

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Ion BOTGROS

Viorel BOCANCEA

Vladimir DONICI

FIZICĂ

*Manual pentru clasa a **VIII-a***

CARTIER
e d u c a ț i o n a l

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova.
Manualul școlar a fost elaborat în conformitate cu prevederile Curriculumului la disciplină, aprobat prin ordinul Ministerului Educației și Cercetării nr. 1381 din 30 octombrie 2019. Manualul a fost aprobat prin ordinul Ministerului Educației și Cercetării nr. 367 din 25 martie 2024, ca urmare a evaluării calității metodică-științifice.

CARTIER

Editura Cartier, SRL, str. București, nr. 68, Chișinău, MD2012.
Tel./fax: 022 20 34 91, tel.: 022 24 01 95, E-mail: vanzari@cartier.md
Editura Codex 2000, SRL, Strada Toamnei, nr. 24, sectorul 2, București.
Tel/fax: 210 80 51. E-mail: codex@cartier.ro
cartier.ro
cartier.md

Colecția *Cartier educațional* este coordonată de Livia State

Editor: Gheorghe Erizanu

Lectori: Em. Galaicu-Păun, Valentin Guțu

Coperta: Vitalie Coroban

Design/tehnoredactare: Marina Darii

Prepress: Editura Cartier

Tipărit la Bons Offices

Ion Botgros, Viorel Bocancea, Vladimir Donici
FIZICĂ, MANUAL PENTRU CLASA A VIII-A
Ediția I, iulie 2024

© 2024, Editura Cartier, pentru prezenta ediție. Toate drepturile rezervate.
Cărțile Cartier sunt disponibile în limita stocului și a bunului de difuzare.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții
Botgros, Ion.

Fizică: Manual pentru clasa a 8-a / Ion Botgros, Viorel Bocancea, Vladimir Donici; Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. – Ed. 1-a. – [Chișinău]: Cartier, 2024 (Bons Offices). – 103, [1] p.: fig., tab. – (Cartier educațional / colecție coordonată de Livia State, ISBN 978-9975-79-896-9).

[33000] ex.
ISBN 978-9975-86-779-5.
53(075.3)
B 72

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Școala/Liceul _____				
Manualul nr. _____				
Anul	Numele și prenumele elevului care a primit manualul	Anul școlar	Starea manualului	
			la primire	la returnare
1				
2				
3				
4				
5				

- Profesorul trebuie să controleze dacă numele elevului este scris corect.
- Elevii cărora le este destinat manualul nu trebuie să facă niciun fel de notații pe pagini.
- Rugăm ca manualele să fie păstrate cât mai îngrijit.
- Starea manualului se va înscrie folosind termenii: nouă, bună, îngrijită, nesatisfăcătoare, proastă.

Dragi elevi și eleve!

Acest manual de „Fizică” vine să continue cunoașterea naturii, inițiată în clasele precedente. Din el veți afla despre diversitatea fenomenelor și proceselor din jurul vostru, despre multe lucruri cunoscute astăzi numai datorită fizicii, care, pe bună dreptate, este considerată o știință fundamentală. Viața ne demonstrează că „Fizica” este utilă nu numai tehnicienilor, ci și tuturor oamenilor, indiferent de domeniul lor de activitate: artă sau politică, business sau știință, sport sau comerț.

Ca disciplină școlară, „Fizica” are drept scop, în primul rând, formarea intelectuală și spirituală a elevului, care se află zilnic în contact cu realitatea. Activitățile de analiză și cercetare, prezentate în manual pentru unele situații reale, întâlnite deseori în viața cotidiană, vă vor ajuta să vă dezvoltați abilitățile de cunoaștere științifică. Studiind acest manual, veți învăța multe lucruri interesante și folositoare, rezolvând în mod independent diverse situații din experiența proprie de viață.

Manualul are un conținut concis și accesibil, fiind însoțit de activități și imagini atractive, ajutându-vă să vă formați o viziune amplă despre varietatea fenomenelor și proceselor din jurul vostru.

Vă dorim mult succes!

Autorii



Cuprins

Capitolul I. OSCILAȚII ȘI UNDE MECANICE	5
1.1. Mișcarea oscilatorie. Pendulul gravitațional. Lucrare de laborator nr. 1	6
1.2. Oscilații libere. Oscilații forțate. Energia mecanică totală a unui sistem oscilant. Aplicații	9
1.3. Mișcarea ondulatorie	12
1.4. Unde sonore. Viteza și tăria sunetului. Aplicații	15
Rezumat	19
Evaluare sumativă	21
Extindere * Lucrare de laborator nr. 2	22
Capitolul II. FENOMENE TERMICE	23
2.1. Structura substanței. Mișcarea moleculelor. Echilibrul termic	24
2.2. Căldura specifică. Capacitatea termică	29
2.3. Călduri latente	33
2.4. Producerea căldurii. Combustibili. Puterea calorică	39
2.5. Transformarea reciprocă a căldurii și lucrului mecanic. Motorul termic	44
2.6. Mașinile termice și poluarea mediului	49
Rezumat	50
Evaluare sumativă	52
Extindere * Lucrare de laborator nr. 3	53
Capitolul III. FENOMENE ELECTROMAGNETICE. ELECTROKINETICA	54
3.1. Tensiunea electrică. Voltmetrul. Circuitul electric	55
3.2. Curentul electric continuu. Intensitatea curentului electric. Ampermetrul	59
3.3. Rezistența electrică. Multimetru	63
3.4. Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit. Lucrare de laborator nr. 4	67
3.5. Lucrul și puterea curentului electric. Legea lui Joule. Aplicații. Lucrare de laborator nr. 5	71
Rezumat	74
Evaluare sumativă	76
Extindere * Legea lui Ohm pentru un circuit întreg. Gruparea mixtă a conductoarelor	77
Capitolul IV. FENOMENE ELECTROMAGNETICE. EFECTUL MAGNETIC AL CURENTULUI ELECTRIC	79
4.1. Câmpul magnetic. Câmpul magnetic al curentului electric continuu	80
4.2. Electromagneții și aplicațiile lor	84
4.3. Forța electromagnetică	87
4.4. Motoare electrice	91
Rezumat	94
Evaluare sumativă	96
Tabelul densităților unor substanțe	98
Tabelul rezistivității electrice a unor conductoare	98
Conceptele de bază studiate în clasa a VIII-a la fizică	99
Răspunsuri la probleme	104

Capitolul 1

OSCILAȚII ȘI UNDE MECANICE

1.1. Mișcarea oscilatorie. Pendulul gravitațional.
Lucrare de laborator nr. 1

1.2. Oscilații libere. Oscilații forțate. Energia mecanică
totală a unui sistem oscilant. Aplicații

1.3. Mișcarea ondulatorie

1.4. Unde sonore. Viteza și tăria sunetului. Aplicații

Rezumat

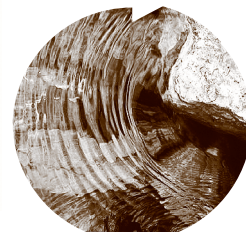
Evaluare sumativă

*Extindere * Lucrare de laborator nr. 2*



Studiind acest capitol, vei putea:

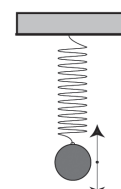
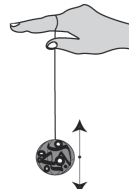
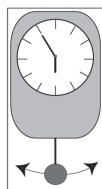
- recunoaște și descrie calitativ, pe baza principiului cauză-efect, unele fenomene oscilatorii identificate în natură și în tehnică;
- identifica simbolurile mărimilor fizice măsurate și unitățile de măsură;
- explica și relata condițiile în care se produc și se propagă undele mecanice;
- măsura mărimile fizice (perioadă, frecvență);
- explica modul de calcul și de determinare a limitelor de măsurare, a valorii unei diviziuni și a erorii absolute, a instrumentelor de măsură;
- explica legea conservării energiei mecanice;
- exprima și compara rezultatele unor măsurători, utilizând unități de măsură potrivite în sistemul internațional și transformări ale lor;
- aplica formulele mărimilor fizice/legile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- propune un plan propriu de măsuri de formare a comportamentului de protecție fonică.



1.1. Mișcarea oscilatorie. Pendulul gravitațional. Lucrare de laborator nr. 1

Informație

Din studiile anterioare ați aflat că corpurile pot efectua diferite tipuri de mișcări mecanice: uniforme și neuniforme, rectilinii, curbilinii, circulare. În natură însă, se pot întâlni și alte tipuri de mișcări identificate după alte criterii. De exemplu, există mișcări care se repetă la intervale egale de timp. Astfel de mișcări efectuează acele unui ceasornic, Luna în jurul Pământului, Pământul în jurul Soarelui etc. Aceste mișcări se numesc **periodice**. Printre acestea se distinge încă un tip de mișcare, pe care urmează să-l descoperiți mai jos – mișcarea oscilatorie.



Analizează situația

- Priviți atent imaginile de mai sus.
- Ce este caracteristic mișcărilor care pot fi efectuate de corpurile reprezentate în aceste imagini?
- Dați exemple asemănătoare.

Definiții:

*Mișcările repetate ale corpului, care se efectuează periodic și simetric în raport cu poziția sa de echilibru se numesc **oscilații mecanice**.*

*Corpul care oscilează se numește **oscilator**, iar mișcarea lui se numește **mișcare oscilatorie**.*

Experimentează

1. Aveți la dispoziție un fir lung, o bilă mică și un stativ.
 - Confecționați un pendul, legând bila de firul suspendat de stativ. Un astfel de sistem oscilant se numește **pendul gravitațional** sau **pendul matematic** (fig. 1).
 - Abateți bila cu 4 ÷ 5 cm de la poziția de echilibru, firul fiind întins. Ce se întâmplă după ce eliberați bila?
 - Descrieți mișcarea bilei pe parcursul a 2 ÷ 3 min.

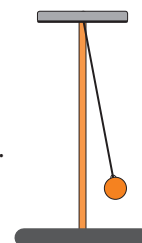


Fig. 1

Extindere

- *2. Aveți la dispoziție un resort, o masă marcată și un stativ.
 - Confecționați un pendul, agățând de resortul suspendat de stativ o masă marcată. Un astfel de pendul se numește **pendul elastic** – sistem mecanic oscilant format dintr-un resort elastic considerat imponderabil și un corp punctiform greu (fig. 2).
 - Deplasați în jos masa marcată cu 2 ÷ 3 cm de la poziția de echilibru. Ce se întâmplă după ce eliberați masa marcată?
 - Descrieți mișcarea masei marcate pe parcursul a 2 ÷ 3 min.

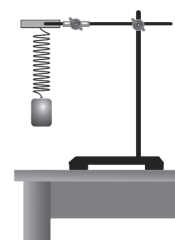


Fig. 2

Definiție:

Mărimea fizică ce caracterizează poziția oscilatorului în raport cu poziția sa de echilibru se numește **elongație**. Elongația se notează, de regulă, cu simbolul x , fiind egală cu valoarea abaterii (distanței) oscilatorului de la poziția de echilibru. Elongația maximă se numește **amplitudine** (fig. 3, 4).

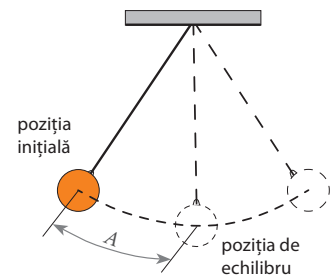


Fig. 3

Amplitudinea se notează cu litera A ($A = |x_{max}|$) și se măsoară în unități de lungime – metri, centimetri etc. $[A]_{SI} = m$.

Se consideră că pendulul a efectuat o oscilație completă atunci când bila (sau alt corp oscilant) revine în poziția sa inițială, după care mișcarea se repetă.

O altă mărime fizică ce caracterizează mișcarea oscilatorie este **perioada oscilațiilor**.

Definiție:

Se numește **perioadă a oscilațiilor** intervalul de timp în decursul căruia s-a efectuat o oscilație completă.

Perioada se notează prin T și se măsoară în unități de timp. Pentru a calcula perioada oscilațiilor, se măsoară intervalul de timp t în decursul căruia s-au efectuat mai multe oscilații, de exemplu, n oscilații, și se împarte la numărul lor n .

$$\text{Perioada} = \frac{\text{intervalul de timp}}{\text{numărul oscilațiilor}} \quad \text{sau} \quad T = \frac{t}{n} \quad (1). \quad [T]_{SI} = s.$$

O altă mărime ce caracterizează mișcarea oscilatorie este **frecvența oscilațiilor**.

Frecvența oscilațiilor se notează cu simbolul ν (niu) – literă grecească.

Definiție:

Se numește **frecvență a oscilațiilor** mărimea fizică egală cu numărul oscilațiilor efectuate într-o unitate de timp.

Pentru a afla frecvența, se împarte numărul de oscilații n la intervalul de timp t în decursul căruia au fost efectuate aceste oscilații. Deci:

$$\text{Frecvența} = \frac{\text{numărul oscilațiilor}}{\text{intervalul de timp}} \quad \text{sau} \quad \nu = \frac{n}{t} \quad (2).$$

$$[\nu]_{SI} = \frac{1}{[t]_{SI}} = \frac{1}{s} = \text{Hz}$$

Unitatea de măsură a frecvenței în SI este 1 Hz (hertz).

Definiție:

1 Hz este frecvența oscilațiilor unui corp care efectuează o oscilație completă într-o secundă.

Această unitate de măsură a fost numită în onoarea savantului german **Heinrich Hertz**.

Din formula de calcul a perioadei (1) și a frecvenței (2) rezultă relația dintre frecvență și perioadă:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (3) \quad \text{sau} \quad T = \frac{1}{\nu} \quad (4).$$

Reține!

Perioada și frecvența oscilațiilor sunt mărimi fizice **inverse** ce caracterizează mișcarea oscilatorie.

Deci odată cu mărirea perioadei oscilațiilor unui pendul se micșorează frecvența oscilațiilor sale. Și invers, odată cu mărirea frecvenței se micșorează perioada oscilațiilor.

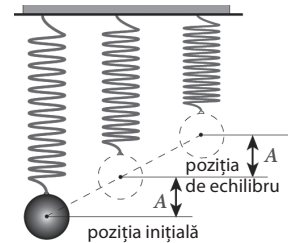


Fig. 4 (Extindere)

Scurt istoric

Heinrich Hertz (1857 – 1894) și-a început activitatea științifică în anul 1880, sub conducerea vestitului fizician german H. Helmholtz, fiind orientată spre cercetarea fenomenelor legate de oscilațiile electrice. În 1887 editează lucrarea *Despre oscilațiile electrice foarte rapide*, în care descrie metoda lor de generare. În același an, H. Hertz descoperă un fenomen ce ține de interacțiunea luminii cu substanța.

Conceptele
studiate recent

- mișcare oscilatorie;
- oscilator;
- oscilații mecanice;
- pendul;
- pendul gravitațional (pendul matematic);
- * pendul elastic;
- amplitudine;
- perioada oscilațiilor;
- frecvența oscilațiilor.

Determinarea perioadei și frecvenței oscilațiilor unui pendul gravitațional

Materiale necesare: stativ cu clește, bilă, fir ($\approx 1\text{m}$), riglă, cronometru.

Mod de lucru:

- Confectionați un pendul gravitațional utilizând accesoriile enumerate (fig. 5).
- Abateți pendulul de la poziția de echilibru sub un unghi nu prea mare față de verticală (de până la 5°), apoi lăsați-l liber.
- Măsurați timpul în care se efectuează un anumit număr de oscilații, de exemplu 20 de oscilații.
- Calculați perioada și frecvența oscilațiilor, utilizând formulele (1) și (2), p. 7.
- Efectuați experimentul de trei ori pentru diferite numere de oscilații.
- Înscrieți rezultatele în tabelul de mai jos.

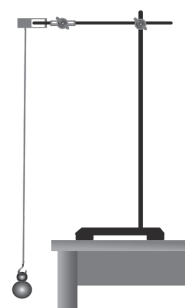


Fig. 5

Nr. exp.	Numărul oscilațiilor, n	Timpul total al oscilațiilor, t, s	Perioada oscilațiilor, T, s	Frecvența oscilațiilor, ν, Hz
1				
2				
3				
Valori medii				

- Prezentați exemple de calcul al perioadei T și frecvenței ν și determinați eroarea absolută.

$$a) \quad T_1 = \frac{t_1}{n_1}$$

$$\Delta T_1 = |T_{med} - T_1|$$

$$b) \quad \nu_1 = \frac{n_1}{t_1}$$

$$\Delta \nu_1 = |\nu_{med} - \nu_1|$$

$$T_2 = \frac{t_2}{n_2}$$

$$\Delta T_2 = |T_{med} - T_2|$$

$$\nu_2 = \frac{n_2}{t_2}$$

$$\Delta \nu_2 = |\nu_{med} - \nu_2|$$

$$T_3 = \frac{t_3}{n_3}$$

$$\Delta T_3 = |T_{med} - T_3|$$

$$\nu_3 = \frac{n_3}{t_3}$$

$$\Delta \nu_3 = |\nu_{med} - \nu_3|$$

$$T_{med} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad \Delta T_{med} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3}{3}$$

$$\nu_{med} = \frac{\nu_1 + \nu_2 + \nu_3}{3} \quad \Delta \nu_{med} = \frac{\Delta \nu_1 + \Delta \nu_2 + \Delta \nu_3}{3}$$

- Prezentați rezultatul final în forma: $T = T_{med} \pm \Delta T_{med}$ și $\nu = \nu_{med} \pm \Delta \nu_{med}$
- Formulați concluzii.

Verifică-ți
cunoștințele



1. După ce criteriu oscilațiile mecanice se deosebesc de alte mișcări periodice?
2. Selectează mișcările oscilatorii din următoarele mișcări periodice: mișcarea pendulului unui ceasornic, mișcarea acelor ceasornicelor, mișcarea Lunii în jurul Pământului, mișcarea pistonului pompei la umflarea roții de bicicletă, mișcarea unui punct al roții în timpul rotirii acesteia. Argumentează alegerea făcută.
3. Un pendul gravitațional efectuează 30 de oscilații în 60 s. Determină perioada și frecvența oscilațiilor acestui pendul.
4. Să se afle numărul de oscilații efectuate de un pendul în 5 s, dacă frecvența oscilațiilor lui $\nu = 4 \text{ Hz}$.

Extindere

- *5. Un pendul cu arc oscilează cu frecvența de 0,25 Hz. Câte oscilații efectuează acest pendul timp de 10 s?
- *6. Amplitudinea oscilațiilor unui pendul elastic $A = 4 \text{ cm}$. Frecvența oscilațiilor $\nu = 2 \text{ Hz}$. Determină distanța parcursă de masa marcată timp de 1 min. Amplitudinea se consideră invariabilă în acest interval de timp.

1.2. Oscilații libere. Oscilații forțate. Energia mecanică totală a unui sistem oscilant. Aplicații

Informație > La lecția precedentă v-ați familiarizat cu mișcarea oscilatorie și unele mărimi fizice care caracterizează această mișcare mecanică: amplitudinea, perioada și frecvența oscilațiilor.

În continuare vom studia două tipuri de oscilații: **oscilații libere** și **oscilații forțate**.

Definiție: > Oscilațiile care au loc fără acțiunea forțelor periodice din exterior se numesc **oscilații libere**.

Exprimă-ți părerea >

- Priviți imaginile alăturate.
- Comparați mișcarea mingii de ping-pong cu a aceia de baschet.
- Ce trebuie să întreprindem ca mingea de ping-pong să se ridice de fiecare dată la aceeași înălțime ca și cea de baschet?

Definiție: > Oscilațiile care au loc sub acțiunea unor forțe exterioare variabile periodice se numesc **oscilații forțate**.

Analizează situația >

- Dați exemple de oscilații forțate.
- Indicați în fiecare caz forța ce acționează periodic din exterior.
- Ce se va întâmpla dacă această forță și-ar înceta acțiunea?

Din cauza acțiunii forțelor de frecare, amplitudinea oscilațiilor libere se micșorează până când acestea încetează complet. De exemplu, oscilațiile unui pendul scos din poziția de echilibru încetează cu timpul din cauza rezistenței aerului.

Reține! > Oscilațiile încetează cu timpul din cauza pierderii energiei de către oscilator.

Atunci când rezistența mediului este mică, acest fapt se observă numai după ce pendulul efectuează mai multe oscilații. În așa caz, pe parcursul unui interval mic de timp încetinirea oscilațiilor poate fi neglijată.

Analizează situația > Fie că un pendul gravitațional (fig. 1) cu masa $m = 100\text{ g}$ începe să oscileze ca rezultat al abaterii masei marcate până la înălțimea maximă $h_{\max} = 5\text{ cm}$ față de poziția de echilibru.

Determinați energia potențială a pendulului, utilizând formula (1):

$$E_p = mgh_{\max} \quad (1)$$

și considerând $g = 10\text{ N/kg}$.

În momentul trecerii masei marcate prin poziția de echilibru, viteza acesteia era $v = 1\text{ m/s}$. Determinați energia cinetică a pendulului în acest punct, utilizând formula (2):

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

În care poziție masa marcată posedă energie cinetică maximă? De ce?

Comparați această energie cu energia potențială a masei marcate la înălțimea maximă.

Cum se modifică valorile energiei potențiale și celei cinetice la mișcarea corpului de la poziția superioară până la poziția de echilibru, de la o poziție superioară până la alta?

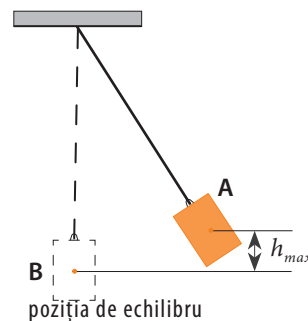
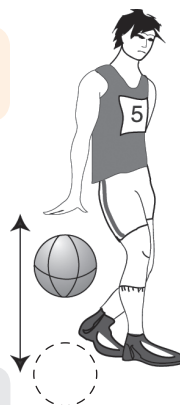


Fig. 1

Conceptele studiate recent

- oscilații libere;
- oscilații forțate.

Formulați concluzia privind conservarea energiei mecanice a acestui sistem, considerându-l izolat.

Reține!

Energia totală a unui sistem oscilant izolat este o mărime constantă și egală cu energia potențială / sau cinetică comunicată acestuia la scoaterea din poziția de echilibru.

$$E = mgh_{max} = \frac{mv_{max}^2}{2}.$$

Această afirmație este valabilă doar atunci când pierderile de energie se neglijează.

În timpul oscilațiilor are loc un proces continuu de transformare a energiei mecanice dintr-o formă în alta ($E_p \rightleftharpoons E_c$), energia totală a oscilatorului izolat fiind constantă în timp: $E = E_c + E_p = const.$

Mișcarea oscilatorie se folosește în diferite domenii ale activității umane. Pendulele sunt utilizate în știință și tehnică. Drept exemplu servește pendulul gravitațional inventat de savantul francez Leon Foucault (1819-1868), care pune în evidență mișcarea de rotație a Pământului în jurul axei sale. Pendulul elastic este utilizat în diferite dispozitive destinate înregistrării și monitorizării activității seismice a Pământului. Mișcarea oscilatorie se folosește, de asemenea, în diferite dispozitive, cum ar fi ceasornicul cu pendul, pompe, mașini de cusut, motoare termice, instrumente muzicale, pe terenul de joacă pentru copii (scrânciobul, balanșoarul) ș.a.

La proiectarea diferitelor construcții (clădiri înalte, instalații masive, platforme petroliere pe mare, poduri ș.a.), inginerii trebuie să țină cont de acțiunea distructivă a unor factori naturali, care se intensifică furtunos în timpul calamităților naturale, măbind brusc riscurile ce țin de păstrarea stabilității acestor construcții. Astfel acțiunea periodică a rafalelor puternice de vânt, a valurilor pe mare, a cutremurelor de pământ pot declanșa mișcări oscilatorii, care devin forțate și se pot amplifica periculos. De aceea, cerințele față de lucrările de proiectare și construire a diferitelor obiecte masive trebuie să țină cont de aceste riscuri și să corespundă standardelor tehnice și normelor de securitate.

Problemă rezolvată

Corpul punctiform al unui pendul gravitațional, abătut de la poziția de echilibru, s-a ridicat cu 5 cm mai sus față de nivelul poziției de echilibru (fig. 2). Să se determine viteza corpului lăsat liber în momentul trecerii prin poziția de echilibru. Pierderile de energie se neglijează. Să se afle valoarea energiei mecanice a pendulului, dacă masa corpului este de 100 g. (Se va lua $g = 10 \text{ N/kg}$.)

Se dă:	SI:
$h = 5 \text{ cm}$	$= 0,05 \text{ m}$
$g = 10 \text{ N/kg}$	
$m = 100 \text{ g}$	$= 0,1 \text{ kg}$
$v = ?$	
$E = ?$	

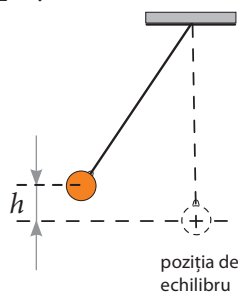


Fig. 2

Rezolvare:

Pentru rezolvarea problemei, vom utiliza legea conservării energiei mecanice, deoarece pierderile de energie se neglijează. Deci energia mecanică a sistemului oscilant rămâne constantă în timp:

$$E = const.$$

Astfel: $E_2 = E_1$ (1 – în poziția inițială; 2 – la trecerea prin poziția de echilibru)

$$E_1 = E_{p \max} = mgh;$$

$$E_2 = E_{c \max} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = mgh \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{2gh}.$$

$$v = v_{\max} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 0,05 \text{ m}} = 1 \text{ m/s}.$$

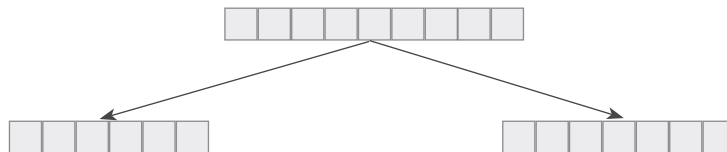
Energia mecanică a sistemului oscilant în condițiile problemei date:

$$E = E_{p \max} = mgh;$$

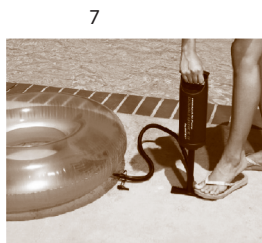
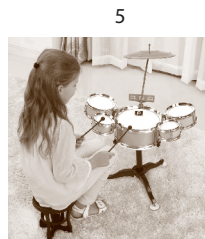
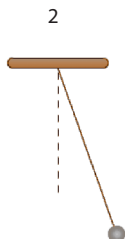
$$E = 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 0,05 \text{ m} = 0,05 \text{ J} = 50 \text{ mJ}.$$

Răspuns: $v = 1 \text{ m/s}$; $E = 50 \text{ mJ}$.

1. Completează căsuțele cu noțiuni recent studiate.

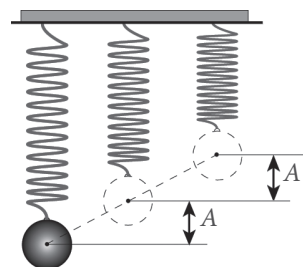


2. Prin ce se deosebesc oscilațiile libere de cele forțate?
3. Dă câte 2-3 exemple de oscilații libere și oscilații forțate.
4. În imaginile de mai jos, identifică corpurile care pot efectua oscilații, grupându-le în două categorii, în funcție de tipul oscilațiilor pe care le pot efectua: libere sau forțate. Argumentează fiecare caz:



5. Dă exemple de mecanisme care conțin corpuri ce efectuează oscilații forțate.
6. Descrie transformările energiei mecanice în cazul oscilațiilor unui pendul gravitațional.
7. O bilă suspendată de un fir lung a fost abătută de la poziția de echilibru până la înălțimea maximă $h = 20$ cm, apoi lăsată liber. Neglijând rezistența aerului, să se afle viteza bilei în momentul trecerii ei prin poziția de echilibru. (Se va lua $g = 10$ N/kg.)
8. Bila unui pendul gravitațional abătută de la poziția de echilibru s-a ridicat până la înălțimea $h = 10$ cm, după care pendulul a fost liber. Considerând pierderile de energie neglijabile, să se afle ce viteză avea bila la înălțimea $h_1 = 5$ cm? Accelerația gravitațională $g = 10$ N/kg.
9. Un pendul gravitațional a fost abătut de la poziția de echilibru, astfel încât înălțimea față de pământ a corpului punctiform s-a mărit cu 7,2 cm. Cu ce viteză va trece acest corp prin poziția de echilibru, dacă pierderile de energie sunt neglijabile? (Se va lua $g = 10$ N/kg.)
10. Descrie modul de lucru pentru a confecționa un pendul cu perioada de 2 s. Enumeră accesoriile necesare.

- *11. Cercetează acțiunea forțelor asupra greutății pendulului elastic în timpul oscilațiilor acestuia. Pentru aceasta desenează pendulul în câteva stări, inclusiv în cea de echilibru, și indică forțele ce acționează asupra corpului în fiecare caz. Determină forța sub acțiunea căreia greutatea tinde să revină la starea de echilibru.
*12. Corpul unui pendul elastic orizontal a fost abătut de la poziția de echilibru, apoi lăsat liber. Ce viteză avea corpul la trecerea prin poziția de echilibru, dacă energia potențială maximă a resortului deformat $E_{p\ max} = 10$ J, iar masa corpului $m = 200$ g?



1.3. Mișcarea ondulatorie

Informație

Deseori ați observat propagarea valurilor pe suprafața netedă a apei unui lac, care iau naștere la căderea unei pietre sau de la oscilațiile plutei unei undițe, precum și ale altor corpuri.

Această formă de mișcare mecanică o veți studia în continuare.

Perturbarea inițială a mediului are loc sub acțiunea unui corp din exterior, numit sursă. În exemplele enumerate mai sus, în calitate de surse de perturbații au fost piatra aruncată în apă și pluta de la undiță.

Definiție:

Se numește **mișcare ondulatorie** (sau **undă**) procesul de propagare a oscilațiilor într-un mediu elastic.

Experimentează

Observarea formării undelor pe suprafața apei

Utilizând o cuvă cu apă, un stativ, un resort și o bilă metalică cu cârlig, montați instalația din fig. 1 astfel încât bila să atingă puțin suprafața apei.

- Scoateți bila din poziția de echilibru și lăsați-o să oscileze.
- Observați ce se formează pe suprafața apei la oscilația bilei.

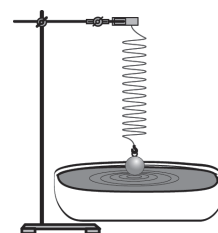


Fig. 1

În afară de undele superficiale observate pe suprafața apei (lichidelor), în practică se întâlnesc și unde care se propagă în diferite medii datorită acțiunii forțelor elastice ce apar în aceste medii în cazul perturbării poziției relative a particulelor structurale sub acțiunea factorilor externi. În așa medii perturbația se transmite de la o particulă la alta datorită interacțiunilor dintre particule. Astfel de medii se numesc elastice, iar undele formate se numesc **unde elastice**. În mediile foarte rarefiate, în care interacțiunile dintre particule sunt neglijabile, nu apar forțe elastice prin care perturbațiile s-ar transmite de la o particulă la alta.

Reține!

1. Undele mecanice se pot propaga doar în medii elastice.
2. Undele mecanice nu se pot propaga în vid.

Experiment

- Legați un fir elastic de un perete și întindeți-l bine.
- Mișcând brusc mâna (fig. 2, a), creați o perturbare de scurtă durată la capătul firului.
- Ce observați?
- Ce servește în calitate de sursă de undă în acest caz?
- Repetați experimentul, mișcând periodic capătul firului (fig. 2, b).
- Ce observați? Cum oscilează particulele firului: pe direcția propagării undei sau perpendicular pe ea?
- Se deplasează oare particulele mediului pe direcția propagării undei?

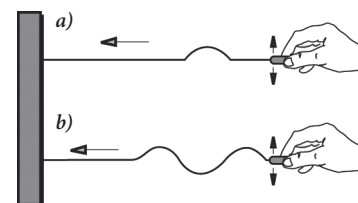


Fig. 2

Reține!

La propagarea undelor mecanice nu are loc transport de substanță, ci doar transport de energie.

Definiție:

Distanța parcursă de undă în decursul unei perioade se numește **lungime de undă**.

Lungimea de undă se notează cu litera grecească λ (lambda) și se măsoară în unități de lungime – metri, centimetri etc. $[\lambda]_{SI} = m$.

Conform definiției de mai sus, lungimea de undă $\lambda = v \cdot T$, unde v este viteza propagării undei, care se determină în felul următor:

Conceptele studiate recent

- mișcare ondulatorie;
- viteza undei;
- unde mecanice (unde elastice);
- lungime de undă.

$$v = \frac{\lambda}{T}.$$

Utilizând relația dintre frecvența și perioada oscilațiilor $\nu = \frac{1}{T}$, obținem următoarea formulă pentru viteză:

$$v = \lambda \cdot \nu \quad (1).$$

Reține!

Viteza undei este egală cu produsul dintre lungimea de undă și frecvența oscilațiilor.

În cazul undelor superficiale care se propagă pe suprafața apei (lichidului) lungimea de undă este egală cu distanța dintre crestele a două valuri vecine, măsurată pe direcția de propagare a acestora.

Problemă rezolvată

Pluta unei undițe a efectuat 10 oscilații timp de 5 s, provocând valuri. Distanța dintre crestele valurilor vecine, pe direcția de propagare a acestora, este de 0,6 m. Să se afle viteza de propagare a undelor.

Se dă:

$$t = 5 \text{ s}$$

$$n = 10$$

$$\lambda = 0,6 \text{ m}$$

$$v = ?$$

Rezolvare:

Lungimea de undă este egală cu distanța parcursă de undă în decursul unei

perioade: $\lambda = v \cdot T$, unde: $T = \frac{t}{n}$,

de unde: $\lambda = \frac{v \cdot t}{n} \Rightarrow \lambda \cdot n = v \cdot t \Rightarrow v = \frac{\lambda \cdot n}{t}$.

Efectuăm calcule: $v = \frac{0,6 \text{ m} \cdot 10}{5 \text{ s}} = 1,2 \text{ m/s}$.

Răspuns: $v = 1,2 \text{ m/s}$.

Verifică-ți cunoștințele

1. Ce se numește *undă mecanică*?
2. În ce condiții pot lua naștere unde mecanice?
3. Datorită căror fenomene este posibilă propagarea perturbațiilor prin mediile elastice?
De ce undele mecanice se mai numesc și unde elastice?
4. Dă exemple de unde mecanice.
5. Pe ce direcție oscilează particulele unui fir elastic, atunci când de-a lungul acestuia se propagă unde? Dă exemple care arată și alte modalități de mișcare a particulelor mediului în raport cu direcția de propagare a undelor.
6. Odată cu propagarea undelor prin mediul elastic se propagă și substanța sau doar energia undei?
Argumentează răspunsul cu exemple.
7. Ce semnifică lungimea de undă și care este unitatea de măsură a acesteia în SI?
8. Cum depinde lungimea de undă λ de frecvența de oscilație ν a sursei? La micșorarea frecvenței lungimea de undă în mediul dat se va mări sau se va micșora?
9. O luntre efectuează oscilații pe suprafața mării cu o frecvență de 0,5 Hz. Să se afle viteza de propagare a valurilor, dacă distanța dintre două creste vecine este egală cu 3 m.

10. Prin artere unda pulsatilă se propagă cu o viteză de 10 m/s, iar durata unui ciclu cardiac este de 0,8 s. Determină lungimea de undă a acestei unde și valoarea frecvenței de contractare a inimii (numărul de bătăi pe minut).



11. Un pescar a observat că pluta de la undiță a efectuat 10 oscilații timp de 5 s. Determină viteza propagării valurilor, dacă distanța dintre două creste vecine este de 1,5 m.

12. Pe suprafața unui lac se propagă unde cu viteza de 4 m/s și lungimea de undă de 2 m. Să se afle perioada și frecvența oscilațiilor unui colac de salvare aflat în apă.



13. O luntre se leagă pe mare cu o frecvență de 0,25 Hz. Determină viteza de propagare a valurilor, dacă lungimea de undă este egală cu 4 m.

14. O barcă oscilează pe valurile mării cu frecvența de 0,5 Hz. Ce distanță parcurg valurile timp de 20 s, dacă distanța dintre două creste vecine este egală cu 6 m?

15. Într-un lac a fost aruncată o piatră. S-a observat că unda creată de ea a ajuns la mal peste 10 s. Determină la ce distanță de la mal a fost aruncată piatra, dacă timp de 2 s s-au auzit 4 lovituri ale valurilor de mal, iar distanța dintre două creste vecine este egală cu 60 cm.

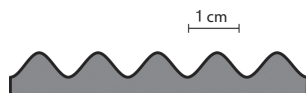
16. Viteza răspândirii unei pulsatile prin artere este de 8 m/s, iar frecvența ciclului cardiac integral al inimii este egală cu 1,25 Hz. Determină lungimea de undă și numărul bătăilor inimii per minut.

17. O barcă se leagă pe mare efectuând 15 oscilații în 30 s. Determină lungimea undei marine, dacă viteza propagării ei e de 3 m/s.

18. O undă are viteza de două ori mai mare decât alta. De câte ori este mai mare frecvența undei a doua, dacă lungimea sa de undă este de trei ori mai mică decât a primei unde?

19. O barcă se leagă pe valurile mării, efectuând 10 oscilații în 20 s. Determină:

- perioada oscilațiilor bărcii;
- frecvența oscilațiilor;
- viteza propagării valurilor, dacă distanța dintre crestele a două valuri vecine este de 3 m;
- distanța la care înaintază unda în decurs de 15 s.



20. Determină lungimea undelor reprezentată în figura alăturată.

21. Proiectează o instalație cu care ai putea cerceta propagarea undelor pe suprafața apei în cazul când acestea întâlnesc în cale un obstacol. Realizează practic această cercetare orientând undele spre obstacol sub diferite unghiuri și urmărind direcția de propagare a acestora după trecerea obstacolului. Formulează concluzii cu privire la rezultatele observărilor.

Pentru realizarea sarcinii poți utiliza instalația din fig. 1, p. 12.

Extindere

*22. Un vapor se mișcă pe mare cu o viteză de 54 km/h. Distanța dintre crestele valurilor este egală cu 10 m, iar perioada oscilațiilor e de 2 s. Cu ce frecvență se vor lovi valurile de vapor, dacă el se va mișca:

- a) în sensul propagării undelor;
- b) în sens opus?



1.4. Unde sonore. Viteza și tăria sunetului. Aplicații

Informație > La lecția precedentă ați studiat procesul de propagare a oscilațiilor în spațiu, numit **undă** sau **mișcare ondulatorie**.

Drept exemple de o astfel de mișcare pot servi undele ce se propagă pe suprafața unei ape stătătoare, undele ce se propagă de-a lungul unui resort sau fir elastic etc.

Această formă de mișcare mecanică este caracterizată de următoarele mărimi fizice: **lungimea de undă** – distanța la care înaintează unda în decursul unei perioade; și **viteza undei** – produsul dintre lungimea de undă și frecvența oscilațiilor.

În continuare veți analiza un exemplu de undă elastică numită **sunet**.

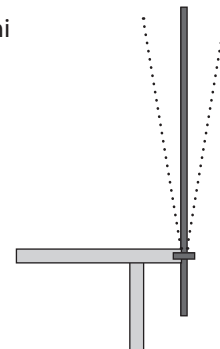


Fig. 1

- Experimentează** >
- Fixați o riglă metalică de capătul mesei (fig. 1).
 - Abateți capătul de sus al riglei de la poziția de echilibru, apoi lăsați-l liber. Ce observați (ce auziți)?
 - Repetați experiența pentru diferite lungimi ale porțiunii de sus a riglei.
 - Formulați concluzii.

Definiție: > Undele care provoacă senzații auditive se numesc **unde sonore** sau **sunet**.

Evident că aceste unde sunt provocate de anumite surse.

Definiție: > Corpurile care produc sunete se numesc **surse sonore**.

- Activitate de comunicare** >
- Dați exemple de corpuri care, oscilând, produc sunete.
 - Clasificați aceste surse în naturale și artificiale.

Dar cum se propagă sunetul de la o sursă sonoră până la receptor (de exemplu, până la ureche)?

În fig. 2 a) este reprezentat un diapazon, care se folosește la acordarea instrumentelor muzicale. Dacă lovim cu un ciocănaș de cauciuc una dintre ramurile diapazonului, ele încep să vibreze (fig. 2 b), producând comprimări și dilatări ale aerului, care se propagă în toate direcțiile. Unda sonoră reprezintă procesul de propagare a acestor perturbații prin aer.

Astfel formată, unda sonoră ajunge la ureche (fig. 3) și provoacă senzații auditive.

- Experiment** >
- O sonerie electrică, așezată pe un suport elastic, se instalează sub un clopot de sticlă (fig. 4). Soneria se conectează în circuit, iar de sub clopot se evacuează aerul. Se va auzi oare sunetul emis de sonerie? Argumentați răspunsul.

În diferite medii sunetul se propagă cu viteze diferite. De exemplu, în aer la temperatura de 16 °C, viteza sunetului este de 340 m/s, iar în apă – de 1 450 m/s. În oțel viteza sunetului este și mai mare – 5 000 m/s.

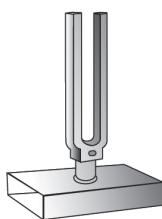


Fig. 2

a)



b)

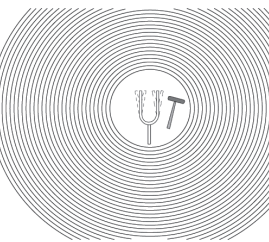


Fig. 3

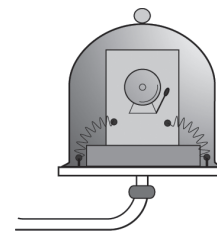


Fig. 4

Scurt istoric

Viteza sunetului în aer a fost măsurată prima oară, în anul 1636, de către savantul francez Marin Mersenne – unul din succesorii lui Galileo Galilei. La temperatura de 20 °C, ea s-a dovedit a fi egală cu 343 m/s (în unitățile contemporane de măsură).

Viteza sunetului în lichide este mai mare decât în gaze. În apă viteza sunetului a fost determinată, în anul 1826, de către Jean Daniel Colladon și Charles-François Sturm. La temperatura de 8 °C, această viteză s-a dovedit a fi egală cu 1440 m/s.

În anul 1832, fizicianul francez Jean-Baptiste Biot a măsurat viteza sunetului într-un solid – într-o țevă de fontă a apeductului din Paris. Experimentul s-a referit la măsurarea timpului de propagare a sunetului prin țevă și a timpului de propagare prin aer. În fontă viteza sunetului s-a dovedit a fi de 11,5 ori mai mare decât în aer.

Reține!

Undele sonore pot apărea numai într-un mediu pe care-l fac să vibreze.

Sunetele se deosebesc unul de altul prin anumite caracteristici: **înălțime**, **tărie** ș.a. **Înălțimea sunetului** depinde de frecvența undei sonore. Sunetele cu frecvențe mai mari se consideră mai înalte, iar cele cu frecvențe mai mici – mai joase.

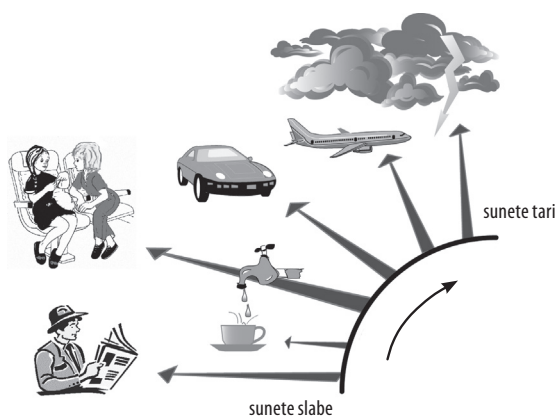
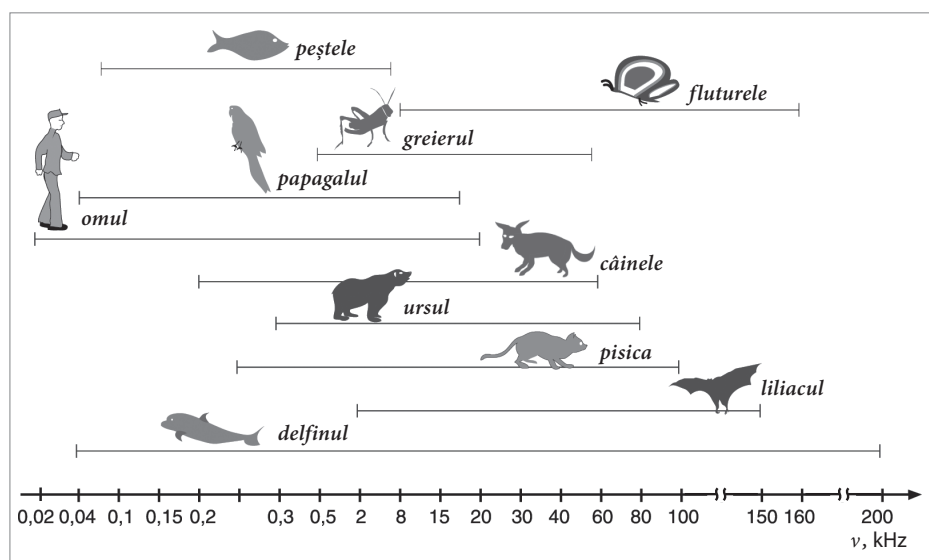
Concluzie: Viteza sunetului depinde de proprietățile mediului prin care se propagă.

Urechea omului poate recepționa unde sonore cu o frecvență de la 16 Hz până la 20 000 Hz.

Definiție:

Undele cu o frecvență $\nu < 16$ Hz se numesc **infrasunete**, iar undele cu o frecvență $\nu > 20\,000$ Hz se numesc **ultrasunete**.

Animalele recepționează unde sonore de altă frecvență decât omul (vezi imaginea de mai jos).



Una din caracteristicile sunetului, **tăria sunetului** depinde de amplitudinea oscilațiilor din unda sonoră. Iar amplitudinea este determinată de energia pe care o transmite particulelor mediului sursa sonoră, precum și de distanța de la sursă până la aparatul auditiv receptor, proprietățile mediului prin care se propagă sunetul etc.

De obicei, omul recepționează sunete care sunt nici prea slabe, nici prea intense. Tăria minimă a sunetelor recepționate de ureche și cea maximă suportată de om depinde atât de amplitudinea oscilațiilor din unda sonoră, cât și de frecvența acestora.

Conceptele studiate recent >

- **sunet;**
- **unde sonore;**
- **surse sonore;**
- **înălțimea sunetului;**
- **tăria sunetului;**
- **infrasunet;**
- **ultrasunet.**

Una din problemele cu care se confruntă astăzi societatea modernă este cea de poluare sonoră a mediului cauzată de *zgomote* – sunete puternice necoordonate după frecvență și nocive pentru om. Sunetele inofensive pentru organismul uman formează fondul sonic normal. Iar zgomotele, ca sunete adverse, au un impact negativ asupra sănătății omului, afectând sever auzul și sistemul nervos. De aceea protejarea populației de zgomot, îndeosebi de cel stradal, industrial, precum și de altă natură, reprezintă un obiectiv major și mereu actual în condițiile de existență și dezvoltare ale societății moderne. Soluționarea acestei probleme se efectuează prin proiectarea optimă a clădirilor cu pereți izolatori și aplicarea unor tehnologii avansate de protejare fonică, ce diminuează efectele adverse ale zgomotelor și îmbunătățesc calitatea vieții.

Sunetele au o importanță vitală pentru toate ființele vii, și în primul rând pentru om, deoarece o parte considerabilă a informației omul o primește prin intermediul auzului. S-a constatat că, în conformitate cu natura organelor de simț implicate, auzul se află pe locul al doilea după văz în ceea ce privește volumul informației percepute. Implicarea aparatului auditiv ține de comunicarea dintre oameni, orientarea în mediul înconjurător prin intermediul sunetelor, recepționarea muzicii, semnalele din lumea animală, aplicații ale sunetelor percepute și ale ultrasunetului în știință, tehnică și medicină etc.

Aplicațiile undelor sonore sunt foarte diverse în activitatea umană și în natură, făcând posibilă comunicarea între oameni, ascultarea muzicii produse de instrumentele muzicale și interpreți, primirea diferitelor informații din natură exprimate prin sunete ș.a. Ultrasunetul se aplică pe larg în medicină: pentru investigații medicale și diagnosticare, pentru tratamentul fizioterapeutic, bazat pe efectele benefice pe care le au aceste unde asupra organismului uman, precum și pentru investigații oftalmologice. De asemenea, ultrasunetul se aplică în industrie, fiind utilizat în diverse procese tehnologice: prelucrarea pieselor, verificarea defectelor, determinarea dimensiunilor pieselor, în hidrolocație ș.a. Ecolocația cu aplicația ultrasunetului se întâlnește și în lumea animală, de exemplu la lilieci, pentru orientarea și deplasarea în spațiu.

Elaborarea unei comunicări >

Elaborați o comunicare pe una din temele: „Aplicațiile ultrasunetului în viața cotidiană” / „Impactul sunetului asupra organismelor vii” / „Producerea sunetelor muzicale” / „Ecolocația” / „Ultrasunetul” / „Formarea comportamentului de precauție (protecție fonică) la utilizarea diferitelor surse sonore (instrumente muzicale, aparate de radio, telefoane ș.a.”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

Verifică-ți cunoștințele >

1. Care unde se numesc unde sonore?
2. În ce fel de medii se pot propaga undele sonore?
3. În care medii sunetul se propagă cu viteză mai mare? Dar cu viteză mai mică?
4. În ce caz unde sonore nu se pot propaga prin aer?
5. Care este domeniul de frecvențe ale undelor sonore ce provoacă senzații auditive omului?
6. Ce înțelegi prin noțiunile de *ultrasunet* și *infrasunet*?
7. Ce ființe aud ultrasunete și care sunt valorile-limită ale frecvențelor respective?
8. Dă exemple de surse sonore naturale și surse artificiale. Compară zgomotul produs la mișcarea aripilor rândunicilor cu sunetele emise de bondar, albină și țânțar datorită oscilațiilor aripilor acestora. Știind că frecvența oscilațiilor este mică la rândunici și mai mare la țânțari, ce concluzii ai putea formula privind caracteristicile acestor sunete și dependența de rapiditatea oscilațiilor?

9. Determină lungimile de undă-limită recepționate de urechea omului. Viteza sunetului în aer, în condițiile date, se consideră egală cu 340 m/s.
10. La temperatura de 20 °C, viteza sunetului în aer este de 343 m/s. Determină viteza sunetului în fontă, dacă se știe că în acest mediu viteza lui este de 10,5 ori mai mare decât în aer.
11. Determină lungimea de undă sonoră în apă, dacă viteza sa de propagare este 1 500 m/s, iar frecvența oscilațiilor e de 740 Hz.
12. Calculează viteza sunetului în apă, dacă oscilațiile cu perioada de 0,01 s provoacă o undă sonoră cu lungimea de 14,35 m.
13. Capătul unei conducte metalice cu lungimea de 510 m a fost lovit cu un ciocan. Observatorul aflat la celălalt capăt, lipind urechea de conductă, a auzit sunetul cu 1,4 s mai înainte decât sunetul a ajuns prin aer. Cu ce este egală viteza sunetului propagat prin această conductă, dacă prin aer viteza sunetului este 340 m/s?
14. Sunetul de la o salvă de tun a fost auzit peste 20 s după ce s-a văzut flacăra. Determină distanța de la observator până la tun.
15. Frecvența unei sonore în aer a celei mai joase voci de bărbat este de 79,1 Hz, iar a celei mai înalte voci de femeie este de 1 360 Hz. Să se afle lungimile de undă ale acestor voci.
16. De câte ori se va schimba lungimea unei sonore la trecerea ei din apă în aer, dacă viteza propagării sunetului în aer se consideră egală cu 340 m/s, iar în apă cu 1 500 m/s?
17. În timpul furtunii, un om a auzit tunetul peste 10 s după ce a văzut scânteia descărcării electrice. La ce distanță de la el a avut loc descărcarea electrică?
18. O descărcare electrică s-a produs la distanța de 1,7 km de la observator. Peste cât timp el va auzi tunetul?
19. Un diapazon emite o undă sonoră cu frecvența de 440 Hz. Determină lungimea acestor unde:
 - a) în aer;
 - b) în apă.
20. Urechea unui om este mai sensibilă la sunete cu lungimea de undă de la 11,3 cm până la 22,6 cm. Determină frecvențele sunetelor din acest diapazon.
21. Cum variază frecvența, perioada și lungimea unei sonore la trecerea ei din aer în oțel? Viteza sunetului în oțel se consideră egală cu 5 000 m/s.
22. Lungimea unei sonore de aceeași frecvență în aer este de zece ori mai mică decât în cărămidă. Determină viteza sunetului în cărămidă.
23. Un pușcaș a auzit lovitura glonțului de țință peste o secundă după împușcătură. Să se afle distanța parcursă de glonț, dacă se știe că viteza acestuia este egală cu 500 m/s, iar viteza sunetului în aer în condițiile date este de 333 m/s.
24. Variază oare viteza sunetului emis de diapazon la micșorarea temperaturii aerului? Argumentează răspunsul.
25. Examinează instrumentele muzicale cu coarde. Depinde oare frecvența sunetelor produse de acestea de grosimea coardelor și lungimea porțiunii care vibrează? În ce mod?
26. Selectează informații despre clasificarea sunetelor muzicale după frecvențe. Elaborează un referat cu privire la subiectul cercetat.



Notă: În problemele nr. 15, 17, 18, 19, 20, 22 viteza sunetului în aer se consideră egală cu 340 m/s.

Rezumat

În acest capitol v-ați familiarizat cu mișcarea oscilatorie și mișcarea ondulatorie.

Oscilațiile mecanice se deosebesc de alte tipuri de mișcări prin două particularități distinctive: sunt mișcări care *se repetă periodic* și *au loc simetric* în raport cu o anumită poziție de echilibru. Conform acestor criterii, mișcarea oscilatorie are loc succesiv în două sensuri opuse, repetându-se exact sau aproximativ peste intervale egale de timp.

Deosebim două tipuri de oscilații mecanice: **oscilații libere** și **oscilații forțate**. Cele libere au loc sub influența unor forțe interne ce acționează în cadrul sistemului oscilant, iar cele forțate au loc sub acțiunea forțelor exterioare variabile periodice.

Drept exemple de sisteme mecanice oscilante, care pot efectua oscilații libere, pot servi pendulul gravitațional și pendulul elastic. Pendulul gravitațional constă dintr-un fir lung imponderabil și inextensibil și un corp punctiform greu – de exemplu, o bilă. Iar pendulul elastic constă dintr-un corp punctiform greu și un resort elastic, legate între ele. Fiind abătut de la poziția de echilibru, apoi lăsat liber, pendulul efectuează mișcări repetate în jurul poziției sale de echilibru, adică efectuează oscilații mecanice libere.

Mișcarea oscilatorie este caracterizată de anumite mărimi fizice, dintre care au fost studiate următoarele: **perioada** oscilațiilor T , **frecvența** oscilațiilor ν și **amplitudinea** oscilațiilor A .

- Perioada oscilațiilor este intervalul de timp în decursul căruia se efectuează o oscilație completă: $T = \frac{t}{n}$.
- Frecvența oscilațiilor este egală cu numărul de oscilații efectuate într-o unitate de timp: $\nu = \frac{n}{t}$, unitatea de măsură fiind *hertzul* (Hz).
- Mărimea fizică ce caracterizează poziția oscilatorului în raport cu poziția sa de echilibru se numește **elongație**. Elongația maximă se numește amplitudine, notată cu simbolul A . $[A]_{SI} = m$.

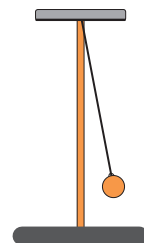
Un pendul care oscilează conține un exces de energie în raport cu energia sa în stare de repaus. În procesul oscilațiilor are loc încontinuu transformarea energiei mecanice dintr-o formă în alta: energie potențială $E_p \rightleftharpoons$ energie cinetică E_c .

Oscilațiile libere efectuate de sistemele oscilante reale, de exemplu, pendulul elastic sau cel gravitațional, sunt oscilații a căror amplitudine se micșorează cu timpul. Aceasta are loc din cauză că oscilatorul nu este perfect izolat de mediul exterior, și anume, din partea mediului asupra oscilatorului acționează forțe de frecare orientate în sens opus mișcării. Prin urmare, energia mecanică a sistemului oscilant încontinuu se micșorează, transformându-se în energie internă a mediului înconjurător, iar oscilațiile, în cele din urmă, încetează.

Oscilațiile menținute de forțe exterioare periodice se numesc oscilații forțate. Aceste forțe efectuează un lucru mecanic asupra sistemului oscilant, compensând pierderile de energie, cauzate de acțiunea forțelor de frecare.

Atunci când forțele de frecare sunt mici, astfel că amplitudinea nu se micșorează esențial într-un anumit interval de timp ($t > T$), oscilațiile pot fi considerate că au loc cu amplitudine constantă în perioada dată, energia oscilatorului rămânând practic constantă. În așa cazuri poate fi aplicată legea conservării energiei mecanice, considerând că: $E_{p\ max} = E_{c\ max}$. De exemplu, pentru un pendul

$$\text{matematic: } mgh_{max} = \frac{mv_{max}^2}{2}.$$



Perturbațiile provocate într-un **mediu elastic** se pot propaga prin acest mediu. De exemplu, oscilațiile capătului unui fir elastic se pot propaga de-a lungul firului, oscilațiile suprafeței apei demarate într-un anumit punct, de asemenea, se răspândesc sub formă de valuri. Acest proces este posibil grație interacțiunii dintre particulele mediului elastic, datorită căreia fiecare particulă la care a ajuns perturbația pune în mișcare și alte particule învecinate. Ca rezultat, perturbația se transmite de la punct la punct prin întreg mediul.

- Procesul de propagare a oscilațiilor într-un mediu elastic se numește **undă mecanică**.

Undele mecanice nu se pot propaga în vid, ci doar în medii elastice.

La propagarea undelor mecanice nu are loc transport de substanță, ci doar transport de energie.

- Distanța la care unda înaintează în decursul unei perioade se numește **lungime de undă** (λ). $[\lambda]_{SI} = m$.

Viteza undei este egală cu produsul dintre lungimea de undă și frecvența oscilațiilor: $v = \lambda \cdot \nu$.

- Undele care provoacă senzații auditive se numesc **unde sonore** sau **sunet**.

Sunetele se deosebesc unul de altul prin **înălțime**, **tărie** și alte caracteristici. Înălțimea depinde de frecvența undei sonore. Astfel, sunetele cu frecvențe mai mari sunt mai înalte, iar cele cu frecvențe mai mici sunt mai joase.

- Urechea omului poate recepționa sunete cu frecvențe cuprinse între 16 Hz și 20 000 Hz. Undele sonore cu o frecvență mai mică de 16 Hz se numesc **infrasunete**, iar cele cu o frecvență mai mare de 20 000 Hz se numesc **ultrasunete**.
- Tăria sunetului depinde de amplitudinea oscilațiilor din unda sonoră, care este determinată atât de energia sursei sonore și proprietățile mediului, cât și de distanța de la sursă până la receptorul de sunet.

Undele sonore au o mare importanță în viața și activitatea omului. Prin sunete omul recepționează informație din natură și mediul social, comunică cu alți oameni, le aplică în diferite domenii de activitate: cercetări științifice, industrie, medicină, muzică ș.a. Totodată, existența omului este asigurată de confort suficient doar în condițiile unei țări a sunetului ce nu depășește anumite limite ale tăriei suportate de om.

Sunetul poate avea și un impact negativ asupra stării fizice și psihice a omului. Astfel, în cazul unei țări prea ridicate, acesta poate cauza tulburări și dereglări ale activității normale a organismului uman, în primul rând, ale sistemului nervos central. Zgomotul produs de mijloacele de transport, diferite unități industriale, îndeosebi în localitățile mari, constituie principala sursă de poluare sonoră, numită și poluare fonică. De aceea, în cazurile activității în condiții cu tărie sonoră exagerată, care nu poate fi diminuată, cum ar fi la întreprinderile industriale, sunt prevăzute și realizate metode de protecție a personalului implicat în aceste sectoare, cu utilizarea în timpul lucrului a mijloacelor de protecție a organului auditiv.

Așadar, mișcarea oscilatorie și cea ondulatorie sunt întâlnite în diferite domenii ale activității umane, în natură și tehnică, sunt aplicate în diverse dispozitive și mașini, iar cunoștințele despre ele vă oferă suport intuitiv pentru achiziționarea ulterioară a noilor cunoștințe și despre alte tipuri de oscilații și unde.



EVALUARE SUMATIVĂ

Acest test este propus pentru verificarea nivelului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

I. În itemii 1–3 prezintă răspunsul succint.

1. Continuă următoarele afirmații, astfel încât ele să fie corecte: **câte 1 p.**
 - a) Abaterea maximă a oscilatorului de la poziția de echilibru se numește
 - b) Intervalul de timp în care se efectuează o oscilație completă se numește
 - c) Oscilațiile care au loc sub acțiunea unor forțe exterioare variabile periodice se numesc
2. Stabilește (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile de măsură pe care le exprimă: **câte 1 p.**

Amplitudinea oscilațiilor	Hz
Perioada oscilațiilor	m
Frecvența oscilațiilor	m/s
	s
3. Determină valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, încercuind A, dacă afirmația este adevărată, sau F, dacă aceasta este falsă: **câte 1 p.**
 - a) Undele mecanice se pot propaga doar în medii elastice. A F
 - b) Viteza sunetului în apă este mai mică decât în aer. A F
 - c) Frecvența și perioada oscilațiilor sunt mărimi inverse. A F

II. În itemii 4–5 prezintă rezolvarea completă a problemelor:

4. Determină frecvențele oscilațiilor libere a două pendule, dacă perioada unuia este 2 s, iar al doilea pendul a efectuat 30 de oscilații în 15 s. **3 p.**
5. Un pendul gravitațional a fost abătut sub un astfel de unghi, încât greutatea cu masa de 50 g s-a ridicat cu 5 cm mai sus față de poziția de echilibru. Considerând că pierderile de energie sunt neglijabil de mici, determină:
 - a) energia potențială a greutății la înălțimea maximă **3 p.**
 - b) energia cinetică maximă **1 p.**
6. Un muncitor a lovit cu ciocanul o șină de cale ferată. Colegul său, aflat la distanța de 255 m, a recepționat sunetul propagat prin aer cu o întârziere de 0,7 s față de sunetul propagat prin șină. Determină viteza sunetului în șină, dacă viteza sunetului în aer e de 340 m/s. **4 p.**

Proiect STEM/STEAM



Realizați un proiect pe tema: „ Protecția fonică în viața cotidiană”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

Extindere

Lucrarea de laborator nr. 2

*Determinarea lungimii băncii cu ajutorul pendulului gravitațional

Scopul lucrării: Aplicarea formulelor caracteristice mișcării oscilatorii pentru determinarea prin calcul a dimensiunilor unor corpuri.

Materiale necesare: stativ cu clește, bilă, fir, cronometru, riglă sau panglică de măsurat cu diviziuni milimetrice.

Considerații teoretice: Perioada oscilațiilor pendulului gravitațional depinde de lungimea acestuia. Dacă e mai mare lungimea pendulului, atunci e mai mare și perioada oscilațiilor. Examinarea riguroasă a relației dintre aceste mărimi, pe baza analizei acțiunii forțelor, arată că perioada $T \sim \sqrt{l}$. Astfel, raportul perioadelor a două pendule cu lungimi diferite, l și l' , conduce la următoarele relații:

$$\frac{T}{T'} = \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{l'}} \quad (1), \quad \text{de unde:} \quad \frac{l}{l'} = \frac{T^2}{T'^2} \quad (2).$$

Cunoscând lungimea unui pendul, de exemplu l' , precum și perioadele oscilațiilor pendulelor, se poate determina prin calcul lungimea celuilalt pendul, l :

$$l = \left(\frac{T}{T'} \right)^2 \cdot l' \quad (3).$$

În calitate de pendul cu indicele ($'$) se poate lua pendulul gravitațional cu lungimea egală cu 1 m, perioada lui fiind egală cu 2 s. Astfel, cunoscând valorile: $l' = 1$ m și $T' = 2$ s, determinând din experiență T , se poate calcula lungimea l , utilizând relația (3).

Mod de lucru:

- Pregătiți firul pentru pendul, întinzându-l de la o margine până la alta a băncii, astfel ca lungimea lui să fie egală cu lungimea băncii.
- Confectionați un pendul gravitațional cu lungimea egală cu lungimea băncii, utilizând accesoriile enumerate.
- Abateți pendulul de la poziția de echilibru sub un unghi nu prea mare față de verticală (de până la 5°), apoi lăsați-l liber.
- Măsurați timpul t în care se efectuează un anumit număr de oscilații, de exemplu $n = 20$ de oscilații.
- Efectuați experiența de trei ori pentru diferite numere de oscilații.
- Calculați perioada oscilațiilor în fiecare caz, utilizând formula: $T = \frac{t}{n}$.
- Calculați lungimea pendulului (egală cu lungimea băncii), utilizând formula (3).
- Includeți rezultatele măsurărilor și calculelor în tabelul de date.

Nr.	n	t, s	T, s	l, m	$\Delta l_{med}, m$
1					
2					
3					
valori medii:					

- Prezentați exemple de calcul al valorilor mărimilor și lucrul cu erorile.

$$\begin{aligned}
 l_1 &= & \Delta l_1 &= |l_{med} - l_1| \\
 l_2 &= & \Delta l_2 &= |l_{med} - l_2| \\
 l_3 &= & \Delta l_3 &= |l_{med} - l_3|
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 l_{med} &= \frac{l_1 + l_2 + l_3}{3} \\
 \Delta l_{med} &= \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3}{3}
 \end{aligned}$$

- Prezentați rezultatul final în forma: $l = l_{med} \pm \Delta l_{med}$
- Determinați lungimea băncii prin experiment direct și comparați-o cu rezultatul obținut prin calcul.
- Formulați concluzii.

Capitolul 2

FENOMENE TERMICE

2.1. Structura substanței. Mișcarea moleculelor.
Echilibrul termic

2.2. Căldura specifică. Capacitatea termică

2.3. Călduri latente

2.4. Producerea căldurii. Combustibili. Puterea calorică

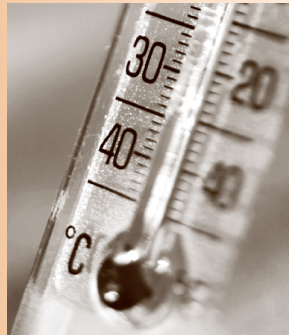
2.5. Transformarea reciprocă a căldurii
și lucrului mecanic. Motorul termic

2.6. Mașinile termice și poluarea mediului

Rezumat

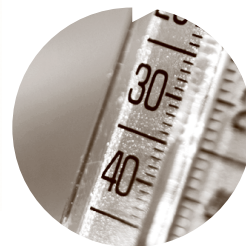
Evaluare sumativă

*Extindere * Lucrare de laborator nr. 3*



Studiind acest capitol, vei putea:

- identifica simbolurile mărimilor fizice măsurate și unitățile de măsură;
- raporta principiul de funcționare a motoarelor termice;
- identifica instrumentele de măsurat;
- interpreta din punct de vedere fizic unele fenomene studiate la alte discipline;
- exprima și compara rezultatele unor măsurători, utilizând unități de măsură potrivite în sistemul internațional și transformări ale lor;
- aplica formulele mărimilor fizice/legile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- identifica și selecta instrumentele de măsurat;
- completa informațiile într-un tabel;
- comunica rezultatele măsurărilor efectuate.



2.1. Structura substanței. Mișcarea moleculelor. Echilibrul termic

Informație

Din clasa a VII-a cunoașteți că un corp fizic se poate afla față de un corp de referință în una din cele două stări mecanice: *starea de mișcare* sau *starea de repaus*. Aceste două stări ale corpului fizic caracterizează comportarea lui externă ca un tot întreg. De asemenea cunoașteți din clasele precedente („Științe” – cl. a V-a, „Fizică” – cl. a VI-a, „Chimie” – cl. a VII-a) că toate corpurile din natură constau din substanțe care, la rândul lor, pot fi divizate până la o particulă foarte mică ce mai păstrează proprietățile fizice ale acesteia, numită în știință *moleculă*. Moleculele, considerate și ele corpuri fizice mici, se află la anumite distanțe una de alta, se mișcă permanent, haotic și interacționează între ele (se atrag sau se resping). Starea de mișcare a moleculelor este confirmată de fenomenul *difuziunii* – pătrunderea reciprocă a moleculelor unei substanțe în intervalele dintre moleculele altei substanțe. Difuziunea are loc mai rapid când temperatura corpului fizic este mai înaltă, fapt ce demonstrează că viteza moleculelor depinde de temperatură.

Astfel, un corp fizic, aflat în mișcare sau în repaus, se află concomitent și în așa-numita *stare termică* caracterizată de temperatură.

Reține!

Starea termică a unui corp fizic exprimă starea lui internă și este determinată de mărimea fizică numită temperatură.

Măsurarea temperaturii corpului se efectuează cu termometrul sau senzorul de temperatură (fig. 1).



Fig. 1

Activitate practică

- Măsurați temperatura apei dintr-un vas (vezi fig. 2).
- Descrieți în caiet tehnica de măsurare a temperaturii, utilizând termenii-cheie cunoscuți: **contact termic** și **echilibru termic**.
- Explicați principiul de funcționare a termometrului pe baza cunoștințelor obținute în clasele precedente.

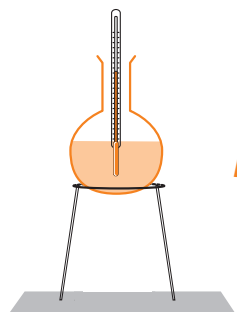


Fig. 2

Definiții:

Mărimea fizică ce caracterizează starea de încălzire a unui corp sau a unui sistem de corpuri fizice aflate în echilibru termic este numită temperatură. Trecerea unui corp fizic dintr-o stare de echilibru termic în alta se numește proces termic.

Scurt istoric

Cuvântul *termometru* provine din grecescul *thermos* (cald) și *metron* (măsură).

Primul aparat pentru estimarea temperaturii a fost inventat în anul 1597 de **Galileo Galilei (1564 – 1642)**, fiind numit *termoscop*. Termoscopul lui G. Galilei nu avea scară, de aceea temperatura nu putea fi măsurată. Primele scări termometrice au apărut la începutul secolului al XVII-lea. În anul 1701 **Isaac Newton (1642 – 1727)** a descris o scară de 12 grade: 0 grade corespundea temperaturii de topire a gheții, iar 12 grade – temperaturii unui corp uman sănătos.

Actualmente există diverse scări termometrice: Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Kelvin (K), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) și Réaumur ($^{\circ}\text{R}$). Cea mai utilizată în cotidian este scara Celsius. În scara de temperaturi a savantului suedez A. Celsius se folosesc două puncte de reper: 0° – temperatura de topire a gheții, iar 100° – temperatura de fierbere a apei la o presiune normală.

Savantul englez W. Thomson (Kelvin) a introdus așa-numita *scară absolută* a temperaturilor. Originea acestei scări (0) se numește „zero absolut” și corespunde stării când mișcarea termică a moleculelor încetează. O unitate de temperatură a scării Kelvin este egală cu un grad de pe scara Celsius.

În Sistemul Internațional (SI) unitatea de măsură a temperaturii absolute este kelvinul, care este o mărime fizică fundamentală. $[T]_{\text{SI}} = \text{K}$

Relația dintre temperatura după scara lui Kelvin și temperatura după scara lui Celsius este următoarea:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15 \quad (1).$$

Experimentează

I. Experimentul nr. 1

- Pregătiți pentru încălzire un vas de sticlă cu apă (200÷300 ml) (fig. 2).
- Notați temperatura inițială a apei din vas.
- Încălziți apa din vas la flacăra unei spirtiere timp de 8÷10 minute.
- Observați ce se întâmplă cu temperatura apei în procesul termic de încălzire. Notați temperatura ei finală.
- Explicați cele observate.

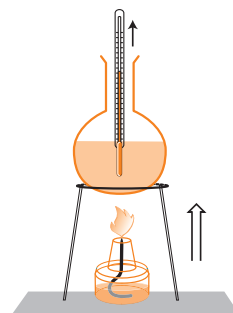


Fig. 2

Concluzie: În procesul de încălzire temperatura corpului se mărește.

II. Experimentul nr. 2

- Considerați temperatura apei încălzite ca temperatură inițială.
- Încetați încălzirea apei din vas (fig. 3).
- Observați ce se întâmplă cu temperatura apei în procesul termic de răcire timp de 10÷15 minute.
- Explicați cele observate.

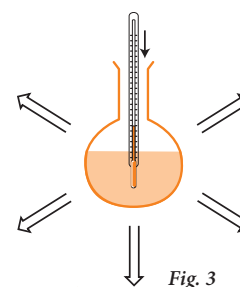


Fig. 3

Concluzie: În procesul de răcire temperatura corpului scade.

Reține!

Starea termică a corpului fizic este caracterizată de temperatura acestuia, care este măsura energiei cinetice medii a moleculelor din care-i constituit.

Din studiul fenomenelor mecanice în clasa a VII-a cunoașteți că corpurile fizice (corpurile macroscopice), aflate în mișcare, posedă *energie cinetică* (numită și *energie de mișcare*) sau/și *energie potențială*, aflându-se la o înălțime oarecare față de suprafața pământului (numită și *energie de poziție* sau *energie de interacțiune corp – pământ*).

Particulele din care constau corpurile fizice, moleculele și atomii se consideră și ele corpuri fizice care posedă atât *energie cinetică* (de mișcare), cât și *energie potențială* (sau *energie de interacțiune*). Energia cinetică și cea potențială a unei molecule este foarte mică, deoarece este mică masa ei. Însă energia tuturor moleculelor ce constituie corpul fizic (macrocorpul) este mult mai mare, deoarece numărul acestora este enorm.

Știi că...

O granulă de nisip cu masa de 1 mg conține circa 10^{19} molecule.

Definiție:

Energia de mișcare și de interacțiune a particulelor din care constă corpul fizic se numește **energia internă a corpului**.

Conceptele studiate recent

- stare internă;
- transfer de căldură;
- temperatură;
- cantitate de căldură;
- proces termic;
- energie internă.

Energia internă a corpului se notează cu litera U . $[U]_{SI} = J$

Despre mărimea energiei interne a unui corp se poate judeca după mărimea temperaturii lui. Energia internă a corpului se mărește odată cu creșterea temperaturii lui, deoarece crește viteza mișcării particulelor, astfel sporind și energia lor cinetică. Și invers, odată cu micșorarea temperaturii unui corp se micșorează și energia lui internă.

Concluzie:

- Energia internă a unui corp, ca și temperatura, este o mărime fizică ce caracterizează starea termică a corpului.
- Variația energiei interne a unui corp depinde numai de energia lui în starea inițială (U_1) și cea finală (U_2).

Definiții:

Procesul variației energiei interne a unui corp cauzat de primirea sau cedarea căldurii se numește **transfer de căldură** sau **transmitere de căldură**. Mărimea fizică ce caracterizează variația energiei interne a corpului în procesul transferului de căldură se numește **cantitate de căldură**.

Cantitatea de căldură se notează cu litera Q . Unitatea de măsură pentru căldură în SI este joule (J). $[Q]_{SI} = J$

Așadar, la transferul căldurii de la un corp la altul, are loc variația energiei interne a corpurilor. Sau, în alți termeni, energia internă a unui corp crește datorită cantității de căldură primite de la alt corp. Astfel, putem scrie:

$$U_2 - U_1 = Q \quad (2).$$

Probleme rezolvate

1. Să se afle temperatura absolută a corpurilor, dacă se cunoaște temperatura acestora după scara Celsius: $t_1 = 32^\circ C$, $t_2 = 0^\circ C$, $t_3 = -30^\circ C$.

Se dă:

$t_1 = 32^\circ C$	
$t_2 = 0^\circ C$	
$t_3 = -30^\circ C$	
$T_1 - ?$	
$T_2 - ?$	
$T_3 - ?$	

Rezolvare:

Aplicăm formula ce stabilește relația dintre temperatura după scara absolută a temperaturilor și temperatura după scara Celsius (formula (1), p. 25):

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$$

$$T_1 = 32^\circ C + 273,15 K = 305,15 K,$$

$$T_2 = 0^\circ C + 273,15 K = 273,15 K,$$

$$T_3 = -30^\circ C + 273,15 K = 243,15 K.$$

Răspuns: $T_1 = 305,15 K$; $T_2 = 273,15 K$; $T_3 = 243,15 K$.

2. Temperatura unui gaz s-a mărit de la $20^\circ C$ până la $100^\circ C$. Să se determine variația temperaturii absolute a gazului.

Se dă:

	SI
$t_1 = 20^\circ C$	$T_1 = 293,15 K$
$t_2 = 100^\circ C$	$T_2 = 373,15 K$
$\Delta T - ?$	

Rezolvare:

Variația temperaturii absolute este egală cu diferența dintre valorile finală și inițială ale acesteia: $\Delta T = T_2 - T_1$

$$T_1(K) = t_1(^{\circ}C) + 273,15$$

$$T_2(K) = t_2(^{\circ}C) + 273,15$$

$$\Delta T(K) = t_2(^{\circ}C) + 273,15 - t_1(^{\circ}C) - 273,15$$

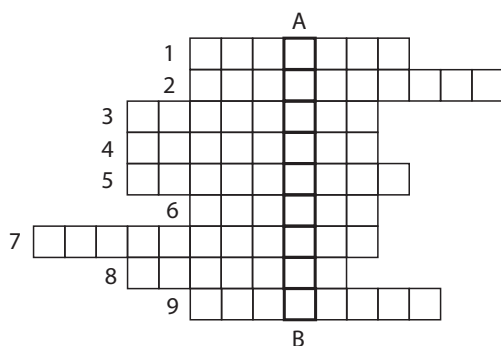
sau:

$$\Delta T(K) = t_2(^{\circ}C) - t_1(^{\circ}C)$$

$$\Delta T = (100 - 20)K = 80 K$$

Răspuns: $\Delta T = 80 K$.

1. Explică termenul *starea internă* a unui corp. De care mărime fizică este caracterizată starea internă?
2. Ce numim *temperatură*? Dar *proces termic*?
3. Descrie procesul de măsurare a temperaturii, utilizând termenii: *contact termic* și *echilibru termic*.
4. Definește noțiunea: *energie internă*.
5. Găsește legătura dintre noțiunile: *energie internă*, *transfer de căldură* și *cantitate de căldură*.
6. Alcătuiește câte o propoziție cu termenii: temperatură, proces termic, energie internă, transfer de căldură și cantitate de căldură.
7. Explică relația matematică dintre *variația energiei interne* a unui corp și *cantitatea de căldură primită sau cedată de corp*.
8. Care este unitatea de măsură a energiei interne și a cantității de căldură în SI?
9. Dă 3-4 exemple de creștere a energiei interne a corpurilor prin transfer de căldură.
10. Transformă în SI:
a) 73 °C; b) 320 °C; c) -25 °C.
11. Rezolvă rebusul de mai jos. Răspunde corect la cele nouă întrebări și completează în caiet cu termenii respectivi căsuțele de pe orizontală. Pe coloana AB vei obține denumirea unui fenomen fizic. Descrie acest fenomen.



1. De la corpurile calde spre corpurile reci întotdeauna se transmite ...
2. Măsurarea corectă a temperaturii unui corp fizic depinde de respectarea celor două condiții: de *contactul* și ... termic.
3. Procesul variației energiei interne a unui corp fizic se numește ... de căldură.
4. Cea mai mică particulă a substanței ce mai păstrează proprietățile fizice ale acesteia este numită ...
5. În procesul termic de ... temperatura corpului fizic crește.
6. În procesul termic de ... temperatura corpului fizic scade.
7. Starea internă a corpului fizic este determinată de mărimea fizică ...
8. Starea termică a unui corp fizic caracterizează starea lui ...
9. Apa se poate afla în trei stări de ...

12. Avem două termometre identice. Unul este instalat în cameră și indică +18,5 °C, iar al doilea este instalat afară și indică -18,5 °C. Vom inversa locul acestor termometre. Cum vor varia indicațiile termometrelor în aceste situații?
13. Fie că s-au pus în contact termic 4 corpuri cu temperaturile $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$. Ce poți spune despre valoarea temperaturii de echilibru t stabilite în acest sistem comparativ cu temperaturile inițiale ale corpurilor: t_1 și t_4 ?
14. Ce fel de mărime fizică este temperatura: vectorială sau scalară?
15. Privește atent imaginea alăturată.
 - Explică procesul termic de încălzire a termometrului în timpul măsurării temperaturii la bebeluș.
 - Cum se schimbă starea termică a corpului uman în urma îmbolnăvirii (când acesta are febră)? Formulează concluzii.
16. Explică principiul de funcționare a termometrului cu lichid.
17. Presupunem că un corp se încălzește, iar altul se răcește. Găsește legătura reciprocă dintre noțiunile: *variația temperaturii*, *variația energiei interne* și *cantitatea de căldură*. Explică această legătură pentru ambele procese pe baza unor exemple din viața cotidiană.



18. Este cunoscut faptul că, atunci când e frig, multe animale dorm ghemuite. De ce?

19. Un vas cu apă rece este introdus într-un vas cu apă fierbinte. Cantitățile de apă din vase sunt egale. Cum și până când se va schimba energia internă a apei din ambele vase? Argumentează răspunsul.

20. Fie că un balon de sticlă astupat cu un dop se introduce într-un vas cu apă fierbinte (fig. 4). Cum se vor schimba energia cinetică și cea potențială de interacțiune a moleculelor aerului din vas? Dar energia lui internă? Argumentează răspunsul.

21. În fig. 5 este reprezentat graficul variației temperaturii a 50 g de apă în funcție de timp. Descrie în caiet procesele termice care au loc pe fiecare segment al graficului.

22. Pentru a măsura temperatura apei, în ea a fost introdus un termometru. În ce caz termometrul primește de la apă și în ce caz cedează apei o anumită cantitate de căldură?

23. În ce caz energia internă a unui corp este mai mare la -10°C sau la 5°C ? Argumentează răspunsul.

24. Nivelul apei din cele două vase comunicante este același, dar temperaturile sunt diferite (fig. 6). Cum se va schimba cu timpul nivelul apei din aceste vase, față de nivelul inițial, în două cazuri, când:

- robinetul R este închis;
- robinetul R este deschis?

25. Realizează un studiu experimental privind procesele termice de încălzire și răcire ale apei, având la dispoziție următoarele instrumente și materiale necesare: un vas de sticlă cu apă ($m = 100 \div 150$ g), o spirtieră, un termometru de laborator, un suport pentru vas.

- Notează temperatura inițială a apei din vas.
- Încălzește vasul cu apă la flacăra spirtierei timp de 10 min.
- Stinge flacăra spirtierei și lasă apa din vas să se răcească timp de 10 min.
- Notează temperatura apei în procesul încălzirii și al răcirii la fiecare 1 min.
- Introduce datele obținute într-un tabel elaborat anterior.
- Construiește graficele dependenței temperaturii apei de timp la încălzire și la răcire, pe același desen.
- Descrie graficele obținute, comparându-le.
- Formulează concluziile respective.

26. Realizează experimentele reprezentate în fig. 7 și fig. 8 a, b.

- Descrie în caiet procesul de modificare a energiilor interne ale apei din fiecare vas (fig. 7 și 8), utilizând conceptele fizice studiate: stare termică, contact termic, echilibru termic, temperatură, căldură, transfer de căldură.
- Compară specificul modificării energiei interne în aceste trei cazuri.
- Formulează concluziile respective.

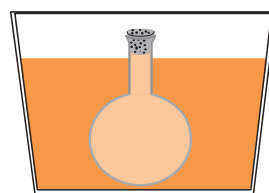


Fig. 4

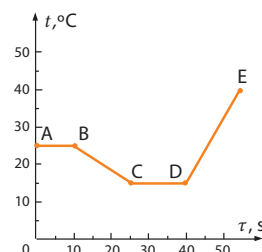


Fig. 5

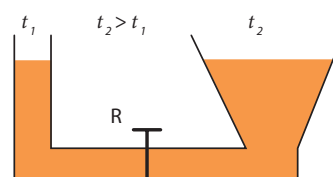


Fig. 6

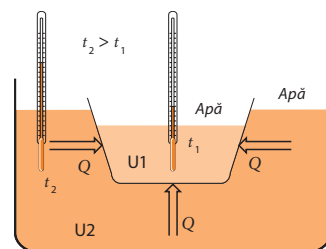


Fig. 7

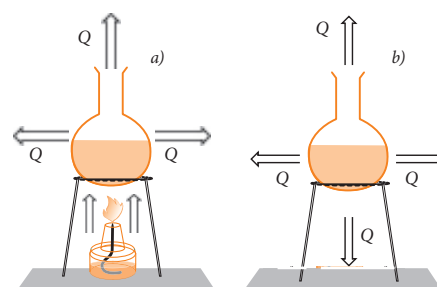


Fig. 8

2.2. Căldura specifică. Capacitatea termică

Informație

Din lecția precedentă cunoașteți despre energia internă a unui corp fizic care, asemănător temperaturii lui, este o *mărime fizică* ce caracterizează starea termică a corpului. Deci despre valoarea energiei interne se poate judeca pe baza temperaturii corpului. Variația energiei interne se datorează transferului de căldură: energia internă a corpului crește atunci când el primește o anumită cantitate de căldură Q de la alt corp sau scade când el cedează o cantitate oarecare de căldură Q acestuia.

În continuare vom determina pe bază experimentală de care mărimi fizice depinde cantitatea de căldură Q primită sau cedată de un corp fizic.

Experimentează

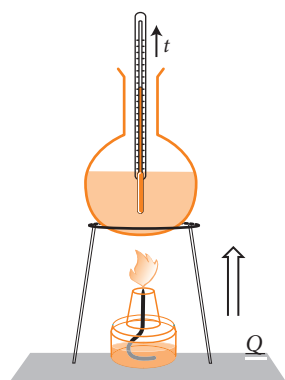


Fig. 1

I. Experimentul nr. 1

- Încălziți un vas cu apă la flacăra unei spirtiere, timp de câteva minute, astfel încât temperatura ei să crească cu $4 \div 5$ °C (fig. 1).

Concluzie: Apei din vas i s-a transmis o cantitate de căldură mică, de aceea variația temperaturii sale este mică.

- Continuați încălzirea vasului cu apă astfel ca temperatura ei să crească până la $40 \div 50$ °C.
- Comparați cantitățile de căldură transmise apei în cele două cazuri.

Reține!

Variația temperaturii unui corp cu Δt depinde de cantitatea de căldură Q primită sau cedată de el. Între aceste mărimi fizice există o proporționalitate directă, adică: $\Delta t \sim Q$.

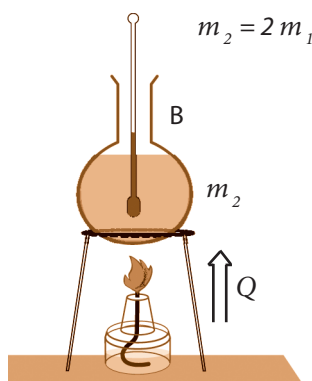
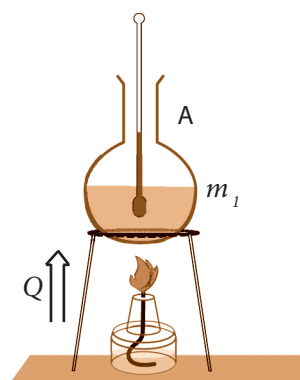
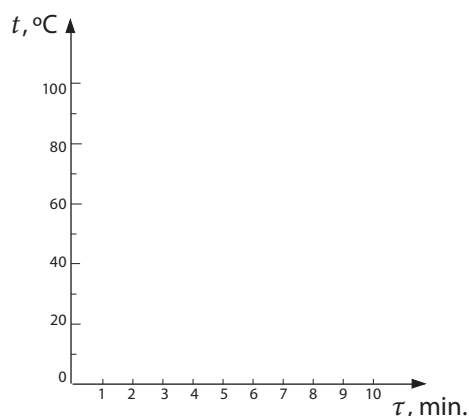


Fig. 2, A și B

II. Experimentul nr. 2

- Turnați în două vase identice A și B apă cu volumul, respectiv, de 100 cm^3 și 200 cm^3 .
- Măsurați temperatura inițială a apei din ambele vase.
- Încălziți vasele cu apă la două spirtiere identice timp de 5 min. (fig. 2).
- Construiți un tabel și notați temperaturile apei din cele două vase la fiecare minut.
- Reprezentați grafic creșterea cu timpul a temperaturii apei din fiecare vas.
- Formulați concluziile.

Timpul τ (min.)	Temperatura t (°C)	
	Vasul A ($m_1 = 100 \text{ g}$)	Vasul B ($m_2 = 200 \text{ g}$)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		



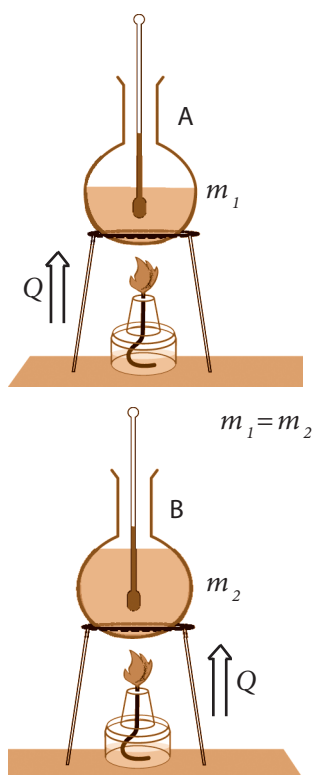


Fig. 3, A și B

Reține!

Variația temperaturii Δt a unui corp depinde de masa corpului. Între aceste mărimi fizice există o proporționalitate inversă, adică $\Delta t \sim 1/m$.

III. Experimentul nr. 3

- În două vase identice A și B turnați în cantități egale ($m_1 = m_2$) apă și ulei vegetal.
- Încălziți vasele cu două spirtiere identice timp de 5 min., notând temperatura inițială a uleiului și a apei (fig. 3).
- Construiți un tabel (asemănător celui precedent) și notați temperaturile uleiului și ale apei la fiecare minut.
- Reprezentați grafic creșterea temperaturii apei și a uleiului din vase în condiții egale.
- Formulați concluzia corespunzătoare.

Reține!

Variația temperaturii Δt a unui corp depinde de natura substanței.

Definiție:

Mărimea fizică egală cu cantitatea de căldură primită sau cedată pentru variația temperaturii unei unități de masă a corpului cu un grad se numește **căldură specifică**.

Căldura specifică se notează cu simbolul c . Ea caracterizează proprietățile termice ale substanței din care este alcătuit corpul și reprezintă o **constantă** a substanței în starea dată.

Concluzii: Variația temperaturii corpului depinde de următoarele mărimi fizice:

- cantitatea de căldură schimbată de corp, Q ;
- masa corpului, m ;
- căldura specifică a substanței, c .

Ținând cont de faptul că variația temperaturii absolute ΔT coincide numeric cu variația Δt după scara Celsius, utilizată în cotidian, unitățile de măsură ale mărimilor se vor exprima prin $[\Delta t] = ^\circ\text{C}$.

Analizând relațiile dintre aceste mărimi, se poate scrie expresia matematică a cantității de căldură Q primită sau cedată de corp pentru modificarea temperaturii acestuia în intervalul Δt :

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad (1).$$

Relația (1) reprezintă formula de calcul al cantității de căldură schimbată de corp în procesul de încălzire sau răcire. Din această relație putem exprima căldura specifică c :

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \quad (2).$$

În conformitate cu expresia (2), unitatea de măsură a căldurii specifice este $[c] = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Valorile căldurii specifice pentru câteva substanțe sunt prezentate în tabelul de mai jos:

Substanța	Aluminiu	Oțel	Fier	Cupru; Zinc	Argint; Cositor	Plumb; Mercur	Aur
Căldura specifică c (J/(kg · °C))	920	500	460	380	250	140	130
Substanța	Apă	Alcool	Glicerină	Acetonă	Petrol; gheață	Benzină	Ulei de floarea-soarelui
Căldura specifică c (J/(kg · °C))	4185	2482	2430	2180	2090	1880	1700

Din analiza experimentului nr. 2 constatăm că pentru a încălzi două corpuri din aceeași substanță, dar cu mase diferite, până la aceeași temperatură este nevoie de diferite cantități de căldură.

În acest caz se spune că fiecare corp are o anumită *capacitate termică*, ce depinde de masa corpului și de căldura specifică a substanței din care este alcătuit corpul.

Definiție: Mărimea fizică egală cu căldura necesară pentru a modifica temperatura unui corp cu 1 °C se numește **capacitate termică**.

Conceptele studiate recent

- căldura specifică;
- capacitatea termică;
- * ecuația calorimetrică;
- calorimetrie.

Capacitatea termică se mai numește **capacitate calorică** și se notează cu simbolul C . Ea se determină din relația:

$$C = \frac{Q}{\Delta t} \quad (3).$$

Folosind expresia (1) pentru cantitatea de căldură Q , stabilim legătura dintre capacitatea termică C și căldura specifică c :

$$C = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{\Delta t} = c \cdot m; \quad C = c \cdot m \quad (4).$$

Unitatea de măsură pentru capacitatea termică este:

$$[C] = \frac{J}{^{\circ}C}.$$

În practică este necesar de a determina cantitatea de căldură transferată (primită sau cedată) într-un proces termic sau a determina căldura specifică a unor substanțe din care sunt alcătuite corpurile.

Reține! Capitolul fizicii care studiază metodele și instrumentele folosite la determinarea cantității de căldură Q și a căldurii specifice c se numește **calorimetrie**.

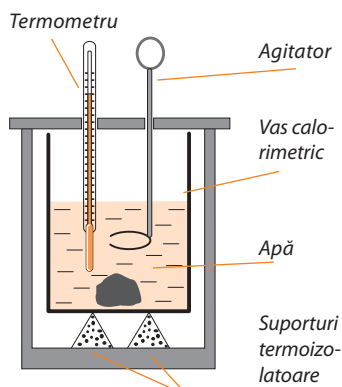


Fig. 4

Aparatul utilizat pentru determinarea experimentală a cantităților de căldură absorbite sau cedate de corpuri ori a căldurilor specifice este **calorimetrul**.

În condiții de laborator o izolare termică bună se obține cu ajutorul **calorimetrului** (fig. 4).

Calorimetrul este construit astfel încât să permită transferul de căldură între corpurile introduse în el, dar să nu permită transferul de căldură în mediul exterior, corpurile fiind deci izolate de mediu.

Corpurile introduse în calorimetru se consideră izolate de corpurile din exterior.

Problemă rezolvată

Unui corp din aluminiu cu masa de 500 g și temperatura de 20°C i s-a transmis o cantitate de căldură egală cu 46 kJ. Să se afle până la ce temperatură s-a încălzit corpul?

Se dă:	SI
$m = 500 \text{ g}$	$= 0,5 \text{ kg}$
$c(\text{Al}) = 920 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$	
$t_1 = 20 ^{\circ}\text{C}$	
$Q = 46 \text{ kJ}$	$= 46 \cdot 10^3 \text{ J}$
$t_2 = ?$	

Rezolvare:

Aplicăm expresia matematică a cantității de căldură primită de corp:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t,$$

unde: $\Delta t = t_2 - t_1,$

$$Q = c \cdot m (t_2 - t_1) \Rightarrow t_2 = \frac{Q}{c \cdot m} + t_1$$

Efectuăm calculele: $t_2 = \frac{46 \cdot 10^3 \text{ J}}{920 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)} \cdot 0,5 \text{ kg}} + 20 ^{\circ}\text{C} = 120 ^{\circ}\text{C}.$

Răspuns: $t_2 = 120 ^{\circ}\text{C}$

1. Numește mărimile fizice de care depinde variația temperaturii unui corp.
2. Găsește legătura dintre variația temperaturii unui corp fizic și variația energiei lui interne.
3. Două bucăți de metal – una de aluminiu și alta de cupru – au același volum și fiecare primește aceeași cantitate de căldură. Care din ele își modifică mai mult temperatura? Argumentează.
4. Ce cantitate de căldură Q se degajă la răcirea cu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cantității de apă cu masa de 120 kg ?
5. Ce cantitate de căldură este necesară pentru a mări temperatura unei mase de 80 g de glicerină de la $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ la $43\text{ }^{\circ}\text{C}$?
6. Două corpuri cu masele egale – unul de cupru și altul de fier – au primit cantități egale de căldură Q . Care din ele se va încălzi până la o temperatură mai înaltă? Argumentează.
7. Ce cantitate de căldură este necesară pentru încălzirea unei bucăți de gheață cu masa de 3 kg de la temperatura de $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ până la temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
8. Având la dispoziție trei vase identice A , B și C , dar confecționate din diferite materiale: metal (A), sticlă (B) și plastic (C), și trei termometre de laborator identice (fig. 5), toarnă în ele cantități egale de apă fierbinte la temperatura de $50 \div 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - a) Verifică experimental procesul de stabilire a echilibrului termic în fiecare vas, notând temperatura în intervale egale de timp (de exemplu: la 3 min.).
 - b) Elaborează un tabel și completează-l cu datele măsurate.
 - c) Construiește pe același desen graficele dependenței temperaturii apei de timp în fiecare vas.
 - d) Compară diagramele acestor procese de răcire și formulează concluziile referitoare la stabilirea echilibrului termic și modificarea energiei interne a apei din fiecare vas.
 - e) Descrie în caiet procesele de stabilire a echilibrului termic studiate experimental.

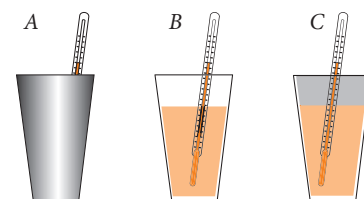


Fig. 5

Extindere

În procesul termic care are loc într-un calorimetru, caracterizat printr-un transfer de căldură de la corpul cald la corpul rece, cantitatea de căldură cedată (Q_{cedat}) de corpul cald este egală numeric cu cantitatea de căldură primită de corpul rece (apă), vasul calorimetric, agitator și termometru (Q_{primit}), adică:

$$Q_{primit} = |Q_{cedat}| \text{ sau } Q_{primit} = -Q_{cedat} \text{ sau } Q_{primit} + Q_{cedat} = 0 \quad (5).$$

Această relație se numește **ecuație calorimetrică**.

- *9. Într-un vas de fier cu masa de 5 kg s-a turnat o cantitate de apă cu masa de 10 kg . Ce cantitate de căldură trebuie transmisă vasului cu apă pentru a schimba temperatura de la $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ la $80\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- *10. Într-un vas de aluminiu cu masa de 250 g se toarnă $3,5\text{ l}$ de apă. Ce cantitate de căldură trebuie transmisă de la flacăra aragazului pentru ca vasul cu apă să-și mărească temperatura de la $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ la $60\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- *11. Având la dispoziție următoarele materiale și instrumente necesare: 500 cm^3 de apă fierbinte la temperatura de $70 \div 80\text{ }^{\circ}\text{C}$; 500 cm^3 de apă rece la temperatura de $18 \div 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, două vase gradate identice, două termometre de laborator identice, un vas de sticlă cu volumul de 500 cm^3 , realizează un experiment referitor la compararea cantităților de căldură cedate și primite la amestecul apei de diferite temperaturi.
 - a) Efectuează experimentul pentru 3 cazuri, amestecând: 1) 100 cm^3 de apă rece cu 100 cm^3 de apă fierbinte; 2) 100 cm^3 de apă rece cu 200 cm^3 de apă fierbinte; 3) 200 cm^3 de apă rece cu 100 cm^3 de apă fierbinte.
 - b) Elaborează planul de realizare a experimentului.
 - c) Calculează pentru fiecare caz cantitatea de căldură cedată (Q_{cedat}) de apa fierbinte și cantitatea de căldură primită (Q_{primit}) de apa rece, folosind formula (1).
 - d) Compară pentru fiecare caz Q_{cedat} cu Q_{primit} .
 - e) Formulează concluziile respective.

2.3. Călduri latente

Informație

Toate procesele termice de încălzire sau de răcire studiate la lecțiile precedente au fost explicate pe baza conceptului de „*structură discretă a substanței*”, utilizând următoarele concepte: *stare termică*, *contact termic*, *echilibru termic*, *căldură*, *cantitate de căldură*, *temperatură*, *energie internă*, *căldură specifică*, *capacitate calorică* și *transfer de căldură*.

Pe lângă procesele termice de încălzire și de răcire, în viața cotidiană întâlnim diferite transformări ale stărilor de agregare ale substanțelor. Trecerea unei substanțe dintr-o stare de agregare în alta de asemenea este un *proces termic* care are loc și se explică pe baza „structurii discrete a substanței”.

Ca un exemplu natural de trecere a substanței dintr-o stare de agregare în alta poate servi schimbarea stării de agregare a apei de pe planeta noastră odată cu schimbarea anotimpurilor.

În continuare vom cerceta experimental transformările de agregare ale substanțelor.



Experimentează

I. Experimentul nr. 1

- Încălziți un vas cu gheață într-o baie de apă (fig. 1), notând temperatura ei inițială ($t < 0^\circ\text{C}$).
- Observați schimbarea temperaturii:
 - în procesul de încălzire a gheții;
 - la apariția primelor picături de apă;
 - în procesul trecerii apei din stare solidă în stare lichidă.
- Formulați concluzii.
- Continuați încălzirea vasului cu apă până la $85 \div 90^\circ\text{C}$.
- Formulați concluzia corespunzătoare.

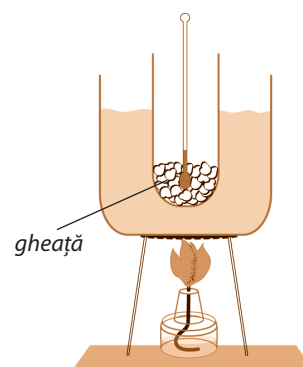


Fig. 1

Deoarece în fiecare unitate de timp substanței i se transmite aceeași cantitate de căldură, variația temperaturii pe parcursul acestui experiment poate fi reprezentată grafic în funcție de timp (fig. 2). Cantitățile de căldură transmise corpului dat de la sursa caldă se consumă pentru:

- Q_1 – a încălzi gheața până la temperatura de topire;
- Q_2 – a topi gheața;
- Q_3 – a încălzi apa obținută la topirea gheții.

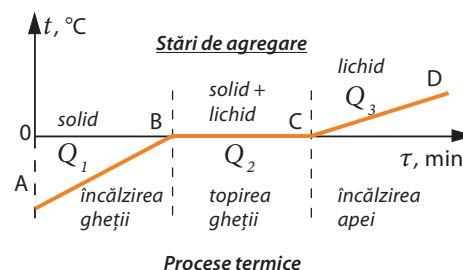


Fig. 2

Definiții:

Procesul de trecere a substanței din stare solidă în stare lichidă se numește **topire**.

Procesul de trecere a substanței din stare lichidă în stare solidă se numește **solidificare**.

Concluzie: Cantitatea de căldură transmisă de flacăra spirtierei în acest experiment este **cauza a două procese termice** diferite:

- creșterea temperaturii gheții sau a apei;
- transformarea stării de agregare fără variația temperaturii.

În tabelul de mai jos sunt prezentate temperaturile de topire ale câtorva substanțe, la presiune normală.

Substanța	Mercur	Gheață	Plumb	Zinc	Aluminiu	Alamă	Argint	Aur	Cupru	Fier
Temperatura de topire, °C	-39	0	327	430	660	900	960	1063	1083	1535



Topirea și solidificarea sunt două fenomene termice inverse. Fiecare substanță cristalină se topește (se solidifică) la o temperatură **constantă**, numită **temperatură de topire (de solidificare)**.

Ce se întâmplă în procesul de **topire** a gheții sau de **solidificare** a apei?

Pe parcursul experimentului ați observat că în procesul de topire a gheții (segmentul BC, fig. 2) flacăra spirtierei a încălzit neîntrerupt baia cu apă, deci și gheața din vas. Gheața a primit permanent căldură. Această căldură s-a consumat în exclusivitate la mărirea energiei interne a gheții. Mărirea energiei potențiale a particulelor este legată de distrugerea rețelei cristaline. Astfel apa trece din stare solidă în stare lichidă. Este clar că, pentru a topi o masă mai mare de gheață, este necesară o cantitate mai mare de căldură.



Mărima fizică egală cu **cantitatea de căldură** necesară unității de masă a corpului solid pentru a se topi la temperatura de topire se numește **căldura latentă specifică de topire**.

Căldura latentă specifică de topire se notează cu litera λ_t (lambda).

Din definiție rezultă: $\lambda_t = Q / m$.

Unitatea de măsură a căldurii latente de topire în SI se află din definiția:

$$[\lambda_t]_{SI} = \frac{[Q]_{SI}}{[m]_{SI}} = \frac{J}{kg}.$$

În tabelul de mai jos sunt inserate căldurile latente de topire pentru câteva substanțe.

Substanța	Aluminiu	Gheață	Fier	Cupru	Zinc	Argint	Aur	Plumb	Mercur
Căldura latentă de topire, (10^5 J/kg)	3,9	3,3	2,7	2,1	1,2	0,87	0,67	0,25	0,12

Cantitatea de căldură **absorbită** pentru **topirea** masei m de substanță la temperatura de topire este dată de relația:

$$Q = \lambda_t \cdot m \quad (1).$$

Aceeași cantitate de căldură se **cedează** și la **solidificarea** masei m de substanță.



La topire **corpul absoarbe** căldură, iar la solidificare el **cedează** căldură mediului exterior.

Astfel, la solidificare căldura cedată de corp este negativă, fiind egală numeric cu căldura primită de corp pentru topire.

II. Experimentul nr. 2

- Pe o placă de sticlă picurați cu pipeta câteva picături de alcool (fig. 3).
- Observați și descrieți ce se întâmplă cu picăturile de alcool timp de 3 ÷ 5 min.

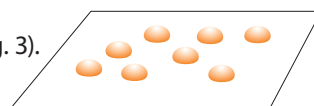


Fig. 3

Definiții:

Ansamblul particulelor de substanță care părăsesc lichidul se numește **vapori**. Trecerea substanței din stare lichidă în stare gazoasă (de vapori) se numește **vaporizare**. Vaporizarea care are loc numai la suprafața liberă a lichidului se numește **evaporare**. Vaporizarea care are loc în tot volumul de lichid se numește **fierbere**.

Conceptele studiate recent

- topire;
- fierbere;
- solidificare;
- evaporare;
- vaporizare;
- condensare;
- căldura latentă specifică de topire;
- căldura latentă specifică de vaporizare.

Căldura latentă specifică de vaporizare a unui lichid se definește analog căldurii latente specifice de topire.

Definiție:

Mărimea fizică egală cu cantitatea de căldură necesară unității de masă a unui lichid pentru a se vaporiza la temperatură constantă se numește **căldura latentă specifică de vaporizare**.

Căldura latentă specifică de vaporizare se notează cu litera λ_v și se determină din formula:

$$\lambda_v = \frac{Q}{m}.$$

În SI unitatea de măsură a acestei mărimi este 1 J/kg.

Substanța	Apă	Alcool	Eter	Mercur
Căldura latentă de vaporizare, (10 ⁵ J/kg)	23	9,0	4,0	3,0

III. Experimentul nr. 3

- Turnați într-un balon de sticlă apă și încălziți-o la flacăra unei spirtiere (fig. 4).
- Cu ajutorul termometrului urmăriți procesul de încălzire a apei până la 100 °C (la presiune normală).
- Descrieți acest proces.
- Formulați concluzii.

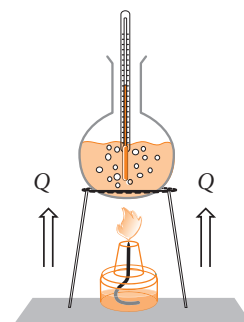


Fig. 4

Variația temperaturii apei din balonul de sticlă pe parcursul acestui experiment poate fi reprezentată grafic (fig. 5).

- Așezați deasupra balonului cu apă care fierbe o placă de sticlă.
- Ce observați?
- Formulați concluzia.

Definiție:

Trecerea unei substanțe din stare gazoasă în stare lichidă se numește **condensare**.

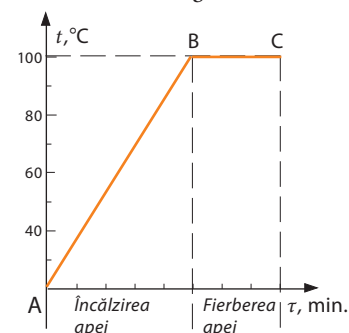


Fig. 5

La condensare substanța cedează căldură, astfel aceasta este negativă și egală numeric cu căldura primită de substanța dată pentru vaporizare.

Reține!

Vaporizarea și condensarea sunt fenomene termice inverse.

Temperaturile de fierbere pentru diferite lichide sunt diferite și depind și de presiunea exterioară. În tabelul ce urmează sunt prezentate temperaturile de fierbere pentru unele lichide la presiune normală.

Substanța	Eter	Alcool	Apă Lapte	Mercur	Aur	Plumb	Cupru	Fier
Temperatura de fierbere, °C	35	78	100	357	1530	1740	2567	2750

Află mai mult!

Cum are loc fierberea?

La fundul vasului cu lichid și pe pereții săi interiori încep să apară bule mici cu gaz care cresc odată cu creșterea temperaturii din cauză că aerul și vaporii de apă din ele se dilată.

Crescând în volum, în acord cu legea lui Arhimede, bulele se ridică la suprafața apei și, în contact cu aerul din cameră, se sparg. Din ele apar vaporii de apă, care se răspândesc în aer.

**Problemă
rezolvată**

O cantitate de apă cu masa de 50 g, aflată inițial la temperatura de 20°C, a fost încălzită până la temperatura de fierbere și transformată în vaporii. Să se determine cantitatea de căldură primită de apă.

Se dă:	SI
$m = 50 \text{ g}$	$= 0,050 \text{ kg}$
$t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
$c = 4185 \text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$	
$\lambda_v = 23 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$	
$t_f = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
$Q = ?$	

Rezolvare:

Cantitatea totală de căldură primită de apă Q se consumă pentru încălzirea acesteia până la temperatura de fierbere t_f și pentru vaporizarea ulterioară a apei:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

unde: $Q_1 = c \cdot m (t_f - t),$

$$Q_2 = \lambda_v \cdot m$$

Astfel: $Q = c \cdot m (t_f - t) + \lambda_v \cdot m$

sau: $Q = [c (t_f - t) + \lambda_v] \cdot m$

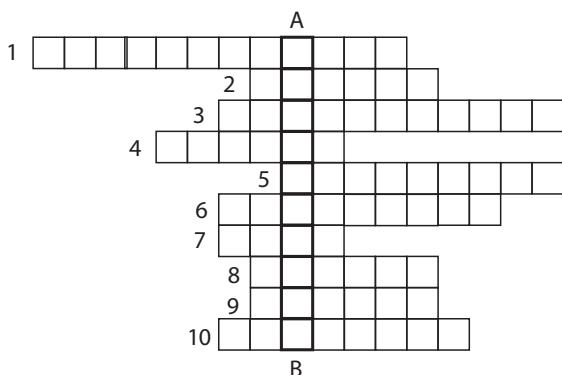
Calcule: $Q = [4185 \text{ J/(kg }^{\circ}\text{C)} \cdot (100 \text{ }^{\circ}\text{C} - 20 \text{ }^{\circ}\text{C)} + 23 \cdot 10^5 \text{ J/kg}] \cdot 0,050 \text{ kg} = 131\,740 \text{ J}.$

Răspuns: $Q = 131\,740 \text{ J}.$

**Verifică-ți
cunoștințele**

1. Definește procesele termice: *topire* și *solidificare*.
2. La ce se consumă cantitatea de căldură primită de un corp solid la topire?
3. Ce numim *căldură latentă de topire*?
4. Scrie expresia matematică a căldurii latente de topire și determină unitatea ei de măsură în SI.
5. Definește procesele termice: *vaporizare*, *evaporare*, *fierbere* și *condensare*.
6. Ce numim *căldură latentă specifică de vaporizare*?
7. Scrie expresia matematică a căldurii latente specifice de vaporizare și determină unitatea de măsură în SI.
8. Prin ce se deosebesc procesele termice *evaporarea* și *fierberea*?
9. Ce se întâmplă cu energia internă a gheții la topire? Dar cu energia internă a apei la solidificare?
10. Din ce cauză plumbul poate fi topit la flacăra aragazului, pe când fierul nu?
11. Din ce cauză aluatul sau lutul moale încălzite la flacăra aragazului se solidifică, dar nu se topesc?
12. Ce cantități de căldură vor fi necesare pentru transformarea în lichid a 1 kg de aluminiu și 1 kg de cupru la temperatura de topire?

13. Rezolvă integrama de mai jos. Răspunde corect la cele zece întrebări și completează în caiet cu termenii respectivi căsuțele de pe orizontală. Pe coloana AB vei obține denumirea unui proces termic. Explică acest proces.



1. Procesul de trecere a substanței din stare lichidă în stare solidă se numește ...
2. Procesul de trecere a substanței din stare solidă în stare lichidă se numește ...
3. Aparatul cu care se măsoară valoarea numerică a forței se numește ...
4. Stare de agregare a substanței.
5. Vaporizarea de la suprafața lichidului se numește ...
6. Mărimea fizică egală numeric cu raportul dintre masa unui corp și volumul acestuia se numește ...
7. Mărimea fizică ce caracterizează inerția corpului este ...
8. Ansamblul particulelor de substanță care părăsesc lichidul se numește ...
9. Aparat pentru măsurarea temperaturii ...
10. Vaporizarea care are loc în întreaga masă a lichidului se numește ...

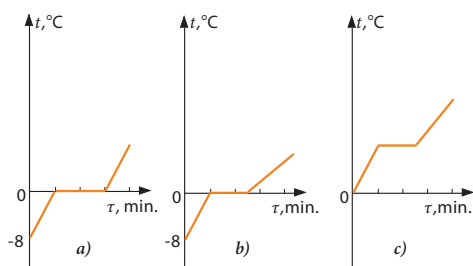


Fig. 6

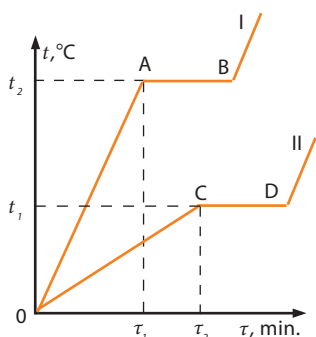


Fig. 7

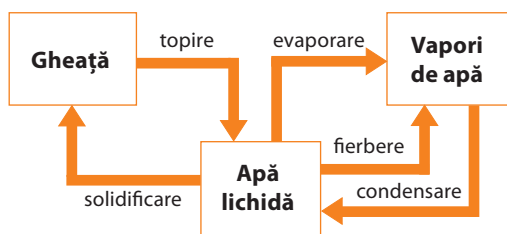


Fig. 8

14. Un vas cu gheață la temperatura de -8°C se încălzește într-o baie de apă. Care dintre graficele reprezentate în fig. 6 este construit pentru procesul de încălzire a gheții și a apei provenite din ea?
15. Ce cantitate de căldură este necesară pentru a transforma în vapori 15 g de apă; 12 g de alcool; 10 g de eter, dacă fiecare lichid este la temperatura de fierbere?
16. Ce cantitate de căldură este necesară pentru a transforma în vapori 20 g de apă, luată la temperatura de 10°C ?
17. În două vase identice se află în cantități egale două lichide diferite, care se încălzesc la două spirtiere identice. Pe baza graficelor din fig. 7 compară temperaturile de fierbere, căldurile specifice și căldurile latente de vaporizare ale acestor lichide.
18. Descrie procesele termice care au loc la transformările stărilor de agregare ale apei, utilizând schema (fig. 8).
19. Având la dispoziție două vase identice A și B care conțin cantități egale: de gheață la 0°C în vasul A și de apă la 0°C în vasul B (fig. 9), încălzește-le la spirtiere identice.
 - a) Construiește pe același desen graficele dependenței temperaturii de timp din fiecare vas în perioada de topire a gheții.
 - b) Descrie ce procese au loc în aceste vase în timpul primelor minute de încălzire.
 - c) La ce a servit cantitatea de căldură furnizată vaselor A și B la arderea spirtierelor?
 - d) Cum s-a schimbat energia internă a gheții și a apei în această perioadă de timp?

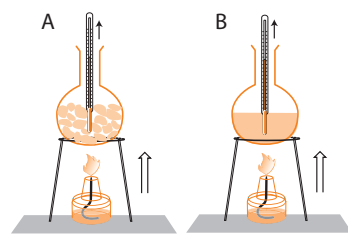


Fig. 9

Extindere

*20. Calculați cantitatea de căldură necesară pentru procesele termice care corespund segmentelor AB , BC și CD ale graficului din fig. 10, dacă masa gheții este egală cu 0,5 kg.

Activitate practică

Studiul cantitativ al evaporării

Obiectiv: Determinarea dependenței vitezei de evaporare a lichidului (apei) de următorii factori:

- temperatura lichidului;
- aria suprafeței de contact cu aerul;
- masa (sau volumul) lichidului;
- natura lichidului;
- viteza aerului la suprafața lichidului.

Instrumente și materiale necesare: trei vase de sticlă (dintre care două identice), apă caldă și apă rece (câte 500 cm³), două termometre identice de laborator, o balanță, mase marcate, ulei vegetal (100 cm³).

Mod de lucru:

- Elaborează planul cercetării, repartizând volumul de lucru.
- Folosește informațiile necesare din tabelul prezentat mai jos.
- Analizează experimentul efectuat.
- Formulează concluziile respective.
- Prezintă rezultatele cercetării într-o formă logică, clară și concisă.

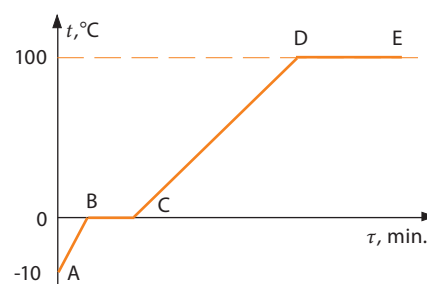


Fig. 10

Nr. crt.	Factorul care variază	Factorul care nu variază	Înainte de experiment	După experiment
1.	Temperatura apei	2; 3; 4; 5		?
2.	Aria suprafeței de contact	1; 3; 4; 5		?
3.	Masa (sau volumul) apei	1; 2; 4; 5		?
4.	Viteza aerului deasupra suprafeței lichidului	1; 2; 3; 5		?
5.	Natura lichidului	1; 2; 3; 4		?

Activitate practică

Studiul calitativ al evaporării

Obiectiv: Observarea dependenței de evaporare a lichidului (apei) de aceiași factori (activitatea precedentă).

Instrumente și materiale necesare: trei pipete cu apă, alcool și ulei vegetal, trei plăci din sticlă, o spirtieră, suport pentru plăci, o foaie de hârtie A4.

- Elaborează planul de cercetare.
- Realizează experimentul, ținând cont de factorii respectivi.
- Describe succint observările realizate privind dependența vitezei de evaporare de acești factori.

2.4. Producerea căldurii. Combustibili. Puterea calorică

Informație

Din cele studiate recent și din viața de zi cu zi cunoașteți că pentru încălzire este nevoie de căldură (energie termică). Producerea căldurii a fost și rămâne una din cele mai importante probleme pentru existența civilizației pe planeta Pământ. Ca exemplu pot servi necesitățile frecvente cu care omul se confruntă zilnic: prepararea mâncării; încălzirea încăperilor în care locuiește, învață sau lucrează. Din aceste considerente vitale omul a inventat diferite mijloace de producere a căldurii. Cel mai răspândit mijloc este *arderea*.

De la „Științe”, cl. a V-a, și „Chimie”, cl. a VII-a, cunoașteți despre *substanțele organice* care sunt constituite din molecule care conțin atomi de carbon (C). La ardere atomul de carbon (C) se unește cu doi atomi de oxigen (O) care se conține în aer, formând molecula de dioxid de carbon (CO_2) și degajând căldură.

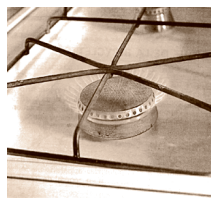
Reține!

Substanțele prin a căror ardere se obține căldură se numesc combustibili.

Procesul de ardere a combustibililor este folosit de om din cele mai vechi timpuri. Primul combustibil utilizat a fost *lemnul*, ulterior *cărbunele* a fost principalul combustibil, începând cu secolul al XVIII-lea în perioada revoluției industriale. În ultima vreme se observă o diminuare a utilizării cărbunelui pe plan mondial. În schimb se folosesc pe larg *petrolul* și *gazele naturale*. Petrolul brut este un amestec complex, dar prin distilare se obțin: *gaze* (metan, propan, butan), *benzină*, *petrol lampant*, *motorină* și *păcură*.

Gazele naturale combustibile se află în scoarța Pământului la presiuni mari și conțin *metan*. Acestea au o serie de avantaje față de combustibilii solizi și lichizi:

- se transportă ușor prin conducte;
- permit reglarea condițiilor de ardere;
- arderea lor are loc cu mai puține deșeuri.



Reține!

Arderea combustibililor organici este o reacție chimică de formare a moleculelor de dioxid de carbon (CO_2) cu degajare de căldură.

Uneori arderea unor substanțe este posibilă fără oxigen gazos. De exemplu, în motoarele navelor cosmice, în afară de combustibilul *alcool + oxigen*, se utilizează pe larg combustibili mai eficienți: *gaz lampant + acid azotic*, *anilină + acid azotic* etc.

Pentru aplicațiile practice este important să se știe ce cantitate de căldură se elimină la arderea completă a uneia și aceleași cantități de diferite substanțe (combustibili).

Se știe, de exemplu, că petrolul este un combustibil mai bun decât lemnul. Aceasta înseamnă că dacă se ard cantități egale de petrol și de lemn, în primul caz se produce mai multă căldură. Pentru a putea compara cantitățile de căldură produse prin arderea diferiților combustibili cu mase egale se folosește mărimea fizică numită *putere calorică* a combustibilului.

Definiție:

Puterea calorică a unui combustibil este mărimea fizică egală cu raportul dintre cantitatea de căldură care se degajă prin arderea completă a acestuia și masa combustibilului.

Puterea calorică se notează cu litera q . Ea variază în funcție de tipul combustibilului. Dacă la arderea a m kilograme de anumit combustibil se obține o cantitate de căldură Q , atunci puterea calorică:

$$q = \frac{Q}{m} \quad (1).$$

Unitatea de măsură a puterii calorice în SI se află din formula (1):

$$[q]_{SI} = \frac{[Q]_{SI}}{[m]_{SI}} = \frac{J}{kg}.$$

În tabelul de mai jos sunt inserate puterile calorice ale celor mai întrebuițați combustibili.

Combustibilul	Lemn uscat	Turbă	Alcool	Cărbune de pământ	Cărbune de lemn	Motorină	Gaz natural	Petrol	Benzină	Gaz lampant
Puterea calorică, q (10^7 J/kg)	1,0	1,4	2,7	2,7	3,4	4,2	4,4	4,4	4,6	4,6

Din necesitățile practice cu care omul se confruntă zilnic, privind utilizarea economă a căldurii, este necesar de a cunoaște *modurile de transfer* (transmitere) al căldurii.

Analizează situațiile!

- Priviți atent imaginile din fig. 1, a, b, c, în care sunt reprezentate trei surse de căldură.
- Descrieți modurile de transfer al căldurii de la aceste surse.



Fig. 1 a)



b)



c)

Modurile de transfer al căldurii, analizate mai sus, pot fi cercetate experimental.

Experimentează

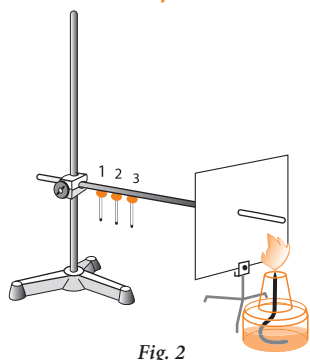


Fig. 2

I. Experimentul nr. 1

- Fixați de un stativ un capăt al unei bare (vergele) metalice, iar de ea lipiți cu ceară sau plastilină trei chibrituri la o distanță de 1,5 cm unul de altul (fig. 2).
- Încălziți capătul liber al barei la flacăra unei spirtiere, iar cu cronometrul stabiliți timpul încălzirii.
- Analizați cele observate și formulați concluzii.

Definiții:

Transferul de căldură de la porțiunile încălzite ale corpului spre cele mai reci, datorat mișcării și interacțiunii particulelor, se numește **conductibilitate termică**.

Substanțele care conduc bine căldura se numesc **conductoare termice (termoconductoare)**.

Substanțele care conduc foarte puțin căldura se numesc **izolatoare termice (termoizolatoare)**.

De regulă, în lichide și în gaze conductibilitatea termică este mai mică decât în solide.

Cum se transportă căldura în asemenea substanțe?

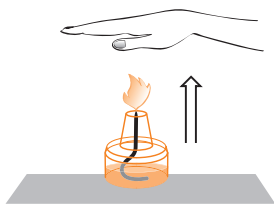


Fig. 3

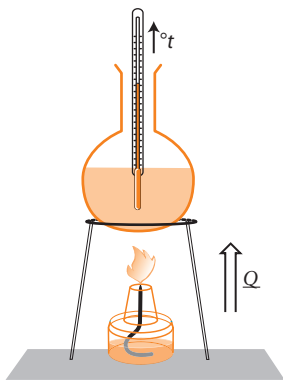


Fig. 4

Conceptele studiate recent

- combustibili;
- radiație;
- puterea calorică;
- conductor termic;
- conducție termică;
- izolator termic;
- convecție.

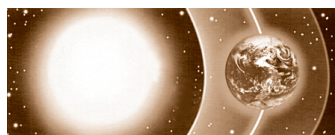


Fig. 5

II. Experimentul nr. 2

- Țineți mâna la o distanță nepericuloasă deasupra flăcării unei spirtiere sau a unei lumânări (fig. 3).
- Țineți mâna la dreapta de la flacără la aceeași distanță.
- Cum se transferă căldura prin aer?
- Formulați concluzii.

III. Experimentul nr. 3

- Puneți la fundul unui balon de sticlă cu apă un cristal de permanganat de caliu (KMnO_4). Încălziți la flacăra unei spirtiere balonul de sticlă cu apă (fig. 4).
- Ce observați după câteva minute de încălzire?
- Cum se transmite căldura în acest caz?
- Comparați modul de transfer al căldurii prin apă cu cel de transfer prin aer.
- Formulați concluzii.

Definiție: Transferul de căldură care se efectuează prin **curenții de lichide sau de gaze încălzite neuniform** se numește **convecție**.

Termenul **convecție** provine de la cuvântul latin *convectio*, care înseamnă **transportare**.

Reține! La convecție are loc deplasarea substanței datorită micșorării densității lichidului sau a gazului odată cu creșterea temperaturii.

Anterior ați studiat experimental două moduri de transfer al căldurii: prin conducție termică și prin convecție. Ambele sunt posibile numai atunci când există substanță, adică atunci când transferul de căldură are loc prin intermediul substanței.

Apare firesc întrebarea: poate fi oare transferată căldura de la un corp la altul atunci când între ele lipsește substanța?

Se știe că în spațiul dintre planetele Sistemului Solar și în Univers substanța este foarte rarefiată. Acest spațiu este numit *vid* (vid cosmic).

În astfel de condiții căldura se transmite prin **radiație** – încă un mod de transfer al căldurii.

Reține! În vid căldura se transferă prin intermediul **radiației**.

Acest tip de transfer al căldurii are loc și în orice mediu gazos.

Verifică-ți cunoștințele

1. Ce numim *combustibili*?
2. Definește *puterea calorică* a combustibilului.
3. În ce caz în lichid are loc convecția?
4. Scrie expresia matematică a puterii calorice și determină unitatea de măsură în SI.
5. Care sunt cele trei moduri de transfer al căldurii? Definește-le.
6. Ce numim *conductoare* și *izolatoare termice*?
7. Citează 3-4 exemple din viața cotidiană când căldura se transferă prin radiație termică.
8. Numește 4-5 combustibili care se utilizează pentru încălzirea locuințelor și clasifică-i în ordinea creșterii puterii calorice.

9. Stabilește relația dintre puterea calorică și căldura specifică a unui combustibil, dacă cantitatea de căldură obținută la arderea 1 kg de acest combustibil este egală cu cantitatea de căldură necesară pentru a mări temperatura unui kilogram de același combustibil cu 1 °C.
10. Ce cantitate de căldură se obține prin arderea completă a 50 kg de gaz natural? Pentru câte zile de iarnă ar ajunge această cantitate de gaz, dacă pentru încălzirea zilnică a unei camere este necesară cantitatea de căldură $Q = 2,5 \cdot 10^8$ J pe zi?
11. Citează 4-5 exemple de modificare a energiei interne a corpurilor, indicând modurile de transfer al căldurii.
 - Compară cum se modifică energia lor internă.
 - Cât timp durează modificarea energiei interne în fiecare caz?
 - Formulează concluzii.
12. Explică din ce cauză o vergea de metal nu poate fi ținută în mână atunci când capătul ei liber se încălzește la o flacără, pe când o bucată de lemn poate fi ținută chiar dacă un capăt al ei arde?
13. Din ce cauză pe timp de iarnă degetele umede se lipesc ușor de corpurile metalice, însă nu se lipesc de cele din lemn?
14. În ce casă este mai cald iarna și mai răcoare vara: într-o casă cu pereții din lut sau într-un bloc cu pereții din beton armat? Argumentează răspunsul.
15. Într-o cutie de hârtie se toarnă apă și cutia se ține deasupra flăcării unei spirtiere sau a unei lumânări. Din ce cauză nu se aprinde hârtia? Argumentează răspunsul experimentând.
16. Pentru a încălzi lichidele și gazele, sursele de căldură se instalează în partea de jos. Din ce cauză? Aceasta este valabil și pentru corpurile solide? Argumentează răspunsul.
17. Din ce cauză în încăperile neîncălzite simțim frigul în primul rând la picioare?
18. Care dintre afirmațiile ce urmează sunt corecte?
 - a) plapuma ne încălzește;
 - b) plapuma se încălzește de la noi.
19. La ce temperatură metalul și lemnul dau senzația, prin simțul tactil (pipăit), că au stări termice egale?
20. Care sol se încălzește la soare mai repede: cel umed sau cel uscat? Argumentează răspunsul.
21. Din ce cauză corpul omenesc nu simte răcoare în aer la temperatura de 20 °C, pe când în apă, la temperatura de 25 °C, îi este răcoare?
22. Care este cauza că geamurile încep a se acoperi cu gheață, de regulă, de jos?
23. Din ce cauză o sârmă nu poate fi încălzită la flacăra unei lumânări decât până la o anumită temperatură? Argumentează răspunsul experimentând.
24. De obicei, cea mai înaltă temperatură nu este la amiază, ci după-amiază. Din ce cauză?
25. Planeta Pământ radiază neînterupt energie în spațiul cosmic. Din ce cauză Pământul nu îngheață?
26. Cât timp poate fi încălzită o cameră cu 700 kg de lemne uscate, dacă în medie pe zi este nevoie de o cantitate de căldură egală cu 250 MJ?
27. Ce cantitate de căldură se va obține prin arderea completă a combustibilului alcătuit dintr-un amestec de 3,5 l de alcool și 2,0 l de benzină?
28. Calculează cantitatea de apă care poate fi încălzită de la 20 °C până la fierbere cu căldura obținută prin arderea completă a combustibilului constituit din 3,5 l de alcool și 2,0 l de benzină din problema nr. 44.



29. Ce cantitate de alcool trebuie arsă pentru a încălzi 3,5 l de apă de la 25° C până la 60 °C, dacă toată cantitatea de căldură obținută la ardere se utilizează pentru încălzire?
30. La arderea a 200 g de combustibil s-au degajat 5,4 MJ de căldură. Ce combustibil a fost ars?
31. Pentru a se apăra de frig, eschimoșii își fac adăposturi de gheață. Cum explici că într-un astfel de adăpost (iglu) se menține o temperatură mai mare decât afară?



32. Având la dispoziție o balanță de laborator și două spirtiere identice, realizează un experiment, studiind modul de transfer al căldurii în aer.
- Echilibrează talerele balanței.
 - Așază sub un taler al balanței o spirtieră aprinsă.
 - Ce vei observa după câteva minute?
 - Așază sub al doilea taler a doua spirtieră aprinsă.
 - Ce vei observa în acest caz?
 - Stinge spirtierele. Ce vei observa după un interval de timp?
 - Formulează concluziile respective.

33. Elaborează o comunicare cu tema:

Mecanismul de transfer al căldurii prin conducție termică și prin convecție

Planul de lucru:

- Consultă surse suplimentare referitoare la subiect.
- Selectează materialul din punctul tău de vedere.
- Compară informația selectată și verifică exactitatea ei (consultă profesorul).
- Caută mai multe surse de informații.
- Evaluează munca proprie.



Notă: Folosește cunoștințele despre energia internă, temperatură, distanța dintre particule, dilatarea termică etc.

34. Având la dispoziție următoarele instrumente și materiale: două stative de laborator, o spirtieră, câte trei sârme de lungimi egale, dar de grosimi și metale diferite: oțel, aluminiu și aramă (cupru), cercetează experimental dependența vitezei conducției termice de următorii factori:
- grosimea metalului;
 - natura metalului.
- Elaborează planul de cercetare, luând la bază Experimentul nr. 1, p. 41.
 - Realizează experimentul.
 - Formulează concluziile respective privind dependența vitezei conducției termice de acești factori.
 - Propune un experiment pentru cercetarea conducției termice prin sticlă, lemn și materiale plastice.

2.5. Transformarea reciprocă a căldurii și lucrului mecanic. Motorul termic

Informație > În procesele termice din natură sau din viața cotidiană permanent are loc schimbarea temperaturii inițiale și, respectiv, modificarea energiei interne a corpurilor (sistemelor de corpuri), ca urmare a transferului unei cantități de căldură Q . Deseori, de obicei din necesități de a economisi energia termică, este nevoie de o izolare termică eficientă atât a sursei de căldură, cât și a sistemului de corpuri care fac schimb de căldură. Ca exemplu poate servi termosul (fig. 1).

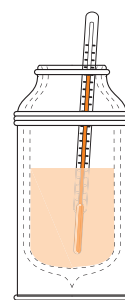


Fig. 1

Află mai mult! > Termosul din fig. 1, prin construcția sa specială (pereții săi închid un spațiu din care s-a evacuat aerul), asigură o izolare termică mai bună pentru corpurile introduse în el. Peretele unui astfel de izolator este aproape perfect. El reprezintă un înveliș **adiabatic**. În grecește *adiabatos* înseamnă „de nestrăbătut”.

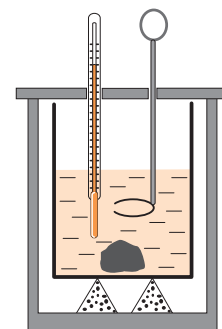


Fig. 2

Analizează situația > Priviți imaginile din fig. 2 și 3.

În aceste două imagini sunt reprezentate două calorimetre identice. Apa din vasele calorimetrice, aflându-se la aceeași temperatură, de exemplu de 20 °C, constituie corpul izolat adiabatic.

În vasul calorimetric din fig. 2 se introduce un corp la temperatura de 30 °C, iar în cel din fig. 3 – dispozitivul cu ajutorul căruia se efectuează un lucru mecanic asupra apei când se rotesc paletele.

- Ce se întâmplă cu energia internă a apei din fiecare vas calorimetric? Rămâne constantă sau variază?
- Care este deosebirea dintre aceste două moduri de modificare a energiei interne?
- Formulați concluzii.

Reține! > *Energia internă a unui corp poate fi modificată în două moduri:*

- prin transfer de căldură;
- prin efectuarea lucrului mecanic asupra corpului.

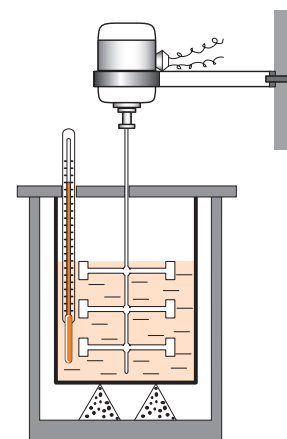


Fig. 3

Din clasa a VII-a cunoașteți că lucrul unei forțe constante care acționează asupra unui corp fizic, deplasându-l în sensul acțiunii sale, se determină din expresia: $L = F \cdot d$. De asemenea știți că un corp fizic aflat în mișcare sau același corp ridicat la o înălțime oarecare față de suprafața Pământului capătă *proprietatea* de a efectua un lucru mecanic. Această proprietate este exprimată de mărimea fizică numită *energie mecanică*. Energia căpătată de corpul aflat în mișcare se numește *energie cinetică*: $E_c = \frac{m v^2}{2}$ (sau *energie de mișcare*), iar energia obținută de acest corp datorită poziției sale față de Pământ (sau alt corp) se numește *energie potențială gravitațională*: $E_p = m g h$ (sau *energie de poziție*).

Lucrul mecanic, ca și energia mecanică, în SI se măsoară în *joule* (J).

Cum se poate determina lucrul mecanic efectuat asupra lichidului dintr-un vas, să zicem, din vasul calorimetric (fig. 3)?

În acest caz, paletele fixate de axul motorului electric, fiind în contact cu lichidul (în cazul dat – cu apa), în timpul rotației provoacă încălzirea apei datorită forței de frecare apărute ca rezultat al mișcării paletelor. Se știe că lucrul mecanic efectuat de un motor electric este egal: $L = P \cdot \tau$, unde P este puterea motorului (indicată de corpul motorului), iar τ – timpul în care a fost modificată energia in-

ternă (încălzirea) apei din vas. Prin urmare, lucrul mecanic L efectuat de palete asupra apei din calorimetru (fig. 3), izolată adiabatic, este egal cu variația energiei interne $U_2 - U_1$, adică $L = U_2 - U_1$. Modificarea energiei interne a apei (starea de încălzire) se constată după creșterea temperaturii ei și se determină cu termometrul. Deci: $U_2 - U_1 = Q$, unde $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$.

Concluzie: Energia mecanică a motorului electric se transformă prin intermediul paletelor în energia internă a apei.

În unele cazuri are loc procesul invers, adică transformarea energiei interne (a căldurii Q) în energie mecanică (efectuarea lucrului L).

Experimentează

- Fixați de un stativ un tub de alamă cu pereții subțiri (fig. 4).
- Turnați în el puțin eter și astupați-l cu un dop de cauciuc.
- Înfășurați tubul cu o sfoară și trageți repede sfoara ba într-o parte, ba în alta.
- Ce observați după un anumit interval de timp?
- Explicați experimentul efectuat.

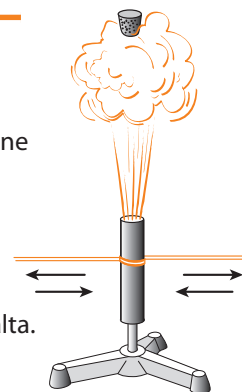


Fig. 4

Utilizarea căldurii produse în urma arderii combustibililor pentru a efectua un lucru mecanic l-a preocupat pe om în ultimele secole.

În ce condiții se poate efectua un lucru mecanic pe seama energiei interne a corpului?

Știți că o forță efectuează lucru mecanic atunci când corpul se deplasează sub acțiunea acesteia.

Fie că avem un gaz aflat într-un cilindru cu piston (fig. 5). În acest caz, dacă presiunea gazului este mai mare decât presiunea atmosferică, mișcarea haotică a moleculelor gazului din cilindru produce deplasarea pistonului. Considerăm că forțele de frecare dintre piston și pereții cilindrului sunt foarte mici și se neglijează. Gazul, dilatându-se, își mărește volumul. Deci forța cu care gazul acționează asupra pistonului efectuează un lucru pozitiv, deoarece sensul forței coincide cu sensul deplasării.



Fig. 5

Reține!

Gazul efectuează un lucru mecanic la dilatare din contul energiei sale interne.

Omul s-a străduit să construiască mașini care să transforme căldura în lucru mecanic.

Definiție:

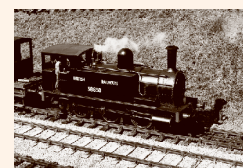
Mașina în care căldura degajată la arderea combustibilului se transformă în lucru mecanic se numește **motor termic**.

Căldura primită de motorul termic pentru efectuarea lucrului mecanic poate fi obținută pe diferite căi:

- prin transformarea apei în aburi și folosirea energiei lor interne;
- prin arderea directă a combustibilului și folosirea energiei interne a gazelor formate la ardere.

Scurt istoric

Primele mașini termice, construite la începutul sec. al XVIII-lea, au folosit forța de presiune a aburilor care se obțin la încălzirea apei prin arderea cărbunelui sau a lemnului. Din acest motiv ele au fost numite mașini termice cu aburi. Aceste mașini erau extrem de voluminoase, grele și ineficiente.



Perfecționarea mașinilor termice cu aburi s-a produs treptat. Mașinile termice moderne folosesc arderea directă a combustibililor, cum ar fi benzina și motorina, care au puteri calorice superioare cărbunelui și se bazează pe forțele de presiune pe care le exercită gazele rezultate din arderea lor. Eficiența acestor mașini este net superioară celei a mașinilor cu aburi.

Funcționarea unui motor termic cu aprindere prin scânteie poate avea loc în patru „timpuri” (fig. 6).

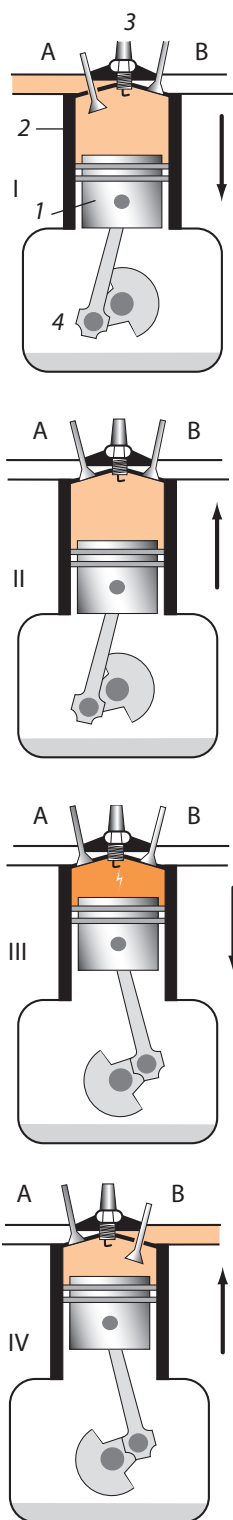


Fig. 6

Analizați împreună cu colegul de bancă cei patru timpi ai funcționării motorului termic cu aprindere prin scânteie (fig. 6).

I. Admisia: coborând, pistonul (1) provoacă pătrunderea amestecului carburant în cilindru (2) prin supapa de admisie (A), supapa (B) fiind închisă.

II. Compresiunea: ridicându-se, pistonul comprimă amestecul de aer cu vapori de benzină din cilindru (supapele A și B sunt închise).

III. Aprinderea și expansiunea: scânteia produsă de bujie (3) aprinde amestecul; gazele formate la ardere exercită o presiune mare asupra pistonului și îl împing în jos. Acest „timp” este acela în care se efectuează un *lucru mecanic* pe baza energiei interne a gazelor obținute la ardere.

IV. Evacuarea: ridicându-se, pistonul împinge gazul afară prin supapa de evacuare (B) și apoi prin țeava de eșapament. Prin intermediul bielei și al manivelei (4) mișcarea alternativă a pistonului este transformată în mișcare de rotație a arborelui motorului.

Acest ciclu din 4 „timpi” se repetă continuu în procesul de funcționare a motorului. Pentru ca arborele asupra căruia acționează biela-manivela să se rotească uniform, se cuplează mai mulți cilindri (4, 6, 8 sau 12). Astfel, în fiecare interval egal cu a patra (a șasea, a opta, a douăsprezecea) parte dintr-o rotație completă cel puțin un cilindru se găsește la timpul III.

Motorul descris mai sus reprezintă un motor termic cu aprindere prin scânteie. Deoarece combustibilul arde în interiorul motorului, un asemenea motor mai este numit **motor cu ardere internă**.

Un alt tip de motor termic cu ardere internă este motorul Diesel. Drept combustibil pentru el se folosește motorina.

Motoarele termice cu aprindere prin scânteie și motoarele Diesel se deosebesc nu numai prin construcție, ci și prin eficiența lor, caracterizată de **randament**.

Ce reprezintă randamentul unui motor termic?

Din studiile anterioare cunoașteți că, pentru a caracteriza eficiența funcționării unui mecanism sau a unei mașini, se utilizează noțiunea de randament, η , definit prin raportul:

$$\eta = \frac{L_u}{L_t} \quad \text{sau} \quad \eta = \frac{L_u}{L_t} \cdot 100\%.$$

Astfel, randamentul arată ce parte reprezintă lucrul util L_u din lucrul total consumat L_t .

Ne dăm bine seama că prin arderea combustibilului în diferite condiții, de exemplu într-o sobă sau la încălzirea unui vas cu apă la aragaz etc., o parte din căldura produsă este transmisă aerului din exterior. Adică din cantitatea de căldură Q_t obținută prin arderea completă a combustibilului, numai o parte este transmisă corpului care se încălzește (de exemplu, încăperii în care se află soba, apei din vas).

Dacă vom nota această parte de cantitate de căldură prin Q_u , numită **căldură utilă**, atunci raportul dintre această cantitate de căldură și cea produsă prin arderea completă a combustibilului Q_t într-o anumită instalație reprezintă **randamentul termic** al instalației.

Notând randamentul termic cu litera η (eta), avem:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_t} \quad \text{sau} \quad \eta = \frac{Q_u}{m \cdot q} \quad (1).$$

Deoarece Q_u este numai o parte din Q_t , înseamnă că $Q_u < Q_t$ și deci Q_u / Q_t este întotdeauna mai mic decât unu, adică $\eta < 1$.

Dacă într-o mașină termică prin arderea combustibilului se obține cantitatea de căldură Q_t , iar L este lucrul efectuat de această mașină, atunci $\eta = L / Q_t$ reprezintă randamentul mașinii.

Problemă rezolvată

Motorul unui tractor are un randament de 40% și dezvoltă în timpul aratului o forță de tracțiune egală cu 42 kN. Să se determine cantitatea de motorină consumată pe o distanță de 4 km. Puterea calorică a motorinei $q = 4,2 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$.

Se dă:	SI:
$\eta = 40\%$	0,40
$F = 42 \text{ kN}$	$= 42 \cdot 10^3 \text{ N}$
$d = 4 \text{ km}$	$= 4 \cdot 10^3 \text{ m}$
$q = 4,2 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$	
$m = ?$	

Rezolvare:

În conformitate cu definiția, randamentul motorului termic:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_t}, \quad \text{iar în cazul dat: } \eta = \frac{L}{Q},$$

$$\text{unde: } L = F \cdot d, \quad Q = q \cdot m.$$

$$\text{Prin urmare: } \eta = \frac{F \cdot d}{q \cdot m}, \quad \Rightarrow m = \frac{F \cdot d}{q \cdot \eta}.$$

$$\text{Deci: } m = \frac{42 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 4 \cdot 10^3 \text{ m}}{0,40 \cdot 4,2 \cdot 10^7 \text{ J/kg}} = 10 \text{ kg}.$$

Răspuns: $m = 10 \text{ kg}$.

Verifică-ți cunoștințele

Conceptele studiate recent

- calorimetrul;
- motor termic;
- transformarea energiei interne;
- randamentul motorului termic.

1. Numește cele două moduri de variație a energiei interne.
2. Ce numim *motor termic*?
3. Scrie expresia matematică a randamentului unui motor termic și explică mărimile fizice de care el depinde.
4. Din ce cauză termosul, calorimetrul se execută în formă cilindrică și nu paralelipipedică?
5. Explică încălzirea unui fierăstrău atunci când cu el se taie o bară de metal. Ce transformări au loc?
6. Un cuțit se încălzește când se ascute. Același lucru se întâmplă dacă cuțitul se ține deasupra unei flăcări. Prin ce se deosebesc aceste două procese termice de modificare a energiei interne?
7. Explică de ce la o frânare bruscă anvelopele unui automobil se încălzesc foarte mult? Ce transformări și în ce ordine au loc?
8. De obicei, noi „sufălăm” în mâini și atunci când ele transpiră, și atunci când ele îngheață. Explică prin argumente aceste două procese termice.
9. După furtuni puternice apa de mare poate fi mai caldă decât până la ele. Argumentează cauza acestui proces.
10. Pentru încălzirea zilnică a unei camere este necesară cantitatea de căldură egală cu $25 \cdot 10^7 \text{ J}$. Ce masă de gaz natural se consumă zilnic, dacă randamentul sobei este de 35%?
11. Pentru încălzirea unei camere într-o zi de iarnă este necesară cantitatea de căldură egală cu 300 MJ. De ce masă de lemne uscate este nevoie pentru aceasta? Comparați-o cu masa de petrol cu care pot fi înlocuite lemnele, considerând pierderile neglijabile.
12. Ce cantități de căldură și gaze de ardere se produc la arderea a 50 t de turbă, dacă în urma acestui proces în astfel de gaze se transformă 0,5% din produsul obținut la ardere?
13. Dacă o sârmă se îndoaie repede ba într-o parte, ba în alta în același loc, acest loc se încălzește. Explică transformările ce au loc în acest proces termic.
14. Pentru încălzirea zilnică a unei camere este necesară o cantitate de căldură de $13,5 \cdot 10^7 \text{ J}$. Ce masă de cărbune de pământ se consumă zilnic, dacă randamentul sobei este de 40%?
15. Care este randamentul unui motor termic ce efectuează un lucru mecanic de 72 450 kJ, consumând 7,5 l de benzină?
16. Un motor termic are randamentul $\eta = 30\%$. Ce lucru mecanic efectuează el, dacă consumă 6 kg de motorină?

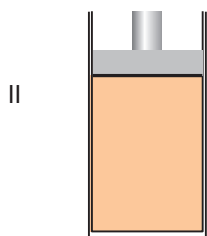


Fig. 7

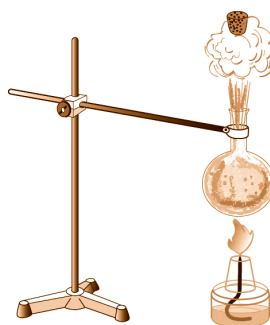


Fig. 8

17. Într-un cilindru cu piston se află un gaz. În ce caz pentru încălzirea lui până la o anumită temperatură va trebui o cantitate mai mare de căldură: atunci când cilindrul cu piston se află în poziția I sau în poziția a II-a? (fig. 7)
Temperatura inițială este aceeași pentru ambele cazuri.

18. Realizează cercetarea experimentală reprezentată în fig. 8.

- Descrie în caiet procesele termice care au loc începând cu arderea combustibilului din spirtieră până la aruncarea dopului.
- Care sunt etapele de transfer și de transformare ale căldurii Q produse la ardere?
- Descrie succint procesul de transformare a căldurii în lucru mecanic.
- Formulează concluziile respective.

19. Având la dispoziție două bile identice din același metal, cercetează procesul de transformare a energiei potențiale în energie cinetică, apoi în lucru mecanic și, respectiv, în modificarea energiei interne în două cazuri:

- o bilă cade pe un sol lutos;
 - a doua bilă cade pe o placă de metal.
- a) Fie că bilele de masă $m = 200$ g cad de la aceeași înălțime $h = 2$ m, respectiv una pe sol lutos, iar a doua – pe o placă de metal.
- b) Analizează procesul de transformare a energiei potențiale în energie cinetică la căderea liberă.
- c) Calculează valoarea energiei cinetice a bilelor la suprafața de cădere.
- d) Observă procesul de interacțiune a bilelor respectiv cu solul lutos și placa de metal.
- e) Care din bile își va modifica mai mult energia sa internă?
- f) Argumentează răspunsul și formulează concluziile respective.

Extindere

- *20.** Un tractor consumă în timpul aratului 5 kg de motorină pe distanța de 3 km. Care este forța de tracțiune cu care acționează motorul, dacă randamentul său este de 35%? Puterea calorică a motorinei este $q = 4,2 \cdot 10^7$ J/kg.
- *21.** Ce masă de apă se poate încălzi de la 20 °C până la fierbere cu o lampă în care ard 200 g de gaz lampant, dacă randamentul ei este de 12%?
- *22.** La flacăra aragazului se încălzesc 2,5 l de apă de la 25 °C până la fierbere. Ce masă de gaz natural se arde, dacă din căldura produsă 75% sunt transmise aerului?
- *23.** Câtă motorină a consumat un motor Diesel cu randamentul de 28% și puterea utilă de 75 kW, dacă el a funcționat timp de 1 h?
- *24.** Determină randamentul unui motor Diesel cu puterea de 84 000 W, dacă într-o oră el consumă 20 kg de motorină.
- *25.** Un automobil cu motor Diesel, mișcându-se cu viteza medie de 72 km/h, a consumat 22,5 kg de motorină în timp de 2,5 ore. Care este forța de tracțiune a motorului, dacă randamentul său este de 40%?



Elaborarea unei comunicări

Elaborați o comunicare pe una din teme: „Utilizarea motorului termic și impactul asupra mediului ambiant” / „Protecția mediului ambiant” / „Comportamentul cu precauție la încălzirea și utilizarea corpurilor fierbinți, protejarea contra arsurilor” / „Utilizarea cu precauție a termometrului cu mercur: evitarea pericolului de intoxicare cu vapori de mercur sau întreprinderea măsurilor urgente de protecție în cazul deteriorării termometrului” / „Protecția contra incendiilor în cazul utilizării combustibililor (îndeosebi, acasă), identificarea cauzelor ce pot provoca incendii și prevenirea acestora” / „Randamentul mașinilor termice” / „Combustibili”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

2.6. Mașinile termice și poluarea mediului

Motoarele termice transformă în lucru mecanic numai o parte din cantitatea de căldură (cca 20% ÷ 40%) care se produce la arderea combustibilului. Cealaltă parte de căldură produsă se degajă în mediul ambiant și se acumulează în atmosfera Pământului. La arderea combustibililor se formează în cantități mari CO_2 și alte substanțe toxice, a căror creștere rapidă în atmosferă are ca efect creșterea temperaturii pe planetă, proces numit „*efectul de seră*”.

Efectul de seră este un fenomen natural care se manifestă prin reținerea energiei solare la nivelul suprafeței terestre. O parte din razele solare care cad pe Pământ sunt absorbite de acesta, iar cealaltă parte se reflectă în atmosferă (fig. 1). Creșterea concentrației de CO_2 în atmosferă produce un dezechilibru în bilanțul energetic al Terrei și, în consecință, favorizează *încălzirea globală* a atmosferei, iar aceasta duce la *modificări climaterice globale*.

Consecințele efectului de seră:

- diferențe mari de temperaturi între zi și noapte;
- modificări în schimbarea anotimpurilor;
- extinderea perioadelor secetoase;
- accentuarea ploilor torențiale care produc apoi inundații;
- topirea ghețarilor;
- ridicarea nivelului Oceanului Planetar.

Un impact negativ asupra mediului ambiant este cauzat și de acțiunea distructivă asupra florei și faunei a gazelor toxice, care se degajă la arderea combustibililor utilizați în motoarele termice, precum și în procesele tehnologice de la întreprinderile industriale.

Prezintă, de asemenea, o problemă de caracter tehnico-economic și valoarea relativ mică a randamentului motoarelor termice. Se știe că practic tot combustibilul, utilizat pentru funcționarea motoarelor cu ardere internă ale mijloacelor de transport, este importat de Republica Moldova în condițiile unor prețuri, impuse de furnizori, destul de mari. Randamentul mic înseamnă că mai mult de jumătate din cantitatea de combustibil consumată de motor nu este utilizată, ci pierdută, întrucât cea mai mare parte a căldurii degajate la arderea combustibilului este evacuată cu gazele de eșapament în atmosferă – mediu pe care îl încălzește și îl otrăvește.

Aceste probleme prezintă un pericol major pentru societatea modernă, la nivel global, deoarece deja cauzează catastrofe provocate de încălzirea mediului, care se intensifică încontinuu. Sunt necesare măsuri urgente, care urmează a fi întreprinse de întreaga comunitate internațională pentru diminuarea impactului distructiv al produselor de ardere a combustibililor organici, prin înlocuirea acestora cu combustibili ecologici, prin mărirea randamentului motoarelor termice, reducerea cantității gazelor toxice de eșapament evacuate în mediul ambiant și alte măsuri eficiente.

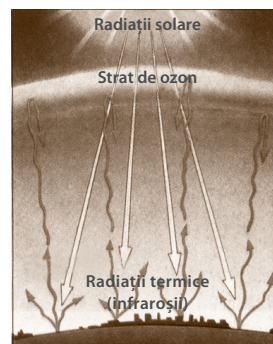
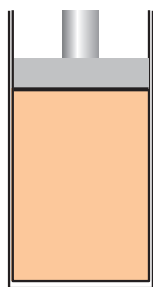


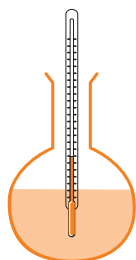
Fig. 1



Rezumat



a)



b)



c)

Fig. 1

Gazul dintr-un cilindru cu piston, lichidul dintr-un vas de sticlă sau un bebeluș etc. (fig. 1 a, b, c) sunt corpuri fizice, aflate în stare de repaus sau în mișcare. Concomitent aceste corpuri se află într-o anumită *stare termică*, care exprimă *starea internă* a corpului.

Starea internă a unui corp fizic este determinată de temperatura sa. **Temperatura** este o mărime fizică ce caracterizează starea de încălzire a unui corp sau a unui sistem de corpuri aflate în echilibru termic. **Echilibrul termic** este starea internă a corpului în care temperatura nu se modifică. Atunci când corpul (sistemul de corpuri) trece dintr-o stare de echilibru termic în alta se spune că are loc un **proces termic**.

Dacă temperatura corpului (sistemului de corpuri) *crește*, procesul termic se numește **proces de încălzire**, și invers, dacă temperatura corpului (sistemului de corpuri) *scade*, procesul se numește **proces termic de răcire**.

Starea internă a unui corp este caracterizată de **energia internă** care se constituie din suma energiei cinetice a moleculelor, energiei potențiale (de interacțiune) a acestora și a energiei interne înseși a moleculelor*. Energia internă a corpului (sistemului de corpuri) nu depinde de starea lui mecanică: de mișcare sau de repaus. **Energia internă** se notează cu litera U . $[U]_{SI} = J$.

Când energia internă a unui corp variază fără efectuarea lucrului mecanic, acest proces se numește **schimb** sau **transfer de căldură**.

Mărimea fizică ce caracterizează variația energiei interne a corpului (sistemului de corpuri) în procesul transferului de căldură se numește **cantitate de căldură**.

Cantitatea de căldură se notează cu litera Q . Așadar, când energia internă a unui corp crește datorită cantității de căldură Q primite de la alt corp, atunci variația energiei interne este egală cu $\Delta U = U_2 - U_1 = Q$, unde U_1 – energia internă inițială, iar U_2 – energia internă finală a corpului. $[Q]_{SI} = J$.

Cantitatea de căldură Q primită sau cedată de corp ce conduce la variația temperaturii, respectiv la variația energiei interne a corpului, se exprimă prin relația: $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$, unde m – masa corpului, c – căldura specifică a substanței din care este alcătuit corpul, iar Δt – variația temperaturii corpului.

Căldura specifică a substanței este o mărime fizică egală cu cantitatea de căldură primită sau cedată pentru variația temperaturii unei unități de masă cu un grad. $[c] = \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$

Fiecare corp fizic posedă o anumită capacitate termică (calorică).

Capacitatea termică se notează cu litera C . Ea depinde de masa corpului m și căldura specifică a substanței c din care este alcătuit corpul. Capacitatea calorică se determină din relația: $C = \frac{Q}{\Delta t} = c \cdot m$. $[C] = \frac{J}{^\circ C}$.

Substanțele din care sunt alcătuite corpurile din natură se pot afla în una din stările: **solidă**, **lichidă** sau **gazoasă**, numite **stări de agregare** ale substanței.

Trecerea substanței dintr-o stare de agregare în alta reprezintă un proces termic.

- Procesul de trecere a substanței din stare solidă în stare lichidă se numește **topire**.
- Procesul de trecere a substanței din stare lichidă în stare solidă se numește **solidificare**.

Topirea și solidificarea sunt două procese termice inverse.

Cantitatea de căldură necesară unității de masă a corpului solid pentru a se topi la temperatura de topire se numește **căldura latentă specifică de topire**.

Notă: Despre alte componente ale energiei interne veți studia în clasele liceale.

Ea se notează cu litera λ_t și se determină din relația: $\lambda_t = \frac{Q}{m}$. $[\lambda_t] = \frac{J}{kg}$.

La topirea masei m de substanță se *absoarbe* cantitatea de căldură $Q = \lambda_t \cdot m$. Aceeași cantitate de căldură se *cedează* la *solidificarea* masei m de substanță.

- Procesul de trecere a substanței din stare lichidă în stare gazoasă (de vapori) se numește **vaporizare**.
- Vaporizarea care are loc numai la suprafața liberă a lichidului se numește **evaporare**.
- Vaporizarea care are loc în tot volumul lichidului se numește **fierbere**.
- Procesul de trecere a substanței din stare gazoasă în stare lichidă se numește **condensare**.

Vaporizarea și condensarea sunt două procese termice inverse.

Cantitatea de căldură necesară pentru vaporizarea unei unități de masă a unui lichid la temperatura de fierbere se numește **căldura latentă specifică de vaporizare**.

Ea se notează cu litera λ_v și se determină din relația: $\lambda_v = \frac{Q}{m}$. $[\lambda_v] = \frac{J}{kg}$.

În procesele termice din natură căldura poate fi transmisă prin trei moduri: *conductibilitate termică*, *convecție* și *radiație*.

Conductibilitate termică se numește transferul de căldură de la regiunile încălzite ale corpului spre cele mai reci, datorat mișcării și interacțiunii particulelor substanței din care este alcătuit corpul.

Substanțele care conduc bine căldura se numesc **conductoare termice (termoconductoare)**.

Substanțele care conduc foarte puțin căldura se numesc **izolatoare termice (termoizolatoare)**.

De regulă, conductibilitatea termică este mai mare în corpurile (substanțele) solide, îndeosebi în metale.

În lichide și gaze conductibilitatea termică este foarte mică. În ele transferul are loc prin *convecție*.

Convecție se numește transferul de căldură care se efectuează prin *curenții* de lichide sau gaze încălzite neuniform.

Radiație termică este modul de transfer al căldurii care poate avea loc și în vid. Prin radiație termică căldura se poate propaga și de la focul unui cămin, de la un încălzitor electric.

Pentru obținerea căldurii necesare în industrie și gospodărie, la deplasarea mașinilor de orice fel etc. se consumă substanțe numite **combustibili**.

Combustibilul reprezintă orice substanță sau amestec de substanțe care prin ardere generează o anumită cantitate de căldură.

Cea mai importantă caracteristică a combustibilului este *puterea calorică*.

Puterea calorică a unui combustibil este mărimea fizică egală cu cantitatea de căldură care se degajă prin arderea completă a 1 kg de acest combustibil.

Puterea calorică se notează cu litera q și se determină din relația: $q = \frac{Q}{m}$. $[q] = \frac{J}{kg}$.

Alt mod de schimbare a energiei interne a unui corp, pe lângă „transferul de căldură”, reprezintă „efectuarea lucrului mecanic asupra corpului”. Transformarea căldurii în lucru mecanic stă la baza principiului de funcționare a *motorului termic*.

Motor termic se numește mașina în care căldura degajată la arderea combustibilului se transformă în lucru mecanic.

Motoarele termice se deosebesc atât prin construcție, cât și prin eficiența lor, caracterizată de *randament*.

Randamentul motorului termic se numește raportul dintre lucrul efectuat de gaz și cantitatea de căldură obținută de la arderea combustibilului.

Randamentul termic se notează cu litera η și se determină din relația: $\eta = \frac{Q_u}{Q_t} = \frac{Q_u}{m \cdot q}$,

unde Q_u – căldura utilă (căldura transmisă corpului), iar Q_t – cantitatea de căldură obținută prin arderea completă a combustibilului.

EVALUARE SUMATIVĂ

Acest test este propus pentru verificarea nivelului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

1. Continuă următoarele propoziții, astfel încât ele să fie adevărate: **câte 1 p.**
 - a) Fiecare substanță cristalină se topește la o temperatură
 - b) Trecerea unui corp dintr-o stare de echilibru termic în alta se numește
.....
 - c) Cei patru timpi ai funcționării motorului termic cu aprindere prin scânteie sunt
 - d) Raportul dintre căldura și căldura reprezintă randamentul termic.
2. Stabilește (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile de măsură pe care le exprimă: **câte 1 p.**

Energia internă	J/ °C
Căldura specifică	MJ/kg
Puterea calorică	J/(kg · °C)
	J
3. Determină valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, încercuind A, dacă afirmația este adevărată, sau F, dacă aceasta este falsă: **câte 1 p.**
 - a) Vaporizarea ce are loc în întregul volum lichid se numește evaporare. A F
 - b) Variația energiei interne a unui corp depinde numai de stările lui termice: inițială și finală. A F
 - c) Cantitatea de căldură necesară pentru încălzirea unui corp este invers proporțională cu masa combustibilului. A F

Scrie în spațiul rezervat rezolvarea completă a problemelor propuse:

4. Pentru a transforma un corp cu masa de 2 kg din stare solidă în stare lichidă, fără a-i modifica temperatura, s-a consumat o cantitate de căldură de $5,4 \cdot 10^5$ J. Să se afle căldura latentă specifică de topire a substanței corpului. **3 p.**
5. Randamentul unui motor termic este egal cu 25%. Motorul transmite răcitorului o cantitate de căldură egală cu 240 kJ. Să se afle lucrul efectuat de motor. **4 p.**
6. Ce cantitate de căldură este necesară pentru a încălzi aerul dintr-o odaie cu dimensiunile $3 \times 4 \times 2,5$ m de la 10 °C până la 25 °C? ($c_{aer} = 1000$ J/(kg °C), $\rho_{aer} = 1,29$ kg/m³). **3 p.**
7. La arderea deplină a unei mase de 6 kg de combustibil s-au degajat 22 800 kJ.
 - a) să se afle căldura specifică de ardere a combustibilului **3 p.**
 - b) Ce masă de gheață luată la temperatura de topire poate fi transformată în apă la aceeași temperatură **2 p.**

Proiect STEM/STEAM

Realizați un proiect pe una din teme: „Diminuarea poluării cauzate de utilizarea motoarelor termice și/sau a combustibililor” / „Surse alternative de energie”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

Extindere

Lucrarea de
laborator nr. 3

*Determinarea căldurii specifice a unei substanțe

Scopul lucrării: Determinarea căldurii specifice a unui corp solid

Materiale și instrumente necesare: un calorimetru, o balanță, un termometru de laborator, un corp solid, o garnitură cu mase marcate, vase cu apă din robinet, o spirtieră.

Considerații teoretice: Pentru determinarea căldurii specifice a unei substanțe (unui corp solid) se procedează în felul următor: într-un calorimetru cu masa m_1 și căldura specifică c_1 se toarnă apă cu masa m_2 și căldura specifică c_2 în care se introduce un corp solid fierbinte cu masa m și căldura specifică c pe care dorim s-o determinăm. Temperatura calorimetrului și a apei este t_1 , iar temperatura corpului solid este t_2 ($t_1 < t_2$). În acest sistem din trei corpuri se stabilește un echilibru termic cu temperatura finală t , care se descrie prin ecuația calorimetrică: $|Q_{cedat}| = Q_{primit}$

Q_{cedat} este cantitatea de căldură cedată apei și calorimetrului de corpul solid, iar $Q_{primit} = Q_1 + Q_2$ este cantitatea de căldură primită respectiv de calorimetru și de apă.

Deci: $|Q_{cedat}| = Q_1 + Q_2$, unde:

$$Q_{cedat} = c \cdot m \cdot (t - t_2),$$

$$Q_{cedat} < 0, \text{ deoarece } t < t_2;$$

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (t - t_1),$$

$$Q_1 > 0, \text{ deoarece } t > t_1;$$

$$Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t - t_1),$$

$$Q_2 > 0, \text{ deoarece } t > t_1.$$

Aplicând relațiile de mai sus, căldura specifică a corpului solid c se determină din formula:

$$c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(t - t_1)}{m(t_2 - t)}.$$

Mod de lucru:

1. Cântăriți vasul calorimetric (m_1), apa care se toarnă în calorimetru (m_2) și corpul solid (m).
2. Turnați apă într-unul din vase, introduceți în ea corpul solid și încălziți apa la spirtieră până la temperatura de fierbere ($t_2 = 100^\circ\text{C}$).
3. Măsurați temperatura inițială a apei (t_1) din calorimetru.
4. Introduceți corpul solid fierbinte în apa din calorimetru.
5. Măsurați temperatura apei (t) după stabilirea echilibrului termic între cele trei corpuri.
6. Calculați căldura specifică a corpului solid.
7. Includeți rezultatele măsurărilor și calculelor în tabelul de date.

c_1 , J/(kg·°C)	c_2 , J/(kg·°C)	m_1 , kg	m_2 , kg	m , kg	t_1 , °C	t_2 , °C	t , °C	c , J/(kg·°C)	$c_{tab.}$, J/(kg·°C)

8. Comparați valoarea obținută a căldurii specifice c cu valoarea tabelară c_{tab} a căldurii specifice pentru substanța dată.
9. Formulați concluzii.

Capitolul 3

FENOMENE ELECTROMAGNETICE. ELECTROCINETICA

3.1. Tensiunea electrică. Voltmetrul. Circuitul electric

3.2. Curentul electric continuu. Intensitatea
curentului electric. Ampermetrul

3.3. Rezistența electrică. Multimetru

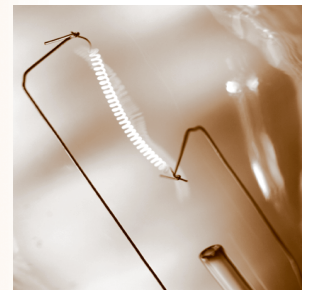
3.4. Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit.
Lucrare de laborator nr. 4

3.5. Lucrul și puterea curentului electric. Legea lui Joule.
Aplicații. Lucrare de laborator nr. 5

Rezumat

Evaluare sumativă

*Extindere: * Legea lui Ohm pentru un circuit întreg.
Gruparea mixtă a conductoarelor*



Studiind acest capitol, vei putea:

- identifica simbolurile mărimilor fizice măsurate și unitățile de măsură;
- identifica și selecta instrumentele de măsurat;
- măsura mărimile fizice (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, rezistența electrică și puterea curentului electric);
- recunoaște fenomenele electromagnetice observate în natură și în tehnică;
- interpreta din punct de vedere fizic unele fenomene studiate la alte discipline;
- explica: legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit, legea lui Joule;
- exprima și compara rezultatele unor măsurători, utilizând unități de măsură potrivite în sistemul internațional și transformări ale lor;
- aplica formulele mărimilor fizice/legile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.

Capitolul 3 FENOMENE ELECTROMAGNETICE. ELECTRODINAMICA

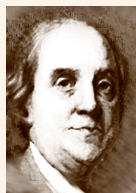


3.1. Tensiunea electrică. Voltmetrul. Circuitul electric

Despre metodele de electrizare a corpurilor și modul lor de interacțiune cunoașteți din clasa a VI-a. De asemenea cunoașteți că starea de electrizare a unui corp este caracterizată de mărimea fizică numită *sarcină electrică* (simbol q , unitatea de măsură *coulombul*), și anume: cu cât starea de electrizare a unui corp este mai înaltă, cu atât valoarea sarcinii electrice a acestuia este mai mare. Afară de aceasta, corpurile electrizate interacționează: cele încărcate cu sarcini electrice de același nume (pozitive sau negative) *se resping*, și invers, cele încărcate cu sarcini electrice de nume diferit *se atrag*.



Scurt istoric



Benjamin Franklin

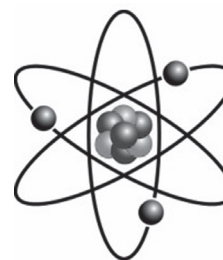
Termenul *sarcină electrică* a fost introdus în fizică de către ilustrul fizician și om politic american **Benjamin Franklin (1706 – 1790)**. Cercetările efectuate asupra fenomenelor electrice s-au soldat cu crearea primei teorii a electricității (mijlocul sec. al XVIII-lea). Franklin a demonstrat că descărcarea prin scânteie electrică și descărcările electrice din atmosferă, fulgerul și trăsnetul, reprezintă același fenomen, dar în proporții diferite.

Informație

În fizică au existat diverse explicații ale mecanismului de electrizare a corpurilor. De exemplu, în sec. al XVIII-lea se credea că există un „fluid electric” absorbit de corp. În contact cu un alt corp, acest „fluid” poate trece pe el. Astfel, corpul care avea un surplus de asemenea „fluid” era considerat încărcat *pozitiv*, iar cel cu insuficiență de „fluid” – încărcat *negativ*.

Conform reprezentărilor științifice moderne, purtătorii sarcinilor electrice sunt particulele substanței. Într-adevăr, moleculele, ca cele mai mici particule care mai păstrează proprietățile generale ale substanței, sunt alcătuite din atomi, iar atomii, la rândul lor, sunt constituiți dintr-un *nucleu încărcat pozitiv* în jurul căruia se mișcă *electronii încărcăți negativ*. Anume electronul este purtătorul sarcinii electrice negative, a cărei valoare se consideră cea mai mică $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Din această cauză corpurile cu surplus de electroni sunt încărcate *negativ*, iar cele cu deficit de electroni sunt încărcate *pozitiv*. Corpurile neutre conțin cantități egale de sarcini electrice de ambele semne.



Analizează situația!

- Privește atent imaginea (fig. 1).
- Explică în ce fel are loc electrizarea prin frecare a celor două corpuri.

Reține!

La electrizarea prin frecare cele două corpuri se încarcă cu sarcini electrice în cantități egale, dar de semn opus.

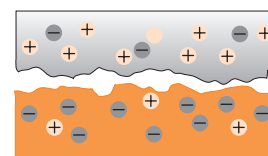


Fig. 1

Aceasta se explică prin faptul că *sarcina electrică sumară* $q = N \cdot e$ a electronilor care au trecut de pe un corp pe altul, încărcându-l pe ultimul *negativ*, are aceeași mărime ca și sarcina electrică a corpului care a cedat electronii, acesta devenind încărcat *pozitiv*. Prin urmare, sarcina electrică a unui sistem de corpuri *se conservă*.

Această afirmație este numită **legea conservării sarcinii electrice**.

Activitate practică

- Electrizați cu sarcini de același semn o sferă metalică instalată pe un suport izolator și o bilă ușoară suspendată de un fir izolat (sistem numit pendul electrostatic) (fig. 2).
- Deplasați firul la diferite distanțe de la sferă (pozițiile 1, 2 și 3). Observați că în fiecare caz asupra bilei acționează o forță care se micșorează odată cu mărirea distanței dintre corpurile electrizate.

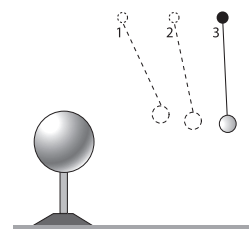


Fig. 2

În clasa a VII-a ați studiat noțiunea de *lucru mecanic*. Acesta este efectuat de o forță care, acționând asupra unui corp, îl deplasează.

În continuare vom analiza *lucrul* efectuat la deplasarea sarcinilor electrice.

Analizează situația!

- Fie că un electron s-a deplasat spre o bilă încărcată cu sarcină pozitivă (fig. 3) din poziția 1 în poziția 2.
- S-a efectuat oare un lucru mecanic la deplasarea purtătorului de sarcină?



Fig. 3

Lucrul efectuat la deplasarea sarcinii electrice este caracterizat de o mărime fizică, numită **tensiune electrică**.

Definiție:

Tensiunea electrică este mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul efectuat la deplasarea unei sarcini punctiforme și mărimea acestei sarcini.

Tensiunea se notează cu simbolul U .

Din definiție rezultă că tensiunea poate fi calculată raportând lucrul L la sarcina electrică q , care a trecut prin această porțiune.

$$\text{Deci: } U = \frac{L}{q} \quad (1).$$

Unitatea de măsură a tensiunii electrice este **voltul** (simbol V). $[U]_{\text{SI}} = \text{V}$



Fig. 4

Definiție:

1 V este tensiunea electrică dintre două puncte pentru care la transportarea sarcinii de 1 C se efectuează un lucru de 1 J.

$$\text{Așadar, conform (1) } 1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}.$$

Termenul **volt** provine de la numele savantului italian Alessandro Volta, care a studiat fenomenele electrice.

Tensiunea electrică se măsoară cu **voltmetrul** (fig. 4) sau cu senzorul de tensiune (fig. 5).



Fig. 5

Pentru a reprezenta grafic și a înțelege mai bine modul de conectare a aparatelor în circuitele electrice, se folosesc desene speciale, numite *scheme electrice*. Aparatele și alte elemente ale circuitului în aceste scheme se notează prin semne convenționale. Unele dintre ele sunt reprezentate în fig. 6.

De exemplu, în schemele electrice, semnul convențional al voltmetrului este un cerculeț în care se scrie litera V (fig. 6, f).

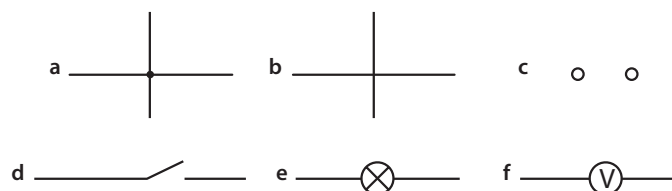


Fig. 6

- a. Conectarea firelor.
- b. Intersecția firelor fără conexiune.
- c. Borne pentru conectare.
- d. Întrerupător.
- e. Bec electric.
- f. Voltmetru.

Scurt istoric >



Alessandro Volta

Alessandro Volta (1745 – 1827) – ilustru fizician italian. El este autorul descoperirii efectului ce-i poartă numele din anul 1796. La baza acestei descoperiri a fost pusă o idee preluată de la concetățeanul său **Luigi Galvani**, medic de specialitate, care a observat pentru prima dată (1786) contracția mușchilor la preparatul de broască. A. Volta a demonstrat experimental că acest efect este cauzat de faptul că cele două metale de natură diferită se uneau prin lichidul pe care-l conțineau mușchii. Folosind două metale de natură diferită, A. Volta le-a introdus într-o soluție diluată de acid, inventând astfel primul element galvanic (1799). Această invenție se compară pe bună dreptate cu invenția reactorului nuclear, care a fost pus în funcțiune la 2 decembrie 1942 la Chicago, SUA.

Reține! >

Voltmetrul se conectează în paralel la porțiunea pe care se măsoară tensiunea, respectând polaritatea (fig. 7).

Experiment >

Conceptele studiate recent >

- legea conservării sarcinii electrice;
- tensiune electrică;
- voltul.

Măsurarea tensiunii electrice

Materiale necesare: voltmetru, două becuri de tensiune joasă, fiecare pe suport, o sursă de curent, fire de conexiune, întrerupător.

Mod de lucru:

1. Realizăm circuitele din fig. 7, unde becurile sunt conectate *în serie* (consecutiv), iar voltmetrul în *paralel* la porțiunea de circuit pe care se măsoară tensiunea (fig. 7).
 - Măsurăm tensiunea pentru fiecare caz.
 - Formulăm concluzia cu privire la relația dintre tensiuni.

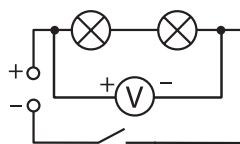
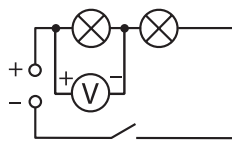
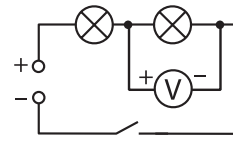


Fig. 7

a)



b)



c)

2. Realizăm circuitele din fig. 8, unde becurile sunt conectate *în paralel*.

- Măsurăm tensiunea pentru fiecare caz.
- Formulăm concluzia.

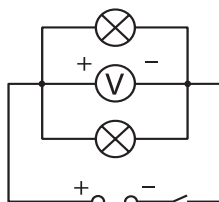
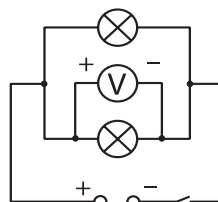
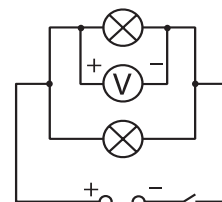


Fig. 8

a)



b)



c)

Reține! >

La conectarea **în serie** a doi consumatori tensiunea totală este egală cu suma tensiunilor de pe fiecare porțiune. $U = U_1 + U_2$
 La conectarea **în paralel** a doi conductori tensiunea totală este egală cu tensiunea pe fiecare consumator. $U = U_1 = U_2$

Află mai mult!

Senzorul (din latină *sensus* – simț) reprezintă un dispozitiv ce poate măsura o mărime fizică, exprimând-o într-un semnal electric. Acest semnal este transmis la calculator, tabletă sau alt dispozitiv pe care este instalat un soft. Cu ajutorul softului informația de la senzor este prelucrată, prezentată în tabele, grafice etc.

Pe lângă faptul că precizia măsurării cu ajutorul senzorilor este mult mai mare decât cu ajutorul aparatelor clasice (se exclud erorile de citire a valorilor), măsurările pot fi efectuate cu o anumită frecvență, în medii unde nu este admisibilă prezența măsurătorului etc.

Verifică-ți cunoștințele

- Pe desenul din fig. 9 sunt reprezentate traiectoriile de mișcare a două picături de ulei în apropierea sferei. Determină:
 - semnele sarcinilor de pe picături;
 - care dintre picături posedă o sarcină mai mică.

Desenează în caiet traiectoriile picăturilor pentru cazul în care ele vor avea sarcini electrice de semn opus.

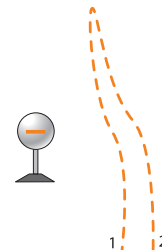


Fig. 9

- La capetele unui conductor este conectat un voltmetru. Ce tensiune indică acesta la trecerea prin conductor a sarcinii electrice de 2 C, dacă s-a efectuat un lucru de 6 J?
- Două becuri au fost conectate în serie. Tensiunea la primul bec e de 6,3 V, iar la cel de-al doilea – de 4 V. Determinați tensiunea totală a grupării.
- În fig. 10 este reprezentată scara unui voltmetru. Determină:
 - valoarea unei diviziuni;
 - valoarea tensiunii indicate de voltmetru;
 - tensiunile maximă și minimă care pot fi măsurate cu acest voltmetru;
 - lucrul efectuat la trecerea prin voltmetru a sarcinii electrice de 5 C.

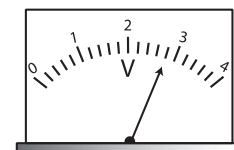


Fig. 10

- La bornele unui bec este aplicată o tensiune de 4 V. Ce lucru a fost efectuat la trecerea prin secțiunea filamentului a electronilor cu sarcina totală de 3 C?
- La capetele unei sârme este aplicată o tensiune de 1,5 V. Determină sarcina electrică ce a trecut prin sârmă, dacă lucrul efectuat este egal cu 12 J.
- Prin secțiunile a două conductoare a trecut aceeași sarcină electrică. Lucrul efectuat în conductorul al doilea este de 3 ori mai mic decât în primul. La capetele cărui conductor este aplicată o tensiune mai mare? De câte ori?
- Câți electroni au trecut prin secțiunea transversală a filamentului unui bec, conectat la o tensiune de 200 V, dacă lucrul efectuat este de 1 kJ?
- Explică în ce mod are loc vopsirea „electrostatică” (fig. 11). Confeționează un asemenea dispozitiv.
- Pe fire subțiri sunt suspendate două mărgeluțe identice. Una dintre ele este încărcată. Cum se poate identifica mărgelua încărcată fără a avea la îndemână aparate speciale?
- Electrizează prin influență un electrometru. În ce etape ale electrizării în vergeaua electrometrului apare curentul electric?
- Ai la dispoziție un electrometru încărcat și un conductor metalic. Ce vei întreprinde pentru ca în conductor să apară curentul electric?
- Cum se pot încărca două electrometre cu sarcini de semn opus, având la dispoziție un bastonaș de ebonită, postav și un conductor cu mâner izolat?
- Propune proiectul unui dispozitiv de selectare a semințelor de cereale cu ajutorul electrizării.
- Selectați materiale și elaborați o comunicare despre utilizarea electrizării la filtrarea fumului.

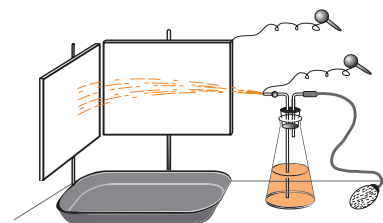


Fig. 11

3.2. Curentul electric continuu. Intensitatea curentului electric. Ampermetrul

Din lecția precedentă cunoașteți că un corp electrizat acționează cu o forță asupra altor corpuri încărcate cu sarcini electrice.

De asemenea știți că conductoarele electrice sunt substanțele în care purtătorii de sarcini electrice se pot deplasa liber. Printre aceste substanțe se află *metalele*.

Pentru aplicații practice este important să cunoașteți comportarea electronilor liberi într-un conductor metallic atunci când la capetele acestuia este aplicată o tensiune electrică.



Scurt istoric > Faptul că electrizarea poate fi transmisă de la un corp la altul prin fire metalice a fost stabilit în anul 1720 de savantul englez **Stephen Gray (1670 – 1736)**. El a clasificat substanțele în conductoare și izolatoare. Stephen Gray a descoperit și modul de electrizare prin *influență*.

- În fig. 1 este reprezentat un conductor metallic cu mâner izolat care unește două sfere încărcate cu sarcini electrice de semn opus.
 - Cum se vor comporta electronii liberi din conductor?
- În ce sens se vor mișca electronii liberi sub acțiunea forței electrice?

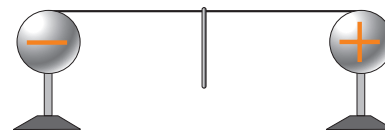


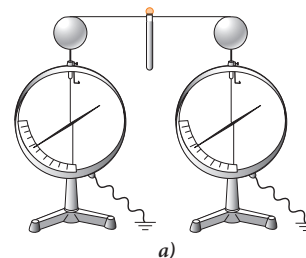
Fig. 1

Definiție: > Mișcarea ordonată a particulelor încărcate se numește **curent electric**.

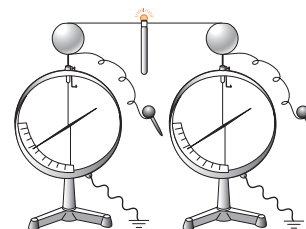
- Exersează** >
1. Găsiți în dicționarul explicativ semnificațiile cuvântului *curent*.
 2. Care dintre ele se utilizează în fizică?

Faptul că în conductorul la care se aplică o tensiune electrică apare curentul electric este confirmat de următorul experiment.

- Experiment** >
- Încarcă două electrometre cu sarcini electrice de semn opus.
 - Unește sferile electrometrelor cu un conductor cu mâner izolat, dotat cu un bec electric (fig. 2, a).
 - Analizează cele observate.
 - Unește sferile electrometrelor la polii unei mașini electrostatice (fig. 2, b).
 - Repetă experimentul, încărcând permanent sferile.
 - Formulează concluzii.



a)



b)

Fig. 2

Reține! > Pentru a obține permanent **curent electric** într-un conductor, trebuie efectuat un lucru de deplasare a sarcinilor electrice.

Practic, astfel de lucru este efectuat cu ajutorul unor dispozitive speciale, numite **surse de curent electric**.

Există diferite surse de curent electric. Comun pentru toate este faptul că în fiecare sursă se efectuează un lucru de separare a particulelor încărcate negativ de cele încărcate pozitiv. Sarcinile separate se acumulează la poli. Prin urmare, fiecare sursă de curent electric are doi poli: unul *pozitiv* și altul *negativ*.

În practică, sunt frecvente elementele galvanice. Unul dintre acestea este elementul Leclanché (fig. 3).

El constă dintr-un vas de zinc (1), în care se află o vergea de grafit (2) și o soluție conductoare – soluție de clorură de amoniu (NH_4Cl) (3). Vergea este introdusă într-un săculeț umplut cu dioxid de mangan (4). La interacțiunea clorurii de amoniu cu zincul, ultimul se încarcă negativ, iar vergea pozitiv. Dacă unim vergea de grafit și vasul de zinc printr-un conductor similar celui din fig. 2, electronii liberi din conductor vor începe să se miște ordonat. Deci, în circuitul astfel format va apărea curentul electric.



Reține! Drept *sens* al curentului electric, prin convenție, a fost ales sensul opus mișcării particulelor încărcate negativ, adică sensul mișcării sarcinilor pozitive.

Altfel spus, curentul circulă prin conductor de la polul pozitiv spre cel negativ. În continuare vom studia curentul electric al cărui sens nu variază, numit **curent continuu**.

Pentru a transmite energia sursei de curent electric unui consumator de energie, de exemplu unui bec electric, polii sursei se unesc cu bornele becului prin fire conductoare.

Iluminarea unui bec, conectat într-un astfel de circuit, depinde de numărul particulelor încărcate ce traversează filamentul lui și de sarcina electrică a acestora.



Definiție: Mărimea fizică egală cu raportul dintre sarcina electrică ce străbate secțiunea transversală a unui conductor și intervalul de timp se numește **intensitatea curentului electric**.

Intensitatea curentului electric se notează cu litera I . Deci, pentru a afla intensitatea curentului, este necesar să calculăm raportul dintre sarcina electrică q și timpul t , în care ea a străbătut secțiunea transversală a conductorului.

$$I = \frac{q}{t} \quad (1).$$

Unitatea de măsură a intensității curentului electric în *SI* este **amperul** (A), care este unitate fundamentală în *SI*. Termenul provine de la numele ilustrului savant francez *André Marie Ampère*.

$$[I]_{\text{SI}} = \text{A}$$



Scurt istoric **André Marie Ampère (1775 – 1836)** – fizician, matematician, chimist și filozof francez. A introdus în fizică noțiunea de curent electric. În 1820 Ampère își orientează cercetările spre studierea fenomenelor de interacțiune dintre curentul electric și magneți. A construit primele aparate de măsură a intensității curentului electric: ampermetre și galvanometre. A formulat ipoteza despre natura magnetismului.



André Marie Ampère

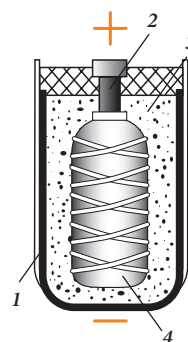
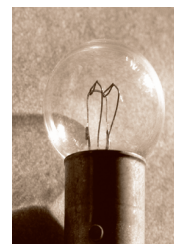


Fig. 3



Din (1) rezultă:

$$q = I \cdot t \quad (2).$$

Cu ajutorul unității intensității curentului electric se definește unitatea de măsură a sarcinii electrice în SI – coulombul (C).

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

Definiție: 1 C este sarcina electrică ce trece prin secțiunea transversală a unui conductor parcurs de un curent electric cu intensitatea de 1 A timp de 1 s.

$$\text{Deci: } 1 C = 1 A \cdot 1 s.$$

Intensitatea curentului electric se măsoară cu *ampermetrul* (fig. 4) sau cu ajutorul senzorului de curent (fig. 5). Semnul convențional al ampermetrului este un cerculeț în care se scrie litera **A** (fig. 6).

Reține! Ampermetrul se conectează în circuit *în serie*, respectând polaritatea.

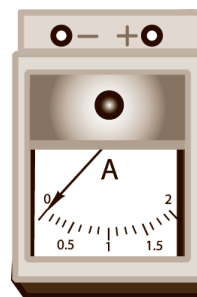


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

Măsurarea intensității curentului electric

Materiale necesare: ampermetru, două becuri, fiecare pe suport, sursă de curent, fire de conexiune.

Mod de lucru:

1. Montăm circuitele din fig. 7, conectând consumatorii în serie.
 - Măsurăm intensitatea curentului pe diferite porțiuni.
 - Formulăm concluzia corespunzătoare asupra valorii intensității.

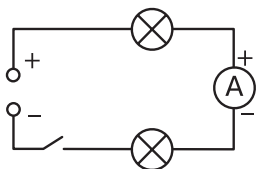
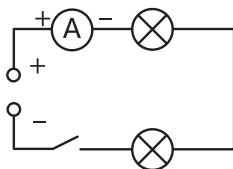
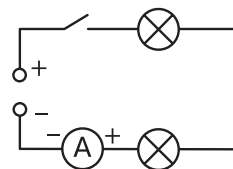


Fig. 7

a)



b)



c)

2. Montăm circuitele din fig. 8, conectând consumatorii în paralel.

- Măsurăm intensitatea curentului pe diferite porțiuni.
- Formulăm concluzia corespunzătoare relației dintre intensități.

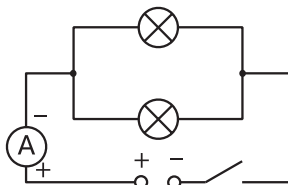
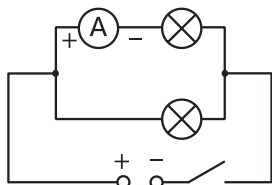
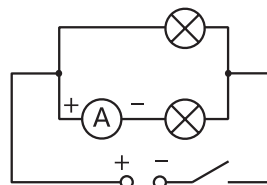


Fig. 8

a)



b)



c)

Reține!

La conectarea **în serie** a doi consumatori intensitatea curentului este aceeași prin fiecare dintre ei.

$$I_1 = I_2 = I \quad (3)$$

La conectarea **în paralel** a doi consumatori intensitatea curentului pe porțiunea neramificată este egală cu suma intensităților curenților din ramuri.

$$I = I_1 + I_2 \quad (4)$$

Verifică-ți cunoștințele

Conceptele studiate recent

- curent electric;
- curent continuu;
- surse de curent electric;
- sens al curentului electric;
- intensitatea curentului electric.

1. Explică principiul de funcționare al electrometrului, utilizând cunoștințe din cursul de fizică studiat în clasa a VI-a.
2. În care dintre conductoarele cu mâner izolat va apărea curent electric la unirea sferelor electrometrelor (fig. 9)?

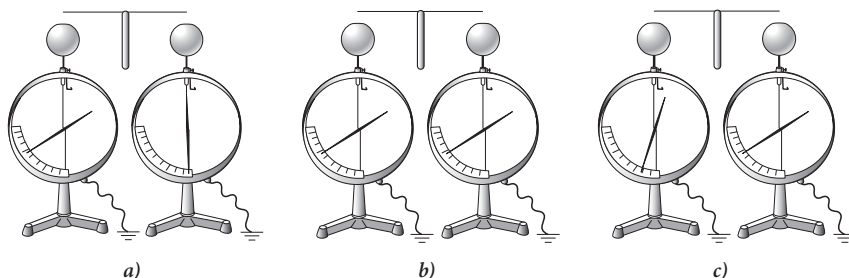


Fig. 9

3. Pot fi considerate curent electric:
 - a) scânteia electrică dintre polii mașinii electrostatice;
 - b) descărcările electrice din atmosferă;
 - c) căderea picăturilor de apă încărcate?
4. Timp de 2 min. aria transversală a unui conductor este străbătută de o sarcină de 4,8 C. Determină intensitatea curentului.
5. Transformă în SI: 300 μ A; 0,1 kA; 50 mA; 4 nC.
6. În ce interval de timp secțiunea transversală a unui conductor este străbătută de o sarcină electrică de 2,4 C, la o intensitate a curentului de 0,2 A?
7. Determină valoarea sarcinii electrice ce străbate secțiunea transversală a unui reșou timp de 1h, la o intensitate a curentului de 2 A.
8. Determină intensitatea curentului în conductor dacă timp de 1 ms prin secțiunea transversală a acestuia au trecut $3 \cdot 10^8$ electroni.
9. Un ampermetru indică intensitatea unui curent de 3 A. Câți electroni au trecut în 2 s printr-o secțiune a circuitului său? Sarcina electronului $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C.
10. Cum vei confecționa un element galvanic, având la dispoziție o placă de zinc, sârmă de cupru și o lămâie?
11. De ce ampermetrul se conectează în circuitul electric în serie?
12. Intensitatea curentului pe porțiunea neramificată la conectarea în paralel a trei consumatori identici (fig. 10) este de 1,5 A. Determinați intensitatea curentului în fiecare ramură.

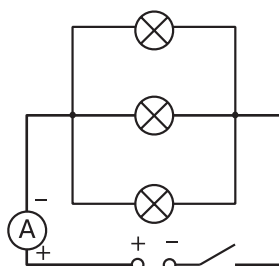


Fig. 10

3.3. Rezistența electrică. Multimetru

La lecția precedentă ați aflat despre sursele de curent electric care sunt surse de energie electrică. Există, de asemenea, **consumatori** de energie electrică: becurile, motoarele, soneriile electrice, alte aparate. Pentru a transmite energia electrică de la o sursă electrică la consumator, polii sursei se unesc cu bornele consumatorului prin **fire** (fig. 1).

Pentru conectarea și deconectarea consumatorului de la sursă se folosesc dispozitive speciale – **întrerupătoare**.

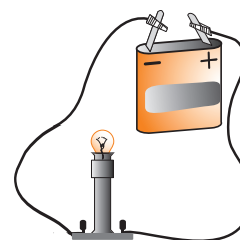


Fig. 1



Sursa de curent electric, consumatorul și întrerupătorul, conectate între ele prin fire, alcătuiesc cel mai simplu circuit electric.

În fig. 2 este reprezentat un astfel de circuit.

Schema circuitului din fig. 2 este reprezentată în fig. 3.

În această schemă, în calitate de sursă de curent este utilizată o baterie de elemente galvanice, al cărei semn convențional este reprezentat în fig. 4 b.

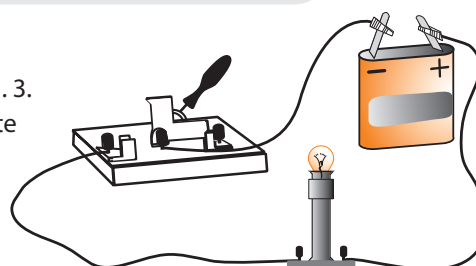


Fig. 2

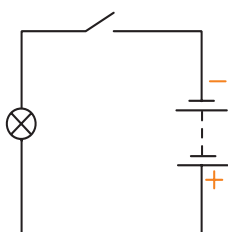


Fig. 3

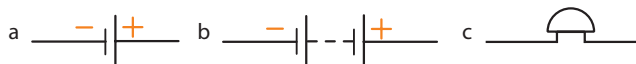


Fig. 4

- a. Element galvanic sau acumulator.
- b. Baterie de elemente.
- c. Sonerie electrică.

În continuare vom analiza particularitățile mișcării particulelor încărcate cu sarcini electrice prin conductorul metalic, adică specificul trecerii curentului electric prin conductor.



- Realizează circuitul electric din fig. 5.
- Închide întrerupătorul și notează valoarea intensității curentului. Observă iluminarea becului.
- Repetă experimentul, înlocuind firul de cupru C cu unul de nichelină N de aceleași dimensiuni.
- Ce observi în acest caz?

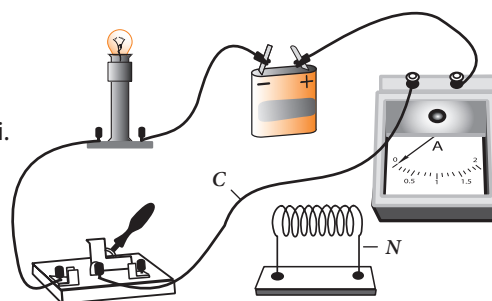


Fig. 5



Fiecare conductor se opune mai mult sau mai puțin trecerii curentului electric.



*Mărimea fizică ce caracterizează proprietatea conductorului de a se opune trecerii curentului electric se numește **rezistență electrică**.*

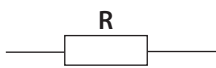


Fig. 6



Fig. 7

Rezistența electrică se notează cu R și se măsoară în *ohmi* (se citește *omi*), simbol Ω (litera grecească omega), $[R]_{SI} = \Omega$. În schemele electrice, deseori se introduc dispozitive cu o anumită rezistență electrică, numite **rezistoare**. Semnul convențional al rezistorului este, de regulă, un dreptunghi (fig. 6).

Rezistența electrică se măsoară cu *ohmmetrul*. Ohmmetrul este reprezentat printr-un cerculeț în care se scrie Ω (fig. 7) și se conectează la capetele dispozitivului, a cărui rezistență se măsoară.

Definiție: **1 ohm** este rezistența unui conductor în care apare un curent cu intensitatea de 1 A atunci când la capetele acestuia se aplică o tensiune de 1 V.

Conceptele studiate recent

- cel mai simplu circuit electric;
- ohm;
- rezistență electrică;
- rezistivitate;
- rezistor;
- multimetru.

Cauza rezistenței electrice este interacțiunea electronilor ce se mișcă orientat prin conductor cu ionii rețelei cristaline. Ca rezultat, prin secțiunea transversală a conductorului trece un număr mai mic de electroni. Deci se micșorează și sarcina electrică transportată într-o unitate de timp sau, altfel spus, se micșorează intensitatea curentului.

Fizicienii au demonstrat că electronii tuturor cristalelor sunt identici, iar ionii diferitelor cristale se deosebesc prin dimensiuni și prin densitatea aranjării lor. Tocmai din acest motiv conductoarele identice confecționate din diverse metale au rezistență diferită. Rezistența conductorului depinde și de dimensiunile geometrice ale conductorului: lungime și aria secțiunii transversale.

Reține! **Rezistența electrică** a unui conductor este direct proporțională cu lungimea conductorului și invers proporțională cu aria secțiunii transversale.

În formă matematică această afirmație este exprimată în felul următor:

$$R \sim \frac{l}{S} \quad (1).$$

Prin experimentul reprezentat în fig. 5 s-a demonstrat că rezistența electrică depinde și de materialul din care este confecționat conductorul, care se caracterizează printr-o constantă, numită **rezistivitate** sau **rezistența specifică**, notată cu simbolul ρ (ro) – literă grecească.

$$[\rho]_{SI} = \Omega \cdot m$$

Dacă luăm în considerare și acest fapt, atunci relația (1) poate fi scrisă astfel:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (2).$$

Aplicații

Multimetrul

Măsurarea rezistenței poate fi efectuată cu ajutorul **multimetrelui digital** (fig. 8). Acesta este un dispozitiv cu ajutorul căruia se pot măsura valori ale unor mărimi fizice: rezistența, tensiunea, intensitatea curentului electric ș.a. Valoarea mărimii măsurate este afișată pe ecran.



Fig. 8

Pentru a măsura cu multimetrul DT9205A (fig. 9) rezistența sau tensiunea conectați cablul negru la borna „Com” (1), iar cablul roșu la „VΩ” (2). Cu ajutorul comutatorului rotativ (3) setăm cea mai apropiată valoare, dar care este mai mare decât cea pe care vrem s-o măsurăm. În cazul rezistenței sectorul „Ω” (4) conține următoarele valori: 200 Ω, 2 kΩ, 20 kΩ, 200 kΩ, 2 MΩ, 20 MΩ, 2000 MΩ. De exemplu, dacă rezistorul ar putea avea rezistența de 3 kΩ, atunci setăm 20 kΩ. În cazul măsurării intensității curentului continuu se alege din sectorul „A–” (5). Nu atingeți cu degetele porțiunile conductoare de curent ale cablurilor!

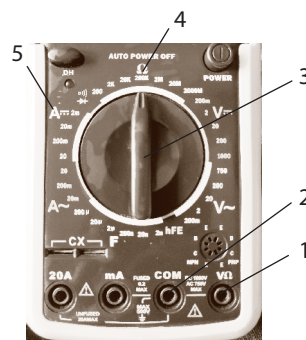


Fig. 9

Reostatul

Variația rezistenței unei porțiuni de circuit în funcție de lungimea conductorului se realizează cu ajutorul **reostatului** (fig. 10), al cărui semn convențional este reprezentat în fig. 11.

Caracteristic pentru acest dispozitiv este faptul că firul este înfășurat pe un cilindru izolator. În calitate de contact servește un cursor *C* care se poate deplasa pe o tijă metalică *T*, realizând contactul dintre tijă și fir.

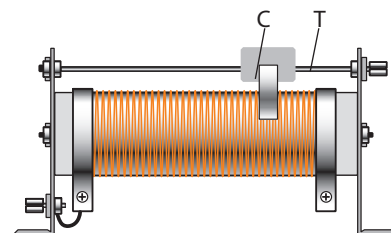


Fig. 10

Activitate practică

- Desenează un reostat conectat într-un circuit simplu.
- Reprezintă pe desen „calea” parcursă de curent pentru următoarele cazuri:
 - a) cursorul se află în stânga cilindrului;
 - b) cursorul se află la mijlocul cilindrului;
 - c) cursorul se află în dreapta cilindrului.
- Compară principiul de funcționare a reostatului studiat cu cel al reostatului cu manetă (fig. 12).

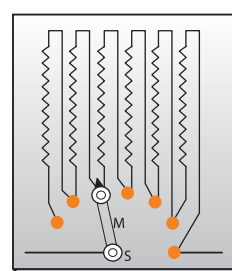


Fig. 12

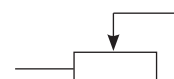


Fig. 11

Problemă rezolvată

Determină aria secțiunii transversale a unui conductor din cupru cu lungimea de 100 m și rezistența $R = 0,1 \Omega$.

Se dă:	SI
$l = 100 \text{ m}$	
$R = 0,1 \Omega$	
$\rho = 0,017 \mu\Omega \cdot \text{m}$	$= 0,017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$
$S = ?$	

Rezolvare:

Rezistența conductorului: $R = \rho \frac{l}{S}$ (1)

Din (1) exprimăm S : $S = \rho \frac{l}{R}$,

Efectuând calculele, obținem:

$$S = 0,017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \frac{100 \text{ m}}{0,1 \Omega} = 0,017 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 17 \text{ mm}^2.$$

Răspuns: $S = 17 \text{ mm}^2$.

Verifică-ți cunoștințele

1. Explică cauza existenței rezistenței electrice.
2. De câte ori se va mări/micșora rezistența unui conductor la:
 - a) micșorarea lungimii de 2 ori;
 - b) mărirea ariei secțiunii transversale de trei ori?
3. Determină rezistența unei sârme de cupru ($\rho_c = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$) cu lungimea de 200 m și aria secțiunii transversale de 2 mm^2 .

4. Cum vor varia indicațiile ampermetrului (fig. 13) la mișcarea cursorului:
a) la dreapta; b) la stânga?

5. Elaborează schema unui circuit electric alcătuit dintr-o baterie de elemente galvanice, un întrerupător, un bec și un voltmetru, astfel încât voltmetrul să măsoare tensiunea:

- a) la bec, b) la baterie.

În ce caz voltmetrul va indica o tensiune mai mare?

6. În fig. 14 este reprezentată schema unui circuit electric alcătuit dintr-o sursă de curent de 4,5 V, întrerupător, două becuri și două voltmetre. Montați acest circuit pe o platformă de simulare a circuitelor electrice (TinkerCad, Phet Colorado). Ce tensiuni vor indica voltmetrele: a) la închiderea circuitului? b) în cazul în care va ieși din funcțiune becul B_1 , apoi becul B_2 ?

7. Determină materialul din care este confecționat un conductor cu lungimea de 5 m, aria secțiunii transversale de 1 mm^2 și rezistența de 2Ω .

8. Determină lungimea unui cablu cu rezistența de 1Ω și aria secțiunii transversale de 1 cm^2 , confecționat din constantan.

9. Fie că avem două conductoare din cupru cu lungimi egale: unul dintre conductoare cu aria secțiunii transversale de 1 mm^2 , iar altul – de 5 mm^2 . Care conductor are rezistență mai mică și de câte ori?

10. Ce secțiune transversală trebuie să aibă un conductor din cupru cu lungimea de 1 km pentru ca rezistența lui să fie egală cu rezistența unui conductor din fier cu aria secțiunii transversale de $0,25 \text{ mm}^2$ și lungimea de două ori mai mică?

11. Desenează schema unui circuit electric care ar permite să se determine rezistența unui bec, cu ajutorul voltmetrului și ampermetrului.

12. Un reostat, al cărui cilindru are diametrul exterior de 1,5 cm, este alcătuit din 50 de spire de nichelină, cu aria secțiunii transversale de $0,5 \text{ mm}^2$. Determină rezistența maximă a reostatului.

13. Determină masa de aluminiu necesară pentru a confecționa un conductor cu lungimea de 1000 m și rezistența de $2,5 \Omega$.

14. Determină aria secțiunii transversale și lungimea conductorului din cupru, dacă rezistența lui $R = 1 \Omega$, iar masa e de 20 g.

15. Determină masa unui conductor de nichel cu aria secțiunii transversale de $0,3 \text{ mm}^2$, necesară pentru confecționarea unui rezistor cu rezistența de 5Ω .

16. Având la dispoziție o baterie de elemente galvanice, un bec pe suport, un întrerupător și fire de conexiune:

- a) montează cel mai simplu circuit electric;
b) schimbă succesiunea conectării becului și a întrerupătorului;
c) formulează concluzia corespunzătoare.

17. Având la dispoziție o baterie de elemente galvanice, reostat cu cursor, ampermetru, întrerupător, fire de conexiune:

- a) Realizează circuitul din fig. 15.
b) Închide întrerupătorul și fixează indicația ampermetrului.
c) Repetă experimentul măbind, apoi micșorând lent rezistența reostatului.
d) Formulează concluzia.

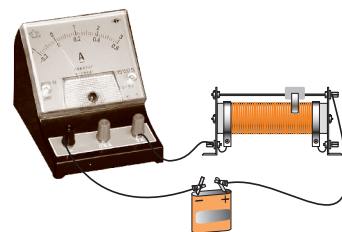


Fig. 13

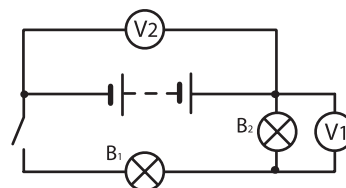


Fig. 14

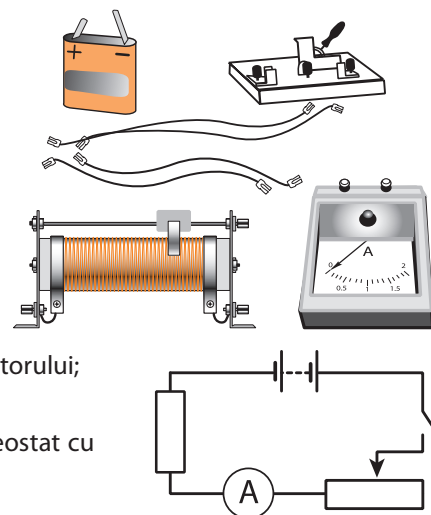


Fig. 15

3.4. Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit. Lucrare de laborator nr. 4

Ați studiat mărimi fizice ca intensitatea curentului, tensiunea, rezistența electrică. În continuare vom studia relațiile dintre aceste mărimi.

Prezintă interes dependența intensității curentului pe o porțiune de circuit de tensiunea la capetele acestei porțiuni și de rezistența acesteia.

Activitate practică

Având la dispoziție o baterie de elemente galvanice, ampermetru, voltmetru, un conductor de nichelină, fire de conexiune, întrerupător, vom cerceta dependența intensității curentului de tensiune.

Mod de lucru:

- Realizăm circuitul din fig. 1.
- Închidem întrerupătorul și fixăm indicațiile ampermetrului și ale voltmetrului.
- Repetăm experimentul, măbind tensiunea. Pentru aceasta conectăm în serie la baterie încă un element.
- Notăm rezultatele măsurărilor într-un tabel.

În experimentele efectuate rezistența conductorului de nichelină nu s-a schimbat. Au variat doar intensitatea curentului ce străbate conductorul și tensiunea la capetele lui. La mărirea tensiunii la capetele unei porțiuni de circuit, se mărește și intensitatea curentului prin această porțiune.

Din cursul de matematică ați aflat despre mărimile direct proporționale și invers proporționale.

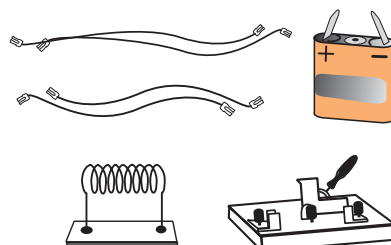


Fig. 1

Reține!

Intensitatea curentului pe o porțiune de circuit este direct proporțională cu tensiunea aplicată la capetele acestei porțiuni.

În formă matematică această afirmație se scrie în modul următor:

$$I \sim U \quad (1)$$

Pentru a demonstra dependența intensității curentului de rezistența unei porțiuni de circuit, vom menține constantă tensiunea la capetele acestei porțiuni.

Activitate practică

Având la dispoziție o baterie, magazie de rezistoare, reostat, voltmetru, ampermetru, întrerupător, fire de conexiune, vom cerceta dependența intensității curentului de rezistența porțiunii de circuit.

- Realizăm un circuit cu aparatele reprezentate în fig. 2. Conectăm reostatul și magazia de rezistoare în serie, iar voltmetrul în paralel cu magazia.
- Închidem circuitul și stabilim cu ajutorul reostatului o tensiune de 2 V.
- Fixăm indicațiile ampermetrului. Notăm valorile intensității și ale rezistenței într-un tabel.
- Repetăm experimentul variind rezistența magaziei.

Dacă la capetele unei porțiuni de circuit menținem o tensiune constantă, atunci:

- 1) la mărirea rezistenței porțiunii de circuit, intensitatea curentului se micșorează;
- 2) la micșorarea rezistenței porțiunii de circuit, intensitatea curentului se mărește.

În matematică astfel de mărimi se numesc ***invers proporționale***.

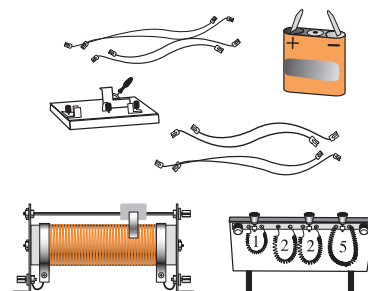


Fig. 2

Scurt istoric >



Georg Ohm

Dependența intensității curentului de tensiunea aplicată unei porțiuni de circuit și de rezistența acesteia a fost cercetată, în 1827, de către savantul german **Georg Ohm (1787–1854)**. Această dependență se mai numește **legea lui Ohm** pentru o porțiune de circuit.

Reține! >

Intensitatea curentului pe o porțiune de circuit este invers proporțională cu rezistența acestei porțiuni.

În formă matematică această afirmație se scrie în felul următor:

$$I \sim \frac{1}{R} \quad (2)$$

Reține! >

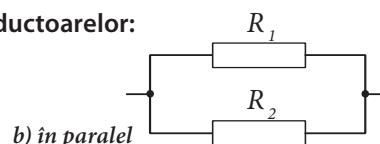
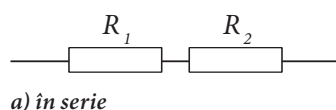
Intensitatea curentului pe o porțiune de circuit este direct proporțională cu tensiunea aplicată la capetele acestei porțiuni și invers proporțională cu rezistența ei.

$$I = \frac{U}{R} \quad (3)$$

Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit este una dintre legile fundamentale ale fizicii. Această lege este valabilă pentru conductoarele metalice la capetele cărora se aplică tensiuni nu prea mari.

În continuare vom utiliza legea lui Ohm pentru calcularea rezistenței conductoarelor conectate în serie sau în paralel.

Conexiunea conductoarelor:



Deoarece la legarea:

în serie

$$U = U_1 + U_2$$

$$U = I \cdot R$$

$$IR = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$I_1 = I_2 = I$$

$$IR = IR_1 + IR_2$$

Scoatem în afara parantezelor factorul comun

$$IR = I(R_1 + R_2)$$

$$R = R_1 + R_2 \quad (4)$$

în paralel

$$I = I_1 + I_2,$$

iar conform legii lui Ohm

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

atunci, înlocuind, obținem:

$$\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}.$$

Însă:

$$U_1 = U_2 = U,$$

atunci:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}.$$

$$U \frac{1}{R} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

apoi, simplificând, obținem:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (5)$$

Conceptele studiate recent >

- **Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit;**
- **rezistența totală.**

Reține! >

La conexiunea în serie a conductoarelor rezistența totală este egală cu suma rezistențelor tuturor conductoarelor.

La conexiunea în paralel a conductoarelor mărimea inversă a rezistenței totale este egală cu suma mărimilor inverse ale rezistențelor fiecărui conductor.

Determinarea rezistenței electrice

Scopul lucrării: determinarea rezistenței electrice a unui rezistor.

Aparate și materiale necesare: sursă de curent, rezistor, voltmetru, ampermetru, reostat, fire de conexiune.

Considerații teoretice: Din legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit $I = \frac{U}{R}$, obținem formula de calcul al rezistenței $R = \frac{U}{I}$.

Mod de lucru:

1. Realizați montajul experimental (fig. 1).
2. Măsurăți intensitatea curentului și tensiunea la rezistor pentru trei poziții ale cursorului reostatului.
3. Calculați valorile rezistenței rezistorului R ; valoarea medie a rezistenței și erorile absolute.
4. Treceți rezultatele obținute în tabelul nr. 3.
5. Scrieți exemplele de calcul, rezultatul final și formulați concluziile de rigoare.

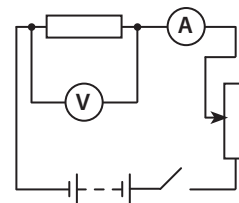


Fig. 3

Tabelul nr. 3. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate.

Nr.	U, V	I, A	R, Ω	$\Delta R, \Omega$
1				
2				
3				
Valori medii:				

Exemple de calcul, calculul erorilor

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

$$\Delta R = |R_{med} - R|$$

$$R_{med} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

$$\Delta R_{med} = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3}{3}$$

Rezultatul final: $R = R_{med} \pm \Delta R_{med} = (\text{-----} \pm \text{-----}) \Omega$

Concluzie.

Probleme rezolvate

1. Determinați rezistența totală a unui circuit electric alcătuit din două rezistoare $R_1 = 6 \Omega$ și $R_2 = 12 \Omega$ conectate în paralel.

Se dă:

$$R_1 = 6 \Omega$$

$$R_2 = 12 \Omega$$

$R = ?$

Rezolvare:

Pentru a determina rezistența totală a două conductoare conectate în paralel, utilizăm formula:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (1);$$

Din (1) deducem expresia matematică pentru R .

Mai întâi găsim numitorul comun:

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2} \quad (2), \quad \text{unde:} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 + R_1} \quad (3);$$

Substituim valorile numerice în (3) și obținem:

$$R = \frac{6 \cdot 12}{12 + 6} = \frac{72}{18} = 4 (\Omega).$$

Răspuns: Rezistența totală a circuitului $R = 4 \Omega$.

2. În circuitul din fig. 4 rezistența $R_1 = 200 \Omega$, voltmetrul indică 100 V, ampermetrul A indică 1,5 A. Să se afle rezistența a doua și indicațiile ampermetrelor A_1 și A_2 .

Se dă:

$$R_1 = 200 \Omega$$

$$U = 100 \text{ V}$$

$$I = 1,5 \text{ A}$$

$$R_2 = ?$$

$$I_1 = ?$$

$$I_2 = ?$$

Rezolvare:

La conexiunea conductoarelor în paralel:

$$U_1 = U_2 = U.$$

Aplicăm legea lui Ohm pentru a determina intensitatea curentului prin rezistorul R_1 .

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U}{R_1} = \frac{100 \text{ V}}{200 \Omega} = 0,5 \text{ A}.$$

La conexiunea conductoarelor în paralel: $I = I_1 + I_2$,

de unde: $I_2 = I - I_1 = 1,5 \text{ A} - 0,5 \text{ A} = 1 \text{ A}.$

Aplicăm legea lui Ohm pentru porțiunea ce conține rezistorul R_2

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2},$$

$$\text{de unde: } R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U}{I_2} = \frac{100 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 100 \Omega.$$

Răspuns: $I_1 = 0,5 \text{ A}$, $I_2 = 1 \text{ A}$, $R_2 = 100 \Omega$.

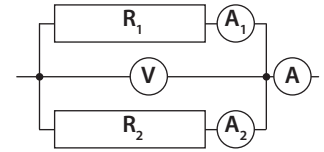


Fig. 4

Verifică-ți
cunoștințele

1. Ce va indica ampermetrul din circuitul reprezentat în fig. 5, dacă voltmetrul indică 3 V, iar rezistența rezistorului $R = 2 \Omega$?
2. Spirala unui reșou cu rezistența de 250Ω este parcursă de un curent cu intensitatea de 2 A. Determină tensiunea aplicată reșoului.
3. Un circuit este alcătuit din două conductoare conectate în paralel cu rezistențele de 5Ω și 10Ω . Desenează schema circuitului și determină rezistența totală a acestuia.
4. Un circuit este alcătuit din 30 de becuri identice conectate în serie. Determină rezistența unui bec, dacă se știe că rezistența circuitului e de 120Ω .
5. Un conductor cu rezistența de 30Ω a fost tăiat în jumătate. Conductoarele obținute au fost amplasate alături ca un conductor unic. De câte ori a variat rezistența conductorului obținut? Argumentează răspunsul.
6. Determină rezistența unui bec, dacă intensitatea curentului prin acesta este de $0,25 \text{ A}$ la o tensiune de $3,5 \text{ V}$.
7. Determină tensiunea la capetele unui conductor din nichelină cu lungimea de 10 m și aria secțiunii transversale de 1 mm^2 , dacă intensitatea curentului prin acesta este de $0,1 \text{ A}$.
8. De câte ori se micșorează rezistența unei baterii alcătuite din trei rezistoare identice, conectate în serie, la conectarea acestora în paralel.
9. Montează un circuit alcătuit dintr-un element galvanic și trei becuri, două dintre care sunt conectate în paralel, iar al treilea – în serie cu primele două. Măsoară intensitatea curentului pe diferite porțiuni ale circuitului. Desenează schema electrică pentru fiecare caz.
10. Construieste schema circuitului unei ghirlande pentru pomul de Crăciun astfel încât, dacă unul dintre becuri va ieși din funcțiune, celelalte să lumineze.
11. Având la dispoziție un bec electric, prevăzut pentru o tensiune de $3,5 \text{ V}$, sârmă de rezistivitate și diametru cunoscut și riglă, propune planul montării unui circuit electric, care să alimenteze becul de la o sursă de curent de 5 V . Desenează schema electrică și caracterizează elementele circuitului electric.

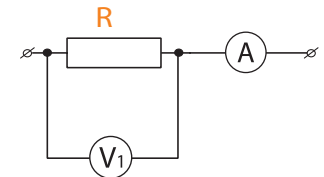


Fig. 5

3.5. Lucrul și puterea curentului electric. Legea lui Joule. Aplicații. Lucrare de laborator nr. 5

Informație

Din definiția intensității curentului electric avem:

$$q = I \cdot t \quad (1).$$

Din definiția tensiunii electrice putem exprima lucrul efectuat pe o porțiune de circuit, care se mai numește lucrul curentului:

$$L = U \cdot q \quad (2).$$

Substituind în (2) expresia lui q prin (1), obținem formula de calcul pentru lucrul curentului:

$$L = U \cdot I \cdot t \quad (3).$$

Din clasa a VII-a cunoașteți definiția puterii mecanice:

$$P = \frac{L}{t} \quad (4), \quad [P]_{SI} = W.$$

Prin urmare, puterea curentului electric pe porțiunea dată este egală:

$$P = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I \quad \text{sau} \quad P = U \cdot I \quad (5).$$



Reține!

Puterea curentului electric continuu este egală cu produsul dintre tensiunea și intensitatea curentului.

Din formula $P = U \cdot I$ rezultă că: $1 W = 1 V \cdot 1 A$.

Puterea curentului electric poate fi determinată cu ajutorul unui voltmetru și al unui ampermetru.

Lucrarea de laborator nr. 5

Determinarea puterii unui bec electric

Aparate și materiale necesare: o baterie de elemente galvanice, un bec de tensiune joasă pe suport, voltmetru, ampermetru, reostat, fire de conexiune.

Mod de lucru:

1. Montați circuitul conform schemei din fig. 1.
2. Închideți circuitul și notați indicațiile aparatelor în tabelul nr. 1.
3. Calculați puterea curentului ce trece prin bec și treceți rezultatul în tabel.
4. Calculați lucrul curentului L , efectuat timp de 24 h.
5. Calculați costul energiei electrice p , consumate de bec în acest interval de timp ($p_0 = 3 \text{ lei/kW}\cdot\text{h}$).
6. Repetați punctele 2–5 pentru alte două poziții ale cursorului reostatului.
7. Treceți rezultatele obținute în tabel.
8. Scrieți exemplele de calcul, rezultatul final și formulați concluziile de rigoare.

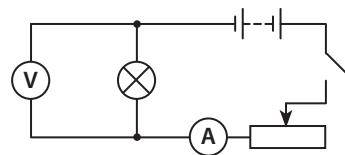


Fig. 1

Tabelul nr. 1. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate.

U, V	I, A	P, W	t, s	L, J	$p, \text{ lei}$

Exemple de calcul: $P = U \cdot I$ $L = P \cdot t$ $p = p_0 \cdot L$

Rezultatul final: $P = \dots W$; $L = \dots J = \dots \text{ kWh}$; $p = \dots \text{ lei}$.

Concluzie.

Experiment >

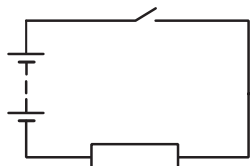


Fig. 2

- În circuitul din fig. 2, în calitate de conductor se folosește un fir de nichelină în formă de spirală, fixat pe un suport, iar în calitate de sursă de curent – o baterie.
- La închiderea circuitului se observă încălzirea firului.

Cauza încălzirii conductorului parcurs de curent este interacțiunea electronilor liberi din metale cu ionii rețelei cristaline. În urma acestei interacțiuni electronii transmit o parte din energia lor ionilor. Experimental s-a demonstrat că în conductoarele metalice imobile tot lucrul curentului este consumat la mărirea energiei interne a conductorului. Prin urmare, cantitatea de căldură degajată de conductor va fi egală cu lucrul curentului.

$$\text{Deci: } Q = L \quad \text{sau} \quad Q = U \cdot I \cdot t \quad (6).$$

Din legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit exprimăm tensiunea electrică.

$$U = I \cdot R \quad (7).$$

Substituind în (3) expresia lui U prin (7), obținem:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (8).$$

Scurt istoric >

Fenomenul încălzirii conductorului parcurs de curent numit efect termic a fost descoperit în 1801 de către savantul englez Humphry Davy. El a unit polii unei baterii de elemente Volta printr-un fir subțire de platină. Firul se încălzea până la incandescență.

Reține! >

Căldura degajată de un conductor parcurs de curent electric este egală cu produsul dintre pătratul intensității curentului, rezistența conductorului și timpul trecerii curentului.

Afirmația este cunoscută sub denumirea de **legea lui Joule**, iar formula (5) este expresia matematică a acestei legi.

Cunoașteți deja că unitatea de măsură a căldurii în SI este joule (J), $[Q]_{SI} = J$.

În practică, pentru măsurarea energiei electrice se utilizează o unitate de măsură alternativă SI – kilowatt-oră (kWh).

Conceptele studiate recent >

- **puterea curentului electric;**
- **legea lui Joule.**

Definiție: >

Kilowatt-oră este o unitate de măsură pentru energie, egală cu cantitatea de energie transferată de un proces care dă sau primește o putere de un kilowatt timp de o oră.

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}.$$

Respectarea normelor de securitate la utilizarea dispozitivelor electrice

Dispozitivele electrice ne asigură confortul și ne ajută să obținem multe beneficii, dacă le folosim respectând normele de securitate:

1. Înainte de a conecta un dispozitiv la sursă:
 - asigură-te că nu este defect;
 - verifică integritatea firului și a prizei la care vrei să îl conectezi.
2. Folosește cu multă precauție dispozitivele electrice în încăperile unde ai o sursă de apă, la bucătărie și în baie, deoarece apa este un bun conductor de electricitate.
3. Cumpără electrocasnice doar de la comercianți autorizați și studiază pașaportul aparatului electric achiziționat, deoarece poate conține indicații prețioase și avertismente precise în acest sens.

Măsurile de siguranță împotriva electrocutării în diverse situații

1. Pentru a preveni un posibil scurtcircuit, care poate provoca incendiu, nu aglomera priza, conectând mai multe electrocasnice simultan la aceeași sursă de electricitate.
2. Nu utiliza aparate electrocasnice improvizate sau artisanale pentru încălzirea încăperii, apei sau pentru gătit. Nu utiliza prelungitoare cu stratul izolant deteriorat.
3. Nu trece cablul parcurs de curent pe sub covor, pe sub picioarele mobilei, pe după radiator și ai grijă ca acesta să nu fie răsucit sau adunat în bucle. Aceste acțiuni îi pot deteriora învelișul protector, ceea ce poate crea pericol de electrocutare.

Aplicații

Una dintre aplicațiile efectului termic al curentului electric este **becul cu incandescență**.

- Studiază construcția becului cu incandescență și a duliei (fig. 5).
 1. Din ce cauză se introduc gaze inerte la presiuni scăzute în balonul de sticlă?
 2. De ce filamentul becului este din wolfram?
 3. Reprezintă pe desen circulația curentului prin duliă.
- Studiază aplicațiile efectului termic al curentului electric: reșoul electric, fierul de călcat, cuptorul cu rezistență, siguranța fuzibilă ș.a. conform următorului plan:
 1. Destinația;
 2. Părțile componente și interacțiunea acestora;
 3. Principiul de funcționare;
 4. Limitele de aplicare;
 5. Reguli ale tehnicii securității.

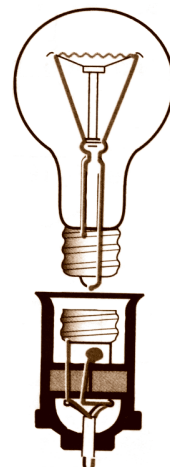


Fig. 5

Problemă rezolvată

Pentru a face economie de energie electrică, s-a decis să se cumpere 6 becuri LED de 9 W în locul a 6 becuri cu incandescență de 100 W. Calculați în câte zile se va recupera investiția dacă costul unui bec cu incandescență este de 18,3 lei, iar costul unui bec LED – 79 de lei. Becurile funcționează în medie 5 ore pe zi. Costul energiei electrice se consideră 3 lei pentru 1 kWh.

Se dă:

$$n = 6$$

$$P_1 = 100 \text{ W}$$

$$P_2 = 9 \text{ W}$$

$$p_1 = 18,3 \text{ lei}$$

$$p_2 = 79 \text{ lei}$$

$$t = 5 \text{ h}$$

$$p_0 = 3 \text{ lei/(kWh)}$$

$$N = ?$$

Rezolvare:

Determinăm energia electrică consumată de fiecare tip de bec timp de o zi:

$$E_1 = P_1 \cdot t = 100 \text{ W} \cdot 5 \text{ h} = 500 \text{ Wh}$$

$$E_2 = P_2 \cdot t = 9 \text{ W} \cdot 5 \text{ h} = 45 \text{ Wh}$$

La înlocuirea unui bec se va economisi pe zi o energie:

$$\Delta E_1 = E_1 - E_2 = 500 \text{ Wh} - 45 \text{ Wh} = 455 \text{ Wh}$$

La înlocuirea a 6 becuri, economia pe zi va constitui:

$$\Delta E = n \cdot \Delta E_1 = 6 \cdot 455 \text{ Wh} = 2730 \text{ Wh} = 2,73 \text{ kWh}$$

Prețul energiei electrice economisite într-o zi va fi:

$$p = p_0 \cdot \Delta E = 3 \text{ lei/(kWh)} \cdot 2,73 \text{ kWh} = 8,1 \text{ lei}$$

Investiția făcută la înlocuirea a 6 becuri:

$$\Delta p = n \cdot (p_2 - p_1) = 6 \cdot (79 \text{ lei} - 18,3 \text{ lei}) = 6 \cdot 60,7 \text{ lei} = 364,2 \text{ lei}$$

Prin urmare, această investiție se va recupera în:

$$N = \frac{\Delta p}{p} = \frac{364,2 \text{ lei}}{8,19 \text{ lei}} \approx 44,5 \text{ zile.}$$

Răspuns: Investiția se va recupera în $\approx 44,5$ zile.

Verifică-ți cunoștințele

1. Determină lucrul curentului electric, dacă prin conductorul aflat la o tensiune de 30 V a trecut o sarcină de 75 C.
2. Determină lucrul curentului ce parcurge un bec electric timp de 5 min. Becul este conectat într-un circuit cu tensiunea de 220 V, iar intensitatea curentului e de 0,5 A.
3. Determină puterea curentului electric într-un bec electric cu tensiunea de 220 V, dacă filamentul becului are o rezistență de 484 Ω .
4. Dinamul unei biciclete generează curent pentru bec. Intensitatea curentului prin bec e de 0,28 A. Determină tensiunea la bec și puterea dinamului dacă timp de 3 h curentul a efectuat un lucru de 6,72 W · h.
5. Calculează suma necesară pentru plata energiei electrice consumate de un bec cu puterea de 60 W, care luminează 6 h pe zi timp de o lună (30 de zile), la tariful de 3 lei/(kWh).

Rezumat

Corpurile pot fi electrizate. Ca rezultat al electrizării, acestea interacționează cu alte corpuri.

Sarcina electrică este mărimea fizică ce caracterizează starea de electrizare a unui corp. Simbol q . Unitatea de măsură a sarcinii electrice este *coulombul* (C).

Mărimea fizică ce exprimă lucrul forțelor efectuat pentru transportarea sarcinii de 1 C între două puncte se numește **tensiune electrică**. Simbol U . Unitatea de măsură – *voltul* (V).

$$U = \frac{L}{q} \quad [U]_{\text{SI}} = \text{V}$$

Tensiunea se măsoară cu *voltmetrul* sau cu *senzorul de tensiune*.

Mișcarea ordonată a particulelor încărcate se numește **curent electric**. Prin convenție, drept sens al curentului electric a fost ales sensul mișcării particulelor încărcate cu sarcini pozitive. Altfel spus, curentul circulă prin conductor de la polul pozitiv (+) spre cel negativ (-). Curentul electric al cărui sens nu variază este numit **curent continuu**.

Pentru a obține un curent electric într-un conductor, trebuie efectuat un lucru cu ajutorul **surselor de curent**. În fiecare sursă se efectuează un lucru de separare a particulelor încărcate negativ de cele încărcate pozitiv.

Pentru a transmite energia sursei de curent electric unui consumator, de exemplu unui bec electric, polii sursei se unesc cu consumatorul prin fire conductoare. Mărimea fizică ce exprimă sarcina electrică ce străbate secțiunea transversală a unui conductor într-o secundă se numește **intensitate a curentului electric**. Simbol I . Unitatea de măsură – *amperul* (A).

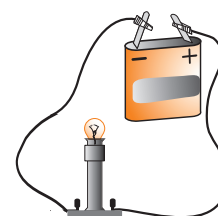


Fig. 1

$$I = \frac{q}{t} \quad [I]_{\text{SI}} = \text{A}$$

Intensitatea curentului electric se măsoară cu *ampermetrul*.

Pentru conectarea și deconectarea consumatorului de la sursă, se utilizează **întrerupătorul**.

Sursa de curent electric, consumatorul și întrerupătorul alcătuiesc un **circuit electric simplu**.

Pentru a reprezenta grafic și a înțelege mai bine modul de conectare a aparatelor în circuitele electrice se folosesc desene speciale, numite **scheme electrice**. Aparatele și alte elemente ale circuitului se notează prin semne convenționale (fig. 2).

Exemple:

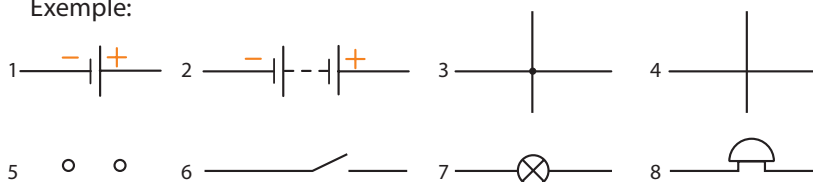


Fig. 2

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Element galvanic sau acumulator. | 5. Borne pentru conectare. |
| 2. Baterie de elemente. | 6. Întrerupător. |
| 3. Conectarea firelor. | 7. Bec electric. |
| 4. Intersecția firelor fără conexiune. | 8. Sonerie electrică. |

Fiecare conductor se opune mai mult sau mai puțin curentului electric. Mărima fizică ce caracterizează proprietatea conductorului de a se opune curentului electric se numește **rezistență electrică**. Simbol R . Unitatea de măsură *ohmul* (Ω). Rezistența se măsoară cu *ohmmetrul*.

Rezistența electrică depinde de lungimea conductorului, de aria secțiunii transversale a acestuia și de natura substanței din care e confecționat conductorul,

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad [R]_{\text{SI}} = \Omega$$

unde ρ este **rezistivitatea**, care e constantă pentru substanța respectivă.

Variația rezistenței unei porțiuni de circuit se realizează cu ajutorul **reostatului**.

Cauza existenței rezistenței electrice este interacțiunea electronilor care se mișcă orientat prin conductor cu ionii rețelei cristaline. Ca rezultat al acestei interacțiuni crește energia internă a conductorului. Acesta se încălzește. Un asemenea fenomen este numit *efect termic* al curentului electric.

Cantitatea de căldură degajată de conductor este egală cu **lucrul curentului**.

$$Q = U \cdot I \cdot t \quad \text{sau} \quad Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1) \quad [Q]_{\text{SI}} = \text{J}$$

Expresia (1) reprezintă **legea lui Joule**.

Mărima fizică $P = U \cdot I$ se numește *putere a curentului electric*.

Ca și puterea mecanică $[P]_{\text{SI}} = \text{W}$.

Efectul termic al curentului electric are diverse aplicații: becul cu incandescență, siguranța fuzibilă, reșoul electric, fierul de călcat, cuptorul cu rezistență ș.a.

Dependența intensității curentului electric printr-o porțiune de circuit de tensiunea la capetele acesteia și de rezistența porțiunii de circuit este dată de **legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit**.

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

Elaborarea unei comunicări

Elaborați o comunicare pe una din teme: „Regulile de securitate și prevenirea pericolului de electrocutare în diverse situații (la școală, acasă)” / „Becul cu incandescență” / „Siguranța fuzibilă” / „Utilizarea curentului electric în medicină” / „Circuite electrice în viața cotidiană”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

Proiect STEM/STEAM

Realizați un proiect cu titlul „Economisirea energiei electrice”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

EVALUARE SUMATIVĂ

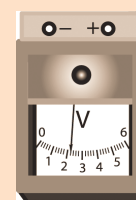
Acest test este propus pentru verificarea nivelului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

I. În itemii 1–3 prezintă răspunsul succint.

1. Continuă următoarele propoziții, astfel încât ele să fie corecte: câte 1 p.
 - a) Mișcarea particulelor încărcate se numește electric.
 - b) Tensiunea este mărimea fizică ce exprimă la transferul unei sarcini de 1 C între două puncte ale unui circuit.
 - c) Rezistența electrică caracterizează proprietatea conductorului trecerii curentului electric.

2. Stabilește (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile de măsură pe care le exprimă: câte 1 p.

Rezistența electrică	$\Omega \cdot m$
Lucrul curentului electric	kJ
Puterea curentului electric	kW
Rezistivitatea	Ω
	mV



3. Privește imaginea alăturată:
Determină valoarea tensiunii indicate de voltmetru..... 2 p.

II. În itemii 4–6 prezentați rezolvarea completă:

4. Determină lungimea unei sârme cu rezistența specifică de $150 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ și aria secțiunii transversale de $4 \cdot 10^{-7} m^2$, necesară pentru confecționarea unui rezistor cu rezistența de 75Ω 3 p.
5. O sarcină de 5 C traversează secțiunea transversală a unui conductor în 3 s.
Determină intensitatea curentului în conductor 2 p.
6. Un reșou este conectat la o sursă cu tensiunea de 220 V. Timp de 20 min. el degajă o căldură de 1,05 MJ. Determină intensitatea curentului și puterea reșoului 5 p.

*Legea lui Ohm pentru un circuit întreg. Gruparea mixtă a conductoarelor

Fie că este dat un circuit electric închis, alcătuit dintr-un rezistor R și sursa de curent continuu (fig. 1). Funcția sursei de curent constă în menținerea unei tensiuni constante U la polii ei. Datorită acestei tensiuni, rezistorul R va fi parcurs de un curent electric continuu.

Apare următoarea întrebare: de ce surplusul de electroni nu trece prin sursă de la borna „-” la borna „+”? Acest fapt se poate explica dacă presupunem că în interiorul sursei mai există forțe secundare orientate în sens opus forțelor care acționează asupra sarcinii.

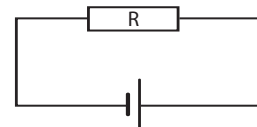


Fig. 1

Definiție: >

Tensiunea electromotoare (t.e.m.) este mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul forțelor secundare necesar pentru deplasarea sarcinii electrice pozitive prin interiorul sursei și mărimea acestei sarcini.

Tensiunea electromotoare se notează cu simbolul $\mathcal{E}$. Din definiție avem:

$$\mathcal{E} = \frac{L_{sec}}{q}, \quad [\mathcal{E}]_{SI} = V,$$

unde L_{sec} este lucrul forțelor secundare, iar q – valoarea sarcinii electrice pozitive transportată.

Sursele de curent electric sunt diferite, dar comun pentru ele este faptul că în fiecare se efectuează un lucru de separare a particulelor încărcate negativ de cele încărcate pozitiv, iar acestea se acumulează la poli: unul negativ și altul pozitiv.

Sursele chimice de curent electric permit obținerea unei t.e.m. de până la 2 V. În ele, reacțiile chimice pot fi reversibile sau ireversibile. De exemplu, în elementele galvanice constituite din plăci de zinc și plăci de cupru introduse în soluție de acid sulfuric are loc dizolvarea electrodului din zinc și, respectiv, reacția chimică este ireversibilă. Pe când în acumulatori, reacțiile chimice sunt reversibile: electrodul utilizat pe parcursul funcționării poate fi restabilit în procesul de reîncărcare a acumulatorului.



Fie că prin secțiunea transversală a conductorului din circuitul din fig. 1 trece sarcina electrică q în intervalul de timp t . Atunci lucrul efectuat de forțele secundare:

$$L_{sec} = q \cdot \mathcal{E} \quad (6).$$

Din formula $I = \frac{q}{t}$ obținem: $q = I \cdot t$ (7).

Introducând (7) în (6), obținem formula de calcul al lucrului forțelor secundare:

$$L_{sec} = I \cdot \mathcal{E} \cdot t \quad (8).$$

La efectuarea acestui lucru, în circuitul exterior și interior se degajă cantitatea de căldură Q , care, conform legii lui Joule, este egală cu:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t = I^2 \cdot t \cdot (R + r) \quad (9),$$

unde r este rezistența interioară a sursei.

Conform legii conservării energiei:

$$L_{sec} = Q \quad (10).$$

Introducând (8) și (9) în (10), obținem:

$$I \mathcal{E} t = I^2 \cdot t \cdot (R + r),$$

de unde:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad (11).$$

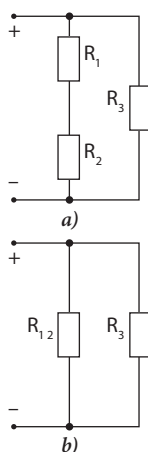
Formula (11) reprezintă expresia matematică a **legii lui Ohm pentru un circuit întreg**.





Intensitatea curentului într-un circuit întreg este egală cu raportul dintre t.e.m. a sursei și rezistența totală a circuitului.

Problemă rezolvată



Se dă:

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_2 = 5 \, \Omega$$

$$R_3 = 30 \, \Omega$$

$$R = ?$$

Rezolvare:

În circuitul din fig. 2 a, două rezistoare (R_1 și R_2), conectate în serie, sunt conectate în paralel cu rezistorul R_3 . Astfel de conexiune se numește *mixtă*. Pentru a calcula rezistența totală, simplificăm acest circuit:

Rezistoarele R_1 și R_2 le considerăm ca pe unul cu rezistența:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 15 \, \Omega.$$

Rezistența totală a circuitului simplificat (fig. 2, b) se va afla din expresia (1)

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} \quad (1) \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{R_3 + R_{12}}{R_{12} \cdot R_3};$$

$$\text{Rezistența totală va fi: } R = \frac{R_{12} \cdot R_3}{R_3 + R_{12}} \Rightarrow R = \frac{15 \cdot 30}{30 + 15} = \frac{450}{45} = 10 \, (\Omega).$$

Răspuns: Rezistența totală a circuitului $R = 10 \, \Omega$.

Fig. 2

Verifică-ți cunoștințele

1. Pentru a separa sarcinile de $+8 \, C$ și $-8 \, C$, forțele exterioare au efectuat un lucru de $12 \, J$. Ce tensiune electromotoare posedă sursa de curent?
2. Un generator cu t.e.m. de $2 \, V$ transportă de la un pol la altul sarcina de $450 \, C$. Ce lucru vor efectua în acest caz forțele exterioare?
3. La o sursă cu t.e.m. de $12 \, V$ și rezistența interioară de $1 \, \Omega$ este conectat un reostat cu rezistența de $5 \, \Omega$. Determină intensitatea curentului în circuit și căderea de tensiune pe rezistor.
4. T.e.m. a unei surse de curent este de $12 \, V$, iar rezistența ei interioară de $0,5 \, \Omega$. La ce rezistență exterioară a circuitului intensitatea curentului va fi egală cu $2 \, A$?
5. T.e.m. a unei surse de curent continuu este egală cu $24 \, V$. Fiind unită la o rezistență exterioară de $10 \, \Omega$, intensitatea curentului în circuit era de $2 \, A$. Determină rezistența sursei.
6. Tensiunea la bornele unei surse de curent este egală cu $4 \, V$ când circuitul exterior este închis, iar rezistența circuitului exterior este de 4 ori mai mare decât rezistența interioară a sursei. Cu ce este egală t.e.m. a sursei?
7. Dacă la un element galvanic se conectează un consumator cu rezistența $R_1 = 7 \, \Omega$, ampermetrul indică intensitatea $I_1 = 1,5 \, A$. Dacă se conectează alt consumator, cu rezistența $R_2 = 4 \, \Omega$, atunci intensitatea curentului de circuit $I_2 = 2,4 \, A$. Determină t.e.m. a elementului galvanic.
8. O baterie cu t.e.m. de $6 \, V$ și rezistența interioară de $0,2 \, \Omega$ alimentează un circuit exterior cu rezistența de $2,8 \, \Omega$. Ce cantitate de căldură se va degaja timp de $5 \, \text{min}$. în circuitul exterior?
9. Rezistențele rezistoarelor reprezentate în schema din fig. 3 au valorile: $R_1 = 2 \, \Omega$, $R_2 = 3 \, \Omega$, $R_3 = 6 \, \Omega$, $R_4 = 5 \, \Omega$. Determină rezistența totală a circuitului.
10. O baterie de rezistoare este alcătuită din două rezistoare unite în serie a câte $2,5 \, \Omega$ fiecare și al treilea rezistor de $5 \, \Omega$, unit în paralel cu primele două. Determinați rezistența totală a bateriei.

Conceptele studiate recent

- tensiunea electromotoare (t.e.m.);
- rezistența interioară a sursei;
- legea lui Ohm pentru un circuit întreg.

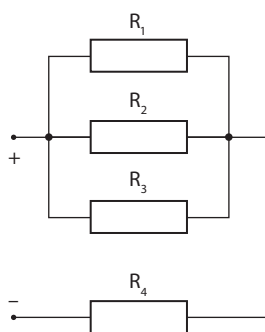


Fig. 3

Capitolul 4

FENOMENE ELECTROMAGNETICE. EFECTUL MAGNETIC AL CURENTULUI ELECTRIC

4.1. Câmpul magnetic. Câmpul magnetic
al curentului electric continuu

4.2. Electromagneții și aplicațiile lor

4.3. Forța electromagnetică

4.4. Motoare electrice

Rezumat

Evaluare sumativă



Studiind acest capitol, vei putea:

- identifica simbolurile mărimilor fizice măsurate și unitățile de măsură;
- reprezenta grafic: forța electromagnetică, sensul vectorului inducției magnetice;
- recunoaște fenomenele electromagnetice observate în natură și în tehnică;
- interpreta din punct de vedere fizic unele fenomene studiate la alte discipline;
- confecționa un electromagnet;
- aplica formulele mărimilor fizice/legile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- propune un plan propriu de măsuri de utilizare a dispozitivelor electrice/electromagnetice.

Capitolul 4 FENOMENE ELECTROMAGNETICE.

EFFECTUL MAGNETIC AL CURENTULUI ELECTRIC

4.1. Câmpul magnetic. Câmpul magnetic al curentului electric continuu

În clasa a VI-a ați studiat despre magneți, interacțiunea polilor magnetici și proprietățile magneților de a atrage corpurile care conțin fier. Toate aceste interacțiuni fac parte din domeniul *fenomenelor magnetice*.

Scurt istoric



William Gilbert

Despre fenomenele magnetice și cele electrice se știe încă din Antichitate, aproximativ din sec. VI î. Hr. Mult mai târziu, prin sec. XVI, apare prima lucrare: *Despre magnet, corpuri magnetice și un magnet mare – Pământul*, în care autorul ei, **William Gilbert (1544 – 1603)**, descrie cca 600 de experimente. El a demonstrat existența celor doi poli ai magnetului care nu pot fi separați, a studiat comportarea acului magnetic în spațiul din apropierea unei sfere magnetizate. Prin analogie, a stabilit comportarea acului magnetic pe Pământ, demonstrând astfel că planeta noastră este un magnet foarte mare.

Dar care este originea câmpului magnetic? Care sunt sursele acestui câmp? Răspunsurile pot fi obținute pe cale experimentală.

Experimentează

- Înfășurați pe un cui de oțel cu lungimea de 10÷15 cm 50÷60 cm de spire din sârmă de cupru izolată cu diametrul de ≈ 1 mm.
- Conectați capetele sârmei la o baterie de 4,5 V (fig. 1).
- Apropiati de capătul cuiului obiecte mici care conțin fier (ținte, clame etc.). Ce observați?

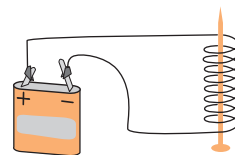


Fig. 1

Sub acțiunea curentului electric cuiul a obținut proprietatea de a atrage obiecte care conțin fier. Această proprietate el și-o păstrează puțin timp chiar și după întreruperea curentului electric.

În experimentul următor veți cerceta acțiunea unui conductor metallic, parcurs de curent electric, asupra acului magnetic.

Activitate practică

Aparate și materiale necesare: o sursă de curent electric continuu, un conductor liniar cu secțiune mare, un întrerupător, un ac magnetic situat pe suport vertical, un reostat, fire de conexiune.

Mod de lucru:

1. Montați circuitul electric reprezentat în fig. 2 și verificați funcționarea lui.
2. Așezați acul magnetic în apropierea conductorului electric.
 - La început circuitul electric e deschis.
 - În acest caz acul magnetic se orientează pe direcția S-N a Pământului.
3. Închideți circuitul electric cu ajutorul întrerupătorului.
 - Conductorul este parcurs de curent electric.
 - Observați ce se întâmplă în acest caz cu acul magnetic.
4. Repetați experimentul, inversând sensul curentului electric din circuit. Ce observați?

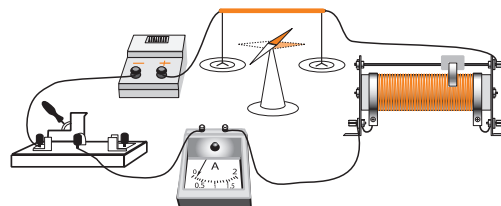


Fig. 2

Reține!

Un conductor liniar parcurs de curent electric exercită o anumită acțiune asupra acului magnetic. Sensul acestei acțiuni se inversează odată cu schimbarea sensului curentului electric prin conductor.

Definiție:

Forma de existență a materiei prin intermediul căreia se realizează interacțiunile magnetice se numește **câmp magnetic**.

Așadar, în jurul conductorului parcurs de curent apare câmp magnetic. Și deoarece curentul electric este o mișcare ordonată a particulelor încărcate, rezultă că surse de câmp magnetic sunt particulele încărcate electric aflate în mișcare. În jurul unui magnet permanent la fel există câmp magnetic. Acesta se manifestă prin acțiunea sa asupra acului magnetic (fig. 3). Însă sursa acestui câmp sunt electronii din componența atomilor magnetului.

Existența câmpului magnetic în jurul conductorului parcurs de curent reprezintă **efectul magnetic** al curentului electric. Prima dată el a fost observat de către profesorul danez Hans Christian Oersted (1777-1851), care se și consideră autor al acestei descoperiri.

Un alt experiment care confirmă același fapt, dar mai ilustrează și configurația geometrică a câmpului, se efectuează utilizând pilitura de fier. Magnetizându-se în câmpul magnetic, ea se comportă ca niște ace magnetice.

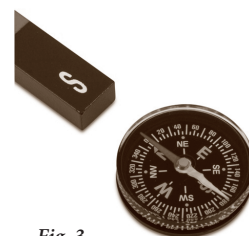


Fig. 3

Activitate practică

1. Montați circuitul din fig. 4. Conductorul rectiliniu este trecut vertical printr-un suport izolator (de exemplu, de sticlă organică sau de carton).
 2. Presărați uniform pilitura de fier în jurul conductorului vertical.
 3. Închideți circuitul electric și ciocăniți ușor cu degetul pe suport.
 - Cum se orientează pilitura de fier?
 4. Așezați 3-4 ace magnetice pe suport în diverse puncte din jurul conductorului.
 - Ce se întâmplă cu poziția ácelor magnetice?
 5. Repetați experimentul inversând numai sensul curentului electric prin conductor.
 - Ce se întâmplă în acest caz cu pilitura de fier?
 - Dar cu ácele magnetice?
- Formulați concluziile corespunzătoare.

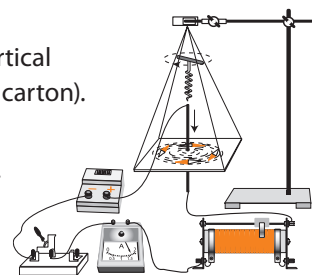


Fig. 4

Definiție:

Liniile de-a lungul cărora se orientează pilitura de fier se numesc **linii de câmp magnetic**.

În fig. 5 sunt reprezentate liniile de câmp ale unui magnet permanent. Aceste linii închise sunt orientate de la polul nord spre polul sud. Liniile de câmp magnetic din jurul unui conductor liniar parcurs de curent sunt curbe închise în jurul curentului care l-a generat și sunt linii orientate într-un anumit **sens**. Sensul liniilor de câmp depinde de sensul curentului electric care generează acest câmp.

Pilitura de fier vizualizează configurația liniilor de câmp magnetic. Tabloul obținut se numește **spectru** al câmpului magnetic.

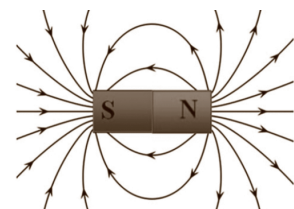


Fig. 5

Reține!

Liniile câmpului magnetic din jurul unui conductor liniar parcurs de curent electric au forma unor **cercuri** cu centrele pe conductor. **Sensul** liniilor de câmp magnetic într-un punct al spațiului este indicat de polul nord al acului magnetic, aflat în acest punct.

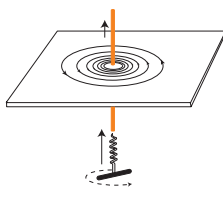


Fig. 6



Fig. 7

Sensul liniilor de câmp magnetic în raport cu sensul curentului electric poate fi stabilit fără ajutorul acului magnetic. Pentru aceasta ne folosim de **regula burghiului de dreapta**.

Reține!

Sensul liniilor câmpului magnetic al curentului electric liniar este sensul în care trebuie rotit burghiul situat de-a lungul conductorului pentru ca el să înainteze în sensul curentului electric din conductor (fig. 6).

Sensul liniilor de câmp poate fi determinat și cu ajutorul regulii mâinii drepte (fig. 7).

Reține!

Sensul liniilor câmpului magnetic al curentului electric liniar este sensul indicat de patru degete ale mâinii drepte la luarea conductorului astfel ca degetul mare să indice sensul curentului.

Pentru a obține un câmp magnetic mai puternic, conductorul se înfășoară pe o carcasă, care poate fi cilindrică sau de altă formă.

Definiție:

Conductorul înfășurat pe o carcasă cilindrică (sau de altă formă) se numește bobină.

Bobina executată dintr-un strat de spire se numește solenoid.

Activitate practică

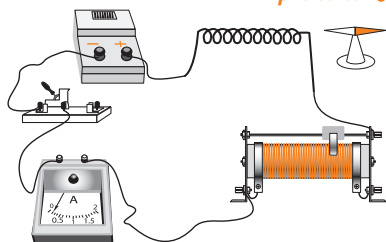


Fig. 8

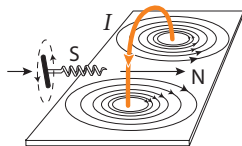


Fig. 9

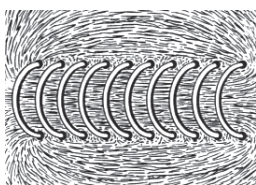


Fig. 10

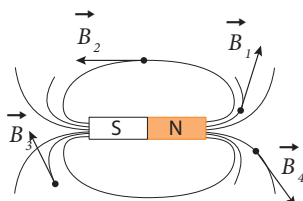


Fig. 11

1. Realizați experimentul din fig. 2, înlocuind conductorul liniar cu un solenoid (fig. 8).

- Cercetați câmpul magnetic al solenoidului cu ajutorul acului magnetic, plasându-l în diferite locuri din vecinătatea lui.
- Observați și analizați comportarea acului magnetic.

2. Repetați experimentul inversând numai sensul curentului electric din solenoid. Analizați comportarea acului magnetic în acest caz.

3. Comparați comportarea acului magnetic în cele două experimente realizate:

- cu conductorul liniar;
- cu solenoidul.

Reține!

Solenoidul parcurs de curentul electric se comportă ca un magnet. Polii magnetici ai solenoidului se inversează odată cu inversarea sensului curentului electric.

Într-un solenoid parcurs de curent câmpul magnetic este creat de fiecare spirală. Spectrul câmpului magnetic al unei spire (al unui conductor circular) este reprezentat în fig. 9. În interiorul fiecărei spire liniile câmpului magnetic au același sens. Deci câmpul magnetic al unui conductor în formă de spirală este mai puternic decât al unui conductor liniar.

Câmpul magnetic al solenoidului se creează de câmpurile magnetice ale tuturor spirelor. Astfel, câmpul lui magnetic total **se intensifică** odată cu creșterea numărului de spire (fig. 10).

Definiție:

Mărimea fizică ce caracterizează un câmp magnetic din punctul de vedere al intensității acțiunii sale în mediul dat se numește inducție magnetică.

Inducția magnetică este o mărime vectorială notată cu litera $\vec{B}$ și este un vector tangent la linia de câmp magnetic în orice punct al acesteia (fig. 11).

Verifică-ți
cunoștințele

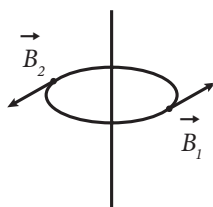


Fig. 12

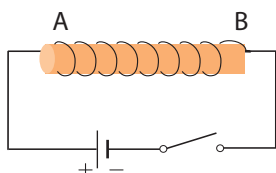


Fig. 13

Conceptele
studiate recent

- efect magnetic al curentului electric;
- linii de câmp magnetic;
- bobină;
- spectrul câmpului magnetic;
- solenoid;
- regula mâinii drepte;
- inducție magnetică.

1. Ce reprezintă câmpul magnetic?
2. În ce mod se poate prezenta grafic câmpul magnetic?
3. Caracterizează liniile de forță ale câmpului magnetic.
4. Formulează regula mâinii drepte.
5. Prin ce se aseamănă și prin ce se deosebesc câmpurile magnetice produse de curentul electric liniar și de cel circular?
6. Determină sensul curentului electric care circulă prin conductor, dacă se cunoaște vectorul inducției magnetice a câmpului creat (fig. 12).
7. Un solenoid posedă la capete ambii poli magnetici identici „sud”. Se poate oare face ca ambii poli să fie „nord”? Argumentează răspunsul.
8. Un solenoid este parcurs de curent electric (fig. 13). Determină polii solenoidului.
9. Determină sensul curentului electric într-un solenoid și polii sursei de curent (fig. 14), dacă în partea de jos a solenoidului se află polul nord.
10. Solenoidul A (fig. 15) este bobinat în sensul acelor de ceasornic, iar solenoidul B – invers. Determină polii fiecărui solenoid.
11. Ce sens are curentul electric din solenoidul reprezentat în fig. 16?

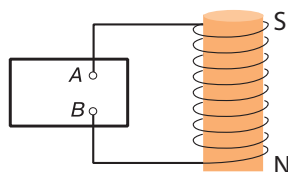


Fig. 14

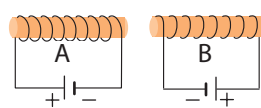


Fig. 15



Fig. 16

12. Determină polii solenoidului din fig. 17, dacă curentul electric are sensul indicat pe desen.
13. Un solenoid este suspendat de două conductoare subțiri lângă un magnet permanent (fig. 18). Ce se va întâmpla cu solenoidul, dacă prin el va trece curent electric?
14. Stabilește polii magnetici ai barei de nichel CD din fig. 19.

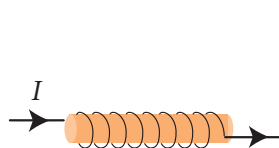


Fig. 17

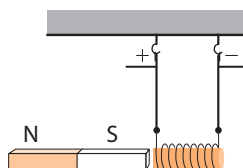


Fig. 18

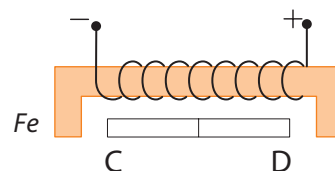


Fig. 19

15. Fie că ai la dispoziție o sursă de curent electric continuu, ale cărei borne nu sunt marcate cu semnele „+” și „-”. Propune o metodă pentru a determina polaritatea bornelor, indicând accesoriile necesare. Verific-o experimental.
16. Experiențele demonstrează că în afara conductorului circular, parcurs de curent electric, inducția magnetică $\vec{B}$ este mai mică decât în spațiul din interiorul lui. Explică fenomenul desenând liniile de câmp, direcția vectorului $\vec{B}$ în interiorul și exteriorul conductorului circular.
17. Explică în ce fel ar trebui bobinat un conductor de cupru izolat pe o carcasă cilindrică, pentru ca bobina să nu producă câmp magnetic atunci când este parcursă de curent electric continuu.

4.2. Electromagneții și aplicațiile lor

Interacțiunile electromagnetice și-au găsit o aplicație largă în diverse dispozitive, aparate, mașini și instalații industriale. În cele ce urmează vom studia unele dintre acestea: electromagneți și motoare electrice.

Informație

Anterior ați luat cunoștință de caracteristicile câmpului magnetic creat de un conductor liniar și, respectiv, de o bobină care sunt parcurse de curent electric. V-ați convins de faptul că câmpul magnetic al bobinei este mai puternic decât al conductorului liniar datorită valorii mai mari a mărimii fizice ce caracterizează intensitatea acțiunii sale. Această mărime fizică, numită **inducție magnetică** ($\vec{B}$), se mărește la bobină odată cu creșterea numărului de spire.

În continuare vom cerceta diverse aplicații practice ale bobinei parcurse de curent electric.

Activitate practică

Aparate și materiale necesare: o sursă de curent electric continuu, o bobină, un dinamometru, un disc de fier cu câlig, un miez de fier, un întrerupător, un stativ, un reostat, un ampermetru, fire de conexiune.

Mod de lucru:

- Realizați montajul circuitului electric reprezentat în fig. 1.
 - Închideți circuitul cu ajutorul întrerupătorului, bobina fiind fără miez de fier.
 - Suspendați discul de dinamometru.
 - Găsiți o poziție a discului față de un pol al bobinei când forța ei de atracție indicată de dinamometru este minimă.
- Repetati experimentul introducând în bobină miezul de fier.
 - Observați cum se schimbă forța de atracție?

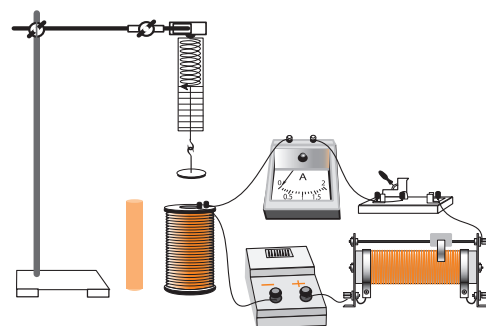


Fig. 1

Concluzie: *Forța de atracție a bobinei cu miez de fier, parcursă de curent electric, este mai mare decât atunci când aceasta e fără miez.*

Definiție:

Sistemul (ansamblul) bobină cu miez de fier parcursă de curent electric se numește **electromagnet**.

Scurt istoric

- În septembrie 1820 fizicianul francez **Dominique François Arago (1786-1853)** a demonstrat experimental că solenoidul atrage pilitura de fier mai puternic având miez. Dorind să amplifice acțiunea curentului asupra piliturii de fier, Arago introduce în solenoid un miez de fier, inventând astfel **electromagnetul**.
- Primul electromagnet cu miez de fier în formă de potcoavă a fost confecționat în 1825 de către savantul englez **W. Sturgeon (1783-1850)**. El avea lungimea de 30 cm și diametrul carcusei de 1,3 cm, pe care s-a înfășurat un strat de sârmă de cupru izolată. Electromagnetul cântărea 200 g și susținea un corp cu masa de $\approx 3,6$ kg.
- În același an (1825), **James Joule** a mărit forța de atracție a electromagnetului până la 200 N.
- În 1831 savantul american **Joseph Henry (1797-1878)** a construit un electromagnet care ridica un corp cu masa de $\approx 1\,000$ kg.
- Electromagneții confecționați în această perioadă aveau aceeași construcție: un miez de fier în formă de potcoavă, pe care se înfășura sârmă izolată.
- O reconstrucție fundamentală a electromagneților a fost realizată în anii '30 ai sec. al XX-lea.

Confecționarea electromagneților

Materiale necesare: sârmă de cupru izolată cu diametrul de $0,2 \div 0,4$ mm, doi cilindri de carton cu lungimea de 5,0 cm și diametrul de $0,8 \div 1,0$ cm, un miez de fier cu lungimea de 6,0 cm, o sursă de curent electric continuu.

Mod de lucru:

1. Elaborați planul de confecționare a electromagnetului.
2. Confecționați doi electromagneți identici după dimensiunile geometrice, dar cu diferite numere de spire n : $n_1 = 50$; $n_2 = 100$.
3. Montați un circuit electric și verificați funcționarea electromagneților.

Studiul forței de atracție a electromagnetului

Obiectiv: studiul dependenței forței de atracție a electromagnetului de:

- a) numărul de spire ale bobinei;
- b) intensitatea curentului electric;
- c) forma miezului de fier.

Aparate și materiale necesare: cei doi electromagneți confecționați (cu numărul de spire $n_1 = 50$; $n_2 = 100$), un ac magnetic pe suport vertical, o sursă de curent, un reostat, un ampermetru, un întrerupător.

Mod de lucru:

1. Montați circuitul electric reprezentat în fig. 2.
2. Cercetați dependența forței de atracție pentru **cele trei cazuri** folosind schema montată și informațiile suplimentare din fig. 3.
3. Comparați masele m_1 și m_2 pentru fiecare caz și formulați concluzia corespunzătoare.

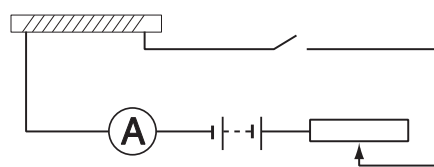


Fig. 2

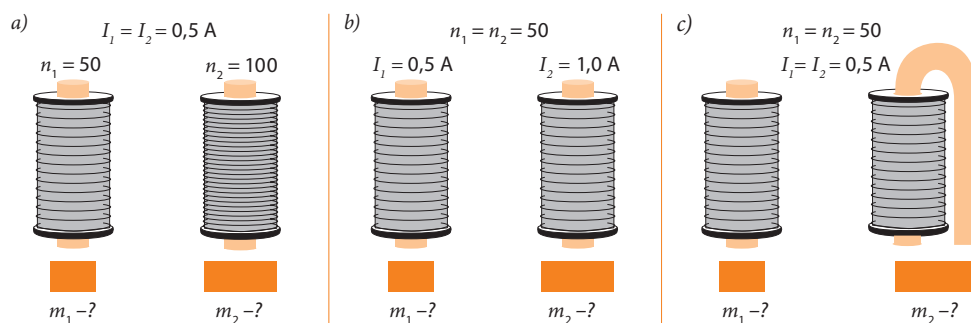


Fig. 3

Conceptele studiate recent

- electromagnet;
- miez de fier.

Reține!

Forța de atracție a electromagnetului exercitată asupra unui obiect este **mai mare** atunci când:

- bobina electromagnetului are mai multe spire;
- intensitatea curentului electric care trece prin spirele bobinei este mai mare;
- obiectul de fier atras de bobină închide ambele capete ale miezului de fier.

Principalul avantaj al unui electromagnet față de un magnet permanent constă în posibilitatea de a schimba rapid câmpul magnetic, variind valoarea intensității curentului electric din bobină. Însă un electromagnet necesită o alimentare continuă de curent pentru a menține câmpul magnetic, spre deosebire de un magnet permanent, care nu are nevoie de energie.

Electromagneții sunt utilizați pe scară largă la diverse dispozitive electrice, cum ar fi motoarele, generatoarele, releele, difuzoarele, hard-diskurile, echipamentele de separare magnetică etc. Electromagneții sunt componenta principală a macaralei electromagnetice (fig. 4), utilizată pentru preluarea și mutarea obiectelor din fier.



Fig. 4

Verifică-ți
cunoștințele

1. Compară un electromagnet cu un magnet permanent. Prin ce se aseamănă și prin ce se deosebesc aceștia?
2. În ce mod trebuie bobinat un conductor izolat de cupru pe un cilindru de fier, pentru ca la conectarea lui la o sursă de curent electric continuu la ambele capete ale cilindrului să se creeze poli de același nume (nord sau sud)?
3. Ce poli se obțin la capetele electromagnetului din fig. 5?
4. Determină polaritatea surselor de curent electric la care sunt conectați electromagneții reprezentați în fig. 6.
5. Determină polul pozitiv al sursei de curent din circuitul electric reprezentat în fig. 7.
6. Care este mărimea forței de atracție a electromagnetului confecționat de Joseph Henry, dacă el menținea un corp cu masa de 1 000 kg?
7. Un electromagnet asigură o forță de atracție de 1 kN. Determină masa corpului pe care poate să-l mențină electromagnetul.
8. O macara electromagnetică poate ridica corpuri metalice cu masa de până la 3 t. Să se afle forța maximă de atracție a electromagnetului macaralei.
9. Propune schema unui circuit electric, folosind releul, în care la închiderea circuitului un bec s-ar aprinde, iar altul s-ar stinge. Realizează proiectul experimental.
10. Confecționează un electromagnet și stabilește metode de determinare a polilor.
11. Confecționează un electromagnet utilizând un cui de fier și sârmă de cupru izolată și determină forța de acționare maximă. Verifică funcționalitatea acestui electromagnet.
12. Propune schema unui dispozitiv electromagnetic care îndeplinește funcția de zăvor. Realizează-o experimental.
13. Desenează schema unui dispozitiv cu electromagnet, cu ajutorul căruia se pot scoate corpuri mici din fier de la fundul unui pahar cu apă fără a uda mâinile. Confecționează acest dispozitiv în varianta cea mai simplă și verifică-i funcționalitatea.
14. Propune și descrie o metodă pentru determinarea valorii numerice a forței de atracție a unui electromagnet. Aplică în practică această metodă.
15. În ce mod se poate mări capacitatea de ridicare a unui electromagnet?

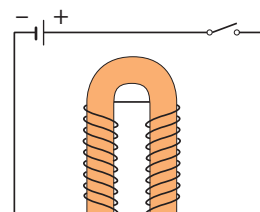


Fig. 5

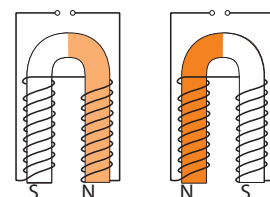


Fig. 6

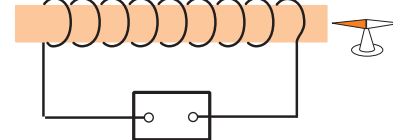


Fig. 7

4.3. Forța electromagnetică

Informație

Descoperirea de către Oersted a efectului magnetic al curentului a trezit interesul savanților față de interacțiunile magnetice și a stimulat în continuare cercetarea acestora. În scurt timp, la începutul anilor '20 ai sec. al XIX-lea, s-a constatat că două conductoare parcurse de curent electric pot interacționa prin intermediul câmpurilor magnetice, în mod analogic interacțiunii a doi magneți permanenți.

De asemenea, câmpul unui magnet permanent acționează cu o forță asupra conductorului străbătut de curent aflat în acest câmp. Evident că este important de a cunoaște de care mărimi fizice depinde forța dată.

În continuare vom efectua cercetările necesare pentru a scoate în evidență aceste dependențe.

Experimentează

Aparate și materiale necesare: un conductor liniar din aluminiu, un magnet-potcoavă, o sursă de curent electric continuu, un întrerupător, un stativ, un reostat, fire de conexiune.

Mod de lucru:

1. Realizați montajul circuitului electric din fig. 1.
 - Închideți circuitul electric cu ajutorul întrerupătorului.
 - Observați și descrieți ce se întâmplă cu conductorul liniar.
 - Formulați concluzia.

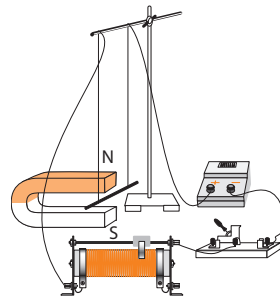


Fig. 1

Definiție:

Forța ce acționează într-un câmp magnetic asupra unui conductor parcurs de curent electric, aflat în acest câmp, se numește **forță electromagnetică**.

2. Repetați experimentul inversând numai **sensul** curentului electric care trece prin conductor. Observați și descrieți ce se întâmplă în acest caz cu conductorul liniar.
3. Schimbați (inversați) **sensul** liniilor câmpului magnetic al magnetului-potcoavă. Observați și descrieți ce se întâmplă în acest caz cu conductorul liniar.

Reține!

Sensul forței electromagnetice depinde de **sensul** curentului electric care trece prin conductor și de **sensul** liniilor câmpului magnetic în care se află conductorul.

Fizicianul englez John Fleming a stabilit o regulă practică pentru determinarea sensului forței electromagnetice, numită **regula mâinii stângi**.

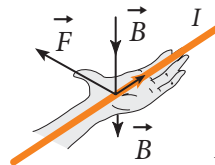


Fig. 2

Reține!

Palma mâinii stângi se așază astfel încât cele patru degete întinse să indice sensul curentului, iar liniile câmpului magnetic să intre perpendicular în palmă. În acest caz **degetul mare întins lateral** în planul palmei, perpendicular față de celelalte patru degete, indică **sensul forței electromagnetice**.

Activitate practică

Studiul forței electromagnetice

Obiectiv: studiul dependenței modului forței electromagnetice de mărimile fizice:

- a) – intensitatea curentului (I) care parcurge conductorul;
- b) – lungimea conductorului (l) aflat în câmpul magnetic;
- c) – inducția câmpului magnetic (B) în care se află conductorul.

Conceptele studiate recent

- **forță electromagnetică (forța Ampère);**
- **regula mâinii stângi;**
- **tesla.**

Scurt istoric

Renumitul fizician francez André Marie Ampère este primul care a observat interacțiunea magnetică dintre două conductoare parcurse de curentul electric și a stabilit legea acestei interacțiuni.

Nikola Tesla (1856 – 1943) – inginer și fizician electronist american, de origine croată, inventator în domeniul electrotehnicii și radiotehnicii. E cunoscut pentru dezvoltarea sistemului modern de generare a curentului electric alternativ.

Materiale necesare: un conductor liniar, trei magneți-potcoavă identici, o sursă de curent electric continuu, un întrerupător, un stativ, un reostat, un ampermetru, conductoare de conexiune.

Mod de lucru:

1. Realizați montajul circuitului electric din fig. 1.
2. Cercetați dependența forței electromagnetice variind pe rând una dintre cele trei mărimi fizice.
3. Folosiți-vă de informațiile suplimentare reprezentate în tabelul de mai jos.
4. Analizați cercetarea pentru fiecare caz și formulați concluzia corespunzătoare.

a) $B_1 = B_2; l_1 = l_2$	b) $B_1 = B_2; I_1 = I_2$	c) $I_1 = I_2; l_1 = l_2$
$I_1 < I_2$	$l_1 < l_2$	$B_1 < B_2$
$F_1 ? F_2$	$F_1 ? F_2$	$F_1 ? F_2$

Reține!

Forța electromagnetică maximă exercitată de un câmp magnetic uniform asupra unui conductor liniar parcurs de curentul electric este direct proporțională cu:

- **intensitatea curentului (I) care parcurge conductorul;**
- **lungimea porțiunii de conductor (l) aflat în câmpul magnetic;**
- **inducția câmpului magnetic (B) în care se află conductorul.**

Expresia matematică a acestei dependențe se scrie astfel:

$$F \sim B \cdot I \cdot l.$$

Pentru cazul când liniile de câmp sunt perpendiculare pe conductor s-a demonstrat experimental că:

$$F = B \cdot I \cdot l \quad (1).$$

Din expresia (1) putem exprima inducția magnetică B : $B = \frac{F}{I \cdot l} \quad (2).$

Pe baza relației (2) stabilim unitatea de măsură pentru **inducția magnetică** în SI:

$$[B]_{SI} = \frac{[F]_{SI}}{[I]_{SI} \cdot [l]_{SI}} = \frac{N}{A \cdot m} = T. \quad 1 T = 1 \frac{N}{A \cdot m}.$$

Această unitate de măsură în SI se numește **tesla (T)**, termen care provine de la numele cunoscutului inginer **Nikola Tesla**.

Problemă rezolvată

Un conductor rectiliniu are lungimea de 1 m și se află într-un câmp magnetic omogen cu inducția magnetică egală cu 50 mT. Forța maximă cu care câmpul acționează asupra conductorului este egală cu 0,5 N. Determină valoarea intensității curentului electric din conductor.

Se dă:	SI:
$l = 1 \text{ m}$	
$B = 50 \text{ mT}$	0,05 T
$F = 0,5 \text{ N}$	
$I = ?$	

Rezolvare:

Forța exercitată de un câmp magnetic:

$$F = B \cdot I \cdot l \quad (1);$$

Din (1) exprimăm intensitatea curentului care parcurge conductorul:

$$I = \frac{F}{B \cdot l} \quad (2);$$

Înlocuind în (2) valorile numerice și efectuând calcule, obținem:

$$I = \frac{0,5 \text{ N}}{0,05 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}} = 10 \text{ A}.$$

Răspuns: Intensitatea curentului electric prin conductor $I = 10 \text{ A}$.

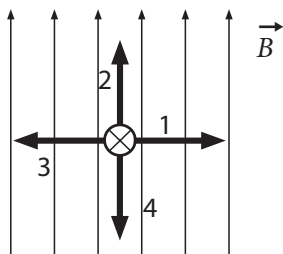


Fig. 3

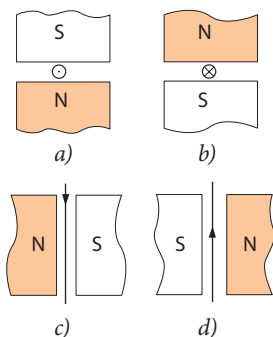


Fig. 4

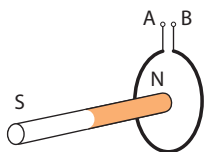


Fig. 5

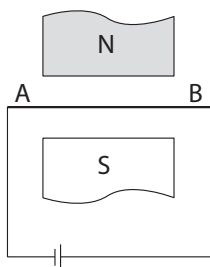


Fig. 6

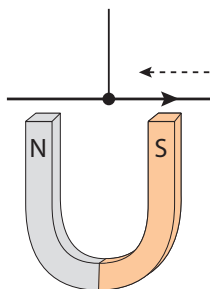
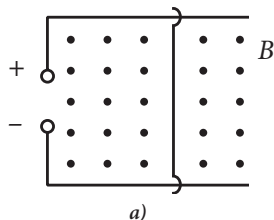
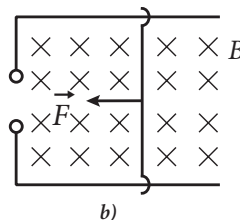


Fig. 8

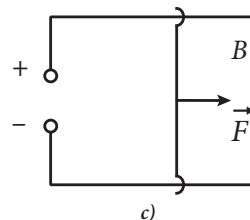
- Forța electromagnetică este orientată față de direcția curentului din conductor și vectorul inducției magnetice a câmpului $\vec{B}$ astfel: (Alege răspunsul corect.)
a) este paralelă cu vectorul $\vec{B}$ și perpendiculară pe conductor;
b) coincide cu sensul vectorului $\vec{B}$ și e paralelă cu conductorul;
c) este perpendiculară pe planul în care se află conductorul și vectorul $\vec{B}$.
- În fig. 3 este reprezentat un conductor străbătut de curent, aflat într-un câmp magnetic*. Care dintre vectorii 1-4 corespunde vectorului forței electromagnetice?
- În fig. 4 sunt reprezentate patru cazuri care ilustrează conductorul parcurs de curent aflat între polii magnetici. Determină sensul forței electromagnetice pentru fiecare caz, considerând că câmpul magnetic este omogen.
- Un conductor circular, parcurs de curent electric, este suspendat de două fire subțiri (fig. 5). Dacă apropiem de el polul nord al unui magnet-bară, atunci conductorul este atras de magnet. Determină sensul curentului electric din conductor.
- Cum se modifică forța electromagnetică, dacă inducția magnetică a câmpului se micșorează de două ori, iar intensitatea curentului se mărește de trei ori?
- Cu ce forță acționează un magnet permanent cu inducția de 20 mT asupra unui conductor parcurs de un curent electric cu intensitatea de 5 A, dacă lungimea conductorului aflat în câmp magnetic este de 5 cm?*
- Între polii unui magnet-potcoavă se află un conductor parcurs de un curent electric cu intensitatea de 2 A. Forța cu care câmpul magnetic acționează asupra conductorului este egală cu 0,3 N. Determină inducția câmpului magnetic B, dacă lungimea porțiunii de conductor aflată în câmp este de 20 cm.
- Determină sensul forței electromagnetice ce acționează asupra conductorului AB parcurs de curent electric (fig. 6).
- Pe două conductoare fixe se află un alt conductor, astfel că împreună cu sursa de curent se realizează un circuit închis (fig. 7). Circuitul este străbătut de un câmp magnetic al cărui vector B este perpendicular pe desen. Determină sensul componente care lipsește în fiecare dintre cele trei cazuri.



a)



b)



c)

Fig. 7

- Deasupra unui magnet de tip potcoavă se află un conductor suspendat de un fir (fig. 8). Ce poziție ar ocupa acest conductor, dacă ar fi străbătut de curent electric? Reprezintă în caiet cazurile posibile, argumentând răspunsul.

* – conductoarele notate cu: $\odot$ au sensul curentului **spre noi**, perpendicular pe foaie.
 $\otimes$ au sensul curentului **de la noi**, perpendicular pe foaie.
Aceleste semne se referă și la vectori.

** – În această problemă și în cele ce urmează, conductorul este perpendicular pe liniile câmpului magnetic.

11. Se știe că acul magnetic se orientează cu polul său nord spre polul sud al oricărui magnet. Cum se explică faptul că acul busolei se orientează cu polul nord spre partea de nord a Pământului, care, de asemenea, este un magnet?
12. Un conductor rectiliniu parcurs de un curent cu intensitatea de 2 A se află într-un câmp magnetic omogen cu inducția de 5 mT și liniile de câmp perpendiculare pe conductor. Știind că lungimea porțiunii de conductor aflată în câmp este egală cu 11 cm, determină valoarea forței exercitate de câmp asupra conductorului.
13. Într-un câmp magnetic omogen cu inducția de 0,2 T se află un conductor cu lungimea de 8 cm, dispus perpendicular pe liniile de câmp. Forța electromagnetică ce acționează asupra conductorului este egală cu 40 mN. Determină intensitatea curentului din conductor.
14. Un conductor parcurs de un curent cu intensitatea de 4,5 A se află într-un câmp magnetic omogen cu inducția de 0,8 T și ale cărui linii sunt perpendiculare pe conductor. Știind că valoarea forței electromagnetice este egală cu 0,18 N, să se afle lungimea conductorului.
15. Să se afle inducția unui câmp magnetic omogen, care acționează cu o forță de 0,2 N asupra unui conductor străbătut de un curent electric cu intensitatea de 2,5 A. Se știe că lungimea părții active a conductorului este de 20 cm, iar câmpul și conductorul sunt reciproc perpendiculare.
16. Printr-un conductor orizontal cu lungimea de 10 cm și masa de 4 g circulă un curent electric de 5 A. Află mărimea inducției magnetice a câmpului în care trebuie plasat acest conductor pentru ca forța lui de greutate să se egaleze cu forța electromagnetică. (Aici și în continuare se va considera $g = 10 \text{ N/kg}$.)
17. Capetele unui conductor liniar cu lungimea de 10 cm și cu masa de 50 g, aflat în câmpul magnetic al unui magnet-potcoavă, sunt atârinate de două dinamometre de precizie înaltă. Determină indicațiile dinamometrelor: a) în lipsa curentului; b) în cazul când conductorul e parcurs de curent cu intensitatea de 5 A, iar inducția câmpului magnetic este egală cu 0,5 T? Examinează două cazuri extreme.
18. Un conductor cu masa de 10 g și lungimea de 10 cm situat pe o suprafață orizontală izolatoare este parcurs de un curent electric cu intensitatea de 2 A. Conductorul se află într-un câmp magnetic omogen cu liniile de câmp perpendiculare pe conductor. Determină inducția minimă a câmpului magnetic pentru care conductorul nu exercită presiune asupra suprafeței orizontale.
19. Un conductor liniar din aluminiu, străbătut de un curent electric cu intensitatea de 0,9 A, se află pe o suprafață orizontală izolatoare într-un câmp magnetic omogen cu inducția de 0,3 T. Știind că liniile de câmp sunt perpendiculare pe conductor, să se determine aria secțiunii transversale a conductorului pentru care acesta nu exercită presiune asupra suprafeței orizontale. Determină direcția și sensul liniilor de câmp și a forței electromagnetice.
20. Un conductor liniar elastic AB atârână în poziție verticală în apropierea unui magnet liniar. Introducând conductorul în circuit, el se înfășoară pe magnet (fig. 9). Determină sensul curentului electric din conductor.

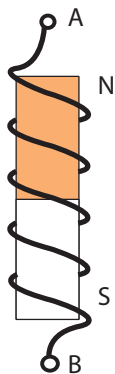


Fig. 9

4.4. Motoare electrice

Motorul electric este un dispozitiv în care are loc transformarea energiei electrice în energie mecanică.

Pentru a însuși construcția și principiul de funcționare al acestuia trebuie să aplicăm cunoștințele fundamentale referitoare la câmpul magnetic și interacțiunile electromagnetice.

Din lecțiile anterioare cunoașteți că o bobină parcursă de curent electric se comportă ca un magnet permanent, ai cărui poli depind de sensul curentului. La schimbarea sensului curentului din spire poli magnetici se inversează. De asemenea, ați aflat că intensitatea interacțiunilor electromagnetice ale bobinei parcurse de curent cu un alt magnet depinde de numărul de spire ale bobinei, intensitatea curentului, precum și de alți factori.

Dar pentru a înțelege cum funcționează un motor electric este necesar de a cunoaște și alte aspecte ale comportării bobinei parcurse de curent în câmp magnetic.

Vom cerceta cum se schimbă poziția unei bobine-cadru, aflată în câmpul unui magnet-potcoavă, la trecerea prin ea a curentului electric, în funcție de sensul acestuia.



Activitate practică

Materiale necesare: o bobină-cadru, un magnet permanent în formă de potcoavă, o sursă de curent electric, un întrerupător, un stativ, un reostat.

Mod de lucru:

1. Realizați montajul circuitului electric din fig. 1.
 - Conectați bobina-cadru la sursa de curent electric cu ajutorul întrerupătorului. Ce se întâmplă cu bobina-cadru?
 2. Repetați experimentul așezând bobina-cadru astfel încât planul ei să fie perpendicular pe liniile câmpului magnetic.
 - Cum se comportă bobina în acest caz?
 - Efectuați același studiu la un alt sens al curentului din bobină.
 - Formulați concluziile corespunzătoare.
- Aplicând regula mâinii stângi, determinați sensul forțelor electromagnetice care acționează asupra porțiunilor AB și CD ale bobinei din fig. 1.
- Comparați sensul acestor forțe cu sensul rotirii bobinei-cadru.
- Comparați direcția liniilor de câmp ale magnetului permanent și ale bobinei-cadru.
- Formulați concluziile care se impun.

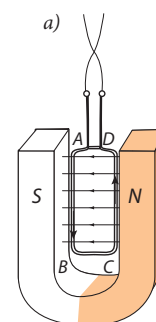
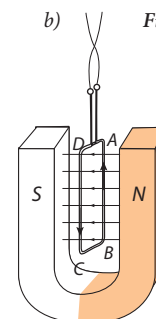


Fig. 1



Exprimă-ți părerea

Reține!

Câmpul magnetic acționează asupra bobinei-cadru cu cea mai mare forță atunci când liniile de câmp ale bobinei-cadru sunt perpendiculare pe liniile de câmp ale magnetului permanent.
Atunci când liniile de câmp ale bobinei-cadru sunt paralele cu liniile de câmp ale magnetului permanent, rotirea are loc numai datorită inerției bobinei-cadru.

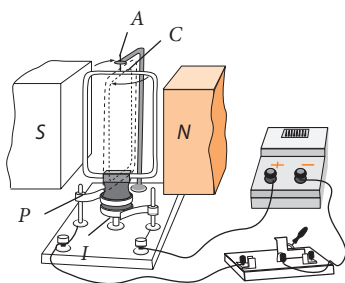


Fig. 2

Rotirea cadrului parcurs de curentul electric în câmpul magnetic este folosită la funcționarea motorului electric.

Ce este un motor electric de curent continuu?

Schema de funcționare a unui motor electric este reprezentată în fig. 2. Un cadru C, alcătuit din zeci de spire din sârmă izolată, este fixat pe un ax vertical A. Sub cadru,

Conceptele studiate recent

- motor electric;
- bobină-cadru.

pe același ax, sunt fixate două inele de metal I, izolate unul de altul, de care se leagă câte un capăt al bobinei-cadru.

Contactul dintre inele și conductoarele ce conectează bobina la sursa de curent se face prin niște plăci subțiri de metal, numite **perii P**.

Stabilind planul cadrului paralel cu liniile câmpului magnetic și închizând circuitul electric, cadrul se rotește cu 90° . Planul său devine perpendicular pe liniile câmpului magnetic. Prin această poziție cadrul trece datorită **inerției**. Dacă în acest moment se schimbă sensul curentului electric, cadrul își va continua rotirea în aceeași direcție. Pentru ca rotirea să fie permanentă, trebuie schimbat din nou sensul curentului.

Concluzie: *Rotirea cadrului parcurs de curent în câmpul magnetic va fi continuă dacă va fi schimbat periodic sensul curentului electric la fiecare rotire cu 180° .*

Scurt istoric

În SUA, inventatorul primului motor electric este considerat Thomas Davenport. El a fost primul care a brevetat în 1837 un motor electric, care putea fi utilizat în practică. În Europa diverși inventatori au dezvoltat versiuni mai puternice înainte de brevetarea motorului de către Davenport.

În 1834, Moritz Jacobi a prezentat un motor care era de trei ori mai puternic decât motorul lui Davenport, iar Sibrandus Stratingh și Christopher Becker au fost primii care au prezentat în 1835 o aplicație practică pentru un motor electric. Acesta conducea un model mic de mașină. Primul motor de curent continuu cu perii a fost inventat abia în 1886 de Frank Julian Sprague. Datorită acestei invenții, în 1887 a apărut primul troleu electric, iar în 1892, primul lift electric. Motorul Sprague a cunoscut o dezvoltare vertiginoasă, ducând la o varietate de aplicații care au produs schimbări semnificative în economie și în viața oamenilor.

Una din cele mai frecvente utilizări ale motoarelor electrice este transportul electric urban și feroviar (tramvaie, locomotive, trotineta electrică, electromobilul). Motoarele electrice se mai folosesc la multe aparate de uz casnic: râșnița de cafea, ventilatorul din computerul pe care îl folosești, imprimanta ș.a. Un motor de curent continuu, dar foarte mic, îl poți descoperi și în telefonul mobil.

Extindere

Pentru schimbarea periodică a polarității se folosește un dispozitiv numit **colector**. Cel mai simplu colector este alcătuit din două semiinele izolate între ele, de care se unește câte un capăt al bobinei-cadru (fig. 3).

Conceptele studiate recent

- *colector;
- *perii colectoare;
- *rotor;
- *stator.

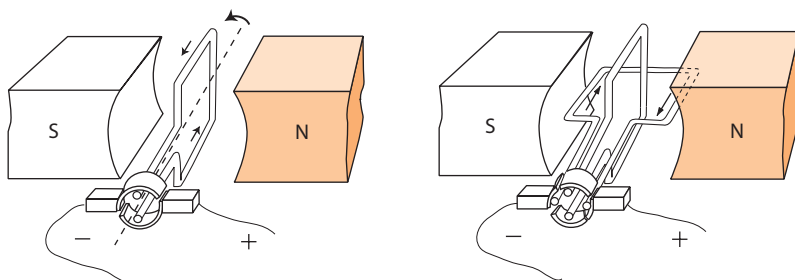
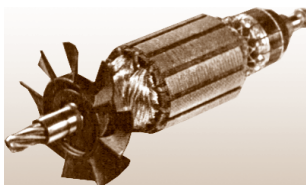


Fig. 3

Pentru ca rotirea să fie mai uniformă, **se iau două cadre**, așezându-le perpendicular unul față de altul, iar capetele lor se unesc, respectiv, cu patru sferturi de inele izolate între ele (fig. 3). Când unul dintre cadre trece prin poziția perpendiculară cu planul său pe liniile câmpului magnetic, celălalt se află cu planul său paralel pe liniile câmpului magnetic, deci câmpul acționează asupra acestui cadru cu cea mai mare forță.



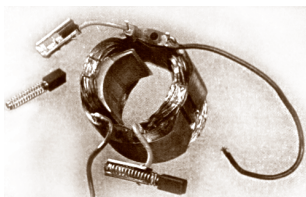
În motoarele electrice industriale **bobina** este alcătuită dintr-un număr mare de spire înfășurate pe un cilindru de oțel, numit **rotor**.

Definiții:

Echipamentul mobil alcătuit dintr-o bobină împreună cu colectorul, montat pe un ax rotativ așezat în două lagăre cu bile, se numește **rotor** al motorului electric.

Echipamentul fix al motorului electric constituit dintr-un magnet permanent se numește **stator**.

Legătura motorului electric la sursa de curent se face prin două perii, numite **perii colectoare**.



Viteza cu care un motor cu curent continuu funcționează depinde de inducția câmpului magnetic care acționează asupra rotorului, precum și de intensitatea curentului prin rotor.

Verifică-ți cunoștințele

1. Care va fi poziția de echilibru a unei bobine-cadru parcurse de curent electric continuu și aflate între polii unui magnet-potcoavă (fig. 4)?
2. Un cadru metalic, parcurs de curent electric, se află între polii unui magnet-potcoavă, astfel încât planul lui este perpendicular pe liniile câmpului magnetic. Se va roti oare cadrul? Dese-nează-l în caiet, indicând forța electromagnetică. Argumentează răspunsul.
3. Ce poziție față de magnetul-bară va ocupa cadrul mobil ABCD reprezentat în fig. 5, dacă prin el circulă curent electric?
4. Bobina-cadru a unui ampermetru se află între polii unui magnet. Bobina se poate roti în jurul axului de rotație OO' . În ce sens se va mișca porțiunea AB a bobinei-cadru, dacă curentul electric prin cadru are sensul indicat pe desenul din fig. 6?
5. Asamblează un motor electric, utilizând modelul unui motor electric demontat și verifică-i funcționalitatea, folosind fire de conexiune, o sursă de curent electric și un întrerupător.
6. Scrie un eseu (până la 10 propoziții) despre principiul de funcționare a motorului electric de curent continuu pe baza interacțiunilor electromagnetice.
- 7*. Explică ce efect are asupra rotației rotorului unui motor de curent continuu schimbarea simultană a polarității electrice la bornele bobinei rotorului și a sensului câmpului magnetic al statorului.

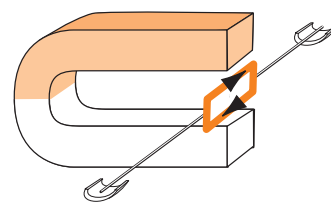


Fig. 4

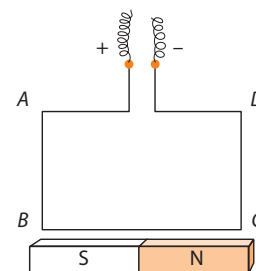


Fig. 5

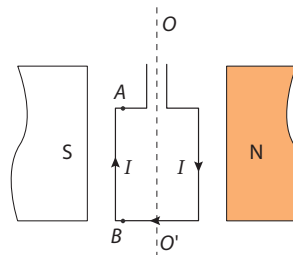


Fig. 6

Elaborarea unei comunicări

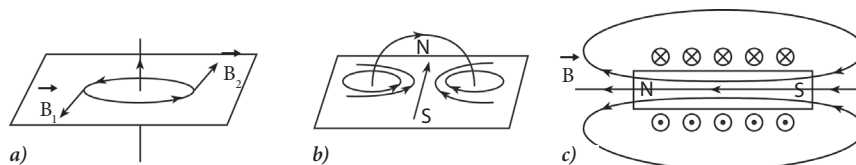
Elaborați o comunicare pe una din temele: „Respectarea regulilor securității la utilizarea motoarelor electrice” / „Electromagneți” / „Motorul electric” / „Aparate electrice de măsurat”, urmând instrucțiunile de la p. 97.

Rezumat

Câmpul magnetic este o formă de existență a materiei care se manifestă prin acțiunea asupra acului magnetic, precum și a conductorului parcurs de curent electric.

Apariția câmpului magnetic în jurul conductorului străbătut de curent electric reprezintă **efectul magnetic al curentului**, care demonstrează că surse ale acestui câmp sunt particulele încărcate cu sarcină electrică aflate în mișcare.

Câmpul magnetic posedă o anumită configurație geometrică, care poate fi vizualizată cu ajutorul pilurii de fier (spectrul câmpului magnetic). Pe baza spectrelor câmpului magnetic se determină configurația spațială a câmpului, care poate fi reprezentată grafic cu ajutorul **liniilor de câmp magnetic**. Tabloul acestor linii este în funcție de forma conductorului parcurs de curent:



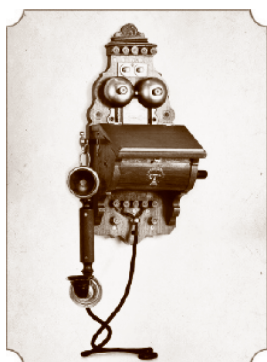
- a) Câmpul magnetic creat de un curent rectiliniu;
- b) Câmpul magnetic creat de curentul din spiră;
- c) Câmpul magnetic creat de curentul din solenoid.

Liniile de câmp magnetic sunt **linii închise**, având un anumit sens. Acesta este indicat, prin convenție, de polul nord al acului magnetic, dispus tangent la linie în punctul dat. Sensul liniilor magnetice depinde de sensul curentului din conductor și poate fi determinat cu ajutorul **regulii burghiului de dreapta**.

Caracteristica de forță a câmpului magnetic este mărimea fizică vectorială numită **inducție magnetică**, $\vec{B}$. Aceasta exprimă forța cu care câmpul magnetic acționează asupra unei unități de lungime a unui conductor rectiliniu lung, parcurs de un curent cu intensitatea de 1 A și dispus perpendicular pe liniile de câmp: $B = \frac{F}{I \cdot l}$. Unitatea de măsură a câmpului magnetic este **tesla**. $1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$.

Vectorul inducției magnetice este tangent la linia de câmp în orice punct al acesteia.

Forța cu care câmpul magnetic acționează asupra unui conductor parcurs de curent electric, aflat în acest câmp, se numește **forță electromagnetice**. Sensul forței electromagnetice depinde de sensul curentului ce străbate conductorul și de sensul liniilor câmpului magnetic în care conductorul se află. Acest sens poate fi determinat cu ajutorul **regulii mâinii stângi**, iar modulul ei, pentru cazul când liniile de câmp sunt perpendiculare pe conductor, se determină din expresia: $F = B \cdot I \cdot l$.



Conductorul înfășurat pe o carcasă portantă de o anumită formă se numește **bobină**. Bobina executată într-un singur strat de spire pe o carcasă cilindrică se numește **solenoid**. Câmpul magnetic al solenoidului parcurs de curent se intensifică odată cu mărirea numărului de spire și a intensității curentului.

Electromagnetul este o bobină cu miez parcursă de curent electric.

Forța de atracție a electromagnetului exercitată asupra unui obiect, de exemplu din fier, este proporțională cu numărul de spire și intensitatea curentului, fiind mai mare atunci când obiectul închide ambele capete ale miezului de fier.

Electromagneții se folosesc în diverse dispozitive și aparate în calitate de dispozitive de comandă cu acționare magnetică, precum și la mașini și instalații, cum ar fi macaraua electromagnetică etc.

Un alt domeniu de aplicație a interacțiunilor electromagnetice ține de motoarele electrice. În capitolul dat a fost studiat doar **motorul electric de curent continuu**. Principiul lui de funcționare se bazează pe rotația unei bobine-cadru parcurse de curent, situată pe un ax fix în câmpul magnetic al unui magnet permanent. Pentru asigurarea rotirii continue a cadrului în jurul axei motorului, sensul curentului prin cadru se schimbă periodic cu ajutorul dispozitivului numit **colector**.

Sub aspectul construcției, motorul electric constă din două echipamente de bază: rotorul, care îmbină bobina și colectorul, și statorul – magnetul permanent.

Conexiunea rotorului cu sursa de curent se realizează prin intermediul **periilor colectoare**.

Motoarele electrice de curent continuu au o aplicație largă în tehnică, de exemplu, în calitate de motoare auxiliare ce asigură pornirea motoarelor cu ardere internă ale automobilelor, în calitate de motoare de tracțiune la mijloacele de transport electric (trenul electric, troleibuzul, tramvaiul), precum și în diverse aparate electrice de uz casnic, aparate electronice muzicale, în unele jucării pentru copii etc.



Proiect STEM/STEAM

Realizați un proiect pe tema: „Influența câmpului magnetic asupra organismelor vii”, urmând instrucțiunile de la p. 97.



EVALUARE SUMATIVĂ

Acest test este propus pentru verificarea gradului de formare a sistemului de cunoștințe specifice acestui capitol.

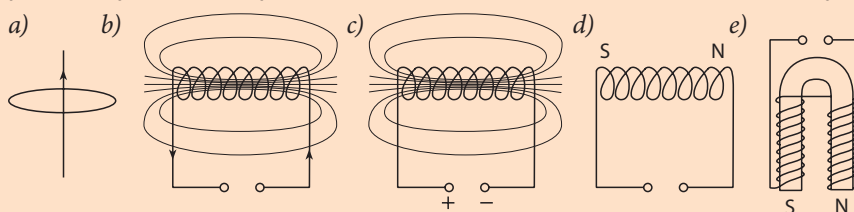
I. În itemii 1-3 prezintă răspunsul succint:

1. Continuă următoarele propoziții, astfel încât ele să fie corecte: câte 1 p.
 - a) Vectorul inducției magnetice este tangent la
 - b) Câmpul magnetic se manifestă prin acțiunea asupra
 - c) Liniile de-a lungul cărora se orientează pilitura de fier se numesc
 - d) Bobina executată într-un singur strat pe o carcasă cilindrică se numește
 - e) Bobina cu miez de fier parcursă de curent electric se numește
 - f) Forța electromagnetică este forța ce acționează în câmp magnetic asupra
 - g) La inversarea periodică a curentului din bobina-cadru, aflată între polii magnetici, aceasta se

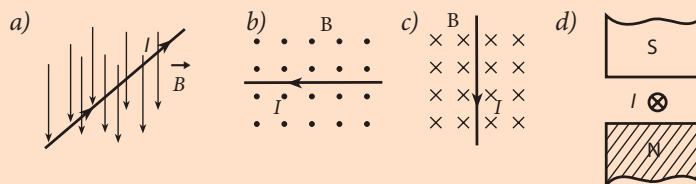
2. Stabilește (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile de măsură pe care le exprimă:câte 1 p.

Inducția câmpului magnetic	km
Forța electromagnetică	m A
Lungimea	T
Intensitatea curentului	μN
	W

3. Indică sensul liniilor de inducție magnetică în cazurile a), b) și c) reprezentate pe desen și determină polaritatea surselor de curent electric în cazurile d) și e): câte 2 p.



4. Determină sensul forței electromagnetice în cazurile reprezentate pe desen. câte 2 p.



II. În itemii 5-6 prezintă rezolvarea problemelor:

5. James Joule a construit un electromagnet care asigura o forță de atracție de 200 N. Ce masă are corpul de oțel, menținut de acesta? 3 p.
6. Asupra unui conductor parcurs de curent acționează o forță electromagnetică de 0,5 N. Care va fi valoarea acestei forțe, dacă intensitatea curentului se micșorează de două ori, iar inducția magnetică se mărește de patru ori? 4 p.

Planul unei activități de elaborare a unei comunicări

1. Stabiliți cu profesorul tema, conținutul și obiectivul pe care îl realizați individual sau în grup la elaborarea comunicării.
2. Dacă lucrați în grup, repartizați volumul de lucru între membrii grupului.
3. Selectați informații corespunzătoare obiectivului din diverse surse.
4. Prezentați informația selectată într-o formă logică, clară și concisă, utilizând un limbaj variat: scheme, imagini, tabele, diagrame etc.
5. Elaborați prezentarea comunicării și prezentați-o publicului.
6. Răspundeți la întrebări și evaluați-vă munca proprie.

Planul activității de realizare a unui proiect STEM/STEAM

(Științe, Tehnologii, Inginerie, Artă, Matematică)

1. Discutați cu profesorul de fizică și cu profesorul/profesorii de la alte discipline (matematica, chimia, biologia etc.) titlul proiectului STEM. Titlul proiectului trebuie să prezinte interes crescut, să fie ancorat în realitatea cotidiană.
2. Identificați o problemă și definiți clar problema cercetată în cadrul proiectului.
3. Documentați-vă, utilizând mai multe tipuri de surse (articole din ziare și reviste de popularizare a științei, lucrări din reviste de specialitate, site-uri etc.) din diferite ramuri ale științelor.
4. Analizați nivelul de cercetare și soluțiile existente ale problemei cercetate.
5. Explicați clar soluția propusă de echipă. În calitate de soluție ar putea fi un dispozitiv, o machetă funcțională (model), care ilustrează funcționarea dispozitivului real, un plan de acțiuni ce urmează a fi întreprinse etc.
6. Demonstrați că soluția propusă de echipă contribuie la creșterea calității vieții prin îmbunătățirea soluțiilor existente sau prin soluționarea problemei într-un mod absolut nou.
7. Examinați factori de implementare a soluției (costuri, beneficiari, ușurința producției etc.).
8. Elaborați și prezentați creativ rezultatele cercetării în cadrul proiectului. Manifestați creativitate la conceperea unei prezentări, a unui poster, film etc.
9. Prezentați rezultatele proiectului altor persoane care ar putea beneficia de soluția propusă (autoritățile publice locale, producători, experți etc.).

Tabelul densităților unor substanțe, kg/m³ (la 20°C)

Substanțe solide	
Alamă – 8 300 - 8 700	Motorină – 860
Aluminiu – 2 700	Nichel – 8 900
Argint – 10 500	Oțel – 7 800
Aur – 19 320	Platină – 21 460
Benzină – 750	Plumb – 11 300
Cositor – 7 300	Zinc – 7 100
Cupru – 8 900	

Tabelul rezistivității electrice a unor conductoare, μΩ · m (la 20°C)

Conductoare	
Alamă – 0,07 - 0,08	Magneziu – 0,045
Aluminiu – 0,028	Mercur – 0,96
Argint – 0,016	Nichel – 0,073
Aur – 0,024	Nichelină – 0,4
Constantan - 0,5	Nicrom – 1,1
Cositor – 0,12	Oțel – 0,1 - 0,14
Cupru – 0,017	Platină – 0,1
Fier – 0,1	Plumb – 0,21
Fontă – 0,5 - 0,8	Wolfram – 0,055
Grafit – 13	Zinc – 0,061

Conceptele de bază studiate în clasa a VIII-a la fizică

Capitolul 1. „Oscilații și unde mecanice”

	A
Amplitudinea oscilațiilor	Abaterea maximă a corpului oscilant de la poziția sa de echilibru.
	F
Frecvența oscilațiilor	Mărimea fizică egală cu raportul dintre numărul oscilațiilor efectuate de oscilator și durata acestora.
	I
Infrasunet	Sunet cu frecvență mai mică de 16 Hz.
	$\hat{I}$
Înălțimea sunetului	Caracteristică a sunetului determinată de frecvență.
	L
Lungimea de undă	Distanța la care unda înaintează în decursul unei perioade.
	N
Nivelul de intensitate sonoră	Mărime ce caracterizează tăria sunetului în raport cu intensitatea sonoră minimă pe care o poate percepe urechea.
	O
Oscilator	Corpul sau sistemul fizic care poate efectua oscilații.
Oscilații forțate	Oscilațiile care au loc sub acțiunea unor forțe exterioare variabile periodice.
Oscilații libere	Oscilațiile care au loc fără acțiunea forțelor variabile periodice din exterior.
Oscilații mecanice	Mișcarea unui corp care se repetă exact sau aproximativ la intervale de timp egale și care are loc simetric față de poziția sa de echilibru.
	P
Pendul gravitațional (Pendul matematic)	Sistem mecanic oscilant format dintr-un corp punctiform greu suspendat de un fir inextensibil și imponderabil.
Perioada oscilațiilor	Intervalul de timp în decursul căruia s-a efectuat o oscilație completă.
Prag auditiv	Intensitatea sonoră minimă pe care o poate percepe urechea.
Prag de durere	Limita superioară a intensității sunetului care poate fi suportată de ureche.
	S
Surse sonore	Corpurile care produc sunete.
	T
Tăria sunetului	Caracteristică a sunetului proporțională cu intensitatea undei sonore.

U

- Ultrasunet** > Sunet cu frecvența mai mare de 20.000 Hz.
- Undă mecanică** > Procesul de propagare a oscilațiilor în spațiu.
- Unde sonore (sunet)** > Undele care provoacă senzații auditive.

V

- Viteza undei** > Viteza de propagare a undei prin mediul dat.

Z

- Zgomot** > Sunet puternic necoordonat după frecvență și nociv pentru om.

Capitolul 2. „Fenomene termice”

C

- Cantitate de căldură** > Energia transmisă sau primită de un sistem termodinamic în timpul schimbului de căldură.
- Combustibili** > Substanțe prin a căror ardere se obține căldura.
- Condensare** > Procesul de trecere a substanței din stare gazoasă în stare lichidă.
- Conductori termici** > Substanțe care conduc bine căldura.
- Conducție termică** > Procesul de transfer al căldurii de la regiunile încălzite ale corpului spre cele reci, datorat mișcării și interacțiunii particulelor.
- Convecție** > Procesul de transfer al căldurii care se efectuează prin curenții de lichide sau gaze încălzite neuniform.

E

- Echilibru termic** > Starea corpului sau a sistemului de corpuri în care temperatura nu se modifică.
- Energie internă a corpului** > Energia de mișcare și de interacțiune a particulelor din care este alcătuit corpul.
- Evaporare** > Procesul de vaporizare care are loc numai la suprafața liberă a lichidului.
- Efect de seră** > Fenomen natural care constă în diminuarea (micșorarea) pierderii căldurii de către Pământ favorizând încălzirea globală a atmosferei.

F

- Fierbere** > Procesul de vaporizare care are loc în întregul volum de lichid.

I

- Izolatori termici** > Substanțe care conduc foarte puțin căldura.

M

- Motor termic** > Mașina în care căldura degajată la arderea combustibilului se transformă în lucru mecanic.

P

Proces adiabetic > Procesul care are loc într-un sistem termodinamic izolat (fără schimb de căldură cu mediul exterior).

Proces termic > Trecerea unui corp fizic dintr-o stare de echilibru termic în alta.

R

Radiație termică > Procesul de transfer al căldurii în vid.

Randamentul motorului termic > Raportul dintre lucrul efectuat de gaz și cantitatea de căldură obținută de la arderea combustibilului.

S

Sistem termodinamic > Orice corp macroscopic sau grup de corpuri delimitate de celelalte corpuri din mediul ambiant.

Solidificare > Procesul de trecere a substanței din stare lichidă în stare solidă.

T

Temperatura > Mărime fizică ce caracterizează starea de încălzire a corpului sau a sistemului de corpuri aflate în echilibru termic.

Topire > Procesul de trecere a substanței din stare solidă în stare lichidă.

Transfer de căldură > Procesul variației energiei interne a unui corp ce nu e însoțit de efectuarea lucrului mecanic.

V

Vaporizare > Procesul de trecere a substanței din stare lichidă în stare gazoasă.

Capitolul 3. „Fenomene electromagnetice. Electrocinetica”

A

Amperul > Intensitatea unui curent electric de $1,602176634 \times 10^{-19}$ sarcini electrice elementare (e) pe secundă.

C

Circuitul electric simplu > Sursa de curent electric, consumatorul și întrerupătorul, conectate între ele prin fire.

Curent electric > Mișcarea ordonată a particulelor încărcate.

Curent electric continuu > Curentul electric a cărui intensitate nu variază în timp.

I

Intensitatea curentului electric > Mărimea fizică egală cu raportul dintre sarcina electrică ce străbate secțiunea transversală a unui conductor și intervalul de timp.

K

Kilowatt-oră ➤ Unitate de măsură pentru energie, egală cu cantitatea de energie transferată de un proces care dă sau primește o putere de un kilowatt timp de o oră.

L

Legea conservării sarcinii electrice ➤ Sarcina electrică a unui sistem izolat de corpuri rămâne constantă.

Legea lui Joule ➤ Căldura degajată de un conductor parcurs de curent electric este egală cu produsul dintre pătratul intensității curentului, rezistența conductorului și timpul trecerii curentului.

Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit ➤ Intensitatea curentului pe o porțiune de circuit este direct proporțională cu tensiunea aplicată la capetele acestei porțiuni și invers proporțională cu rezistența ei.

Legea lui Ohm pentru un circuit întreg ➤ Intensitatea curentului într-un circuit întreg este egală cu raportul dintre t.e.m. a sursei și rezistența totală a circuitului.

Lucrul câmpului electric ➤ Lucrul forțelor electrice la deplasarea orientată a sarcinilor electrice.

O

Ohmul ➤ Rezistența unui conductor în care apare un curent cu intensitatea de 1A atunci când la capetele acestuia se aplică o tensiune de 1V.

P

Puterea curentului electric continuu ➤ Mărima fizică egală cu produsul dintre tensiunea și intensitatea curentului electric.

R

Rezistența electrică ➤ Mărima fizică ce caracterizează proprietatea conductorului de a se opune trecerii curentului electric.

Rezistivitate ➤ Constantă ce caracterizează materialul din care este confecționat conductorul.

S

Sens al curentului electric ➤ Prin convenție, a fost ales sensul opus mișcării particulelor încărcate negativ, adică sensul mișcării sarcinilor pozitive.

Surse de curent electric ➤ Dispozitive speciale cu ajutorul cărora câmpul electric poate fi menținut un timp îndelungat.

T

Tensiunea electrică ➤ Mărima fizică egală cu raportul dintre lucrul efectuat la deplasarea unei sarcini punctiforme și mărimea acestei sarcini.

Tensiunea electromotoare (t.e.m.) ➤ Mărima fizică egală cu raportul dintre lucrul forțelor secundare necesar pentru deplasarea sarcinii electrice pozitive prin interiorul sursei și mărimea acestei sarcini.

V

Voltul ➤ Tensiunea electrică dintre două puncte ale unui circuit prin care la transportarea sarcinii de 1 C se efectuează un lucru de 1 J.

W

Wattul ➤ Puterea la care timp de o secundă se efectuează un lucru de un joule.

Capitolul 4. „Fenomene electromagnetice. Efectul magnetic al curentului electric”

B

Bobină > Conductor înfășurat pe o carcasă portantă de o anumită formă.

C

Câmp magnetic > Formă de existență a materiei prin intermediul căreia se realizează interacțiunile magnetice.

E

Efectul magnetic al curentului electric > Existența câmpului magnetic în jurul conductorului parcurs de curent electric.

Electromagnet > Sistemul-bobină, cu miez de fier, parcursă de curent electric.

F

Forța electromagnetică (Forța Ampère) > Forța ce acționează într-un câmp magnetic asupra unui conductor parcurs de curent.

I

Inducție magnetică > Mărimea fizică ce caracterizează forța cu care acționează câmpul magnetic asupra unui conductor parcurs de curent.

L

Linii de câmp magnetic > Liniile de-a lungul cărora se orientează pilitura de fier.

M

Miez de fier > Corp metalic introdus în interiorul solenoidului care intensifică acțiunea de atracție a câmpului magnetic.

Motor electric > Dispozitiv în care are loc transformarea energiei electrice în energie mecanică.

P

Perii colectoare > Plăci subțiri de metal ce realizează conexiunea motorului electric la sursa de curent.

R

Regula mâinii drepte > Regula de determinare a sensului liniilor câmpului magnetic generat de un curent electric, în funcție de sensul acestuia, cu ajutorul mâinii drepte.

Regula mâinii stângi > Regula de determinare a sensului forței electromagnetice cu ajutorul mâinii stângi.

S

Solenoid > Bobină executată într-un strat de spire pe o carcasă cilindrică.

Stator > Echipamentul fix al motorului electric constituit dintr-un magnet permanent.

T

Tesla > Unitatea de măsură a inducției magnetice în SI.

Răspunsuri la probleme >

Capitolul 1. OSCILAȚII ȘI UNDE MECANICE

- p. 8* **3.** 2 s; 0,5 Hz. **4.** 20. ***5.** 2,5. ***6.** 19,2 m.
- p. 11* **7.** 2 m/s. **8.** 1 m/s. **9.** 1,2 m/s.
***12.** 10 m/s.
- p. 14* **9.** 1,5 m/s. **10.** 8 m; 1,25 Hz (75 de
bătăi/min). **11.** 3 m/s. **12.** 0,5 s; 2 Hz.
13. 1 m/s. **14.** 60 m. **15.** 12 m.
16. 6,4 m; (75 de bătăi/min). **17.** 6 m.
18. De 1,5 ori. **19.** 2 s; 0,5 Hz; 1,5 m/s;
22,5 m. ***22.** 1 Hz; 2 Hz.
- p. 18* **9.** 21,25 m; 0,017 m. **10.** 3 601,5 m/s.
11. 2,03 m. **12.** 1 435 m/s. **13.** 5 100
m/s. **14.** 6,8 km. **15.** 4,3 m; 0,25 m.
16. De 4,4 ori. **17.** 3,4 km. **18.** 5 s.
19. 0,77 m; 3,4 m. **20.** 3 009 Hz;
1 504 Hz. **21.** Frecvența și perioada
nu variază; lungimea de undă se
mărește de 14,7 ori. **22.** 3400 m/s.
23. 200 m.

Capitolul 2. FENOMENE TERMICE

- p. 32* **3.** Alumiul. **4.** $1,26 \cdot 10^7$ J. **5.** 4 860 J.
6. Cuprul. **7.** 50,16 kJ. ***9.** 2 649 kJ.
***10.** 595,1 kJ.
- p. 36* **12.** $3,9 \cdot 10^5$ J.
- p. 37* **15.** $3,45 \cdot 10^4$ J; $1,08 \cdot 10^4$ J; $4 \cdot 10^3$ J.
16. 53 533 J. ***20.** 384 700 J.
- p. 42* **9.** $q = c \cdot \Delta^\circ t$. **10.** $22 \cdot 10^8$ J; ≈ 9 zile.
26. 28 de zile. **27.** $1,39 \cdot 10^8$ J.
28. 415 kg.
- p. 43* **29.** ≈ 19 g. **30.** Alcool/cărbune de
pământ.
- p. 47* **10.** 16 kg. **11.** 30 kg; 6,8 kg.
12. $7 \cdot 10^{11}$ J; 250 kg. **14.** 12,5 kg.
15. 28%. **16.** 75,6 MJ.
- p. 48* ***20.** 24,5 kN. ***21.** $\approx 3,3$ kg.
***22.** $\approx 0,071$ kg. ***23.** ≈ 23 kg.
***24.** 36%. ***25.** 2,1 kN.

Capitolul 3. FENOMENE ELECTROMAGNETICE. ELECTROKINETICA

- p. 58* **2.** 3 V. **3.** 10,3 V. **4.** a) 0,2 V; b) 2,8 V;
c) 0,2 V; 4 V; d) 14 J. **5.** 12 J. **6.** 8 C.
7. La primul. De 3 ori. **8.** $3,125 \cdot 10^{19}$.
- p. 62* **4.** 0,04 A. **6.** 12 s. **7.** 7 200 C.
8. $4,8 \cdot 10^{-8}$ A. **9.** $3,75 \cdot 10^{19}$. **12.** 0,5 A.
- p. 65* **3.** 1,7 Ω . **7.** Nichelină. **8.** 200 m.
9. La al doilea. De 5 ori. **10.** 0,085
mm². **12.** 18,84 Ω . **13.** 30,24 kg.
14. $\approx 0,2$ mm²; $\approx 11,5$ m. **15.** $\approx 54,9$ g.
- p. 70* **1.** 1,5 A. **2.** 500 V. **3.** $\approx 3,33$ Ω . **4.** 4 Ω .
5. S-a micșorat de 4 ori. **6.** 14 Ω .
7. 0,4 V. **8.** De 9 ori.
- p. 73* **1.** 2,25 kJ. **2.** 33 kJ. **3.** 100 W.
4. 8 V, 2,24 W. **5.** 32,4 lei.
- p. 75* **1.** 1,5 V. **2.** 900 J. **3.** 2 A, 10 V. **4.** 5,5 Ω .
5. 2 Ω . **6.** 5 V. **7.** 12 V. **8.** 3,36 kJ.
9. 6 Ω . **10.** 2,5 Ω .

Capitolul 4. FENOMENE ELECTROMAGNETICE. EFECTUL MAGNETIC AL CURENTULUI ELECTRIC

- p. 83* **6.** În sus. **7.** Da. **8.** B – Nord; A – Sud.
9. B – „–”, A – „+”. **10.** „Nord” la
dreapta ambelor solenoide. **11.** „+”
la stânga. **12.** „Nord” la dreapta.
13. Se va respinge. **14.** C – Sud.
- p. 86* **6.** 10 kN. **7.** 100 kg. **8.** 30 kN.
- p. 89* **4.** De la B spre A. **5.** Se mărește de
1,5 ori. **6.** 5 mN. **7.** 0,75 T. **8.** Spre noi.
9. a) spre stânga; b) „+” jos; c) de la
noi.
- p. 90* **12.** 1,1 mN. **13.** 2,5 A. **14.** 5 cm.
15. 0,4 T. **16.** 0,08 T. **17.** a) 0,25 N;
b) 0 sau 0,375 N. **18.** 0,5 T. **19.** 10
mm². **20.** De la A spre B.