițial al gazului este $V_1=1\text{dm}^3$, iar presiunea $p_1=10^5\text{N/m}^2$. Gazul trece în starea finală cu volumul $V_2=4\text{dm}^3$. Determinați:

- presiunea finală a gazului;
- lucrul mecanic, variația energiei interne și căldura în transformarea politropă.

R: a) $4 \cdot 10^5\text{Pa}$; b) 750J ; 2250J ; 3000J .

1.9.29. Un **kilomol** de **hidrogen** molecular suferă o

transformare ciclică reversibilă alcătuită din: transformarea $1 \rightarrow 2$ izocoră, transformarea $2 \rightarrow 3$ izobară, transformarea $3 \rightarrow 1$ descrisă de ecuația $T = a \cdot p^2$ ($a = \text{const}$). Se știe că $p_2 = 3p_1$ și $T_1 = 200\text{K}$.

a) Reprezentați transformarea ciclică în coordonate (p, V) .

b) Determinați temperaturile stărilor 2 și 3, lucrul mecanic al ciclului, căldura primită, căldura cedată și căldura molară în transformarea $3 \rightarrow 1$.

R: b) $T_2 = 600\text{K}$, $T_3 = 1800\text{K}$, $L = 3324\text{kJ}$,
 $Q_{\text{primit}} = 43212\text{kJ}$, $Q_{\text{cedat}} = -39888\text{kJ}$, $C = 3R$.

1.10. Principiul al II-lea al termodinamicii. Motoare termice.

1.10.1. Ce lucru mecanic se efectuează o mașină termică cu randamentul de **25%** care consumă **147,2kJ** căldură?

R: 36,8kJ.

1.10.2. Un motor termic funcționând după un ciclu Carnot efectuează în destinderea izotermă un lucru mecanic de **300J**. Cunoscând randamentul motorului $\eta = 60\%$ determinați căldura cedată sursei reci.

R: -120J.

1.10.3. Un motor termic funcționând după un ciclu Carnot are randamentul de **60%** și temperatura sursei calde $T_C = 400\text{K}$. Care va fi randamentul motorului dacă temperatura sursei reci crește cu $\Delta t = 50^\circ\text{C}$?

R: 47,5%.

1.10.4. Un motor termic funcționând după un ciclu Carnot transformă în lucru mecanic **40%** din căldura primită. Cunoscând temperatura sursei reci $t_r = 27^\circ\text{C}$ determinați temperatura sursei calde.

R: 227°C.

1.10.5. O mașină termică efectuează un ciclu Carnot între temperaturile $t_1=227^\circ\text{C}$ și $t_2=27^\circ\text{C}$. Cunoscând lucrul mecanic produs într-un ciclu, $L=4000\text{J}$, calculați:

- a) randamentul ciclului;
- b) căldura cedată și primită.

R: a) $\eta=40\%$; b) $Q_{\text{pr}}=10\text{kJ}$, $Q_{\text{ced}}=6\text{kJ}$.

1.10.6. Un mol de gaz perfect efectuează un ciclu Carnot producând un lucru mecanic de $L=120\text{J}$. Știind că temperatura sursei reci este $T_R=280\text{K}$, volumul minim atins în proces $V_1=0,014\text{m}^3$ și presiunea la acest volum $p_1=4,155\cdot 10^5\text{Pa}$, calculați:

- a) concentrația maximă a moleculelor;
- b) randamentul ciclului;
- c) căldura primită.

R: a) $n=0,43\cdot 10^{26}\text{m}^{-3}$;

b) $\eta=60\%$; c) $Q_{\text{pr}}=200\text{J}$.

1.10.7. Determinați randamentul unei mașini termice ideale (ciclu Carnot) în care, pentru un gaz ideal **mono-atomic** se micșorează volumul de **8 ori** în comprimarea adiabatică.

R: $\eta=75\%$.

1.10.8. Determinați lucrul mecanic efectuat într-un ciclu Carnot, dacă în destinderea adiabatică viteza termică a moleculelor scade de **3 ori**, iar lucrul mecanic efectuat în destinderea izotermă este $L_{\text{izot}}=900\text{J}$.

R: $L=800\text{J}$.

1.10.9. Un număr de **2 moli** de gaz ideal **monoatomic** efectuează un ciclu Carnot în care $T_{\text{min}}=300\text{K}$, iar lucrul mecanic în timpul destinderii adiabatică este $L_{\text{ad}}=600\text{J}$. Să se afle cât este ΔU în destinderea adiabatică și cât este T_{max} .

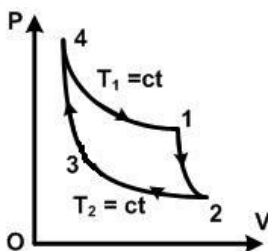


Fig. 1.10.9.

R: $\Delta U = -L_{ad} = -600R = -4986J$; $T_{max} = 500K$.

1.10.10. Un mol de gaz ideal având $\gamma = 5/3$ descrie un ciclu Carnot în care temperatura maximă este $127^{\circ}C$. Lucrul mecanic în destinderea adiabatică este $L = 1994,4J$. Determinați:

- variația energiei interne în comprimarea adiabatică;
- căldura molară la volum constant pentru gazul folosit;
- randamentul ciclului Carnot.

R: a) $\Delta U = 1994,4J$; b) $C_V = 3R/2$; c) $\eta = 40\%$.

1.10.11. Un ciclu Carnot efectuează pe tot ciclul un lucru mecanic $L = 100J$. Temperatura sursei calde este $227^{\circ}C$, raportul volumelor în comprimarea adiabatică este $(0,6)^{3/2}$, iar gazul este **monoatomic**. Determinați:

- temperatura sursei reci;
- randamentul ciclului Carnot;
- căldura cedată.

R: a) $T_{min} = 300K$; b) $\eta = 40\%$; c) $|Q_{ced}| = 150J$.

1.10.12. Randamentul unui ciclu format din două izoterme și două adiabate (ciclu Carnot) este $\eta = 30\%$, iar într-un ciclu se efectuează un lucru mecanic $L = 1,2 kJ$. Temperatura sursei calde este $227^{\circ}C$. Determinați:

- căldura primită într-un ciclu;
- temperatura sursei reci;

c) raportul dintre valorile extreme (V_{\min}/V_{\max}) ale volumului în destinderea adiabatică din ciclu, știind că exponentul adiabatic are valoarea $\gamma=5/3$.

R: a) $Q_{\text{abs}}=4\text{kJ}$; b) $T_{\min}=350\text{K}$; c) $V_{\min}/V_{\max}=(0,7)^{3/2}$.

1.10.13. O mașină termică ideală, funcționând după un ciclu Carnot are randamentul $\eta=40\%$. Cunoscând că diferența de temperatură dintre cele două surse de căldură este $\Delta T=180\text{K}$, că lucrul mecanic pe întregul ciclu este $L=600\text{J}$, și că exponentul adiabatic are valoarea $\gamma=1,4$, determinați:

a) temperatura T_{\max} a sursei calde și cea a sursei reci T_{\min} ;

b) căldura cedată sursei reci într-un singur ciclu;

c) raportul dintre valorile extreme (p_{\max}/p_{\min}) ale presiunii în destinderea adiabatică din ciclu.

R: a) $T_{\max}=450\text{K}$, $T_{\min}=270\text{K}$;

b) $|Q_{\text{ced}}|=900\text{J}$; c) $(p_{\max}/p_{\min})=(5/3)^{7/2}$.

1.10.14. Demonstrați că în cele două procese ciclice lucrul mecanic efectuat este același. Care dintre cicluri are randamentul mai mare?

R: Se va demonstra că $(T_2)^2=(T_4)^2=T_1 T_3$.

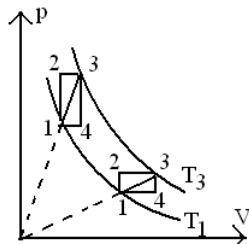


Fig. 1.10.14.

1.10.15. Un gaz **monoatomic** parcurge procesul din figură. Determinați randamentul motorului care ar funcționa după acest proces și comparați cu randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

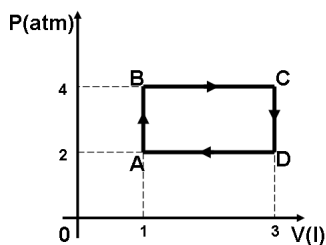


Fig. 1.10.15.

R: 17,4%; 83,3%.

1.10.16. Punctele **B** și **D** din procesul suferit de o cantitate de **O₂** reprezentat în figură se găsesc pe aceeași izotermă. Cunoscând **T_A=200K** și **T_C=800K** determinați randamentul procesului ciclic și comparați-l cu randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

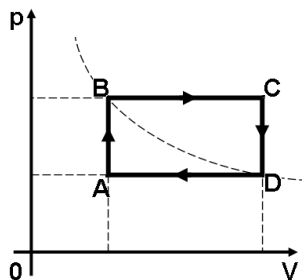


Fig. 1.10.16.
R: 10,5%; 75%.

1.10.17. Un gaz ideal parcurge procesul ciclic reprezentat în diagrama p-V din figură. Să se calculeze:

- lucrul mecanic total efectuat;
- valoarea temperaturii din starea D.

Se dau: **T_A=300K**, **T_B=450K**, **T_C=405K**, **V_A=20l**, **V_C=40l** și **p_A=5 · 10⁵Pa**.

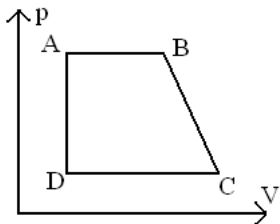


Fig. 1.10.17
R: L=2437,5J; T_D=202,5K.

1.10.18. Într-un cilindru de volum **V₁=0,1m³** se află aer la temperatura **t₁=27°C** și presiunea **p₁=1,13 · 10⁵N/m²**. Gazul trece prin următoarele transformări: două procese izobare la la presiunile **p₁** respectiv **2p₁** și două procese izocore volumele **V₁** respectiv **3V₁**. Să se determine:

- lucrul mecanic efectuat;
- căldurile primite respectiv cedate;
- randamentul procesului.

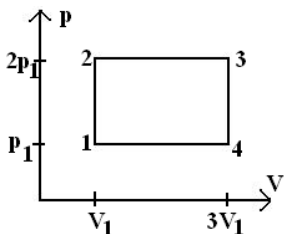


Fig.1.10.18.

R: a) $L=22,6\text{kJ}$; b) $Q_{\text{pr}}=183,78\text{kJ}$,
 $Q_{\text{ced}}=-172,48\text{kJ}$; c) $\eta=6,14\%$.

1.10.19. Un mol de heliu suferă o transformare ciclică conform diagramei p-V alăturate. Temperatura gazului în cele patru stări este $t_1=27^\circ\text{C}$, $t_2=t_4$ și $t_3=159^\circ\text{C}$. Să se determine:

- a) temperatura t_2 ;
- b) lucrul mecanic efectuat;
- c) randamentul ciclului.

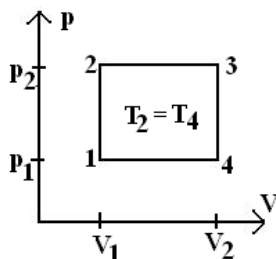


Fig. 1.10.19

R: a) $T_2^2=T_1 T_3=360\text{K}$; b) $L=99,72\text{J}$; c) $\eta=4,4\%$.

1.10.20. Un gaz **monoatomic** având în starea A presiunea $p_A=1\text{atm}$ și volumul $V_A=0,2\text{l}$ parcurge procesul din figură pentru care se cunoaște că $V_B=2V_A$. Determinați randamentul procesului ciclic și comparați-l cu randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

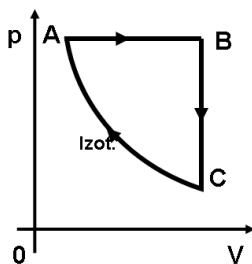


Fig. 1.10.20.

R: 12,4%; 50%.

1.10.21. Un gaz **diatomic** parcurge procesul ciclic din figură. Cunoscând că $V_B=3V_A$ determinați randamentul procesului ciclic și comparați-l cu randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

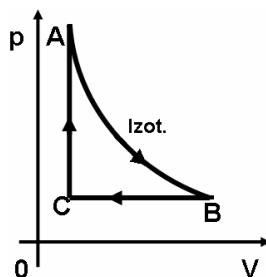


Fig. 1.10.21.

R: 15,6%; 66,6%.

1.10.22. Un gaz **monoatomic** parcurge procesul din figură pentru care se cunoaște că $V_B=8V_A$. Determinați randamentul procesului ciclic și comparați-l cu randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

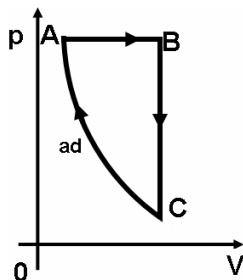


Fig. 1.10.22.

R: 33,5%; 96,8%.

1.10.23. Un gaz **diatomic** parcurge procesul din figură pentru care se cunoaște că $V_B=32V_A$. Determinați randamentul procesului ciclic și comparați-l cu randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

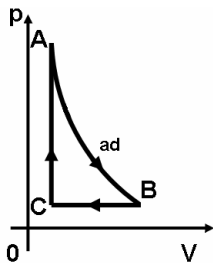


Fig. 1.10.23.

R: 65,8%; 99,2%.

1.10.24. Exprimați randamentul procesului ciclic din figură în funcție de exponentul adiabatic γ și de raportul de compresie $\epsilon=V_C/V_A$. Exprimați și randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

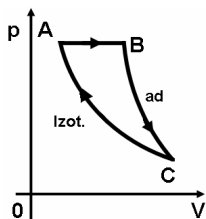


Fig. 1.10.24.

$$R: \eta = 1 - (\gamma - 1) \ln \varepsilon / \gamma (\varepsilon^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1); \quad \eta_C = 1 - \varepsilon^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}.$$

1.10.25. Un gaz **monoatomic** parcurge procesul din figură pentru care se cunoaște $V_B = 8V_A$. Determinați randamentul procesului ciclic și randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

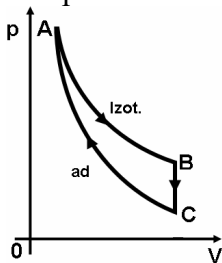


Fig. 1.10.25.

$$R: 45,6\%; 75\%.$$

1.10.26. Calculați randamentul următoarelor procese ciclice cunoscând raportul de compresie $\varepsilon = V_3/V_1$ și exponentul adiabatic. Aplicație numerică: $\varepsilon = 4, \gamma = 1,4$.

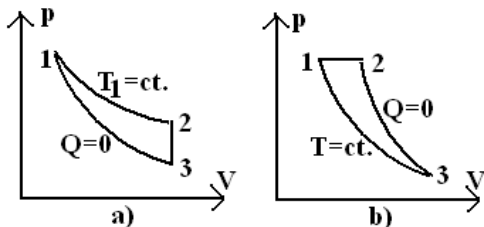


Fig. 1.10.26.

$$R: \eta_a = 23\%, \eta_b = 18,5\%.$$

1.10.27. Exprimați randamentul motorului Diesel în funcție de rapoartele de compresie $\varepsilon = V_A/V_B$, $\alpha = V_C/V_B$ și exponentul adiabatic γ al gazului de lucru. Exprimați și randamentul ciclului Carnot cuprins între temperaturile extreme ale procesului dat.

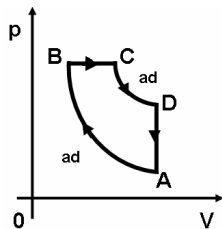


Fig. 1.10.27.

$$R: \eta = 1 - \frac{\alpha^\gamma - 1}{\gamma(\alpha - 1)\varepsilon^{\gamma-1}}; \quad \eta_C = 1 - \frac{1}{\alpha\varepsilon^{\gamma-1}}.$$

1.10.28. Un gaz ideal **diatomic** efectuează procesul ciclic format din două izocore și două adiabate (ciclul Otto). Să se afle randamentul ciclului știind că raportul de compresie este $V_1/V_2=32$.

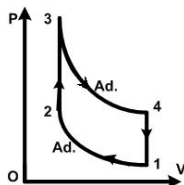


Fig. 1.10.28.

$$R: \eta = 75\%.$$

1.10.29. Un gaz ideal **monoatomic** efectuează procesul ciclic format din două izobare și două adiabate (motorul cu reacție). Să se afle randamentul ciclului știind că raportul de compresie este $V_1/V_2=8$.

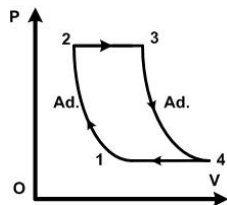


Fig. 1.10.29.

$$R: \eta = 75\%.$$

1.10.30. Un gaz ideal **diatomic** efectuează un ciclu format din transformările: 1-2 izotermă, 2-3 izobară, 3-1 adiabatică. Știind că $T_1=300\text{K}$, $T_3=500\text{K}$ iar $p_2=ep_1$ unde e este baza logaritmului natural, să se determine randamentul ciclului.

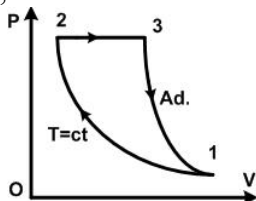


Fig. 1.10.30.

R: $\eta=57\%$.

1.10.31. Un gaz ideal **monoatomic** trece prin următoarele transformări: 1-2, comprimare adiabatică; 2-3 destindere izotermă; 3-1 răcire izocoră. Se cunoaște raportul de compresie $\epsilon=V_1/V_2=8$. Aflați T_3/T_1 și randamentul motorului termic care ar funcționa după acest ciclu.

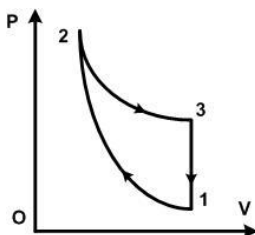


Fig. 1.10.31.

R: $T_3/T_1=4$; $\eta=45,8\%$.

1.10.32. Un amestec de gaze ideale format din $f_1=40\%$ gaz **monoatomic** și $f_2=60\%$ gaz **diatomic**, parcurge un ciclu format din două izocore $V_1=V_2=V$ respectiv $V_3=V_4=2V$ și două izobare $p_1=p_4=p$ respectiv $p_2=p_3=2p$. Temperatura cea mai mică din ciclu este $T_1=250\text{K}$. Calculați celelalte temperaturi în funcție de temperatura T_1 , căldurile molare C_v și C_p ale amestecului de gaze și determinați randamentul ciclului.

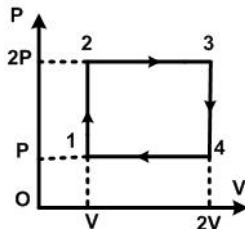


Fig. 1.10.32.

R: $T_2=T_4=500\text{K}$; $T_3=1000\text{K}$;
 $C_v=2,1R$ și $C_p=3,1R$; $\eta=12,04\%$.

1.11. Calorimetrie

1.11.1. Se amestecă $m_1=2\text{kg}$ de apă cu temperatura $t_1=10^\circ\text{C}$ cu $m_2=1\text{kg}$ de apă cu temperatura $t_2=70^\circ\text{C}$. Să se afle temperatura de echilibru.

R: 30°C .

1.11.2. Ce mase de apă aflate la temperaturile $t_1=20^\circ\text{C}$ respectiv $t_2=60^\circ\text{C}$ trebuie amestecate pentru a obține o cantitate cu masa $m=100\text{kg}$ cu temperatura $t=35^\circ\text{C}$?

R: $62,5\text{kg}$; $37,5\text{kg}$.

1.11.3. În ce raport de mase trebuie amestecate două cantități din același lichid, având temperaturile $t_1=-10^\circ\text{C}$, respectiv $t_2=65^\circ\text{C}$, pentru a obține o temperatură de echilibru de $t=45^\circ\text{C}$?

R: $m_2/m_1=2,75$.

1.11.4. Ce mase de apă, aflate la temperaturile $t_1=15^\circ\text{C}$ respectiv $t_2=80^\circ\text{C}$, trebuie amestecate pentru a obține **50 de litri** de apă la temperatura $t=30^\circ\text{C}$?

R: $m_1=38,5\text{kg}$, $m_2=11,5\text{kg}$.

1.11.5. La **145l** de apă, aflată la 20°C , se adaugă **55l** de apă aflată la temperatura de 80°C . Care va fi temperatura finală?

R: $36,5^\circ\text{C}$.

1.11.6. De ce nu se observă o creștere a temperaturii apei unui bazin de înot (20°C de exemplu), deși temperatura oamenilor din apă este **$36-37^\circ\text{C}$** ?

R: Creșterea temperaturii este foarte mică, nemăsurabilă.

1.11.7. În trei pahare se află apă de masele m_1 , m_2 , m_3 la temperaturile t_1 , t_2 , t_3 . Cele trei cantități de apă se toarnă

într-un vas mai mare, de capacitate calorică neglijabilă. Calculați temperatura finală a amestecului.

$$R: t_e = (m_1 t_1 + m_2 t_2 + m_3 t_3) / (m_1 + m_2 + m_3).$$

1.11.8. Într-un calorimetru cu capacitatea calorică $C=100\text{J/K}$ se găsește o cantitate de **apă** cu masa $m_1=200\text{g}$ la temperatura $t_1=15^\circ\text{C}$. Se introduce în calorimetru un corp de **fier** cu masa $m_2=100\text{g}$ la temperatura $t_2=90^\circ\text{C}$. Determinați temperatura de echilibru.

$$R: 18,44^\circ\text{C}.$$

1.11.9. Într-un calorimetru cu capacitatea calorică $C=200\text{J/K}$ se găsește o cantitate de **apă** cu masa $m_1=100\text{g}$ la temperatura $t_1=80^\circ\text{C}$. Se introduce în calorimetru un corp de **aluminiu** cu masa $m_2=200\text{g}$ la temperatura $t_2=0^\circ\text{C}$. Determinați temperatura de echilibru.

$$R: 61,6^\circ\text{C}.$$

1.11.10. Într-un calorimetru din **cupru** de masă $m_1=0,3\text{kg}$ se află $m_2=0,5\text{kg}$ de **apă** la temperatura $t_1=15^\circ\text{C}$. În calorimetru se introduce o bilă de **cupru** cu masa $m_3=0,56\text{kg}$ și temperatura $t_2=100^\circ\text{C}$. Determinați temperatura de echilibru.

$$R: 22,5^\circ\text{C}.$$

1.11.11. Un termometru este introdus într-un vas în care se găsește o masă $m=100\text{g}$ de **apă**. Temperatura indicată inițial de termometru era de $t_1=20^\circ\text{C}$, iar după ce este introdus în apă, termometrul indică $t_2=64^\circ\text{C}$. Se cunoaște capacitatea calorică a termometrului $C=1,9\text{J/K}$. Să se determine care era temperatura reală a apei, înaintea introducerii termometrului în apă?

$$R: t_i=64,2^\circ\text{C}.$$

1.11.12. Într-un vas în care se află $m=200\text{g}$ de **apă** cu temperatura $t=20^\circ\text{C}$, se mai introduc două corpuri, unul din **fier** cu

masa $m_1=60\text{g}$ și temperatura $t_1=100^\circ\text{C}$ și altul din **cupru** cu masa $m_2=20\text{g}$ și temperatura $t_2=50^\circ\text{C}$. Neglijând căldura absorbită de vas, să se calculeze temperatura de echilibru.

$$R: \theta=22,8^\circ\text{C}.$$

1.11.13. Un calorimetru din **alamă** cu masa $M=0,2\text{kg}$, conține un lichid pentru care trebuie determinată căldura specifică. Masa lichidului aflată inițial în calorimetru este $m_1=0,4\text{kg}$. Termometrul aflat în calorimetru indică o temperatură inițială $t_1=10^\circ\text{C}$. În calorimetru se mai introduce încă o masă $m_2=0,4\text{kg}$ din lichidul necunoscut, la temperatura $t_2=31^\circ\text{C}$. În calorimetru se stabilește o temperatură de echilibru $\theta=20^\circ\text{C}$. Să se determine căldura specifică c_x a lichidului din calorimetru.

$$R: c_x=2000\text{J/kgK}.$$

1.12 Transformări de stare de agregare

1.12.1. Din $m=8\text{kg}$ de **apă**, aflată la temperatura 20°C , se obține **gheață** la temperatura de -10°C . Calculați variația energiei interne (căldura cedată).

$$R: \Delta U=-3,5\text{MJ}.$$

1.12.2. Graficul de mai jos reprezintă variația temperaturii a $m=150\text{g}$ de **apă**. Să se determine:

- căldura primită;
- variația energiei interne în timpul topirii.

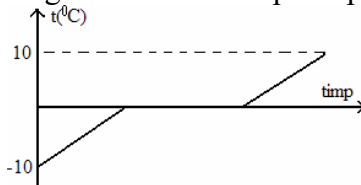


Fig. 1.12.2.

$$R: a) Q=59,505\text{kJ}; b) \Delta U=50,1\text{kJ}.$$

1.12.3. Pe un bloc de gheață se așează bile de aceeași masă și temperatură inițială, confecționate din **aluminu**, **fier** și **cupru**.

a) Care din bile se scufundă cel mai mult în gheață?

b) Dar cel mai puțin?

R: a) Al; b) Cu.

1.12.4. În vase identice, conținând aceeași cantitate de apă, la aceeași temperatură, se introduc bile de aceeași masă și temperatură, din **gheață**, **fier**, și respectiv **sticlă**.

a) În care din vase se răcește apa cel mai mult?

b) Dar cel mai puțin?

R: a) cu gheața; b) cu sticla.

1.12.5. Ce cantitate minimă de **apă** aflată la temperatura de **10°C** trebuie turnată pe **100g** de **gheață** de **0°C** pentru a o topi în întregime?

R: 0,8kg.

1.12.6. Se amestecă **m₁=0,4kg** de **gheață** aflată la temperatura de **-10°C** cu **m₂** cantitate de **apă** cu temperatura de **60°C**. Calculați valoarea maximă pentru **m₂** astfel încât temperatura amestecului să fie de **0°C**. Ce rezultă în vas dacă masa **m₂** este mai mică decât cea calculată?

R: 0,575kg.

1.12.7. Într-un calorimetru cu capacitatea calorică **C=150J/K** se găsește o cantitate de **apă** cu masa **m₁=100g** la temperatura **t₁=30°C**. Se introduce în calorimetru o bucată de **gheață** la temperatura **t₂=-10°C**. Știind că temperatura de echilibru este **t=10°C**, determinați masa de gheață introdusă în calorimetru.

R: 28,2g.

1.12.8. Într-un calorimetru cu capacitatea calorică **C=200J/K** se găsește un amestec de **apă** și **gheață** cu masa totală **M=300g** la temperatura **t₁=0°C**. Se introduce în calorimetru o

bucată de **aluminu** cu masa **$m=200\text{g}$** la temperatura **$t_2=100^\circ\text{C}$** . Știind că temperatura de echilibru este **$t=7^\circ\text{C}$** , determinați masa de gheață aflată inițial în calorimetru.

R: $m_{\text{gh}} \approx 20\text{g}$.

1.12.9. Într-un calorimetru cu capacitatea calorică **$C=100\text{J/K}$** se găsește o cantitate de **apă** cu masa **$m_1=400\text{g}$** la temperatura **$t_1=20^\circ\text{C}$** . Se introduc în calorimetru vapori saturați de **apă** la temperatura **$t_2=100^\circ\text{C}$** . Știind că temperatura de echilibru este **$t=80^\circ\text{C}$** , determinați masa vaporilor introduși.

R: 44,6g.

1.12.10. Într-un calorimetru se găsește **apă** la temperatura **$t_1=15^\circ\text{C}$** . Dacă în calorimetru se mai toarnă **$m_2=150\text{g}$** de **apă** cu temperatura de **$t_2=65^\circ\text{C}$** , temperatura de echilibru va deveni **$t_3=40^\circ\text{C}$** . Să se calculeze:

a) capacitatea calorică a calorimetrului dacă masa totală a apei este **$m_t=250\text{g}$** ;

b) masa de **gheață** ce trebuie adăugată pentru a răci apa la **20°C** , dacă gheața se află la temperatura de topire?

R: a) $C=209\text{J/K}$; b) $m_{\text{gh}}=60\text{g}$.

1.12.11. Într-un calorimetru, de capacitate neglijabilă, se găsește **$m=0,1\text{kg}$** de **gheață** la **0°C** . Dacă se introduce un corp din **cupru**, cu masa de **$m_1=1,1\text{kg}$** și temperatura **$t_1=100^\circ\text{C}$** , apa se încălzește la **$\theta=10^\circ\text{C}$** . Să se determine:

a) căldura specifică pentru cupru;

b) densitatea cuprului la temperatura **t_1** , dacă la **0°C** latura cubului este de **5cm**. Se cunoaște **$\alpha_{\text{Cu}}=2 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$** .

R: a) $c=379,5\text{J/kgK}$; b) $\rho=874\text{kg/m}^3$.

1.12.12. Cum ar trebui împărțită o cantitate de **25kg** de apă având temperatura de **60°C** astfel încât căldura eliberată de o parte de masă **m_1** prin răcire până la **0°C** , să fie egală cu cea necesară

celelalte părți de masă m_2 pentru a se încălzi până la 100°C ?

R: $m_1=10\text{kg}$; $m_2=15\text{kg}$.

1.12.13. Într-un calorimetru, cu capacitatea calorică neglijabilă, se află $m_1=3\text{kg}$ de apă la temperatura $t_1=10^\circ\text{C}$. Se introduce apoi în calorimetru gheață cu masa $m_2=5\text{kg}$ și temperatura $t_2=-40^\circ\text{C}$. Să se determine starea în care se află sistemul apă-gheață din calorimetru.

R: îngheață $m_x=0,86\text{kg}$; $m_{\text{apă}}=2,14\text{kg}$; $m_{\text{gheață}}=5,86\text{kg}$.

1.12.14. Ce cantitate de căldură este necesară pentru a vaporiza $m=5\text{kg}$ de apă aflată la temperatura de -10°C ?

R: $15364,5\text{kJ}$.

1.12.15. O bilă din fier cu masa $m_1=0,4\text{kg}$ și temperatura $t_1=800^\circ\text{C}$ a fost introdusă într-un calorimetru cu capacitatea calorică $C=25\text{J/K}$, care conținea deja $m_2=0,2\text{kg}$ de apă la temperatura $t_2=21^\circ\text{C}$. Apa din calorimetru s-a încălzit până la fierbere și o masă $m_3=25\text{g}$ de apă s-a vaporizat. Să se determine căldura latentă de vaporizare a apei.

R: $\lambda_v=2,16\text{ MJ/K}$.

1.12.16. Un calorimetru cu capacitatea calorică $C=200\text{J/K}$ conține o masă $m_1=100\text{g}$ de apă la temperatura $t_1=40^\circ\text{C}$. Se introduce în calorimetru o bucată de gheață cu masa $m_2=200\text{g}$ la temperatura $t_2=-30^\circ\text{C}$. Să se determine starea finală a sistemului.

R: $m_{\text{final apă}}=135,82\text{g}$.

1.12.17. Un calorimetru cu capacitatea calorică $C=100\text{J/K}$ conține o masă $m_1=200\text{g}$ de gheață la temperatura $t_1=-20^\circ\text{C}$. Se introduce în calorimetru o masă $m_2=50\text{g}$ de apă la temperatura $t_2=10^\circ\text{C}$. Să se determine starea finală a sistemului.

R: $m_{\text{final apă}}=25,6\text{g}$.

1.12.18. Într-un tub barometric cu lungimea $l=1\text{m}$ și secțiunea $S=1\text{cm}^2$, s-au introdus $m=3\text{mg}$ de apă cu temperatura $t=40^\circ\text{C}$, pentru care presiunea maximă a vaporilor saturați ai apei este $p_s=55\text{torr}$. Presiunea atmosferică este $p_0=760\text{torr}$. Se cere:

- a) volumul camerei barometrice (de deasupra mercurului);
- b) masa de apă evaporată;
- c) care va fi starea apei din camera barometrică?

R: a) $V=29,5\text{cm}^3$; b) $m_{\text{vapori}}=1,5\text{mg}$;

- c) mai rămâne o masă $m_1=1,5\text{mg}$ de apă neevaporată, în camera barometrică fiind vaporii saturați.

1.12.19. Într-un tub barometric cu lungimea $l=1\text{m}$ și secțiunea $S=1\text{cm}^2$, s-au introdus $m=2\text{mg}$ de apă cu temperatura $t=52^\circ\text{C}$, pentru care presiunea maximă a vaporilor saturați ai apei este $p_s=100\text{torr}$. Presiunea atmosferică este $p_0=760\text{torr}$. Se cere:

- a) volumul camerei barometrice (de deasupra mercurului);
- b) masa de apă evaporată;
- c) care va fi starea apei din camera barometrică?

R: a) $V=31\text{cm}^3$; b) $m_{\text{vapori}}=2\text{mg}$;

- c) în camera barometrică vor fi vaporii nesaturați.

1.12.20. Un strat de apă cu grosimea de $h=1\text{mm}$ se găsește sub un piston. Dacă pistonul se deplasează pe distanța $H=3,85\text{m}$ se va mări volumul și toată apa se va vaporiza. Să se calculeze presiunea maximă a vaporilor saturați p_s ai apei, corespunzătoare temperaturii de 77°C , la care are loc destinderea.

R: $p_s=41,969\text{kPa}$.

1.12.21. Un vas închis de volum $V=20\text{dm}^3$ conține vaporii de apă la temperatura $t_1=100^\circ\text{C}$ și presiunea maximă a vaporilor saturați corespunzătoare $p_s=10^5\text{Pa}$. Vasul este răcit până la temperatura $t_2=37^\circ\text{C}$ ($p_s=6269,2\text{Pa}$), astfel că o parte din vaporii se condensează. Să se determine masa inițială a vaporilor din vas, masa vaporilor saturați rămași

și masa de apă formată prin condensare.

$$R: m_i=11,6g; m_s=0,87g; m_{ap\acute{a}}=10,73g.$$

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 $I=2mA$ în timp de **20min**?

$$R: 2,4C.$$

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

$$R: 0,16ms.$$

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

$$R: 10^{19} \text{electroni.}$$

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

$$R: I_1=I_2=3A.$$

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

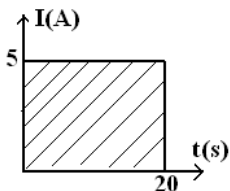


Fig. 2.1.5.

$$R: Q=100C.$$

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.

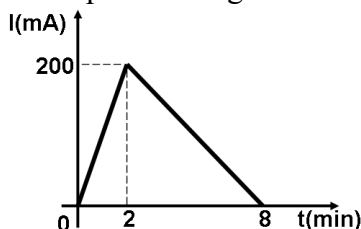


Figura 2.1.6.

R: 48C.

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 μ 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?

R: $R_1=96\Omega$, $R_2=50\Omega$.

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

R: 39,25m.

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.

R: $R_1/R_2=2,25$.

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.

R: $\approx 15,9\Omega$.

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 $t=100^\circ\text{C}$?

R: $1,43\Omega$.

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% ($\alpha=0,006\text{K}^{-1}$).

R: 50°C .

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?

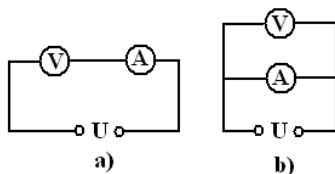


Fig. 2.1.15.

R: $R_V=U_1/I_1$, $R_A=U_2/I_2$.

2.2. 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.

R: 20V.

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.

R: 5,75V; 0,25V.

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 $R=2,1\Omega$?

R: 6,3V.

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.

R: 4Ω .

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

a) Dacă rezistența reșoului este 21Ω , ce lungime are firul?

b) 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?

R: a) $l=9,8\text{m}$; b) $E=50\text{V}$.

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 $U=2,5\text{V}$.

R: 9,43m.

2.2.7. O sursă debitează un curent de intensitate $I_1=1,6A$ 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 $I_2=0,96A$. Să se calculeze:

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

R: a) $r=5\Omega$; b) $E=24V$.

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.

R: $E=1,5V$; $r=0,5\Omega$.

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.

R: $R=9\Omega$.

2.2.10. Un circuit are rezistența externă de **trei** ori mai mare decât rezistența internă. Care va fi variația relativă a intensității curentului prin circuit dacă rezistența externă crește cu **20%**?

R: -13% .

2.2.11. 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?

R: $8V$.

2.3. 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.

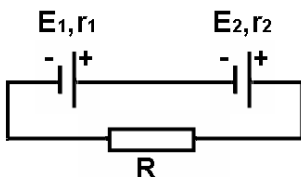


Fig. 2.3.1.

$R: 4A; 0V; 12V.$

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.

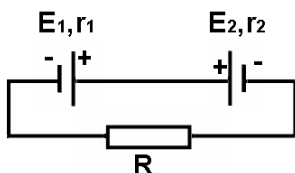


Fig. 2.3.2.

$R: 2,4A; 6,4V; 13,6V.$

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.

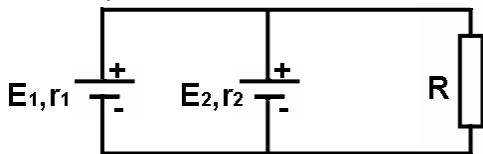


Fig. 2.3.3.

$R: 1A; 2A; 3A; 9V.$

2.3.4. Pentru încărcarea acumulatorilor folosite în aparate foto se realizează circuitul următor. Să se calculeze valoarea rezistenței R , folosită pentru limitarea curentului prin acumulatori. Sursa are tensiunea electromotoare $E=6V$ și rezistența internă neglijabilă. Pentru acumulatori se cunosc: $E'=1,4V$, $r'=4\Omega$, $I'=0,2A$. Care va fi intensitatea de

încărcare dacă se conectează doar o pereche de acumulatori la încărcător.

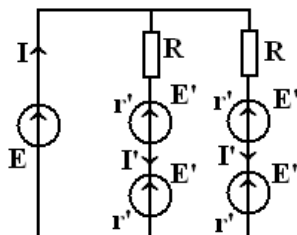


Fig. 2.3.4.

$R: R=8\Omega$, $I'=0,2A$ (nu se modifică).

2.3.5. 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.

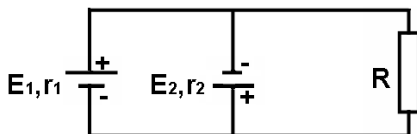


Fig. 2.3.5.

$R: 4A; 3A; 1A; U_1=2V; U_2=-2V$.

2.3.6. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=30V$, $r_1=1\Omega$, $E_2=20V$, $r_2=2\Omega$, $E_3=11V$, $r_3=3\Omega$, $R_1=3\Omega$, $R_2=2\Omega$ și $R_3=4\Omega$. Determinați intensitățile curenților electrici și tensiunea electrică între punctele A și B.

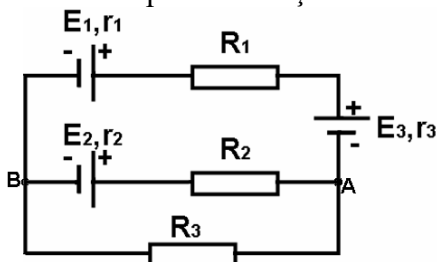


Fig. 2.3.6.

$R: 1A; 2A; 3A; U_{AB}=12V$.

2.3.7. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=10V$, $E_2=12V$, $E_3=10V$, $E_4=2V$, $r_1=r_2=r_3=r_4=1\Omega$, și $R_1=R_2=2\Omega$. Determinați tensiunea electrică pe rezistorul R_1 .

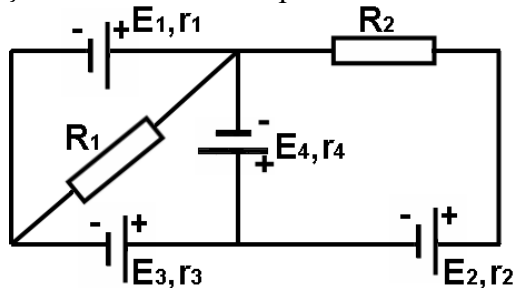


Fig. 2.3.7.

R: 8V.

2.3.8. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=0,8V$, $E_2=1,5V$, $r_1=r_2=1\Omega$, și $R_1=R_2=R_3=R_4=2\Omega$. Determinați tensiunea electrică pe rezistorul R_3 .

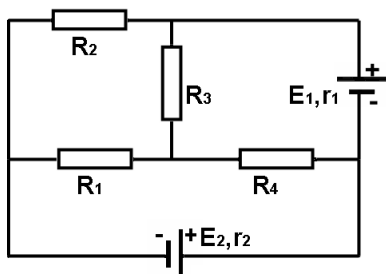


Fig. 2.3.8.

R: 0,36V.

2.3.9. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E_1=4,5V$, $E_2=1,5V$, $r_1=0,5\Omega$, $r_2=0,3\Omega$, și $R=1\Omega$. Determinați intensitatea curentului electric prin firul AB.

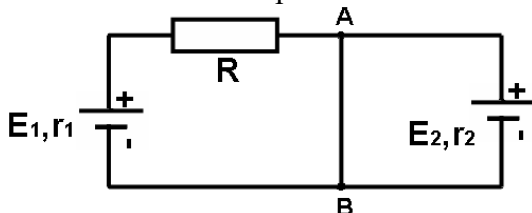


Fig. 2.3.9.

R: 8A.

2.4. 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 (**$r=0$**)?

R: Scade de 5 ori.

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 rezistență internă neglijabilă.

R: Nu se modifică.

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:

- sensul curentului prin laturi;
- intensitatea curentului prin laturi;
- căderea de tensiune pe fiecare latură.

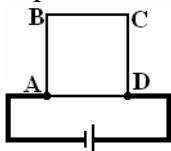


Fig. 2.4.3.

R: a) $D \rightarrow A$, $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$; b) $I_{DA}=0,9A$, $I_{DCBA}=0,3A$; c) $U_{DA}=9V$, $U_{DC}=U_{CB}=U_{BA}=3V$.

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 (**$\rho_{Cu} < \rho_{Al}$**).

- Prin care porțiune trece un curent de intensitate mai mare?
- 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?

R: a) $I_{Cu}=I_{Al}$; b) $U_{Al}>U_{Cu}$; c) $\rho_{Al} \cdot l_{Al}=\rho_{Cu} \cdot l_{Cu}$.

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

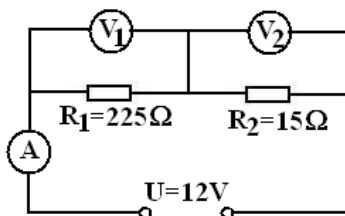


Fig. 2.4.5.

R: $I=0,05A$, $U_1=11,25V$, $U_2=0,75V$; $I'=0.057A$,
 $U_1'=10.49V$, $U_2'=1.51V$.

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

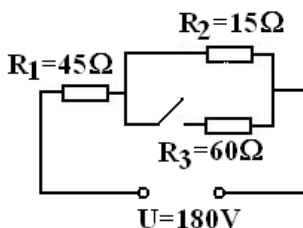


Fig. 2.4.6.

R: $I=3A$; $I_1=3,16A$, $I_2=2,53A$, $I_3=0,63A$.

2.4.7. Un rezistor este legat la un acumulator cu $E=12V$ și $r=5\Omega$. Dacă măsurăm tensiunea pe rezistor cu un aparat digital (presupus ideal) obținem $U_0=11,9V$, iar dacă o măsurăm cu un voltmetru analogic găsim $U=11,88V$. Determinați rezistența voltmetrului analogic.

R: $2945,25\Omega$.

2.4.8. Dintr-un conductor de lungime L , se confecționează un triunghi, cu laturile l , $2l$ și $3l$. Conductorul astfel obținut se conectează, pe rând cu câte o latură, la bornele unei surse.

a) În ce caz rezistența circuitului este maximă respectiv minimă?

b) Dacă rezistența laturii l este 5Ω , tensiunea electromotoare $25V$, calculați intensitatea curentului electric prin laturile triunghiului în cele trei cazuri ($r=0$).

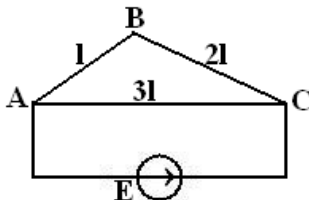


Fig. 2.4.8.

R: a) $R_{\max}=R_{AC}$, $R_{\min}=R_{AB}$; b) $I_{AC}=I_{ABC}=5/3A$; $I_{AB}=5A$, $I_{ABC}=1A$; $I_{BC}=2,5A$, $I_{BAC}=1,25A$.

2.4.9. Pentru a măsura intensitatea curentului electric printr-un bec legat la o baterie cu $E=4,5V$ și $r=0,4\Omega$ se leagă în serie cu becul un ampermetru cu $R_A=0,6\Omega$. Acesta măsoară un curent $I=300mA$. Care era intensitatea curentului prin bec în absența ampermetrului.

R: 312,5mA.

2.4.10. Un consumator cu $R=6\Omega$ trebuie alimentat la tensiunea $U=3V$ de la un generator cu $E=12V$ și $r=4\Omega$. Reostatul are rezistența $R_{AB}=20\Omega$ și lungimea $l_{AB}=10cm$. Determinați distanța l_{AC} la care trebuie fixat cursorul reostatului pentru a asigura alimentarea consumatorului la tensiunea indicată.

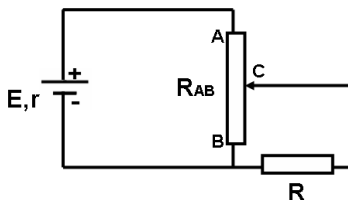


Fig. 2.4.10.

R: 4cm.

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

- a) deschis;
- b) închis.

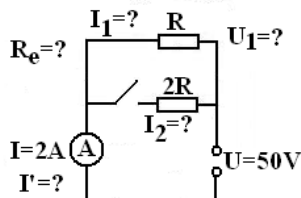


Fig. 2.4.11.

R: $U_1=50V$, $R=25\Omega$; $R_e=50/3\Omega$, $I'=3A$, $I_1=2A$, $I_2=1A$.

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

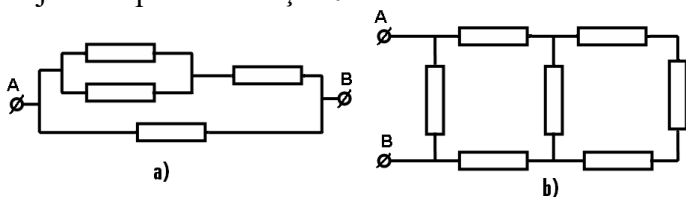


Fig. 2.4.12.

R: a) $3R/5$; b) $11R/15$.

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

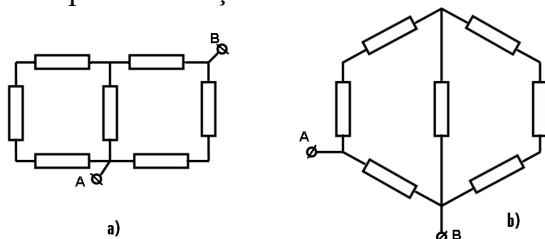
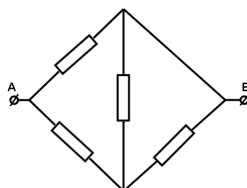


Fig. 2.4.13

R: a) $14R/15$; b) $11R/15$.

2.4.14. În circuitul din figură rezistorii au aceeași rezistență electrică R . Determinați rezistența echivalentă între punctele A și B.



$R: 3R/5.$

Fig. 2.4.14.

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

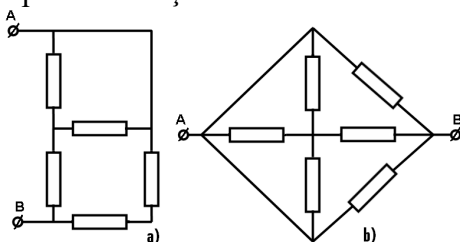


Fig. 2.4.15.

$R: a) 6R/7; b) 4R/11.$

2.4.16. Cele trei generatoare identice din figură au tensiunea electromotoare $E=4,5V$ și rezistența internă $r=1,5\Omega$. Determinați parametrii generatorului echivalent și intensitatea debitată prin rezistorul cu rezistența $R=1\Omega$.

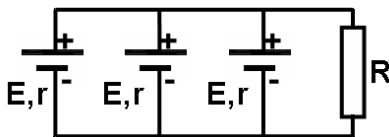


Fig. 2.4.16.

$R: 4,5V; 0,5\Omega; 3A.$

2.4.17. Cele șase generatoare identice din figură au tensiunea electromotoare $E=1,5V$ și rezistența internă $r=1,5\Omega$. Determinați parametrii generatorului echivalent și

intensitatea debitată prin rezistorul cu rezistența $R=5\Omega$.

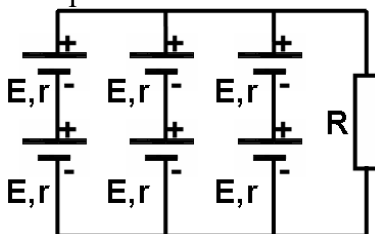


Fig. 2.4.17

$R: 3V; 1\Omega; 0,5A.$

2.4.18. Șase generatoare identice debitează curent pe un rezistor cu rezistența $R=2\Omega$. Dacă toate generatoarele sunt legate în serie intensitatea curentului prin rezistor este $I_s=1,8A$ iar dacă sunt legate în paralel acesta este $I_p=2,4A$. Determinați tensiunea electromotoare și rezistența internă a unui generator.

$R: 6V; 3\Omega.$

2.4.19. În circuitul din figură generatoarele sunt identice iar cei doi rezistori au aceeași rezistență electrică $R=4\Omega$. Ampermetrul ideal indică un curent $I_1=1A$ dacă întrerupătorul K este deschis, respectiv $I_2=1,5A$ dacă K este închis. Determinați tensiunea electromotoare și rezistența internă a unui generator.

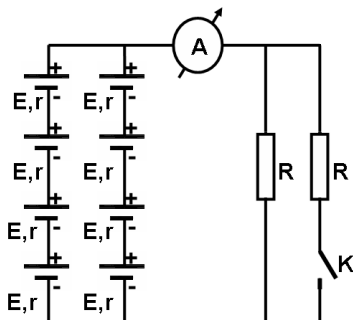


Fig. 2.4.19.

$R: 1,5V; 1\Omega.$

2.5. 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.

R: 4Ω .

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.

R: b) $P=100W$; c) $I_2=0,9A$, $I_3=1,35A$.

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.

R: $10A$.

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

$\Delta t=10\text{min}$ și randamentul generatorului.

R: 1,2kJ; 88,8%.

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.

R: $R_1/R_2=2/3$.

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?

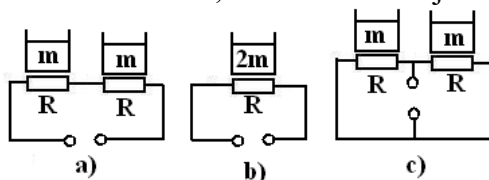


Fig. 2.5.7.

R: $\Delta t_1=2\Delta t_2=4\Delta t_3$.

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

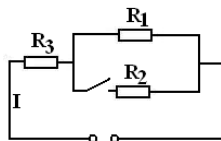


Fig. 2.5.8.

R: a) $R_e=4\Omega$, $R_e'=5,6\Omega$; b) $E=9,6V$, $r=0,8\Omega$; c) $P=16W$, $P'=12,6W$.

2.5.9. Bateria din figură cu $E=10V$ și $r=1\Omega$ debitează un curent $I=2A$. Cunoscând între căldurile degajate de R_1 și R_2 există relația $Q_1=3Q_2$, calculați valorile rezistențelor celor doi rezistori.

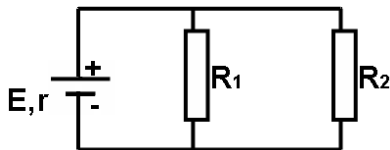


Fig. 2.5.9.

R: $5,33\Omega$, 16Ω .

2.5.10. Pentru circuitul din figură se cunosc: $E=9V$, $r=1\Omega$, $R_1=3\Omega$, $R_3=9\Omega$ și puterea absorbită de acesta $P_3=3,24W$. Determinați energia furnizată de generator circuitului exterior în $\Delta t=1min$ și R_2 .

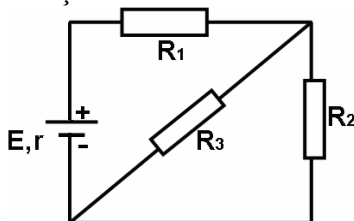


Fig. 2.5.10.

R: $437,4J$; 18Ω .

2.5.11. De la sursa cu $E=9V$ și $r=1\Omega$ se alimentează un consumator cu $R=3\Omega$ prin intermediul rezistorilor cu $R_1=3\Omega$ respectiv $R_2=6\Omega$. Calculați puterea electrică absorbită de consumator, randamentul de alimentare a acestuia și randamentul generatorului.

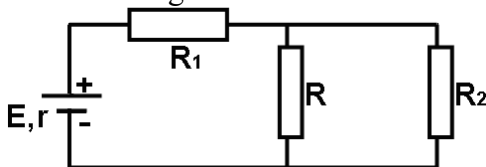


Fig. 2.5.11.

R: $3W$; $22,2\%$; $83,3\%$.

2.5.12. 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.

R: 4Ω .

2.5.13. 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.

R: $1,125W$, 50% .

2.5.14. La bornele unei baterii, având rezistența internă $r=0,3\Omega$, se conectează o bobină confecționată din sârmă de cupru. Lungimea sârmei este $l=21,6m$ și diametrul $d=0,2mm$. Să se calculeze:

a) tensiunea electromotoare a sursei, dacă intensitatea curentului este $I=2A$;

b) căderile de tensiune pe bobină și pe sursă;

c) puterea cedată bobinei de sursă și randamentul ei.

R: a) $E=24V$; b) $U_b=23,4V$, $u=0,6V$; c) $P=46,8W$, $\eta=97,5\%$.

2.5.15. La bornele unei surse de t.e.m. $E=10V$ și rezistență internă $r=1\Omega$, se conectează doi consumatori. Dacă acești consumatori sunt legați în serie, intensitatea curentului prin sursă este $I_1=2,5A$, iar dacă sunt legați în paralel, intensitatea devine $I_2=6A$. Se cere:

a) căderile de tensiune;

b) rezistențele celor doi consumatori;

c) puterile cedate de sursă consumatorilor.

R: a) $U_1=7,5V$, $U_2=4V$; b) $R_1=1\Omega$, $R_2=2\Omega$; c) $P_{1s}=6,25W$, $P_{2s}=12,5W$, $P_{1p}=16W$, $P_{2p}=8W$.

2.5.16. Determinați mărimile necunoscute pentru circuitul din *Figura 2.5.16*.

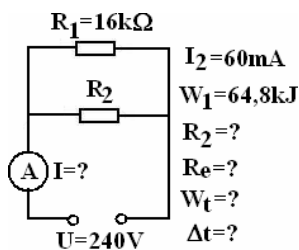


Fig. 2.5.16.

R: $R_2 = 4\text{k}\Omega$, $I = 75\text{mA}$, $R_e = 3.2\text{k}\Omega$, $W_t = 324\text{kJ}$, $\Delta t = 5\text{h}$.

2.5.17. O sursă cedează aceeași putere dacă este conectată la un consumator cu rezistența $R_1 = 3\Omega$, sau la un alt consumator cu rezistența de $R_2 = 12\Omega$. Să se calculeze tensiunea electromotoare a sursei și rezistența internă, dacă valoarea puterii cedate este $P = 60\text{W}$.

R: $E = 40.26\text{V}$, $r = 6\Omega$.

2.5.18. Cunoscând valorile intensităților de scurtcircuit pentru două generatoare diferite $I_{s1} = 4\text{A}$ și $I_{s2} = 5\text{A}$ precum și rezistențele interioare respective ale acestora $r_1 = 15\Omega$ și $r_2 = 8\Omega$, determinați valoarea rezistenței R , pe care fiecare din aceste generatoare pot debita aceeași putere.

R: $R = 6\Omega$.

2.5.19. Doi consumatori cu rezistențele $R_1 = 1000\Omega$ și $R_2 = 4000\Omega$ au puterile nominale $P_1 = 40\text{W}$ respectiv $P_2 = 90\text{W}$. Care este tensiunea maximă care poate fi aplicată celor doi consumatori legați: a) în serie; b) în paralel.

R: a) 750V ; 200V .

2.5.20. Un aparat electric consumă puterea $P = 99\text{W}$ atunci când este legat la un generator cu $U = 220\text{V}$ prin intermediul unor conductoare pe care pierderea de tensiune este de 10% . Determinați rezistența conductoarelor de legătură.

R: 44Ω .

Efectul magnetic al curentului electric

2.6. Inducția magnetică. Forța electromagnetică

2.6.1. 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?

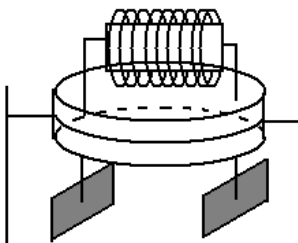


Fig. 2.6.1.

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

2.6.3. Un conductor este perpendicular pe liniile de câmp magnetic ca în figură. Desenați forța Laplace.

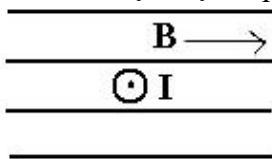


Fig. 2.6.3.

2.6.4. 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 electromagnetică.

R: $F=0,6\text{N}$.

2.6.5. 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 electromagnetică (Laplace).

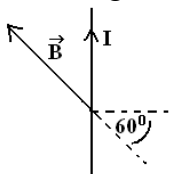


Fig. 2.6.5.

R: $0,1\text{N}$.

2.6.6. 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.

R: $B=0,08\text{T}$.

2.6.7. Un cadru în formă de U, cu laturile egale, este suspendat de cele două capete. Cadrul 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 $l=10\text{cm}$.

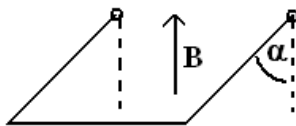


Fig. 2.6.7.

R: $I=8,65\text{A}$.

2.6.8. Reprezentați și calculați valoarea vectorului inducție magnetică B pentru un conductor liniar, străbătut de $I=2\text{A}$, la distanțele: a) $r_1=5\text{cm}$; b) $r_2=15\text{cm}$.

R: a) $B_1=8\mu\text{T}$; b) $B_2=(8/3)\mu\text{T}$.

2.6.9. Un conductor străbătut de un curent $I=1,5A$ face la un moment dat o buclă circulară cu diametrul $d=30cm$. Aflați și desenați inducția câmpului B în centrul acestei bucle ($\mu_{\text{aer}}=\mu_0$).

$$R: B=8,28\mu T.$$

2.6.10. Conductorul de mai sus este înfășurat pe un suport cilindric de diametru $d=60cm$, formând un multiplicator cu $N=500$ spire. Știind $\mu_r=100$, aflați inducția B creată de acest multiplicator.

$$R: B=5\pi \cdot 10^{-2}T.$$

2.6.11. Ce inducție magnetică B se obține dacă se înfășoară conductorul din problema precedentă, pe același suport cilindric, spiră lângă spiră, formând un solenoid de lungime $l=10cm$.

$$R: B=0,3\pi(T).$$

2.6.12. Inducția magnetică a unei bobine este $B=1,57T$. Bobina este confecționată dintr-o sârmă izolată, bobinată spiră lângă spiră, într-un singur strat, diametrul firului fiind $d=0,5mm$, cu un miez din fier cu $\mu_r=500$. Care este intensitatea curentului care trece prin bobină ?

$$R: I=1,25A.$$

2.6.13. O bobină cu lungimea $l=2\pi(cm)$ și $N=10^3$ spire, fără miez, este străbătută de $I=1A$. Aflați inducția B în interiorul ei. Dar dacă permeabilitatea miezului este $\mu_r=100$?

$$R: B=2 \cdot 10^{-2}T; B'=2T.$$

2.6.14. Inducția magnetică pe axul unui solenoid cu $N=1000$ spire, fără miez de fier, de lungime $l=4\pi(cm)$ este $B=0,1T$. Aflați intensitatea I .

$$R: I=10A.$$

2.6.15. O bobină, fără miez, este parcursă de intensitatea $I=4\text{A}$ și este realizată prin înfășurare spiră lângă spiră a unui fir izolat cu diametrul secțiunii transversale de 2mm . Aflați valoarea inducției magnetice B în interiorul bobinei.

$$R: B=8\pi \cdot 10^{-4}\text{T}.$$

2.6.16. La realizarea unui solenoid s-a folosit fir de **cupru** de lungime $l=20\text{m}$ și diametrul $D=2\text{mm}$. Firul este înfășurat spiră lângă spiră pe un miez de fier cu $\mu_r=50$. Solenoidul este conectat la o sursă cu tensiunea $U=1,5\text{V}$. Aflați:

- a) rezistența electrică a bobinei;
- b) inducția B în interiorul solenoidului.

$$R: \text{a) } R=10,8 \cdot 10^{-2}\Omega; \text{ b) } B=0,436\text{T}.$$

2.6.17. Într-un solenoid cu $N_1=2000$ spire și $l_1=40\pi(\text{cm})$ se introduce coaxial un al doilea solenoid cu $N_2=500$ spire și de aceeași lungime. Curenții prin solenoizi sunt $I_1=I_2=10\text{A}$, dar de sens opus. Aflați inducția rezultantă pe axul lor.

$$R: B=15\text{mT}.$$

2.6.18. O spiră circulară cu diametrul $d=\pi(\text{cm})$ se află într-un câmp magnetic $B=2\text{mT}$, perpendicular pe spiră. Aflați curentul I prin spiră necesar pentru a dubla inducția rezultantă.

$$R: I=50\text{A sau } 150\text{A}.$$

2.6.19. Un solenoid cu $l=0,4\text{m}$ este parcurs de curentul I_1 . În interiorul lui se plasează o spiră de diametru $d=2\text{cm}$, paralelă cu planul spirelor solenoidului, parcursă de $I_2=2I_1$. Aflați numărul spirelor solenoidului pentru ca în centrul spirei inducția rezultantă să fie nulă.

$$R: N=40 \text{ spire}.$$

2.6.20. Un conductor liniar și o spiră sunt parcurși de curenți de aceeași intensitate, $I_1=I_2$ ca în figură. Scrieți inducția rezultantă B în centrul spirei.

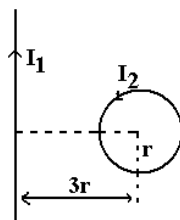


Fig. 2.6.20.

$$R: B = \frac{\mu I}{2r} \left(1 - \frac{1}{3\pi}\right).$$

2.6.21. Se dă ansamblul din figură, unde $I_1=2\pi(\text{A})$, $I_2=0,5\text{A}$ și $r=2\text{cm}$.

- Aflați B_r în centrul spirei dacă $d=5\text{cm}$;
- Aflați distanța d' astfel încât B rezultat în centrul spirei să fie nul.

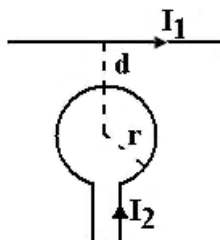


Fig. 2.6.21.

$$R: a) B_r = 0,3\pi \cdot 10^{-5} \text{T}; b) d' = 8\text{cm}.$$

2.6.22. Două conductoare lungi paralele, situate la $d=4\text{cm}$ unul de altul, sunt parcurse de curenți de același sens $I=12\text{A}$ fiecare.

- Aflați inducția magnetică B la jumătatea distanței dintre conductoare.
- Aflați inducția B dacă curenții sunt de sens opus.

$$R: a) B=0\text{T}; b) B=2,4 \cdot 10^{-4} \text{T}.$$

2.6.23. Două spire parcurse de curent, cu razele R , respectiv $R/2$, sunt plasate concentric în plane perpendiculare ca în

figură. Reprezentați și calculați inducția rezultantă în centrul spirelor.

Aplicație numerică: $R=10\text{cm}$, $I_1=2\text{A}=I_2$.

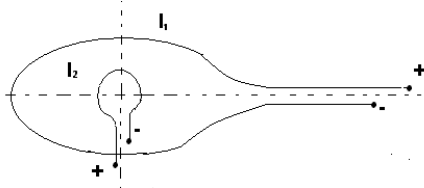


Fig. 2.6.23.

$$R: B=4\pi\sqrt{5}\cdot 10^{-6}\text{T}.$$

2.6.24. Două conductoare lungi străbătute de $I_1=I_2=1\text{A}$ sunt coplanare ca în figură. Aflați inducția magnetică în punctul P.

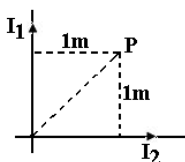


Fig. 2.6.24.

$$R: B=0\text{T}.$$

2.6.25. O spirală circulară, aflată în aer, confecționată din sârmă cu rezistivitate $\rho=1,7\cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$ și secțiune $S=10\text{mm}^2$, este alimentată la tensiunea $U=7,5\text{mV}$. Cât este intensitatea curentului prin spirală, dacă inducția magnetică în centrul spirei este $B=0,51\cdot 10^{-4}\text{T}$. Se va considera $\pi^2\approx 10$.

$$R: I=7,5\text{A}.$$

2.6.26. La confecționarea unei bobine se utilizează un conductor din **cupru** de diametru $d=0,4\text{mm}$. Lungimea bobinei este $l=5\text{cm}$ iar spirele, de rază $r=2\text{cm}$, bobinate într-un singur strat, se ating. Conectând o sursă la bornele bobinei, intensitatea curentului va fi **5A**. Determinați tensiunea la bornele bobinei și inducția câmpului magnetic.

$$R: U=10,9\text{V}; B=1,57\cdot 10^{-2}\text{T}.$$

2.6.27. O bobină este confecționată din sârmă de diametru $d=0,5\text{mm}$ și densitate $8,9 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$. Știind că masa bobinei este $0,05\text{kg}$, secțiunea $3,14\text{cm}^2$, lungimea $l=5\text{cm}$, să se calculeze:

- numărul spirelor;
- rezistența bobinei ($\rho=1,75 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$);
- inducția magnetică din bobină dacă $I=0,5\text{A}$ ($\mu_r=1$).

R: a) $N=455$; b) $R=2,55\Omega$; c) $B=5,7 \cdot 10^{-5}\text{T}$.

2.6.28. Calculați inducția magnetică a unei bobine confecționată dintr-o sârmă izolată, bobinată spiră lângă spiră, într-un singur strat, diametrul firului fiind $d=0,5\text{mm}$, cu un miez din fier cu $\mu_r=500$. Prin bobină trece un curent $I=0,2\text{A}$.

R: $B=251,2\text{mT}$.

2.6.29. Un solenoid are lungimea $l=15\text{cm}$, $N=100$ spire și este străbătut de un curent de intensitate $I(t)=3+3t(\text{A})$. Aflați expresia $B(t)$.

R: $B(t)=2,51(1+t)\text{mT}$.

2.6.30. Dintr-o bucată de sârmă subțire se confecționează un cadru dreptunghiular cu latura $l=50\text{cm}$. Conductorul are rezistența 10Ω și este conectat la bornele unei surse de t.e.m. 25V și $r=5\Omega$. Calculați inducția magnetică în mijlocul cadrului!

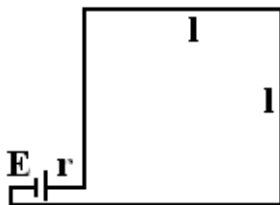


Fig. 2.6.30.

R: $B=3,35 \cdot 10^{-5}\text{T}$.

2.6.31. Se dau două conductoare paralele, rectilinii, foarte lungi, aflate în vid, la distanța $AB=d=1\text{m}$, prin care trec curenții $I_A=2\text{A}$ și $I_B=6\text{A}$, ca în figură. Determinați distanța $AM=x$, până într-un punct M , aflat pe dreapta AB , în care inducția magnetică rezultantă se anulează;

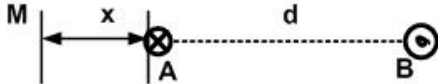


Fig. 2.6.31.

R: $AM=x=0,5\text{m}$.

2.6.32. Două conductoare paralele se află în vid la distanța $2d$. Exprimați inducția magnetică într-un punct care se află pe dreapta perpendiculară pe segmentul ce unește cele două conductoare, la egală depărtare de ele. Intensitățile prin conductoare sunt egale și au sensuri opuse.

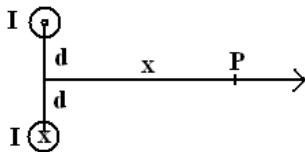


Fig. 2.6.32.

$$R: B_p = \frac{\mu_0 I d}{\pi(d^2 + x^2)}.$$

2.6.33. Se dau două conductoare paralele, rectilinii, foarte lungi, aflate în vid, la distanța $AB=d=1,2\text{m}$, prin care trec curenții $I_A=6\text{A}$ și $I_B=2\text{A}$, ca în figură. Determinați:

a) inducția câmpului magnetic rezultantă în punctul C , știind că $AB=BC=AC=d$;

b) distanța $AM=x$, până într-un punct M , aflat pe dreapta AB , în care inducția magnetică rezultantă se anulează;

c) forța pe unitatea de lungime (F/I) care se exercită între cei doi conductori. (ce fel de interacțiune este – atracție sau respingere?)

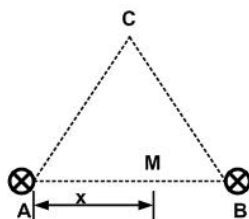


Fig. 2.6.33.

R: a) $B_C = 12 \cdot 10^{-7} \text{ T}$; b) $AM = x = 0,9 \text{ m}$; c) $F/l = 2 \cdot 10^{-6} \text{ N/m}$.

2.6.34. Trei conductoare străbătute de curenți de același sens, de intensitate $I = 10 \text{ A}$ fiecare, sunt așezate ca în figură.

a) Aflați inducția B_0 rezultat în punctul O, dacă latura triunghiului echilateral este $a = 8\sqrt{3} \text{ cm}$.

b) rezolvați aceeași problemă pentru I_A de sens opus cu I_B și I_C .

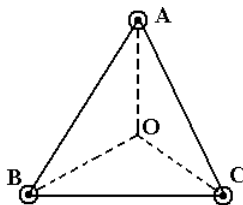


Fig. 2.6.34.

R: a) $B_0 = 0$; b) $B_0 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

2.6.35. Două spire circulare cu razele R și respectiv $2R$ sunt coplanare și concentrice. Spira de rază R este parcursă în sens trigonometric pozitiv de un curent cu intensitatea I , iar cealaltă spirală este parcursă în sens invers de un curent cu intensitatea $2I$. Cât este inducția magnetică în centrul comun al celor două spire?

R: $B = 0$.

2.6.36. O spirală aflată în aer, cu raza R , este parcursă de un curent de intensitate I , obținându-se în centrul spirei un câmp magnetic cu inducția magnetică B_1 . Apoi din această

spiră se confecționează două spire identice, suprapuse, prin care trece un curent de aceeași intensitate I și se obține o nouă inducție B_2 în centrul lor comun. Să se afle raportul B_2/B_1 . Dar dacă din spira inițială s-ar confecționa 6 spire identice, cât ar fi raportul B_6/B_1 ? Generalizați pentru N spire.

$$R: B_2/B_1=4; B_6/B_1=36; B_N/B_1=N^2.$$

2.6.37. Într-un câmp magnetic uniform cu inducția magnetică $B=5T$ se află, perpendicular pe liniile de câmp, un inel conductor de rază $r=5cm$, parcurs de un curent electric de intensitate $I=2A$. Să se determine forța de tensiune care apare în inel, în urma interacțiunii dintre câmpul magnetic permanent și curentul electric din inel. Se consideră sensul curentului electric astfel încât să se producă întinderea inelului conductor și se neglijează interacțiunea curentului electric din spiră cu propriul câmp magnetic.

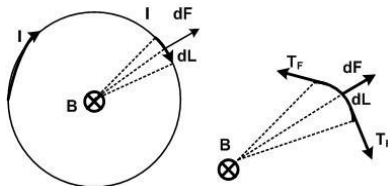


Fig. 2.6.37.

$$R: T_F=BIr=0,5N.$$

2.7. Forța electrodinamică

2.7.1. Să se calculeze forța cu care interacționează două spire paralele ale unui electromagnet, dacă ele sunt parcurse de intensitatea $I=20A$. Spirele au un diametru de $50cm$, grosimea firelor $d=5mm$ iar grosimea izolației este $h=1mm$ ($\mu_r=1$). Spirele se ating.

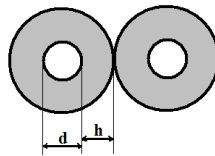


Figura 2.7.1.

$$R: F=17,9\text{mN}.$$

2.7.2. Prin două conductoare paralele, aflate la distanța $d=2,4\text{cm}$, circulă curenții de intensitate $I_1=5\text{A}$ respectiv $I_2=3\text{A}$, în același sens. Unde trebuie așezat un al treilea conductor, paralel cu celelalte, pentru a rămâne în echilibru? Ce forță acționează asupra fiecărui metru din al treilea conductor, parcurs de un curent de intensitate $I_3=10\text{A}$, dacă se inversează sensul curentului I_2 ?

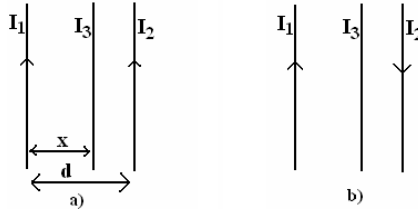


Fig. 2.7.2.

$$R: x=1,5\text{cm}; F=1,33 \cdot 10^{-5}\text{N/m}.$$

2.7.3. Două conductoare foarte lungi, paralele, străbătute de curenții $I_1=1\text{A}$ și $I_2=2\text{A}$, de același sens, se află în aer la distanța $d=5\text{cm}$ unul de altul. Aflați distanța față de primul conductor la care trebuie plasat un al treilea conductor străbătut de un curent I_3 pentru a fi în echilibru.

$$R: x=5/3\text{cm}.$$

2.7.4. Trei conductori **A**, **B**, **C**, plasați ca în figură, la distanța $d=1\text{cm}$ unul de altul, au masa pe unitatea de lungime $m_0=2\text{g/m}$. Conductorii **A** și **C** sunt ficeși și parcurși de curenți egali $I=20\text{A}$. Aflați intensitatea prin conductorul **B** pentru ca acesta să fie în echilibru (discuție).

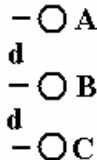


Fig. 2.7.4.

$$R: I_B=25\text{A}.$$

2.7.5. Doi conductori paraleli, foarte lungi, sunt parcurși de curenți de același sens, de intensitate $I=20\text{A}$. Conductorii se află în vid la distanța $d=20\text{cm}$ unul de altul. Aflați forța electrodinamică (Ampere) pe unitatea de lungime. Ce se întâmplă cu conductorii?

R: $F/l=4 \cdot 10^{-4}\text{N/m}$; se atrag.

2.7.6. Se confecționează două cadre de formă pătratică, cu laturile de $l=10\text{cm}$, formate fiecare din $N=10$ spire. Un cadru este fixat orizontal pe masă, celălalt suspendat de o balanță astfel încât laturile sunt paralele cu cele de jos. Când balanța este echilibrată, distanța dintre cele două bobine este $d=1\text{cm}$. Cele două bobine sunt legate în serie și conectate la o sursă de tensiune continuă. Ce masă suplimentară trebuie pusă pe balanță pentru a menține balanța în echilibru, dacă intensitatea curentului este $I=0,5\text{A}$.

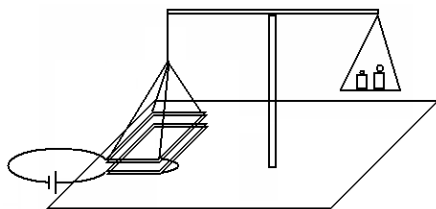


Fig. 2.7.6.

R: $m=3,14\text{g}$.

2.8. Mișcarea particulelor încărcate electric în câmp magnetic. Efectul Hall

2.8.1. Reprezentați forța Lorentz pentru electronul din figură.

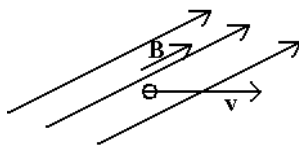


Fig. 2.8.1.

2.8.2. O particulă electricizată pătrunde cu viteza $v=5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ într-un câmp magnetic omogen de inducție $B=1\text{T}$, perpendicular pe liniile de câmp. Calculați sarcina specifică (q/m) a particulei dacă raza traiectoriei este $r=2\text{cm}$. Ce masă are particula dacă sarcina ei este $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$?

R: $2,5 \cdot 10^6$; $m=64 \cdot 10^{-27}\text{kg}=40u$.

2.8.3. O particulă cu masa $m=2 \cdot 10^{-14}\text{kg}$ și sarcina $q=2\mu\text{C}$, este accelerată cu o diferență de potențial $U=50\text{V}$, apoi intră perpendicular într-un câmp magnetic uniform cu inducția magnetică $B=10\text{mT}$. Se cere:

- viteza particulei la intrarea în câmp magnetic;
- raza traiectoriei;
- perioada de rotație.

R: a) $v=10^5\text{m/s}$; b) $R=0,1\text{m}$; c) $T=2\pi \cdot 10^{-6}\text{s}$.

2.8.4. Un electron pătrunde perpendicular, cu viteza $v=20\text{km/s}$, într-un câmp magnetic de inducție $B=2\text{mT}$. Calculați raza de curbură a traiectoriei electronului.

R: $r=58\mu\text{m}$.

2.8.5. O particulă α ($m=6,64 \cdot 10^{-27}\text{kg}$, $q=3,2 \cdot 10^{-19}\text{C}$) pătrunde normal într-un câmp magnetic $B=1,2\text{T}$ descriind o mișcare circulară cu raza $r=0,4\text{m}$. Aflați:

- viteza și energia cinetică ale particulei;
- perioada de rotație.

R: a) $v=0,23 \cdot 10^8\text{m/s}$; $E_c=0,18 \cdot 10^{-11}\text{J}$; b) $T=109\text{ns}$.

2.8.6. Să se afle raportul dintre razele traiectoriilor unui electron și a unui proton care sunt accelerați cu aceeași tensiune U și apoi pătrund într-un câmp magnetic de inducție B , perpendicular pe vitezele particulelor.

R: $R_e/R_p=2,44 \cdot 10^{-2}$.

2.8.7. Un proton și o particulă α sunt accelerate la aceeași tensiune U . Amândouă particule se rotesc în același câmp magnetic de inducție B . Calculați raportul razelor trajectoriilor.

Se dau: $q_\alpha = 2q_p$, $m_\alpha = 4m_p$.

R: $R_\alpha/R_p = 1,41$.

2.8.8. Un electron pătrunde în interiorul unui solenoid cu aer, cu viteza $v = (8/9) 10^6 \text{ m/s}$ ($v \perp B$). Solenoidul este confecționat din sârmă cu diametrul firului $d = 2\pi 10^{-4} \text{ m}$, înfășurată pe un suport izolator spiră lângă spiră, într-un singur strat. Intensitatea curentului electric este $I = 1 \text{ A}$. Determinați:

- a) inducția câmpului magnetic în interiorul solenoidului;
- b). raza de rotație a electronului în câmpul magnetic din interiorul solenoidului.

R: a) $B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$; b) $R = 2,5 \text{ mm}$.

2.8.9. Un electron pătrunde cu viteza $v = 10^5 \text{ m/s}$ într-un câmp magnetic de inducție $B = 0,1 \text{ T}$ sub unghiul de 30° față de liniile de câmp.

- a) Aflați forța Lorentz.
- b) Ce traiectorie descrie electronul?

R: a) $F_L = 8 \cdot 10^{-16} \text{ N}$; b) elicoidală.

2.8.10. Un electron având viteza inițială $v_0 = 8 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ intră într-un câmp magnetic uniform de inducție $B = 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ T}$. Direcția vitezei inițiale formează un unghi $\alpha = 30^\circ$. Calculați raza traiectoriei electronului. Cu cât se deplasează particula într-o rotație completă ?

R: $R = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$; $h = 78,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}$.

2.8.11. Printr-o bandă metalică, de grosime $d = 0,1 \text{ mm}$, trece un curent electric de intensitate $I = 20 \text{ A}$. Banda se află într-un câmp magnetic uniform de inducție $B = 1 \text{ T}$. Știind că numărul electronilor liberi din unitatea de volum din metal este $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$, și că liniile de câmp sunt perpendiculare pe

suprafața benzii, calculați diferența de potențial dintre punctele M și N (efectul Hall).

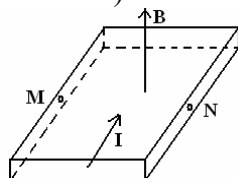


Fig. 2.8.11.

R: $U_{MN} = 12,5 \cdot 10^{-5} \text{ V}$.

2.9. Inducția electromagnetică

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

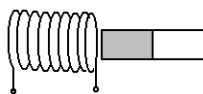


Fig. 2.9.1.

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

R: $\Phi = 6,25 \text{ Wb}$.

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

R: $\Phi = 157 \text{ Wb}$.

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

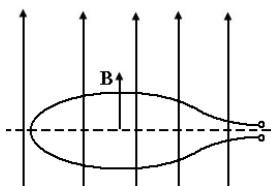


Fig. 2.9.4.

R: $q=1,8C$.

2.9.5. O bobină cu $N=1000$ spire, aria secțiunii $S=20\text{cm}^2$ se află în câmp magnetic $B=1\text{T}$. Bobina este scoasă din câmp în $0,5\text{s}$. Aflați t.e.m. indusă.

R: $e=4\text{V}$.

2.9.6. O bobină are $N=200$ de spire, lungimea $l=6,28\text{cm}$, secțiunea $S=2\text{cm}^2$, iar miezul de fier are permeabilitatea magnetică relativă $\mu_r=500$. Prin spirele bobinei trece un curent electric cu intensitatea $I=5\text{A}$. Să se calculeze fluxul magnetic prin bobină.

R: $\Phi=2 \cdot 10^{-3}\text{Wb}$.

2.9.7. O bobină fără miez, de lungime $l=2\pi(\text{cm})$, secțiune $S=1\text{cm}^2$ și inductanța $L=2\text{mH}$ se află în câmp magnetic de inducție $B=1\text{T}$ paralel cu axul bobinei. Aflați t.e.m. indusă dacă se anulează câmpul magnetic în $\Delta t=0,05\text{s}$.

R: $e=2\text{V}$.

2.9.8. Un circuit electric are forma unui pătrat cu latura $a=0,5\text{m}$. Sursele au t.e.m. $E_1=10\text{V}$, $E_2=4\text{V}$ și rezistențe interne neglijabile. Rezistența totală a firelor de legătură este $R=22\Omega$. Circuitul este străbătut de un câmp magnetic a cărui inducție variază în timp după legea $B=20t(\text{T})$. Să se afle t.e.m. indusă și intensitatea curentului prin circuit.

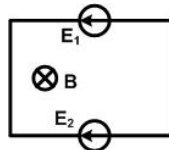


Fig. 2.9.8.

R: $e=5\text{V}$; $I=0,5\text{A}$.

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

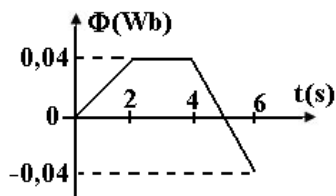


Fig. 2.9.9.

2.9.10. Planul unei spire cu raza $r=6\text{cm}$ și rezistența $R=0,5\Omega$ face unghiul $\theta=30^\circ$ cu liniile unui câmp magnetic uniform. Inducția magnetică variază în timp conform graficului din figură. Aflați:

- fluxul magnetic la $t_0=0\text{s}$;
- intensitatea curentului prin spirală.

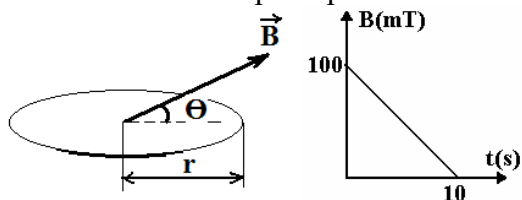


Fig. 2.9.10.

R: a) $\Phi=18\pi \cdot 10^{-5}\text{Wb}$; b) $I=3,6\pi \cdot 10^{-5}\text{A}$.

2.9.11. Un solenoid cu lungimea $l=15\text{cm}$, $N=100$ spire este parcurs de un curent de intensitate $I(t)=3(1+t)\text{A}$. O spirală cu aria $s=2\text{cm}^2$ este plasată în interiorul solenoidului perpendicular pe liniile de câmp magnetic. Ce t.e.m. indusă apare în spirală?

R: $\epsilon=5 \cdot 10^{-7}\text{V}$.

2.9.12. O spirală circulară cu raza $r=1\text{cm}$ este plasată perpendicular pe direcția unui câmp magnetic cu inducția $B(t)=(8-2t) \cdot 10^{-5}\text{T}$. Aflați:

- fluxul prin spirală;
- t.e.m. indusă

R: a) $\Phi=(8-2t)\pi \cdot 10^{-9}\text{Wb}$; b) $\epsilon=2\pi \cdot 10^{-9}\text{V}$.

2.9.13. O spiră cu raza $r=2\text{cm}$ este plasată perpendicular într-un câmp magnetic ce scade cu $0,1\text{T}$ în fiecare secundă. Aflați:

a) t.e.m. indusă;

b) intensitatea curentului dacă rezistența spirei este $R=0,04\Omega$.

R: a) $\epsilon=4\pi 10^{-5}\text{V}$; b) $I=\pi 10^{-3}\text{A}$.

2.9.14. O spiră cu diametrul $D=20\text{cm}$ și rezistența $R=0,2\Omega$ este extrasă în 10^{-2}s dintr-un câmp magnetic perpendicular pe spiră, de inducție $B=2\text{T}$. Aflați:

a) fluxul magnetic prin spiră;

b) intensitatea curentului prin spiră.

R: a) $\Phi=2\pi 10^{-2}\text{Wb}$; b) $I=10\pi(\text{A})$.

2.9.15. Dintr-un conductor cu diametrul $d=10^{-3}\text{m}$, $l=3,14\text{m}$, $\rho=3 \cdot 10^{-7}\Omega\text{m}$ se confecționează o spiră. Aflați:

a) rezistența spirei R ;

b) t.e.m. indusă dacă spira se află în câmp magnetic cu inducția $B=4t(\text{T})$ și intensitatea curentului indus.

R: a) $R=1,2\Omega$; b) $I\approx 2,6\text{A}$.

2.9.16. O spiră cu aria secțiunii $S=10\text{cm}^2$, se află în câmp magnetic de inducție $B=80\text{mT}$, planul spirei formând unghiul de 30° cu liniile de câmp. Aflați:

a) fluxul magnetic prin spiră;

b) t.e.m. indusă când spira se rotește astfel încât devine paralelă cu liniile de câmp în $\Delta t=1\text{ms}$.

R: a) $\Phi=4 \cdot 10^{-5}\text{Wb}$; b) $\epsilon=40\text{mV}$.

2.9.17. O spiră cu diametrul $D=40\text{cm}$ și $R=10\Omega$ este plasată perpendicular într-un câmp magnetic de inducție $B(t)=(1-10t)\text{T}$. Aflați:

a) t.e.m. indusă;

b) intensitatea curentului prin spiră.

R: a) $\epsilon=0,4\pi(\text{V})$; b) $I=40\pi(\text{mA})$.

2.9.18. Un avion, având anvergura $l=30\text{m}$, zboară cu viteza $v=1200\text{km/h}$. Componenta verticală a inducției câmpului magnetic terestru este $B_y=5 \cdot 10^{-5}\text{T}$. Ce tensiune maximă se poate induce între capetele aripilor.

R: $e=0,5\text{V}$.

2.9.19. Un avion cu anvergura aripilor $l=20\text{m}$, zboară cu viteza $v=250\text{m/s}$. Busola avionului este protejată de câmpul magnetic terestru printr-o bobină ce produce un câmp magnetic vertical $B_y=3 \cdot 10^{-5}\text{T}$. Aflați :

- componenta verticală a inducției câmpului terestru;
- t.e.m. indusă între vârfurile aripilor.

R: a) $B=3 \cdot 10^{-5}\text{T}$; b) $e=150\text{mV}$.

2.9.20. O tijă metalică de lungime $l=50\text{cm}$ alunecă fără frecare pe cadrul din figură. Știind masa tijei, $m=100\text{g}$, inducția magnetică $B=2\text{T}$, rezistența tijei $R=10\Omega$, aflați:

- viteza maximă a tijei;
- puterea mecanică dezvoltată de forța electromagnetică.

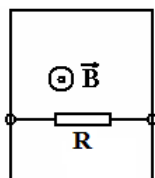


Fig. 2.9.20.

R: a) $v=10\text{m/s}$; b) $P=-10\text{W}$.

2.9.21. O bară metalică cu lungimea $l=40\text{cm}$ și rezistența $R=100\Omega$ este deplasată uniform cu viteza $v=10\text{cm/s}$ pe cadrul din figură. Câmpul magnetic uniform cu inducția $B=2\text{T}$ este orientat perpendicular pe circuit. Aflați:

- intensitatea curentului indus în circuit;
- lucrul mecanic efectuat de forța electromagnetică în 8s .

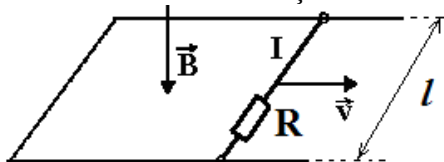


Fig. 2.9.21.

R: a) $I=0,8\text{mA}$; b) $L=-512\mu\text{J}$.

2.9.22. Se dă circuitul din figură, unde $l=0,6\text{m}$, $r=0,6\Omega$, $R_1=4\Omega$, $R_2=6\Omega$, $B=0,5\text{T}$. Tija mobilă este deplasată cu viteza constantă $v=4\text{m/s}$. Aflați:

- t.e.m. indusă;
- intensitățile curenților din circuit.

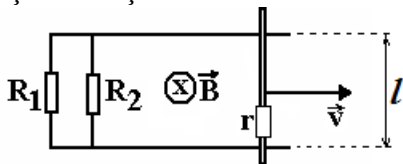


Fig. 2.9.22.

R: a) $\epsilon=1,2\text{V}$; b) $I=0,4\text{A}$; $I_1=0,24\text{A}$; $I_2=0,16\text{A}$.

2.9.23. Pentru circuitul din figură se știe: $l_{MN}=0,4\text{m}$, $E=2\text{V}$, $r=0,12\Omega$, $R=0,08\Omega$, $B=2\text{T}$. Tija MN este deplasată cu viteza constantă $v=1\text{m/s}$. Aflați: t.e.m. indusă și intensitatea curentului prin circuit.

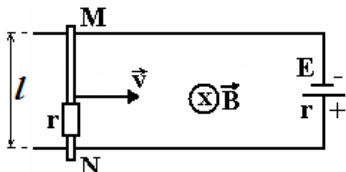


Fig. 2.9.23.

R: $\epsilon=0,8\text{V}$; $I=14\text{A}$.

2.9.24. Se dă circuitul din figură. Tija mobilă este deplasată cu viteza constantă $v=10\text{m/s}$. Știind $R_1=2\Omega$, $R_2=6\Omega$, $l=0,2\text{m}$, $r=0,5\Omega$ și $B=1\text{T}$, aflați:

- t.e.m. indusă;
- intensitățile curenților I_1 , I_2 , I .

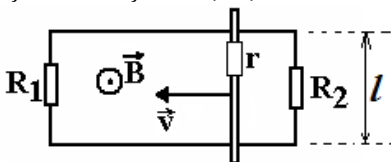


Fig. 2.9.24.

R: a) $\epsilon=2\text{V}$; b) $I_1=0,75\text{A}$; $I_2=0,25\text{A}$; $I=1\text{A}$.

2.9.25. Pentru circuitul din figură, $E=24V$, $r=5\Omega$, $B=0,8T$, $R_{MN}=25\Omega$, $l_{MN}=1,2m$. Aflați:

- intensitatea prin circuit când MN este fix;
- intensitatea I' prin circuit când MN se deplasează cu viteză constantă $v=12,5m/s$.

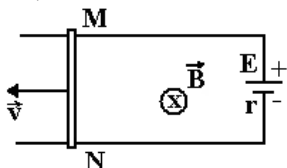


Fig. 2.9.25.

R: a) $I=0,8A$; b) $I'=1,2A$.

2.9.26. Se dă circuitul din figură unde $B=1T$, $l=1m$, $r=0,5\Omega$, $R=1\Omega$. Bara mobilă MN este trasă cu forța constantă $F=10N$. Aflați viteza limită a barei MN și intensitatea curentului prin circuit în acest caz.

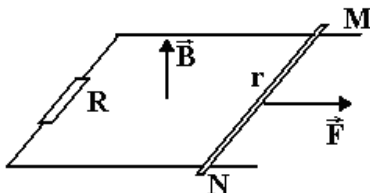


Fig. 2.9.26.

R: $v=15m/s$; $I=10A$.

2.9.27. O sursă de t.e.m. $E=1,2V$ și cu rezistența internă $r=0,4\Omega$, este conectată la două șine metalice paralele, orizontale, de rezistență neglijabilă. Pe cele două șine poate aluneca fără frecare o bară metalică de lungime $l=MN=0,3m$ și cu rezistența $R=2\Omega$. Bara rămâne tot timpul perpendiculară pe șine și pe liniile unui câmp magnetic uniform de inducție $B=0,8T$, în care se găsește tot dispozitivul. Se cere:

- să se determine sensul t.e.m. induse în conductorul liniar;
- viteza de deplasare a conductorului pentru care $e=E$;

c) forța care menține viteza barei la $v_1=2,5\text{m/s}$ și intensitatea curentului prin circuit în acest caz.

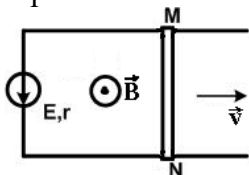


Fig. 2.9.27.

R: b) $v=5\text{m/s}$; c) $F=0,06\text{N}$; $I=0,25\text{A}$.

2.9.28. O sursă de t.e.m. $E=1,5\text{V}$ și cu rezistența internă $r=0,5\Omega$, este conectată la două șine metalice paralele, orizontale, de rezistență neglijabilă. Pe cele două șine poate aluneca fără frecare o bară metalică de lungime $l=MN=0,5\text{m}$ și rezistență electrică $R=2\Omega$. Bara rămâne tot timpul perpendiculară pe șine și pe liniile unui câmp magnetic uniform de inducție $B=1\text{T}$, în care se găsește tot dispozitivul. Se cere:

- să se descrie mișcarea conductorului, ce fenomene apar, să se determine sensul t.e.m. induse în conductorul liniar;
- viteza limită a barei metalice;
- forța care menține viteza barei la $v_1=1\text{m/s}$ și intensitatea curentului prin circuit în acest caz.

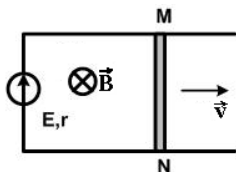


Fig. 2.9.28.

R: b) $v=3\text{m/s}$; c) $F=0,2\text{N}$; $I=0,4\text{A}$.

2.9.29. O sursă de t.e.m. $E=1,2\text{V}$ și cu rezistența internă $r=0,2\Omega$, este conectată la două șine metalice paralele, verticale de rezistență neglijabilă. Pe cele două șine poate aluneca fără frecare o bară metalică de lungime $l=MN=0,2\text{m}$, cu rezistența $R=1\Omega$ și cu masa $m=30\text{g}$. Bara

rămâne tot timpul e șine și pe un câmp magnetic uniform de inducție $\vec{B}=1\text{T}$, în care se găsește tot dispozitivul. Se cere:

- viteza limită (v_{lim}) a conductorului;
- intensitatea curentului prin circuit la această viteză;
- să se facă bilanțul puterilor.

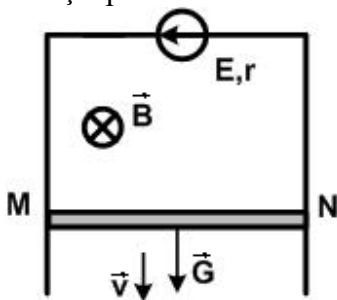


Fig. 2.9.29.

R: a) $v_{\text{lim}}=3\text{m/s}$; b) $I=1,5\text{A}$; c) $EI+mgv=I^2(R+r)$.

2.9.30. Două șine conductoare, orizontale, sunt așezate la distanța de **10cm** între ele, într-un câmp magnetic omogen de inducție **0,2T**. Liniile câmpului sunt verticale, iar pe șinele paralele alunecă fără frecare un al treilea conductor, cu viteza constantă $v=5\text{m/s}$. Neglijând rezistența conductoarelor, calculați:

- diferența de potențial dintre șine;
- forța cu care trebuie deplasat conductorul cu viteza constantă v , dacă între șine se conectează o rezistență **$R=10\Omega$** .

R: a) $U=0,1\text{V}$; b) $F=2 \cdot 10^{-4}\text{N}$.

2.9.31. Două șine conductoare, paralele, aflate la distanța l între ele, fac cu orizontala un unghi α . În partea superioară șinele sunt unite printr-un rezistor cu rezistența electrică **R** . Sistemul este plasat într-un câmp magnetic vertical, omogen de inducție **B** . Pe șinele paralele alunecă un conductor, coeficientul de frecare fiind μ . Neglijând rezistența conductorului și a șinelor, exprimați viteza maximă pe care o atinge conductorul.

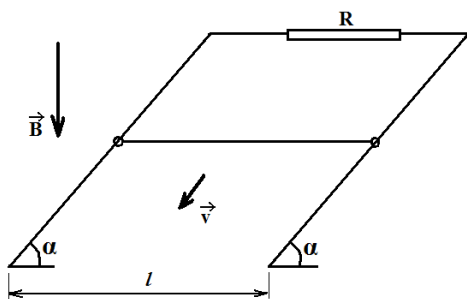


Figura 2.9.31.

$$R: v = \frac{mgR(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{B^2 l^2 \cos \alpha (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}.$$

2.10. Autoinducția

2.10.1. O bobină are $N=200$ de spire, $l=6,28\text{cm}$, $S=2\text{cm}^2$ și $\mu_r=500$. Să se calculeze inductanța bobinei și fluxul care trece prin toate spirele sale, atunci când prin spire trece un curent de 5A .

$$R: L=0,08\text{H}; \Phi=0,4\text{Wb}.$$

2.10.2. Pe un miez de fier de lungime $l=1\text{m}$, raza secțiunii $r=2\text{cm}$, permeabilitatea $\mu_r=500$ se bobinează într-un singur strat, spirală lângă spirală, un fir izolat cu diametrul $d=0,4\text{mm}$. Aflați:

- inductanța bobinei;
- inducția magnetică când bobina este parcursă de un curent $I=0,2\text{A}$.

$$R: \text{a) } L=5\text{H}; \text{b) } B=5\pi \cdot 10^{-2}\text{T}.$$

2.10.3. Un solenoid, fără miez, bobinat cu 100 spire pe cm este parcurs de un curent $I=10\text{A}$. În interior se plasează, coaxial, o bobină cu 10 spire și secțiune $S=1\text{cm}^2$. Aflați:

- inducția magnetică B în solenoid;
- fluxul magnetic total prin bobină.

$$R: \text{a) } B=4\pi \cdot 10^{-2}\text{T}; \text{b) } \Phi=4\pi \cdot 10^{-5}\text{Wb}.$$

2.10.4. O bobină are $N=1000$ de spire, $l=3,14\text{cm}$, $S=1\text{cm}^2$ și $\mu_r=100$. Cât este tensiunea indusă în bobină, dacă intensitatea curentului scade de la $i_1=10\text{A}$ la $i_2=0$ în $\Delta t=0,02\text{s}$?

R: $e=20\text{V}$.

2.10.5. O bobină cu $N=1000$ spire, fără miez, de secțiune $S=5\text{cm}^2$ și $l=20\text{cm}$ este străbătută de un curent variabil ca în figură. Aflați:

- inductanța bobinei L ;
- t.e.m. autoindusă în intervalul $[2; 4]\text{s}$.

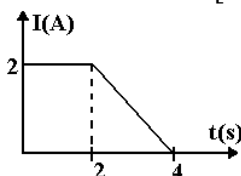


Fig. 2.10.5.

R: a) $L=\pi$ (mH); b) $e=\pi$ (mV).

2.10.6. O bobină cu inductanța $L=0,2\text{H}$ este străbătută de un curent variabil ca în graficul din figură. Reprezentați dependența de timp a t.e.m. autoinduse.

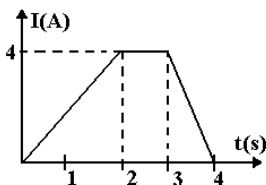


Fig. 2.10.6.

2.10.7. Printr-o bobină curentul electric variază după graficul din figură. Știind că tensiunea autoindusă este 3V aflați inductanța bobinei.

R: $L=0,15\text{H}$.

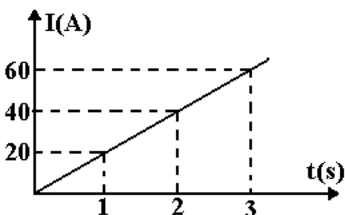


Fig. 2.10.7.

2.10.8. Un solenoid fără miez are inductanța $L=1\text{mH}$ și este străbătut de un curent $I=5\text{A}$. Ce tensiune se induce dacă se întrerupe curentul în $\Delta t=10^{-2}\text{s}$.

R: $e=0,5\text{V}$.

2.10.9. O bobină este conectată în paralel cu o rezistență $R=5\Omega$ la bornele unei surse de t.e.m. $E=6\text{V}$ și $r=5\Omega$. Numărul spirelor pe fiecare cm este $n=25$, inducția magnetică $B=31,4\text{mT}$ dacă permeabilitatea miezului este $\mu=12,56\text{mH/m}$. Să se determine:

- a) rezistența bobinei;
- b) puterea disipată în rezistența R;
- c) inductanța bobinei dacă fluxul magnetic total este $\Phi=0,36\text{mWb}$.

R: a) $R_b=29\Omega$; b) $P=1,68\text{W}$; c) $L=3,6\text{mH}$.

2.10.10. Într-o bobină de secțiune pătratică cu latura $a=2\text{cm}$, se introduce un magnet astfel încât în $0,1\text{s}$ inducția magnetică crește uniform la $B=5 \cdot 10^{-2}\text{T}$. Lungimea bobinei este $l=3,14\text{cm}$ și este formată din $N=500$ spire. Să se calculeze:

- a) tensiunea electromotoare indusă;
- b) intensitatea curentului dacă la bornele bobinei se conectează o rezistență $R=2\Omega$;
- c) tensiunea autoindusă dacă intensitatea curentului scade la zero în $0,01\text{s}$.

R: a) $e=0,1\text{V}$; b) $I=0,05\text{A}$; c) $e'=0,02\text{V}$.

2.10.11. Un solenoid cu $N=1000$ spire $l=0,4\text{m}$ secțiunea $S=1\text{cm}^2$ este conectat la o sursă $E=20\text{V}$ și $r=0,3\Omega$. Rezistența bobinei este $R=0,5\Omega$. Aflați :

- a) inductanța bobinei;
- b) tensiunea autoindusă la închiderea circuitului dacă intensitatea curentului se stabilizează în $\Delta t=1\text{ms}$.

R: a) $L=\pi \cdot 10^{-4}\text{H}$; b) $e=-3,14\text{V}$.

2.11. Transformatoare

2.11.1. 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.

R: a) $k=20$; b) $N_1=4000$.

2.11.2. 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.

R: a) $k=0,02$; b) $U_2=1200V$.

2.11.3. Miezul de fier al unui transformator are aria secțiunii **$S=100\text{cm}^2$** . Inducția magnetică este **$B=0,2T$** la frecvența **$\nu=50\text{Hz}$** . Aflați raportul de transformare dacă înfășurarea primară are **5940 de spire**, iar la bornele secundarului t.e.m. este **220V**.

R: $k=12$.

2.11.4. 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.

R: a) $k=125$; b) $N_2=20$.

2.11.5. Un transformator cu randamentul **$\eta=96\%$** este conectat la tensiunea de **3300V**. La bornele secundarului se măsoară tensiunea de **220V**. Aflați:

- a) raportul de transformare;

b) intensitatea curentului prin secundar, dacă puterea absorbită de transformator este $P_1=22\text{kW}$ la un factor de putere $\cos\varphi=0,8$.

R: a) $k=15$; b) $I_2=120\text{A}$.

2.11.6. Un transformator are puterea în primar $P_1=55\text{kW}$ și alimentează o rețea cu tensiunea de 110V . Randamentul transformatorului este 95% . Aflați:

a) intensitatea curentului prin secundar;

b) pierderea de putere în transformator.

R: a) $I_2=475\text{A}$; b) $\Delta P=2,75\text{KW}$.

2.11.7. Un transformator este conectat la rețea (220V). Prin secundarul, de rezistență $R_2=2\Omega$, circulă un curent $I_2=0,5\text{A}$. Tensiunea la bornele secundarului fiind 19V aflați:

a) raportul de transformare;

b) randamentul transformatorului.

R: a) $k=11$; b) $\eta=95\%$.

2.11.8. 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.

R: a) $k=50$; b) $I_{1\text{gol}}=625\text{mA}$.

2.11.9. Dacă la bobina primară a unui transformator se aplică o tensiune $U_1=550\text{V}$, intensitatea este $I_1=10\text{A}$. Știind că tensiunea secundară este de **cinci ori** mai mică și că randamentul este $\eta=0,96$, calculați tensiunea și intensitatea din secundar.

R: $U_2=11\text{V}$; $I_2=48\text{A}$.

3. Producerea și utilizarea curentului alternativ

3.1. Curentul alternativ

3.1.1. Curentul alternativ de la rețeaua de iluminat are frecvența $\nu=50\text{Hz}$ și tensiunea efectivă $U=220\text{V}$. Aflați:

- a) perioada și pulsația curentului;
- b) tensiunea maximă.

R: a) $T=0,02\text{s}$; $\omega=100\pi(\text{rad/s})$; b) $U_{\max}=310\text{V}$.

3.1.2. O spiră plană cu aria $S=100\text{cm}^2$ se rotește uniform în câmp magnetic $B=1,2\text{T}$ astfel încât o rotație completă se face în $0,02\text{s}$. Aflați:

- a) fluxul maxim prin spiră;
- b) t.e.m. indusă în spiră.

R: a) $F_{\max}=1,2 \cdot 10^{-2}\text{Wb}$; b) $e=1,2\pi\sin 100\pi t$.

3.1.3. O spiră care se rotește uniform în câmp magnetic are rezistența $R=8\Omega$ și inductanța neglijabilă. La capetele ei apare t.e.m. $e=28,2\sin 400\pi t$. Aflați:

- a) frecvența și perioada de rotație;
- b) valoarea efectivă a intensității curentului prin spiră.

R: a) $\nu=200\text{Hz}$, $T=5\text{ms}$; b) $I=2,5\text{A}$.

3.1.4. Un solenoid fără miez cu lungimea $l=20\text{cm}$, și $N=2000$ spire, diametrul $D=\pi(\text{cm})$, este parcurs de curentul de intensitate $i=10\sqrt{2}\sin 100\pi t$. Aflați:

- a) inductanța solenoidului;
- b) fluxul magnetic și t.e.m. indusă (se neglijează rezistența solenoidului).

R: a) $L=8\text{mH}$; b) $\Phi(t)=8\sqrt{2} \cdot 10^{-2}\cos 100\pi t$;
 $u(t)=8\pi\sqrt{2}\cos 100\pi t$.

3.1.5. O spiră dreptunghiulară cu laturile $a=2\text{cm}$ și $b=3\text{cm}$ este situată într-un câmp magnetic variabil de inducție

$B(t)=1,5\sin 1000t$, perpendiculară pe liniile acestuia. Aflați t.e.m indusă în spirală.

$$R: e(t)=0,9\cos 1000t(V).$$

3.1.6. O spirală cu laturile $a=20\text{cm}$ și $b=10\text{cm}$ se află în câmp magnetic de inducție $B=1,5T$ și se rotește cu turația $v=600\text{rot/min}$, în jurul unei axe perpendiculară pe liniile de câmp magnetic. Aflați t.e.m indusă.

$$R: e(t)=0,6\pi\sin 20\pi t.$$

3.1.7. În nodul unei rețele de curent alternativ se întâlnesc trei intensități. Determinați intensitatea i_1 dacă se cunosc expresiile intensităților i_2 și i_3 : $i_2=\sqrt{2} 10\sin\omega t$ (A), $i_3=\sqrt{2} 10\sin(\omega t+2\pi/3)$ (A).

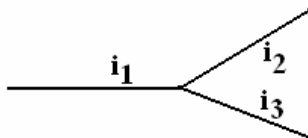


Fig. 3.1.7.

$$R: i_1=\sqrt{2} 10\sin(\omega t+\pi/3)(A).$$

3.1.8. Determinați expresia căderii de tensiune la bornele circuitului următor dacă se cunosc expresiile căderilor de tensiune pe fiecare element de circuit: $u_1=\sqrt{2} \sin(\omega t+\pi/6)$ (V), $u_2=\sqrt{2} \sin(\omega t-\pi/3)$ (V), $u_3=2\sin(\omega t-\pi/12)$ (V).

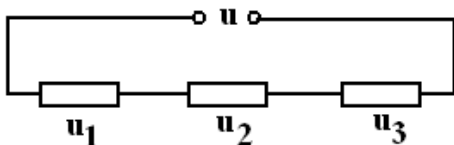


Fig. 3.1.8.

$$R: u=3,89\sin(\omega t+\varphi), \varphi=\arctg(-3,14)=-7^\circ.$$

3.2. Elemente de circuit

3.2.1. O bobină are inductanța $L=10\text{H}$ și este conectată la o sursă de curent alternativ de frecvență $\nu=50\text{Hz}$. Care este reactanța inductivă a bobinei?

$$\text{R: } X_L=1000\pi(\Omega).$$

3.2.2. Aflați inductanța unei bobine parcurse de curent alternativ de frecvență $\nu=800\text{Hz}$ care are reactanța $X_L=10\text{k}\Omega$.

$$\text{R: } L=2\text{H}.$$

3.2.3. Bobina unui receptor radio are inductanța $L=0,18\text{mH}$ pentru unde medii. Ce valoare va avea reactanța pentru unde scurte de frecvență $\nu=100\text{MHz}$?

$$\text{R: } X_L=36\pi(\text{k}\Omega).$$

3.2.4. Ce capacitate are un condensator cu reactanța $X_C=6,28\text{M}\Omega$ conectat la tensiunea alternativă de frecvență $\nu=25\text{kHz}$? (Se aproximează $\pi^2 \approx 10$.)

$$\text{R: } C=1\text{pF}.$$

3.2.5. Bobina unui transformator are rezistența $R=600\Omega$ și reactanța $X_L=800\Omega$. Aflați impedanța și defazajul dintre curent și tensiune.

$$\text{R: } Z=1000\Omega; \text{tg}\varphi=4/3.$$

3.2.6. Comparați impedanța și reactanța unei bobine cu rezistența $R=5\Omega$ și inductanța $L=0,1\text{H}$ când este străbătută de un curent alternativ de frecvență $\nu=50\text{Hz}$.

3.2.7. Un condensator are capacitatea $C=1\text{nF}$ și rezistența $R=5\Omega$. Comparați reactanța și impedanța dacă acest

condensator este conectat la tensiune alternativă de înaltă frecvență ($\nu=1\text{GHz}$).

3.2.8. O bobină cu inductanța $L=3,14\text{H}$ și rezistența $R=10^3\Omega$ este conectată în serie cu un condensator de capacitate $C=3,18\mu\text{F}$ și legate la tensiune alternativă cu $U=220\text{V}$ și $\nu=50\text{Hz}$. Aflați:

a) impedanța circuitului și valoarea efectivă a intensității;

b) defazajul dintre curent și tensiune. Discuție.

R: a) $Z=10^3\Omega$; $I=0,22\text{A}$; b) $\text{tg}\varphi=0$.

3.2.9. Într-un circuit de curent alternativ de frecvență $\nu=50\text{Hz}$ se găsește un reostat legat în serie cu o bobină ideală, de inductanță $L=0,1\text{H}$, care produc un defazaj $\varphi=30^\circ$. Aflați rezistența reostatului. Ce capacitate trebuie conectată în serie pentru a se obține rezonanța tensiunilor?

R: $R=54,38\Omega$; $C=100\mu\text{F}$.

3.2.10. Un consumator cu rezistența $R=352\Omega$ este alimentat la tensiunea alternativă $U=220\text{V}$. Ce putere absoarbe dacă factorul de putere este $\cos\varphi=0,8$?

R: $P=110\text{W}$.

3.2.11. O lampă electrică este conectată la tensiune alternativă cu $U=110\text{V}$. Aflați puterea lămpii dacă în timpul funcționării rezistența are valoarea $R=220\Omega$.

R: $P=53,77\text{W}$.

3.2.12. O bobină, cu rezistența $R=30\Omega$ consumă 480W când este conectată în circuit de curent alternativ. Știind factorul de putere $\cos\varphi=0,8$, aflați tensiunea rețelei.

R: $U=150\text{V}$.

3.2.13. Un circuit serie are la borne tensiunea $u=12\sqrt{2}\sin(\omega t+\pi/6)(V)$ fiind parcurs de curentul de intensitatea $i=3\sqrt{2}\sin(\omega t-\pi/6)(A)$. Aflați:

a) valorile efective ale tensiunii respectiv curentului, precum și defazajul dintre curent și tensiune.

b) impedanța, rezistența și reactanța circuitului;

c) factorul de putere și puterile activă, reactivă și aparentă.

R: a) $U=12V$; $I=3A$; $\varphi=\pi/3$. R:

b) $Z=4\Omega$; $R=2\Omega$; $X=2\sqrt{3}\Omega$;

c) $\cos\varphi=0,5$; $P=18W$; $P_r=18\sqrt{3}\text{ var}$; $S=36VA$.

3.2.14. După modelul problemei 13 rezolvați circuitele următoare:

a) $u_1=220\sqrt{2}\sin\omega t$, $i_1=22\sqrt{2}\sin(\omega t-\pi/6)$;

b) $u_2=220\sqrt{2}\cos\omega t$, $i_2=22\sqrt{2}\sin(\omega t+\pi/6)$;

c) $u_3=10\sqrt{2}\sin(\omega t+\pi/8)$, $i_3=5\sqrt{2}\sin(\omega t-\pi/8)$;

d) $u_4=-6\sqrt{2}\cos(\omega t+\pi/2)$, $i_4=\sqrt{2}\cos\omega t$;

3.2.15. Un circuit serie este alimentat de la o sursă cu $u=100\sqrt{2}\sin(\omega t+\pi/3)$. Impedanța circuitului este $Z=20\Omega$, iar factorul de putere $\cos\varphi=0,5$. Aflați:

a) rezistența și reactanța circuitului;

b) puterile activă, reactivă și aparentă.

R: a) $R=10\Omega$; $X=10\sqrt{3}\Omega$;

b) $P=250W$; $P_r=250\sqrt{3}\text{ var}$; $S=500VA$.

3.2.16. Un circuit serie primește o putere reactivă $P_r=-4\text{ var}$ dacă intensitatea curentului este $I=1A$. Cunoscând rezistența circuitului: $R=3\Omega$, aflați:

a) tensiunea la bornele circuitului;

b) defazajul între curent și tensiune.

R: a) $U=5V$; b) $\varphi\approx-53^\circ$.

3.2.17. Un circuit are la borne tensiunea $u=110\sqrt{2}\sin 100\pi t$ și primește puterea activă $P=88W$, respectiv reactivă $P_r=66var$. Aflați:

- a) intensitatea curentului;
- b) impedanța, rezistența și reactanța circuitului.

R: a) $I=1A$; b) $Z=110\Omega$; $R=88\Omega$; $X=66\Omega$.

3.2.18. Un circuit serie este parcurs curentul de intensitate

$i=10\sqrt{2}\sin(100\pi t+\pi/3)$. Factorul de putere este $\cos\varphi=\frac{\sqrt{3}}{2}$,

iar puterea reactivă $P_r=30var$. Aflați:

- a) tensiunea la bornele circuitului;
- b) impedanța, rezistența și reactanța circuitului.

R: a) $U=6V$; b) $Z=0,6\Omega$; $R=0,3\sqrt{3}\Omega$; $X=0,3\Omega$.

3.2.19. O bobină are inductanța $(3/100\pi)H$ și rezistența $R=4\Omega$. Intensitatea curentului ce o străbate este $i=2\sqrt{2}\sin(100\pi t+\pi/5)$. Aflați:

- a) căderile de tensiune;
- b) impedanța și factorul de putere;
- c) puterea activă, reactivă și aparentă.

R: a) $U_R=8V$; $U_L=6V$; $U=10V$;

b) $Z=5\Omega$; $\cos\varphi=0,8$;

c) $P=16W$; $P_r=12var$; $S=20VA$.

3.2.20. O bobină alimentată în curent continuu cu tensiunea $U=120V$, este parcursă de curentul $I=10A$. În regim de curent alternativ, pentru tensiunea efectivă U_1 ($U_1=U$) și frecvența $\nu=50Hz$, intensitatea devine $I_1=6A$. Aflați:

- a) rezistența și inductanța bobinei ;
- b) reactanța și impedanța circuitului la frecvențele

$\nu_1=50Hz$, respectiv $\nu_2=100Hz$.

R: a) $R=12\Omega$; $L=(4/25\pi)H$;

b) $X_1=16\Omega$; $Z_1=20\Omega$; $X_2=32\Omega$; $Z_2\approx 34\Omega$.

3.2.21. Identificați circuitul serie RLC, pentru care se cunoaște diagrama fazorială. Calculați valoarea efectivă a tensiunii la bornele circuitului, impedanța circuitului și defazajul dintre tensiune și intensitate pentru valorile următoare: $I=2A$, $U_1=20V$, $U_2=15V$, $U_3=25V$.

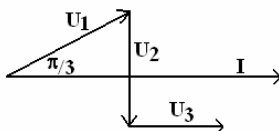


Fig. 3.2.21.

R: $U=42,6V$; $Z=21,3\Omega$; $\tan\varphi=-0,118$.

3.2.22. Un circuit serie RLC este alimentat de la o sursă de tensiune **220V** și frecvență **50Hz**. La frecvența dată reactanțele sunt $X_L=160\Omega$, $X_C=120\Omega$. Valoarea rezistenței este **$R=30\Omega$** . Să se determine:

- intensitatea curentului;
- frecvența la care defazajul devine nul;
- factorul de putere.

R: a) $I=4,4A$; b) $\nu=43,3Hz$; c) $\cos\varphi=0,6$.

3.2.23. Un circuit de curent alternativ primește o putere de **110VA** la o tensiune de **$U=220V$** . Știind că factorul de putere este **0,6** la frecvența de **50Hz**, și că intensitatea este defazată în urma tensiunii, să se calculeze:

- valoarea capacității care anulează defazajul;
- puterea absorbită în prezența condensatorului.

R: $C=9\mu F$; $P=183W$.

3.2.24. Se conectează în paralel un condensator de capacitate **C** cu un rezistor de rezistență **$R=1k\Omega$** . Tensiunea sursei este **$U=75V$** , intensitatea curentului **$I=0,2A$** la frecvența de **50Hz**. Calculați intensitățile prin rezistor și condensator. Ce valoare are capacitate condensatorului?

R: $I_R=0,075A$; $I_C=0,185A$; $C=7,8\mu F$.

ANEXĂ

- Numărul lui Avogadro: $N_A = 6,023 \cdot 10^{26}$ particule/kmol
- Unitatea atomică de masă: $u = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg
- Volumul molar al gazelor în condiții normale
($p_0 = 1 \text{ atm}$, $t_0 = 0^\circ\text{C}$): $V_{\mu 0} = 22,42 \text{ m}^3/\text{kmol}$
- Densități: $\rho_{\text{apă}} = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$,
 $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3 = 13,61 \text{ g/cm}^3$
- Nr. de masă și număr atomic pentru unele elemente:
 ${}^1_1\text{H}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{20}_{10}\text{Ne}$, ${}^{27}_{13}\text{Al}$, ${}^{40}_{18}\text{Ar}$
- Unități de măsură pentru presiune:
 $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$
 $p_0 = 1 \text{ atm} = 760 \text{ torr} = 760 \text{ mmHg} \cong 10^5 \text{ N/m}^2$
 $1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg} = 133,33 \text{ N/m}^2$
- Unități de măsură pentru arie:
 $1 \text{ dm}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$, $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$
- Unități de măsură pentru volum:
 $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$, $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$
- Formula fundamentală a hidrostaticii: $p_{\text{inf}} - p_{\text{sup}} = \rho gh$
- Constanta universală a gazului ideal:

$$R = 8310 \frac{J}{\text{kmol}K} = \frac{25}{3} \cdot 10^3 \frac{J}{\text{kmol}K}$$

$C_V = \frac{i}{2} R$, unde	i=3 pt. monoatomice
	i=5 pt. diatomice
	i=6 pt. poliatomice

- Logaritmi naturali: $\ln 2 = 0,69$; $\ln 3 = 1,09$
- Călduri specifice:
 $c_{\text{apă}} = 4180 \text{ J/kgK}$ $c_{\text{gheață}} = 2090 \text{ J/kgK}$ $c_{\text{Al}} = 920 \text{ J/kgK}$
 $c_{\text{Cu}} = 380 \text{ J/kgK}$ $c_{\text{alamă}} = 0,4 \text{ kJ/kgK}$ $c_{\text{Fe}} = 450 \text{ J/kgK}$
 $c_{\text{sticlă}} = 500 \text{ J/kgK}$

- Călduri latente: $\lambda_{\text{topire gheață}}=340.000\text{J/kg};$
 $\lambda_{\text{vaporizare apă}}=2,3 \cdot 10^6\text{J/kg}$
- 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	$50 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$