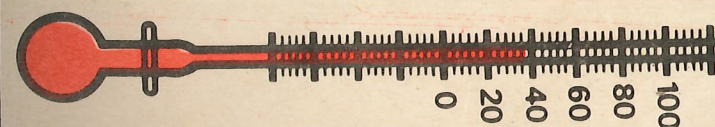
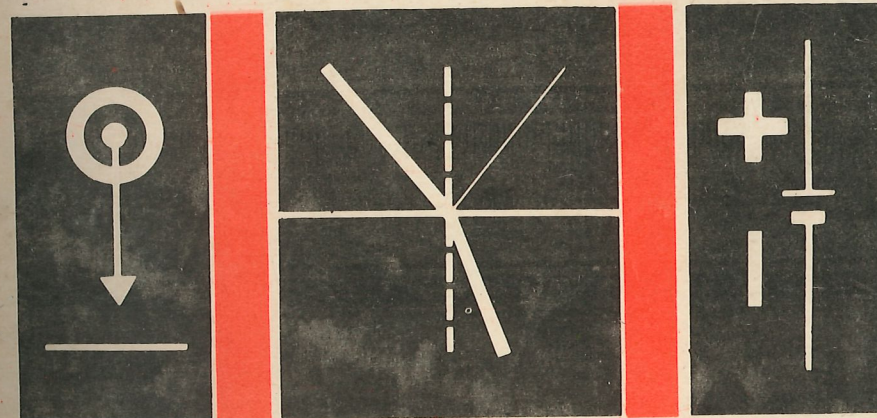
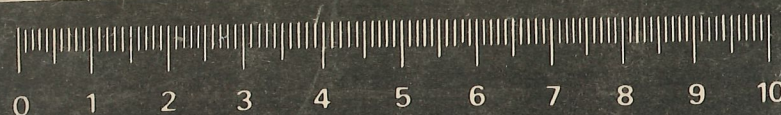


VI

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMINTULUI

# Fizică

Manual pentru clasa a VI-a



Editura Didactică și Pedagogică, București — 1988



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Dumitru  
Manda

Maria  
Stamate

Cornelia  
Fălie

Tudorel  
Ștefan

# Fizică

Manual pentru clasa a VI-a



Editura Didactică și Pedagogică — București



Manualul a fost elaborat pe baza programei aprobate de M.E.Î. cu nr. 3448/28 IV 1979 și avizat de Comisia de fizică a M.E.Î.

Cap. 1,2. și § 3.1. (cap. 3) au fost elaborate de  
**Dumitru Manda** — prof.  
 § 3.2. (cap. 3) de **Maria Stamate**—prof.  
 § 3.3. (cap. 3) de **Cornelia Fălie**—prof.  
 § 3.4. (cap. 3) de **Tudorel Ștefan**—prof.

Referenți:

**C. Cristescu**, șef lucrări I. P. București  
**I. Opran**, profesor

Redactor: prof. **Ileana Bîrsan**  
 Tehnoredactare și machetare: **Ilinca Prosan**  
 Desenator: **I. Danilov**  
 Coperta: **N. Sîrbu**

plan 34018  
 Nr. coli tipar : 8,5  
 Bun de tipar : 15.01. 1988



Tiparul executat sub comanda  
 nr. 522 la  
 Intreprinderea Poligrafică  
 „13 Decembrie 1918”,  
 str. Grigore Alexandrescu nr. 89-97  
 București,  
 Republica Socialistă România

## Cuprins

### I. Introducere în lumea fizicii

### II. Corp. Substanță. Proprietăți. Fenomen fizic

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Corp. Substanță. Proprietăți .....                 | 7  |
| 2.2. Proprietăți fizice măsurabile. Mărime fizică ..... | 14 |
| 2.3. Fenomen fizic .....                                | 21 |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                    | 25 |

### III. Fenomene fizice

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 3.1. Fenomene mecanice .....                         | 28  |
| 1. Mișcarea mecanică a corpurilor .....              | 28  |
| 2. Inertie. Masă. Densitate .....                    | 38  |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                 | 45  |
| 3. Deformarea corpurilor. Greutatea corpurilor ..... | 47  |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                 | 52  |
| 3.2. Fenomene termice .....                          | 53  |
| 1. Încălzire—răcire .....                            | 53  |
| 2. Dilatația .....                                   | 57  |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                 | 64  |
| 3. Evaporarea. Condensarea. Fierberea .....          | 65  |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                 | 69  |
| 4. Topirea. Solidificarea .....                      | 70  |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                 | 74  |
| 3.3. Fenomene electrice și magnetice .....           | 74  |
| 1. Electrizarea .....                                | 74  |
| Întrebări. Exerciții .....                           | 86  |
| 2. Magnetizarea .....                                | 87  |
| Întrebări. Exerciții .....                           | 93  |
| 3. Curentul electric .....                           | 94  |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                 | 102 |



|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. Efectele curentului electric.....                                                              | 103 |
| Întrebări. Exerciții Probleme .....                                                               | 111 |
| 3.4. Fenomene optice .....                                                                        | 112 |
| 1. Surse de lumină. Corpuri transparente și corpuri opace .....                                   | 112 |
| 2. Propagarea rectilinie a luminii. Fascicul luminos.<br>Rază de lumină. Viteză de propagare..... | 114 |
| Întrebări. Exerciții. Probleme.....                                                               | 118 |
| 3. Fenomenul de reflexie. Legea unghiurilor.....                                                  | 119 |
| 4. Oglinzi plane și oglinzi sferice.....                                                          | 121 |
| Întrebări. Exerciții. Probleme .....                                                              | 126 |
| 5. Fenomenul de refracție—indice de refracție.....                                                | 127 |
| 6. Refracția luminii printr-o lamă cu fețe plane și paralele .....                                | 130 |
| 7. Refracția luminii printr-o prismă optică.....                                                  | 130 |
| 8. Culoarea corpurilor .....                                                                      | 131 |
| 9. Refracția luminii prin lentile.....                                                            | 132 |
| Întrebări. Exerciții. Probleme.....                                                               | 136 |



## Introducere în lumea fizicii

### 1.1. Ce este fizica?

Dacă iarna ați adus în casă o bucată de gheață și ați pus-o într-un vas, după un timp bucata de gheață s-a transformat într-o anumită cantitate de apă. Dacă ați încălzit apa din vas, ați observat desigur că după un anumit timp apa a început să fiarbă, iar dacă ați continuat încălzirea, în cele din urmă, în vas v-a rămas foarte puțină apă. De ce s-a topit gheața? Unde a dispărut apa din vas?

În atelierul școlar puteți urmări cum o bară subțire de fier, încălzită într-un cuptor, capătă mai întâi o culoare roșie și apoi o culoare roșu spre alb (bara devine incandescentă). Bara încălzită devine moale și poate fi ușor adusă la orice formă. De ce bara încălzită s-a colorat? Ce face ca bara să devină mai moale?

De multe ori, vara, ați constatat cum norii de furtună sînt brăzdați de fulgere urmate de tunete puternice. Știți că anumiți nori aduc ploaia și că uneori după ploaie apare curcubeul, acel arc de lumină, frumos colorat, aruncat pe cer. Ce sînt și cum se formează fulgerele? Ce este tunetul? Cum se formează picăturile de ploaie? Cum se mișcă picăturile de ploaie pînă ajung pe pămînt? Ce este curcubeul?





Oamenii cunosc de multă vreme mișcarea planetelor în jurul Soarelui și mișcarea Lunii, satelitul natural al Pământului. Nu de mult timp s-au construit și lansat sateliți artificiali ai Pământului. Cum se mișcă un satelit artificial, care poate înconjura Pământul de multe ori fără să fie acționat de un motor? Cum se poate lansa un satelit?

Fizica oferă posibilitatea de a afla răspuns la aceste întrebări și la altele asemănătoare.

Multe descoperiri ale fizicii au fost puse în practică și transformate în invenții și realizări tehnice deosebite care au impulsionat puternic dezvoltarea societății omenesti spre progres și civilizație: dinamul și motorul electric, becul electric, radioul și televiziunea sint doar citeva exemple din nenumăratele aplicații deosebit de importante ale fizicii.

Multe din întrebări, urmate de noi descoperiri, nici nu s-ar fi pus dacă fizica n-ar fi fost aplicată în practică.

Fizica este „ceva” care se construiește și reconstruiește mereu: noi întrebări determină noi răspunsuri și explicații, care apoi sint urmate de aplicații în tehnică, în viața oamenilor.

Fizica s-ar putea compara cu o mare clădire în construcție. Deși unele părți ale construcției sint bine făcute, frumoase și folositoare, altele sint abia la început, sau sint în proiect.

Uneori, una din încăperi apare ca nesigură sau neîncăpătoare pentru noile descoperiri, motiv pentru care ea este părăsită sau reconstruită. Dar, întregul edificiu are o temelie solidă; aceasta rămîne neschimbată, deși, deasupra, vor avea loc transformări.

Rostul manualelor de fizică și al profesorilor de fizică este acela de a vă arăta planul acestei construcții, de a vă face să înțelegeți ceea ce s-a făcut pînă acum și chiar ceea ce se află încă în lucru.

Oamenii care caută să dea răspuns la întrebări de felul celor de mai sus, care construiesc și folosesc în munca lor diferite instrumente, mai simple sau mai complexe, sint fizicienii. Munca lor este deosebit de interesantă și utilă atît pentru că ne ajută să cunoaștem natura cit și datorită avantajelor pe care le aduc în viața oamenilor aplicațiile tehnice ale descoperirilor lor.

Poate, unii dintre voi, care începeți acum studiul fizicii, veți deveni fizicieni, mulți vă veți îndrepta spre domenii apropiate fizicii (biofizica, chimia-fizică, astrofizica) sau domenii ale tehnicii în care veți lucra cu aplicații ale fizicii (electronica, energetica, electrotehnica ș.a.).

Chiar dacă veți continua sau nu studiul fizicii dincolo de liceu, puteți afla în descoperirile fizicienilor despre natură și în aplicațiile acestor descoperiri o mulțime de lucruri interesante, care vă vor ajuta să înțelegeți lumea în care trăiți (mereu în schimbare și transformare) și asta pentru că fizica este mereu prezentă în activitatea zilnică a oamenilor.

## II

### Corp. Substanță. Proprietăți. Fenomen fizic

#### 2.1. Corp, substanță, proprietăți

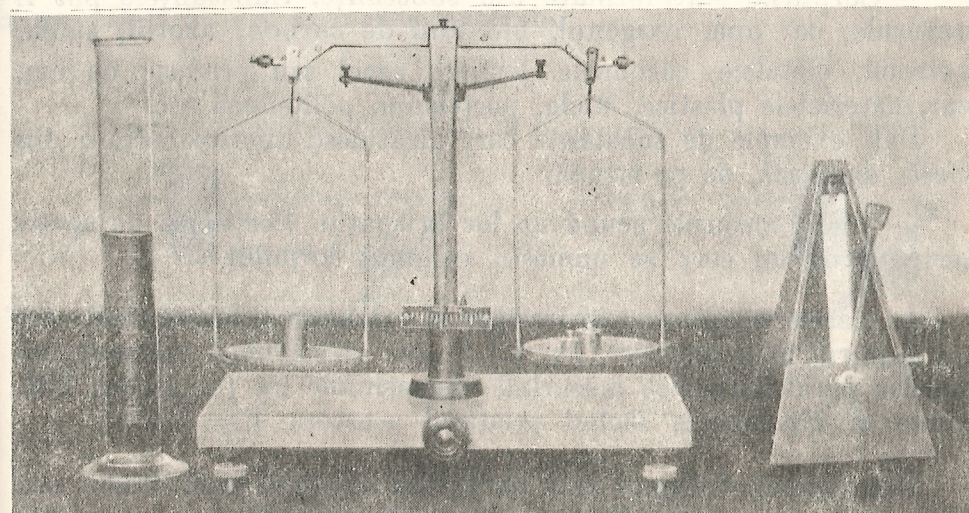
Se știe că pietrele din rîu, nisipul, cîmpia, dealurile, stîncile munților, norii, casele, fabricile și uzinele, florile, pomii, animalele, oamenii, aerul care în mișcarea sa formează vîntul, apa mărilor și oceanelor, mărul care cade din pom, Pământul, Luna, Soarele, stelele sint corpuri.

*Natura este formată din corpuri.*

De existența corpurilor ne dăm seama cu ajutorul simțurilor noastre, datorită însușirilor, proprietăților, pe care acestea le au.

Vedem florile, norii de pe cer, casele și oamenii, sesizăm prezența unor obiecte într-o cameră întunecoasă cu ajutorul pipăitului, auzim trecerea unui vehicul pe stradă, simțim mirosul parfumului.

Unele corpuri „foarte mici” ca: firele de praf și microbi sau altele foarte depărtate de noi ca: planetele și stelele, pot fi





văzute mai bine numai cu ajutorul unor aparate construite în acest scop: microscop, telescop, lunete și altele.

Corpurile suferă neconținute schimbări și transformări. Topirea zăpezii, formarea brumei, descărcările electrice, deformarea arcurilor unei canapele, deplasarea vehiculelor sînt exemple de transformări ale corpurilor.

**Proprietăți.** Corpurile se deosebesc unele de altele prin anumite proprietăți care le sînt caracteristice. Astfel de proprietăți sînt: culoarea, gustul, mirosul, forma, rezistența la întindere și la comprimare (deformarea) etc.

De exemplu, granitul este o rocă de culoare cenușie, porfirul o rocă de culoare roșie, aluminiul și argintul sînt metale și au culoarea alb-argintie, plumbul este un metal de culoare cenușie etc.

Apa, laptele, nierea, corneala sînt corpuri pe care le deosebim nu numai după culoarea lor specifică ci și după gustul lor precum și după proprietatea lor de a curge.

Gazul din balon, elie, gazul carbonic din sifon, aerul din cameră, vaporii de apă din ceainic sînt corpuri care nu au culoare dar au alte proprietăți prin care le putem deosebi de celelalte corpuri. De exemplu, gazul din butelie îl simțim după miros, gazul carbonic îl simțim după gust etc.

Puteți da și voi exemple de corpuri pe care le puteți deosebi unele de altele pe baza uneia din proprietățile menționate anterior?

În continuare vom prezenta cîteva proprietăți ale corpurilor al căror studiu va fi apoi reluat.

— Corpurile sînt formate din substanțe. Substanțele pot fi naturale, ca: apa, oxigenul, bioxidul de carbon, azotul, sarea, petrolul, metalele, cărbunele, lemnul, aerul sau produse de om, ca: materialele plastice, sticla, porțelanul, politeilena etc.

Dați exemple de substanțe care alcătuiesc diferite corpuri din clasă, de acasă, de pe stradă.

— Toate corpurile ocupă un loc în spațiu. Porțiunea de spațiu ocupată de un corp se numește volumul corpului.

În clasele anterioare ați învățat să măsurați volumul unui corp cu ajutorul unei mensuri (fig. 2.1.1) sau să calculați volumul corpurilor paralelipipedice măsurînd dimensiunile lor (lungimea, înălțimea și lățimea) și făcînd produsul acestora  $V = l \cdot L \cdot i$ .

Determinați volumul unei bucăți de cretă, al unui creion sau al unei bucăți de plastilină cu ajutorul unui cilindru gradat. Ce

valori ați găsit? Măsurați cu ajutorul unei rulete dimensiunile clasei voastre sau ale camerei în care locuiți și apoi calculați-le volumul.

— Corpurile au inerție. Vă aflați în picioare în autobuzul oprit în stație. Autobuzul pleacă brusc și simțiți că rămîneți în urmă, de parcă ați fi împinși înapoi. Autobuzul se află de cîtva timp în mișcare și la un moment dat este frînat brusc. Sînteți împinși înainte, în sensul de mișcare al vehiculului și dacă nu reușiți să vă prindeți de ceva puteți cădea. Același lucru îl observați la toți pasagerii din autobuz aflați în picioare sau la bagajele care nu sînt bine prinse în locurile lor.

Pe masa de lucru aveți un pahar plin cu apă. Puneți paharul în mișcare, brusc. Apa din pahar se varsă în spate, înapoi față de sensul de mișcare (fig. 2.1.2, a) deoarece tinde să rămîna pe loc, în repaus.

Mișcați paharul plin cu apă destul de repede și apoi opriți-l brusc. Apa din pahar se varsă acum înainte întrucît tinde să-și continue mișcarea (fig. 2.1.2, b).

În toate situațiile prezentate anterior s-a manifestat proprietatea corpurilor de a se opune la schimbarea stării lor de mișcare sau de repaus, proprietate numită *inerție*.

Motorul unui autovehicul aflat în mișcare este oprit la un moment dat și totuși autovehiculul își continuă mișcarea un timp chiar dacă șoferul lui îl frînează. De ce nu se oprește autovehiculul brusc? Dați și voi asemenea exemple.

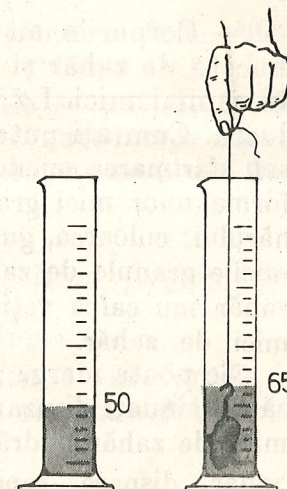


Fig. 2.1.1. Măsurarea volumului unui corp cu mensura.

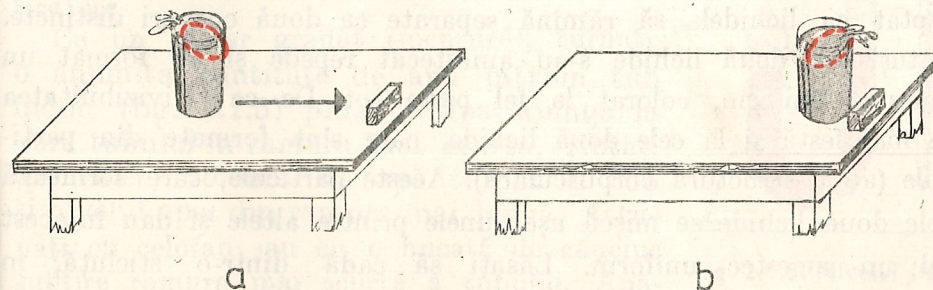


Fig. 2.1.2. a) Paharul cu apă este adus brusc în stare de mișcare; b) paharul plin cu apă este oprit brusc.



— Corpurile au proprietatea numită divizibilitate. Luați o bucată de zahăr și încercați s-o rupeți cu mâna în bucăți din ce în ce mai mici. La un moment dat nu veți mai putea face acest lucru. Cum ați putea obține particule și mai mici? Prin strivirea sau sfărîmarea micilor bucățele de zahăr se poate obține zahăr sub forma unor mici granule care, desigur, păstrează proprietățile zahărului: culoarea, gustul. Mai puteți împărți sau diviza mai departe micile granule de zahăr? Da! Cu ajutorul unei mașini de măcinat zahăr sau cafea veți putea obține zahăr praf, adică granule și mai mici de zahăr.

Se poate merge mai departe cu divizarea zahărului? Încercați să continuați divizarea pe altă cale și anume să puneți o cantitate mică de zahăr pudră într-un pahar cu apă. Observați că praful de zahăr „dispare” repede. Dacă voi nu mai vedeți praful de zahăr, înseamnă oare că el nu mai este în paharul cu apă? Zahărul s-a dizolvat în apa din pahar, el s-a divizat în particule (particule) și mai mici care nu mai pot fi văzute cu ochiul liber. Faptul că

zahărul se află în apa din pahar o dovedește gustul dulce caracteristic.

Așadar, zahărul poate fi împărțit în părți din ce în ce mai mici, proprietate numită *divizibilitate*.

O bucată de cretă, boabele de cafea, o rocă, o bucată de cărbune și altele sînt divizibile.

Într-un pahar cu apă, lăsați să cadă o picătură, două de cerneală (fig. 2.1.3). Ce observați? Firișoare subțiri de cerneală se răspîndesc în apa din pahar și în cele din

urmă colorează uniform întreaga cantitate de lichid. Ne-am fi așteptat ca lichidele să rămînă separate ca două corpuri distincte. Totuși cele două lichide s-au amestecat repede și au format un amestec uniform, colorat la fel peste tot. De ce? Divizibilitatea se manifestă și la cele două lichide, care sînt formate din particule (au o structură corpusculară). Aceste particule, care formează cele două lichide se mișcă ușor unele printre altele și dau în acest fel un amestec uniform. Lăsați să cadă dintr-o sticlută, în palma voastră, o picătură de parfum (alcool, eter). Veți constata că picătura de parfum a dispărut (s-a vaporizat) destul de repede

și mirosul de parfum îl simțiți în toată camera. Cum puteți explica acest lucru?

Experiențele au arătat că toate corpurile se pot diviza în părți din ce în ce mai mici, care nu mai pot fi văzute nici la microscop și că divizibilitatea corpurilor are o limită, nu se poate face la nesfîrșit.

*Substanțele au o structură corpusculară, fiind formate din corpusculi (particule).*

Particulele foarte mici din care sînt alcătuite substanțele le numim *molecule*. Moleculele la rîndul lor sînt alcătuite din particule și mai mici numite *atomi*.

— Orice corp se află în una din stările de agregare: solidă, lichidă, gazoasă. Încercați să modificați dimensiunile unui cub din lemn sau metal, să-l deformați (să-i schimbați forma) apăsînd pe una din fețele sale, cu mâna sau cu un alt corp (fig. 2.1.4). Chiar la apăsări, comprimări sau întinderi și mai mari nu veți reuși să modificați dimensiunile corpului. Puteți verifica acest lucru cu ajutorul unei rigle gradate, măsurînd dimensiunile cubului.

Deci, despre cubul din lemn sau metal, puteți spune că-și păstrează forma și volumul propriu. Mai mult, aceste corpuri prezintă o rezistență mare la deformare (numai la apăsări, întinderi sau loviri foarte puternice se poate schimba forma acestora). Cele două corpuri se află în stare solidă.

La aceeași concluzie puteți ajunge pentru corpuri de sticlă, gheață, materiale plastice etc.

Cu un pahar gradat (mensură), turnați o anumită cantitate de apă într-un tub îndoit (fig. 2.1.5) pînă ce apa ajunge la gura tubului în ramura mai scurtă. Notați (pe caiet) volumul de apă turnat în tub și nivelul apei din ramura mai lungă. Astupați cu celofan sau cu o bucată de cauciuc subțire ramura mai scurtă a tubului. Apăsăți ușor cu un deget pe foita de celofan. Observați cum nivelul lichidului din ramura

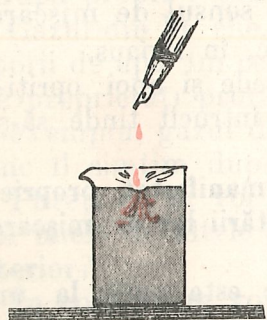


Fig. 2.1.3. Cernaala se răspîndește repede în apa din pahar și o colorează uniform.

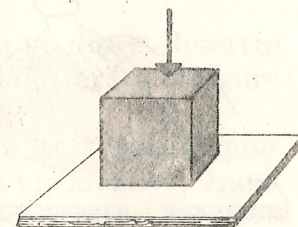


Fig. 2.1.4. Dimensiunile cubului nu se modifică ușor.

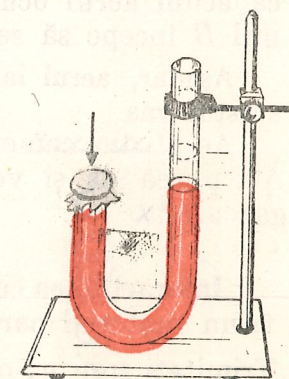


Fig. 2.1.5. Nivelul lichidului din tub se modifică (sensibil) o dată cu apăsarea.



mai lungă a tubului se modifică vizibil, mai mult sau mai puțin, după cum apăsarea este mai mare sau mai mică

Dacă turnați apa din tub în vase de diferite forme, ea va lua forma vasului în care a fost turnată. S-a schimbat oare volumul apei când ați pus-o dintr-un vas în altul? Nu! Indiferent de forma vasului, volumul apei rămâne neschimbat. Verificați acest lucru determinând de fiecare dată volumul apei din vasul în care ați turnat-o cu ajutorul mensurei.

Apa își menține volumul neschimbat, indiferent de vasul în care se află, dar își schimbă forma (nu are formă proprie) după forma vasului în care este pusă

Apa din tub este un corp în stare lichidă.

Dacă în tub ați pune lapte, cerneală, ulei sau miere ce ați putea spune despre aceste corpuri? Sigur, ele sînt corpuri în stare lichidă.

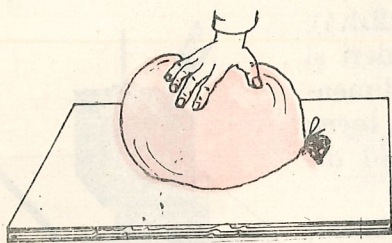


Fig. 2.1.6. Forma aerului din balon se poate schimba ușor.

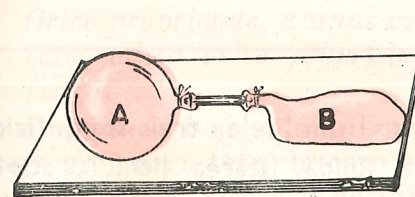
Introduceți într-o cameră mică de cauciuc (sau un mic balon), o anumită cantitate de aer, suflînd cu gura sau cu ajutorul unei pompe de bicicletă (fig. 2.1.6). Legați balonul cu o sforică. Apăsați asupra balonului în care se află aer și veți constata, cit de ușor se modifică forma acestuia, deci și a aerului din el. Legați balonul A printr-un tub de legătură cu un altul B și desfăceți sforică (fig. 2.1.7). Veți observa

că acum aerul ocupă întregul spațiu aflat la dispoziție (balonul B începe să se umfle).

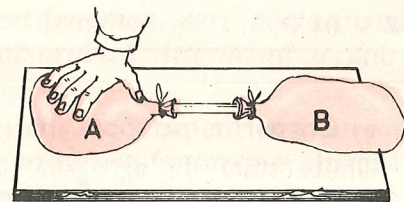
Așadar, aerul ia forma vasului în care se află și are volumul acestui vas.

Aerul din camera de cauciuc este un corp în stare gazoasă. Ați putea da și voi câteva exemple de corpuri aflate în stare gazoasă? X

**Interacțiunea corpurilor.** Pe masa de lucru așezați o bilă A dintr-un material oarecare (lemn, fier) cu un diametru de 2—3 cm. Trimiteți spre ea o altă bilă B din același material, cu un diametru ceva mai mare decît cel al primei bile (fig. 2.1.8). După ciocnirea celor două bile, bila A, nemișcată la început, începe acum să se miște. Este posibil ca și bila B să-și continue mișcarea. Ce anume a determinat mișcarea bilei A? Cauza mișcării bilei A este



a



b

Fig. 2.1.7. Aerul are volumul vasului în care se află.

acțiunea bilei B. Dar, după ciocnire, bila B se mișcă mai încet. De ce? Asupra ei a acționat bila A. Prin urmare, în timpul ciocnirii, cele două bile au acționat una asupra alteia.

*Acțiunea reciprocă dintre două corpuri se numește interacțiune.*

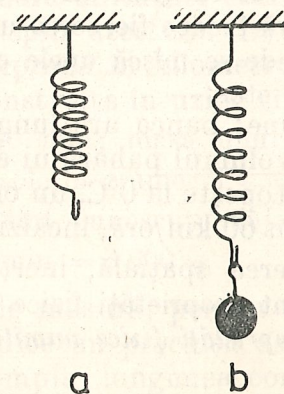
De un resort suspendați un corp (o bilă sau un disc). Resortul se întinde, se alungește (se deformează) așa cum arată și figura 2.1.9. Asupra lui a acționat corpul suspendat.

Un cărucior se pune în mișcare cînd este tras sau împins de o persoană; pilitura de fier este atrasă de un magnet; Luna se mișcă în jurul Pămîntului fiind atrasă de acesta, reciproc Pămîntul este atras de Lună (fluxul și refluxul mărilor și oceanelor dovedesc acest lucru) etc.

Dați și voi alte exemple de interacțiuni între corpuri.



Fig. 2.1.8. După ciocnirea cu bila B, bila A aflată inițial în repaus începe să se miște.



a

b

Fig. 2.1.9. Sub acțiunea bilei resortul se alungește.



Corpurile se pot afla într-una din cele trei stări fizice numite stări de agregare: starea solidă, starea lichidă, starea gazoasă.

a) *Starea solidă.* O bucată de gheață, o cretă, un creion, o bancă, o menghină, un ciocan, o călimară, o rocă, un pahar, o riglă sînt corpuri care au un volum propriu și o formă proprie, sînt corpuri solide.

b) *Starea lichidă.* Apa dintr-un pahar, petrolul dintr-un vas, cerneala din stilou, laptele din ceașcă, mierea din borcan sînt corpuri care au un volum propriu dar nu au formă proprie, sînt corpuri lichide.

c) *Starea gazoasă.* Aerul din clasa voastră, gazul dintr-o butelie, gazul carbonic din sifon, vaporii de apă din ceainic sînt corpuri care nu au nici formă proprie și nici volum propriu, sînt corpuri în stare gazoasă.

### 2.2. Proprietăți fizice măsurabile. Mărime fizică

Din mulțimea proprietăților pe care le au corpurile există o categorie de proprietăți ca forma, inerția, starea de agregare, întinderea, divizibilitatea și multe altele, care se numesc proprietăți fizice.

Prin măsurare se poate stabili cît se pot întinde corpurile, ce volum sau ce lungime au ele, la ce temperatură se topesc, la ce temperatură începe fierberea unui corp lichid, ce masă are un corp, cît de repede se mișcă unele corpuri față de altele, cît durează un eveniment etc.

Se spune: banca are lungimea 1,20 m, un resort s-a alungit cu 2 cm, volumul paharului este de 100 cm<sup>3</sup>, apa fierbe la 100°C, gheața se topește la 0°C, un om adult cîntărește 70 kg, un vehicul se mișcă cu 60 km/oră, încălzirea unui lichid a durat 5 minute etc.

Întinderea spațială, inerția corpurilor, durata fenomenelor și altele sînt proprietăți fizice pentru care se pot face măsurători; ele sînt *proprietăți fizice numite proprietăți măsurabile*.

*Orice proprietate, a unui corp sau fenomen, care poate fi măsurată, adică orice proprietate măsurabilă, determină o mărime fizică.*

Lungimea  $l$  și volumul corpurilor  $V$ , temperatura  $\theta$  ( $\theta$  este litera grecească teta) la care au loc anumite fenomene, durata  $t$  a unui fenomen, viteza  $v$  de mișcare a unui corp sînt exemple de mărimi fizice.

Dar nu toate proprietățile fizice ale corpurilor sînt măsurabile. De exemplu, după gust corpurile pot fi deosebite unele față de altele dar nu se poate spune că un corp este de cinci ori mai dulce decît altul, așa cum putem spune despre lungimea băncii că este de cinci ori mai mare decît a unui creion. După miros, corpurile se disting unele de altele, dar nu se pot compara (de exemplu mirosul de usturoi cu cel de naftalină). Așadar, gustul și mirosul nu sînt proprietăți măsurabile și deci pentru aceste proprietăți nu există mărimi fizice.

*Măsurarea unei mărimi fizice se face comparînd acea mărime cu o anumită mărime de același fel aleasă, prin convenție, drept unitate de măsură.*

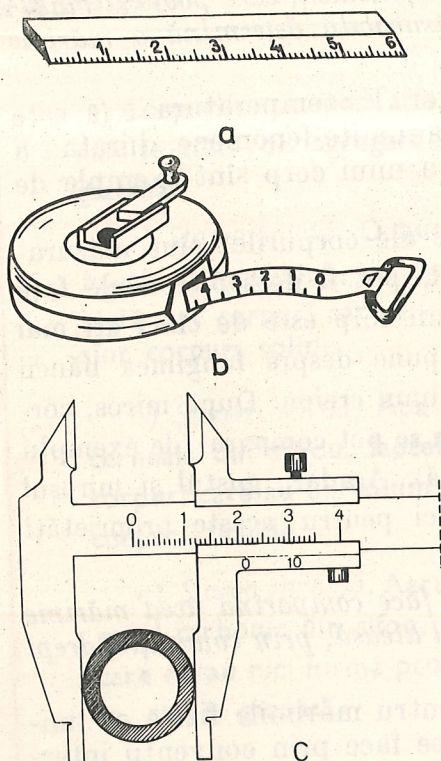
Alegerea unităților de măsură pentru mărimile fizice ca lungime, durată, temperatură și altele se face prin convenții internaționale.

În Sistemul Internațional de mărimi și unități, care se notează pe scurt SI, convenție internațională la care țara noastră a aderat din anul 1960, *lungimea* ( $l$ ) are ca unitate de măsură *metrul*, cu simbolul m; *durata* sau  *timpul* ( $t$ ) are ca unitate de măsură *secunda*, cu simbolul s; temperatura ( $\theta$ ) are ca unitate de măsură *kelvinul*, cu simbolul K (în practică se utilizează gradul Celsius, simbol °C); *masa* ( $m$ ) are ca unitate de măsură *kilogramul*, cu simbolul kg etc.

În tehnică și în laboratoare, în afara unităților stabilite în SI se utilizează multiplii sau submultiplii acestora. De exemplu, distanța dintre două localități se exprimă în kilometri, 1 km = 1 000 m; dimensiunile pieselor construite în uzine sînt date în mm sau cm, 1 m = 100 cm = 1 000 mm; masa unui vagon se exprimă în tone, cea a unui bob de fasole în grame; 1 t = 1000 kg; 1 g = 0,001 kg. Pentru durate vă sînt cunoscuți deja multiplii secunde: 1 min = 60 s; 1 h = 60 min = 3 600 s.

În afară de stabilirea unității de măsură, pentru măsurarea unei mărimi fizice trebuie să se indice un *procedeu de măsurare* și un *instrument de măsură*. De exemplu, lungimea corpurilor se



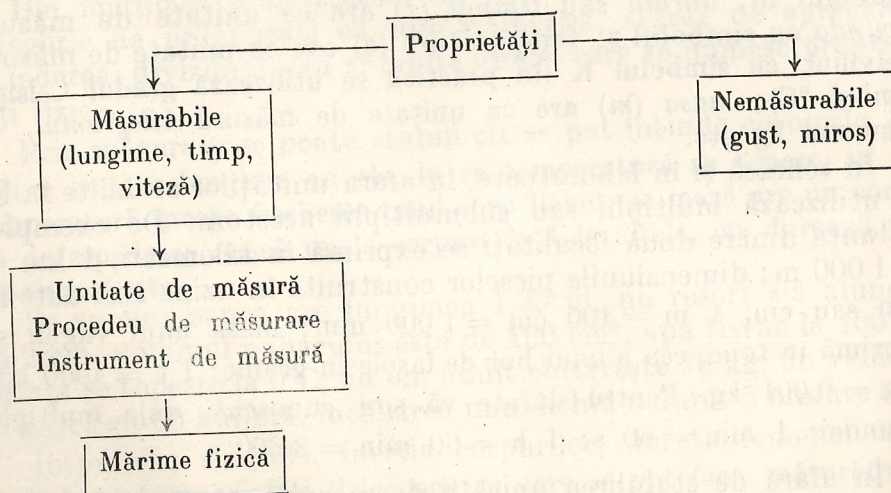


măsoară prin *suprapunerea* (procedeul) unei *rigle, rulete, șubler* (instrumentul) de lungime cunoscută (fig. 2.2.1) peste lungimea de măsurat. Durata unui fenomen se măsoară prin *compararea* (procedeul) duratei acelui fenomen cu durata mișcării acelor unui *ceasornic* (instrumentul).

Rezultatul măsurării se scrie sub forma unui *număr* urmat de unitatea de măsură a mărimii fizice respective. De exemplu: 30 m, 10 m<sup>3</sup>, 25 s, 70 kg, 20 m/s. Numărul din fața unității de măsură reprezintă *valoarea numerică* a mărimii fizice măsurate, sau rezultatul măsurării.

Fig. 2.2.1. Instrumente folosite pentru măsurarea lungimilor: a) riglă; b) ruletă; c) șubler.

Schema următoare vă dă un rezumat al celor spuse pînă aici despre mărimea fizică.



**Măsurare — eroare.** 1) Măsurați în centimetri lungimea unui creion și notați rezultatul; repetați măsurătoarea, cu aceeași riglă, de cinci ori, notînd de fiecare dată rezultatul. Dacă, de exemplu, ați obținut rezultatele  $l_1 = 14,4$  cm,  $l_2 = 14,5$  cm...  $l_5 = 14,5$  cm, atunci ce lungime are creionul? Cînd vreți să măsurați cu rigla o așezați deasupra lungimii de măsurat în așa fel încît diviziunea zero să se afle la una din extremitățile acestei lungimi. Pentru a face citirea exactă trebuie ca privirea să cadă perpendicular pe riglă, în dreptul diviziunii respective (fig. 2.2.2).

2) Măsurați distanța dintre punctele A și B (fig. 2.2.3) de pe o piesă metalică. Repetați măsurarea de cinci ori. Ce valoare are această distanță? De ce rezultatul măsurărilor repetate ale aceleiași distanțe nu este același? Măsurînd distanța dintre punctele A și B s-au găsit, de exemplu, valorile  $d_1 = 2,4$  cm,  $d_2 = 2,5$  cm,  $d_3 = 2,6$  cm,  $d_4 = 2,4$  cm. Valoarea:

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4} = \frac{2,4 + 2,5 + 2,6 + 2,4}{4} = 2,47 \text{ cm}$$

este *valoarea medie* a distanței dintre punctele A și B.

Acum puteți afla lungimea medie a creionului a cărui lungime ați măsurat-o mai înainte.

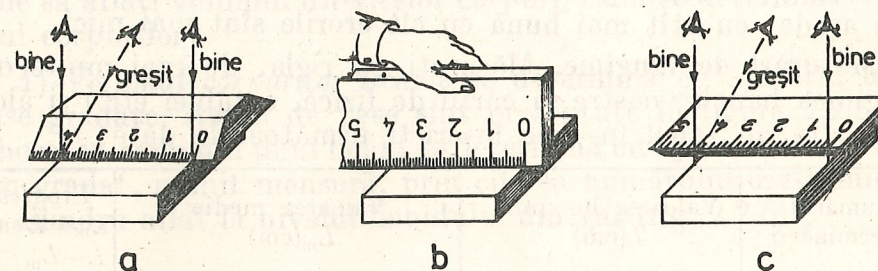


Fig. 2.2.2. Cum trebuie făcută citirea în cazul unei măsurători cu rigla.

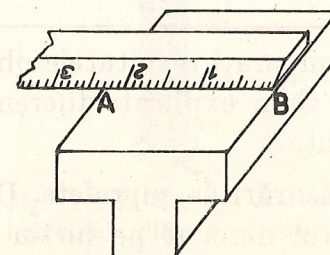


Fig. 2.2.3. Măsurarea distanței dintre două puncte.



Rezultatul cel mai apropiat de valoarea adevărată se obține făcând media aritmetică a valorilor obținute prin măsurări repetate și se numește *valoarea medie a mărimii măsurate*.

3) Repetați măsurătorile de la punctele 1 și 2 dar cu o riglă ca aceea din figura 2.2.1 a (riglă cu marginea înclinată). Cum sînt rezultatele mai multor citiri ale aceleiași distanțe față de valoarea lor medie? Cînd între rezultatele obținute sînt diferențe mari, *precizia măsurătorii* este mică și invers cînd diferențele sînt mici precizia măsurătorii este mare. Care pot fi cauzele care conduc la apariția diferențelor în măsurare?

**Eroare.** Din cele de mai sus rezultă că la efectuarea unei măsurători se pot face anumite greșeli care sînt numite *erori de măsură*. Erorile se produc fie din cauza lipsei de precizie a instrumentului de măsură, fie din cauza unei citiri incorecte a indicațiilor instrumentului, datorită lipsei de atenție a celui care face măsurarea, fie din cauza condițiilor în care se face măsurarea (condiții de temperatură, de presiune, de umiditate și altele). Pentru a se obține un rezultat cît mai aproape de valoarea adevărată a mărimii respective se repetă măsurarea de multe ori și se face media aritmetică a rezultatelor obținute.

*Diferența dintre valoarea medie și valoarea obținută printr-o măsurătoare oarecare se numește eroare.* Precizia unei măsurări este așadar cu atît mai bună cu cît erorile sînt mai mici.

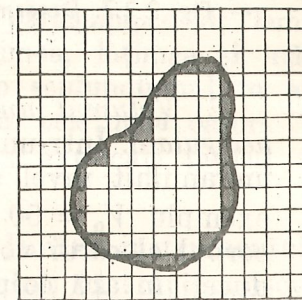
**Măsurări de lungime.** Măsurați cu rigla, de mai multe ori, lungimea băncii voastre (a cărții de fizică, a tablei etc.) și alcătuiți cite un tabel în care înscrîieți următoarele date:

| Numărul determinării | Valoarea lungimii $L(\text{cm})$ | Valoarea medie $L_m(\text{cm})$           | Eroarea $L_m - L$ sau $L - L_m$ |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|
| 1                    | $L_1 = 149,7$                    | $L_m = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3} = 149,7$ | 0                               |
| 2                    | $L_2 = 149,6$                    |                                           | 0,1                             |
| 3                    | $L_3 = 149,8$                    |                                           | 0,1                             |

Comparați rezultatele obținute de voi cu cele ale colegilor din clasă. Cum explicați diferențele care au apărut între rezultatele obținute?

**Măsurări de suprafețe.** Determinați aria suprafeței închisă de conturul desenat pe hîrtia milimetrică (fig. 2.2.4). Determinați

Fig. 2.2.4. Determinarea ariei suprafeței închisă de un contur neregulat.



aria unei coperti de carte, a unei bănci, a clasei sau a camerei voastre de locuit și alcătuiți cite un tabel de felul celui care urmează.

| Suprafața          | Nr. determinării | Dimensiunile suprafeței |                        | Aria ( $\text{cm}^2$ ) | Valoarea medie $A_m$ | Eroarea $A_m - A$ sau $A - A_m$ |
|--------------------|------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|
|                    |                  | Lungimea $L(\text{cm})$ | Lățimea $l(\text{cm})$ |                        |                      |                                 |
| Coperta unei cărți | 1                | $L_1 = 24,4$            | $l_1 = 17,5$           | 427                    | $A_m = 427,35$       | 0,35                            |
|                    | 2                | $L_2 = 24,5$            | $l_2 = 17,4$           | 426,30                 |                      | 1,05                            |
|                    | 3                | $L_3 = 24,5$            | $l_3 = 17,5$           | 428,75                 |                      | 1,4                             |

**Măsurări de volume.** În activitatea practică de multe ori trebuie să aflați volumul diferitelor corpuri. Cum se determină volumul corpurilor?

1) *Volumul corpurilor lichide* se determină cu ajutorul unor vase gradate. Astfel de vase sînt prezentate în figura 2.2.5. În laborator, volumul unui lichid se determină cu ajutorul unui cilindru gradat, numit *mensură*, prin citirea numărului diviziunii de pe cilindru aflat la nivelul lichidului din vas (fig. 2.2.6).

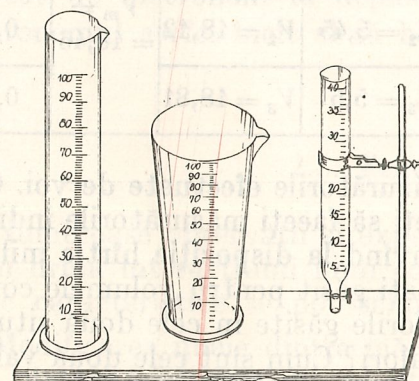


Fig. 2.2.5. Vase gradate.

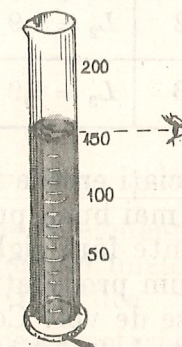
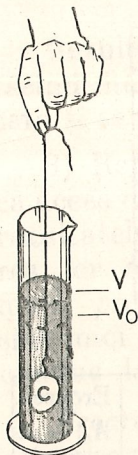


Fig. 2.2.6. Citirea nivelului lichidului dintr-o măsură.





← Fig. 2.2.7. Determinarea volumului unui corp cu mensura.

2) *Volumul unui corp solid cu formă geometrică neregulată.* Într-un cilindru gradat puneți apă pînă la un anumit nivel și notați volumul apei cu  $V_0$ , de exemplu  $V_0 = 50 \text{ cm}^3$  (fig. 2.2.7). Legați cu o ață corpul al cărui volum vreți să-l determinați. Introduceți în apă corpul. Notați noul nivel al lichidului din cilindru. Să presupunem că ați găsit  $V = 65 \text{ cm}^3$ . Diferența  $V - V_0$  reprezintă volumul corpului. În exemplul ales acest volum are valoarea  $V - V_0 = 65 \text{ cm}^3 - 50 \text{ cm}^3 = 15 \text{ cm}^3$ .

Cum procedați dacă trebuie să determinați volumul unui corp care plutește pe apă?

3) *Volumul unui corp cu formă geometrică regulată.* Determinați lungimea, lățimea și înălțimea unui corp (o cutie de chibrituri, un dulap, o carte, un penar etc.), făcînd mai multe determinări. Volumul unui corp paralelipipedic se află înmulțind lungimea cu lățimea și înălțimea, adică

$$V = L \cdot l \cdot i.$$

Rezultatele obținute treceți-le într-un tabel de felul celui de mai jos:

| Corp          | Nr. determinări | Dimensiunile corpului     |                          |                            | Volum<br>$V = Lli$<br>( $\text{cm}^3$ ) | Valoare medie | Eroare<br>$V_m - V$<br>sau<br>$V - V_m$ |
|---------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|
|               |                 | Lungime<br>$L(\text{cm})$ | Lățime<br>$l(\text{cm})$ | Înălțime<br>$i(\text{cm})$ |                                         |               |                                         |
| Paralelipiped | 1               | $L_1 = 1,9$               | $l_1 = 1,8$              | $i_1 = 5,4$                | $V_1 = 18,47$                           | $V_m = 18,46$ | 0,01                                    |
|               | 2               | $L_2 = 1,9$               | $l_2 = 1,75$             | $i_2 = 5,45$               | $V_2 = 18,42$                           |               | 0,34                                    |
|               | 3               | $L_3 = 1,9$               | $l_3 = 1,8$              | $i_3 = 5,5$                | $V_3 = 18,81$                           |               | 0,35                                    |

Apreciați erorile făcute în măsurătorile efectuate de voi. Care este cea mai bună precizie? Puteți să faceți măsurătorile indicate mai înainte fără riglă gradată, avînd la dispoziție hîrtie milimetrică? Cum procedați? Ce valori ați găsit pentru volumele corpurilor alese de voi? Comparați valorile găsite în cele două situații. Cum ar trebui să fie cele două valori? Cum sînt cele două valori? De ce?

Determinați volumul unui mic paralelipiped de lemn cu ajutorul riglei gradate, măsurînd lungimea, lățimea și înălțimea sa. Măsurați apoi volumul acestui corp scufundîndu-l în apa dintr-o mensură. Comparați valorile găsite în cele două cazuri.

Coincid cele două valori? Cum explicați faptul că ele nu coincid?

*Măsurări de durată (timp).* Dintre instrumentele folosite pentru măsurarea duratelor (timpului) vă sînt cunoscute ceasul, ceasul cu secundar, cronometrul folosit în întrecerile sportive și metronomul (instrument folosit la diferite concursuri). Metronomul este un aparat (fig. 2.2.8) care are o tijă  $T$  pe care poate aluneca un cursor  $C$ . Tija se poate mișca în jurul unei scări gradate  $S$ . La capătul unei curse metronomul produce un sunet scurt (o bătaie). Durata unei curse poate servi ca unitate convențională pentru măsurarea duratelor.

Folosind un ceas cu secundar și un metronom comparați intervalul de timp dintre două bătăi consecutive ale metronomului cu intervalul de timp dintre indicațiile secundarului corespunzătoare acestor bătăi. Cum sînt aceste intervale de timp?

Deplasați cursorul pe tijă cu cîteva diviziuni mai jos și apoi mai sus față de o poziție oarecare (poziție inițială) și comparați între ele intervalele de timp dintre două bătăi consecutive în cele două cazuri. Ce puteți spune despre aceste intervale?

Ținînd seama de posibilitatea modificării intervalului de timp marcat de metronom la deplasarea cursorului, puteți potrivi metronomul astfel încît el să bată secunda.

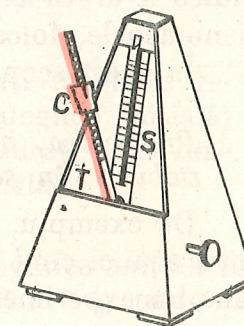


Fig. 2.2.8. Metronom.

## 2.3. Fenomen fizic

Numeroase observații și experiențe au pus în evidență faptul că în urma interacțiunii unui corp cu alte corpuri unele mărimi fizice caracteristice se pot schimba, se pot modifica.

Modificarea uneia dintre mărimile fizice ce caracterizează un corp, datorită interacțiunii cu alt corp, se numește *fenomen fizic* (proces fizic).



Cîteva exemple de fenomene fizice: topirea gheții, fierberea apei (în aceste cazuri se schimbă starea de agregare a corpurilor), încălzirea sau răcirea unui corp, schimbarea poziției unui corp față de altul (mișcarea), aprinderea unui bec, ciocnirea a două bile, acțiunea unui magnet asupra acului busolei sau asupra pili-turii de fier, propagarea luminii prin apă sau prin aer și altele.

Ce înseamnă a studia, a cerceta un corp sau un fenomen fizic?

1. A cerceta sau a studia înseamnă în primul rînd a observa corpurile sau fenomenele, a evidenția și a descrie proprietățile corpurilor și desfășurarea fenomenelor pe baza celor observate, adică a arăta cum se comportă corpurile și cum se desfășoară fenomenele, folosind un limbaj adecvat fizicii.

În acest scop, în fizică se fac experimente.

*Provocarea, producerea și repetarea unui fenomen în condiții stabilite, în scopul studierii lui constituie un experiment.*

De exemplu, pentru a studia cum se comportă un resort de oțel atunci cînd asupra lui acționează diferite corpuri, vom efectua un experiment.

**E** *Experiment.* Fixați unul dintre capetele unui resort de oțel de un suport, așa cum indică figura 2.3.1. Atîrnați de capătul liber discul metalic pe care scrie 20 g.

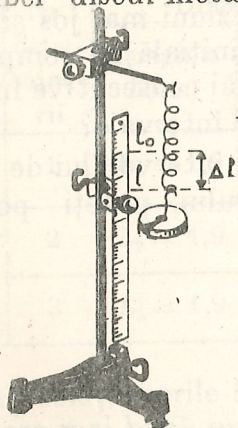


Fig. 2.3.1. Un corp suspendat de un resort de oțel determină alungirea resortului.

Dacă ați observat cu atenție resortul de oțel înainte de a atîrna de el discul, ați constatat că el are o anumită lungime și că între spirele lui există o anumită distanță. După ce s-a atîrnat de el discul veți constata că lungimea resortului a crescut (distanța dintre spire a crescut). Spunem că resortul s-a alungit.

Dar aceste observații nu ne dau informații suficiente în legătură cu fenomenul pe care ne-am propus să-l studiem. Va trebui să experimentăm din nou, pentru a obține altele noi.

**E** Adăugați peste discul pe care scrie 20 g un altul.

Veți observa că lungimea resortului a crescut mai mult decît în primul caz. Corpul care atîrnă acum de resort fiind diferit de cel din primul caz (acum atîrnă 2 discuri și nu unul), putem afirma că modificarea lungimii resortului depinde de corpul atîrnat de resort. Spunem că am descoperit o cauză a producerii fenomenului.

2. Deci în al doilea rînd pentru explicarea unui fenomen este necesar să descoperim cauzele care îl determină.

Acum putem merge mai departe în studiul fenomenului, încercînd să stabilim o legătură între modificarea lungimii resortului și o mărime caracteristică pentru corpul atîrnat de el. În acest scop, vom pune în evidență ce se înțelege prin alungirea resortului.

**E** Folosiți același disc și același resort. Măsurați lungimea resortului înainte de a atîrna de el discul (lungime inițială) și notați-o cu  $l_0$ . Atîrnați discul de resort, măsurați noua lungime a acestuia și notați-o cu  $l$  (lungime finală).

Diferența  $l - l_0$  între lungimea finală și lungimea inițială o numim alungirea resortului și o notăm cu  $\Delta l = l - l_0$  unde  $\Delta$  este litera grecească delta.

**E** Suspendați de resortul elastic, pe rînd, discuri marcate de 20 g, 30 g, 40 g și 50 g și măsurați de fiecare dată alungirile corespunzătoare  $\Delta l_1$ ,  $\Delta l_2$ ,  $\Delta l_3$ ,  $\Delta l_4$ .

Așadar:  $\Delta l_1 = l_1 - l_0$ ;  $\Delta l_2 = l_2 - l_0$ ;  $\Delta l_3 = l_3 - l_0$ ;  $\Delta l_4 = l_4 - l_0$  reprezintă alungirile resortului corespunzătoare celor 4 discuri diferite.

După ce ați măsurat de fiecare dată alungirile resortului așezați într-un tabel rezultatele observațiilor făcute de voi.

| Discul                                                | 1                         | 2                         | 3                         | 4                         |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Masa discului (notată pe disc)                        | 20 g                      | 30 g                      | 40 g                      | 50 g                      |
| Alungirea resortului de oțel                          | $\Delta l_1 = 2\text{mm}$ | $\Delta l_2 = 3\text{mm}$ | $\Delta l_3 = 4\text{mm}$ | $\Delta l_4 = 5\text{mm}$ |
| Raportul dintre masa discului și alungirea resortului | $\frac{20}{2}$            | $\frac{30}{3}$            | $\frac{40}{4}$            | $\frac{50}{5}$            |



Notăți cu litera  $M$  indicațiile de pe discurile<sup>99</sup> marcate. Din tabel se observă că, pentru resortul cu care ați lucrat, puteți scrie:

$$\frac{M_1}{\Delta l_1} = \frac{M_2}{\Delta l_2} = \frac{M_3}{\Delta l_3} = \frac{M_4}{\Delta l_4} = \text{constant}.$$

Schimbați resortul de oțel cu un altul, cu spirele din alt material, cu grosimea spirelor sau cu lungimea diferită de cea a primului resort. Repetați experimentul și așezați rezultatele măsurătorilor într-un tabel asemănător celui de mai înainte. Ce ați aflat? Și pentru acest resort, pentru oricare resort de altfel, ați găsit că raportul  $\frac{M}{\Delta l}$  are o valoare constantă și că această valoare depinde de materialul din care este făcut resortul, de grosimea spirelor și de lungimea acestuia. Deci puteți scrie, pentru resorturile cu care ați lucrat, că raportul:

$$\frac{M}{\Delta l} = k \text{ (constant)}.$$

Astfel de relații între mărimi fizice reprezintă, în anumite condiții, legea fizică după care se desfășoară procesul (fenomenul) fizic studiat. Multe legi au fost descoperite, în fizică, pe cale experimentală.

3. Așadar, în al treilea rând trebuie să stabiliți mărimile fizice care descriu fenomenul, precum și legăturile existente între ele, adică trebuie descoperită legea după care se desfășoară fenomenul.

Rezultă, din cele de mai sus, că voi ați studiat un fenomen fizic și anume schimbarea formei unui resort de oțel (deformarea lui) iar prin observarea fenomenului reprodus experimental ați găsit legea după care are loc acest fenomen.

Cercetarea sau studierea unui fenomen fizic constă într-o observare activă a fenomenului care este reprodus experimental în laborator în condiții cunoscute. Aceste condiții pot fi modificate pentru a se putea stabili care sînt mărimile de care depinde desfășurarea fenomenului.

## Întrebări. Exerciții. Probleme.

1. Care dintre cuvintele ce urmează indică o substanță și care un corp: laptele dintr-un pahar, cerneala dintr-o călimară, o piesă din fier, ulei, lemn, o floare, gheața din frigider, oxigenul necesar vieții, o carte, hirtie?

2. Spunem despre corpuri: un pahar are 200 cm<sup>3</sup>, un vas are 20 l, o cameră are 24 m<sup>3</sup> etc. Ce proprietate a corpurilor este exprimată prin aceste afirmații?

3. Vîntul a spart un geam. După ciocnire, corpurile s-au oprit din mișcarea lor. În urma unei tamponări caroseria unui autovehicul s-a deformat. Un magnet atrage bilele din oțel sau fier. Ce s-a pus în evidență în aceste propoziții?

4. Într-un pahar cu apă s-a pus puțină sare de bucătărie. Scurt timp după aceasta sarea a „dispărut”. De ce? Într-un vas de sticlă în care se află apă, lăsați să cadă o picătură de lapte. Veți observa cum firișoarele de lapte se răspîn-

desc repede în tot vasul. De ce?

5. În timpul anului școlar iarna, primăvara sau vara, vă deplasați de acasă la școală. Arătați în ce stări de agregare sînt corpurile pe care le întîlniți în drumul vostru. Întîlniți situații în care găsiți apa în cele trei stări de agregare? Depind ele de anotimp?

6. Denumiți fenomenele care au loc la trecerea apei dintr-o stare de agregare în alta. Ce fel de fenomene sînt? Dați exemple de alte fenomene fizice pe care le observați în activitatea voastră, acasă sau la școală.

7. Doi colegi de școală stau în același bloc și pleacă pe jos în fiecare zi la aceeași oră spre școală. Presupuneți că ei știu, fiecare, lungimea pasului lor și că fiecare are ceas de mînă. Cum pot ei determina distanța casă — școală? Dar durata mișcării? Vor obține același rezultat? Justificați răspunsul.

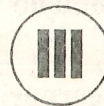


8. Într-una din zile, un elev parcurge distanța de acasă pînă la școală în  $\frac{1}{4}$  h. Altă dată el a parcurs aceeași distanță în 15 min. În altă zi elevul parcurge aceeași distanță în 900 s. Știind că timpul a fost măsurat de fiecare dată cu același ceas, indicați în care dintre zile el a mers mai mult timp.

9. Măsurînd grosimea unei cărți, fără coperti, ați găsit valoarea 1,2 cm. Cartea are 160 pagini. Determinați grosimea unei foi de carte.

10. Folosind mensuri și pipete, determinați volumul unei sticlute de cerneală (în  $\text{cm}^3$ ), al unei sticlute de tuș (în ml), al unui pahar de apă (în  $\text{cm}^3$ ) și al unei cești de lapte (în ml).

11. În ce unități de măsură este indicat a se exprima: volumul rezervorului de motorină al tractorului; volumul rezervorului stiloului; volumul unui bazin de înot; volumul unui pahar de apă?



## Fenomene fizice

Știți că interacțiunile dintre corpuri, adică acțiunile reciproce ale acestora, pot avea ca rezultat diferite fenomene fizice. În acest capitol veți studia:

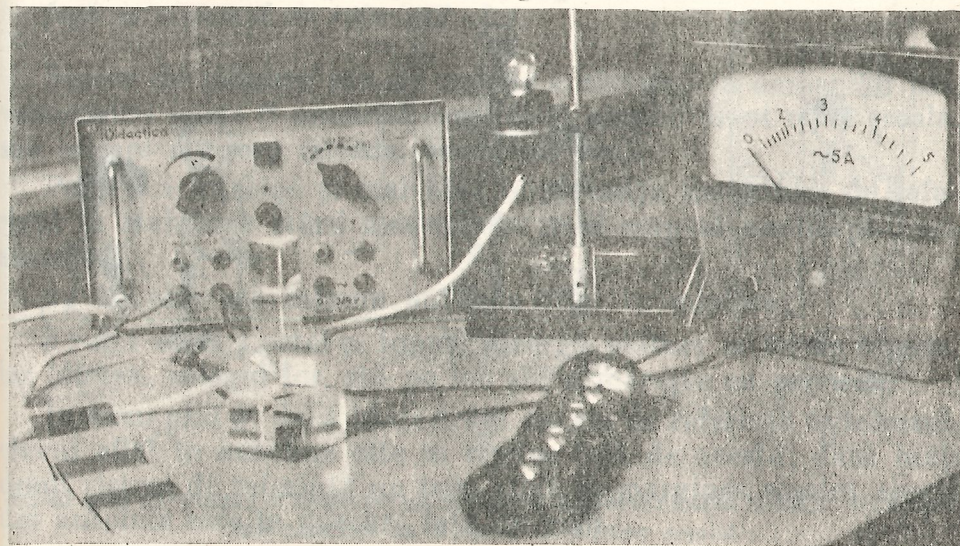
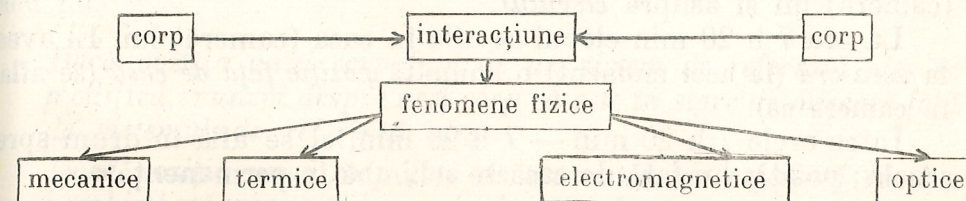
— mișcarea unui corp față de un altul și deformarea corpurilor, fenomene numite *fenomene mecanice*;

— încălzirea, răcirea, dilatarea corpurilor, schimbarea stării de agregare, numite *fenomene termice*;

— electrizarea și magnetizarea corpurilor, stabilirea unui curent electric printr-un fir metalic (conductor), numite *fenomene electrice* respectiv *fenomene magnetice* sau *fenomene electromagnetice*;

— propagarea luminii prin diferite corpuri (medii de propagare), reflexia și refracția luminii, numite *fenomene optice*.

Următoarea schemă reprezintă cele spuse mai sus:





### 3.1. Fenomene mecanice

#### 1. Mișcarea mecanică a corpurilor

*Lectură...* „Ionel este elev în clasa a VI-a. În fiecare dimineață, când ceasul din camera lui arată orele 7 h 20 min (fig. 3.1.1, a), cu ghiozdanul în mână el pornește de acasă către școală. În drumul său (fig. 3.1.1, b) întâlnește colegi mai mici, oameni care se grăbesc spre locul lor de muncă, unii merg pe jos, alții merg pe biciclete sau motorete. Pe străzile orașului trec, parcă grăbite, automobilele și autocamioanele care la stopul de la intersecția cea mare a orașului se opresc atunci când culoarea roșie a semaforului le interzice trecerea. Școala, o clădire nouă și frumoasă, nu este departe de casa lui Ionel. Ea se află la 240 m depărtare de casa lui. La orele 7 h 25 min, Ionel se află în laboratorul școlii și ia loc la masa de experimente (fig. 3.1.1, c) așteptând să înceapă o nouă zi de studiu“...

**Poziție — reper. Stare mecanică. Repaus — mișcare.** Din mulțimea de corpuri sau obiecte menționate în lectura anterioară să ne oprim atenția asupra casei elevului, asupra ceasului din casa (camera) lui și asupra elevului.

La ora 7 h 20 min elevul se află în casa (camera) lui. El avea la acea oră (la acel moment) o anumită poziție față de casă (se afla în camera sa).

Între orele 7 h 20 min — 7 h 25 min, el se află în drum spre școală; poziția lui față de casă se schimbă în permanență.

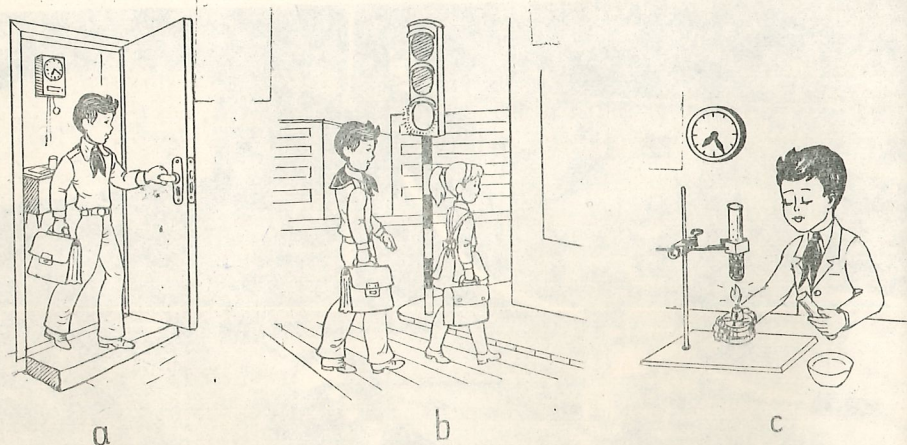


Fig. 3.1.1. Casa și ceasul formează un sistem de referință în raport cu care se stabilește poziția lui Ionel la un moment dat.

La ora 7 h 25 min el stă în laborator la școală, deci se află la o depărtare de 240 m față de casă (depărtare care rămâne neschimbată). El se află acum într-o altă poziție față de casă.

Casa și ceasul din casă formează împreună un sistem (ansamblu) de corpuri denumit în fizică reper sau sistem de referință (SR).

Poziția elevului (depărtarea) față de casă, măsurată pe drumul parcurs, la momentul în care este observată (precizată) această poziție față de reperul (SR) ales se modifică la momentul următor.

Între orele 7 h 20 min — 7 h 25 min elevul se afla într-o anumită poziție față de sistemul de referință ales iar la orele 7 h 25 min se află într-o altă poziție față de același SR.

Cît timp elevul își schimbă permanent poziția față de casă (SR) spunem că el este în stare de mișcare față de reperul ales.

Atîta timp cît elevul stă în bancă, el nu-și modifică poziția față de casa lui, spunem că se află în stare de repaus față de sistemul de referință (SR) ales.

Prin urmare: pentru a determina starea de mișcare a unui corp trebuie să ne alegem un sistem de referință (SR) și să precizăm dacă poziția corpului față de acest sistem de referință se modifică sau nu.

*Dacă poziția unui corp față de un sistem de referință ales se modifică, spunem despre acel corp că este în stare de mișcare față de sistemul de referință ales.*

*Dacă poziția unui corp față de un sistem de referință rămâne neschimbată, spunem despre acel corp că este în stare de repaus față de sistemul de referință ales.*

Starea de mișcare sau de repaus a elevului (a oamenilor sau vehiculelor) poate fi urmărită (analizată) alegînd drept reper școala sau oricare alt corp (strada, semaforul etc.).

Pentru a înțelege și mai bine importanța sistemului de referință în stabilirea stării mecanice a unui corp să analizăm două exemple:

a) un elev stă într-un autobuz aflat în mișcare;

b) doi elevi, Costel și Ionuț, aleargă alături la fel de repede, iar Mircea, colegul lor, stă pe loc și-i urmărește cu privirea.

În exemplul a: dacă luăm drept sistem de referință autobuzul, elevul aflat în autobuz este în repaus față de acesta; dacă luăm drept sistem de referință un pom aflat pe marginea șoselei, elevul din autobuz este în mișcare față de pom.



În exemplul *b*: dacă luați drept sistem de referință pe Mircea, atunci Costel se află în stare de mișcare față de acesta; dacă luați ca sistem de referință pe Ionuț, atunci față de el, Costel este în stare de repaus.

Starea de mișcare sau de repaus a unui corp depinde de sistemul de referință ales. Același corp poate fi în același timp în repaus față de un sistem de referință și în mișcare față de altul. Spunem că mișcarea și repausul sînt relative.

X După ce mai citiți o dată lectura completați următorul tabel:

| Corpul                            | Sistemul de referință (SR)                                                                                            | Corpul este în:<br>mișcare — repaus |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Elevul în drum spre școală        | a) casa și ceasul din cameră<br>b) școala și ceasul din clasă<br>c) ghiozdanul din mînă și ceasul de la aceeași mînă. |                                     |
| Ghiozdanul aflat în mîna elevului | a) casa și ceasul din cameră<br>b) elevul și ceasul de la mîna lui                                                    |                                     |
| Bicicleta sau orice autovehicul   | a) strada și ceasul de pe stradă<br>b) semafor (culoare verde, culoare roșie) și ceasul de pe stradă                  |                                     |
| Elevul în clasă                   | a) banca și ceasul din clasă<br>b) un avion în zbor                                                                   |                                     |

### Mobil

E **Experimentul 1.** Pe fața unei tăblii orizontale *P* (fig. 3.1.2) se așază un corp paralelipipedic *B*, de care este legată o sfoară care trece peste un scripete *S* fixat de tăblia *P*. De capătul

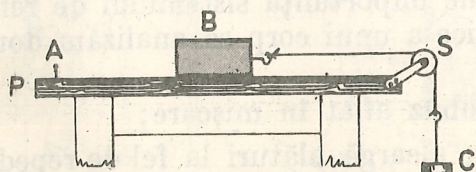


Fig. 3.1.2. Mișcarea unui corp față de alt corp.

liber al sforii se suspendă un cîrlig pe care se așază succesiv discuri marcate (din trusa școlară), pînă cînd corpul *B* începe să se miște față de tăblia *P*. Trasați pe o hîrtie lipită pe tăblia *P* un semn, un reper *A*, față de care vom analiza mișcarea corpului.

Poziția corpului *B* față de reperul ales, la un moment oarecare indicat de un ceas, se determină cu ajutorul distanței dintre reper și poziția corpului la momentul respectiv. Dar cum măsurăm această distanță: de la semnul *A* la marginea din stînga a corpului *B* sau de la *A* la marginea din dreapta, sau poate de la *A* pînă la mijlocul corpului *B*?

Pentru descrierea stării de mișcare a corpului *B* închipuiți-vă întregul corp redus la o parte oricît de mică a sa. În problemele de mecanică, în care presupunem că toate părțile corpului se mișcă identic, precizarea poziției unui corp (sanie, minge, pieton, avion etc.), la un moment dat, nu se face pentru fiecare parte a corpului ci se recurge la o reprezentare a corpului, *reprezentare denumită punct material*. În desene se va indica un mobil (corp în mișcare) printr-un mic cerc, un mic dreptunghi sau de cele mai multe ori printr-un punct.

**Traietorie.** Urmăriți mersul unei bile aflată pe suprafața mesei de laborator, după ce la un anumit moment, numit moment inițial, a primit o lovitură în punctul *P* (fig. 3.1.3, *a*). Dacă

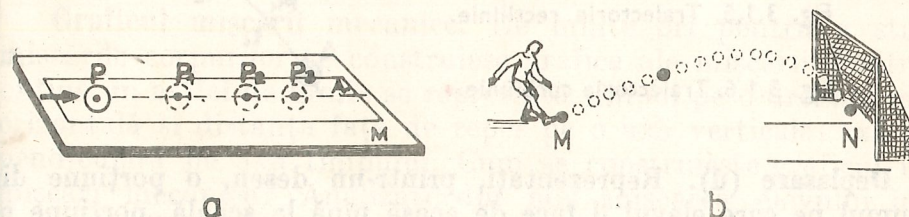


Fig. 3.1.3. *a*) Traietoria bilei; *b*) traietoria mingii.

puteți nota la intervale de timp ulterioare momentului inițial cîteva poziții apropiate  $P_1, P_2, P_3, \dots$  ale bilei aflate în mișcare, unind aceste puncte veți obține o linie care se numește *traietoria mișcării bilei*.

Urmăriți acum mersul unei mingi de fotbal care primește o lovitură în punctul *M* (fig. 3.1.3, *b*). Ea se mișcă prin aer pînă cînd atinge pămîntul în punctul *N*. Între punctele *M* și *N*, la

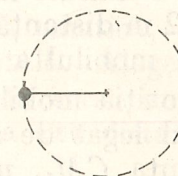


Fig. 3.1.4. Traietoria circulară a pietrei.

diferite momente, mingea a ocupat diferite poziții. Reprezentînd aceste poziții prin niște cercuri mici, după unirea lor veți obține traietoria mișcării mingii între punctele *M* și *N*.

Dacă rotiți o pietricică legată cu o sfoară (fig. 3.1.4) traietoria mișcării va fi un cerc.



Linia descrisă de un mobil în mișcarea sa, față de un SR, constituie traiectoria mișcării.

Din exemplele de mai sus ați reținut că traiectoria unei mișcări poate fi o linie dreaptă ca în cazul bilei, sau o linie curbă ca în cazul mingii de fotbal și al pietrei. După forma traiectoriei, mișcările se pot clasifica în:

— *rectilinii*, mișcări în care traiectoria este o linie dreaptă (fig. 3.1.5);

— *curbilinii*, mișcări în care traiectoria este o linie curbă (fig. 3.1.6).

Dați și voi exemple de mișcări cunoscute ale căror traiectorii sînt fie rectilinii, fie curbilinii.

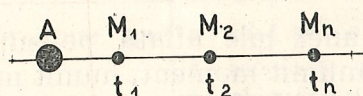


Fig. 3.1.5. Traiectorie rectilinie.

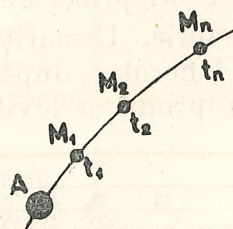


Fig. 3.1.6. Traiectorie curbilinie. →

**Deplasare (d).** Reprezentați, printr-un desen, o porțiune din drumul pe care elevul îl face de acasă pînă la școală, porțiune pe care o veți considera ca fiind o linie dreaptă (fig. 3.1.7). Dreapta CS din figură reprezintă în cazul de față și traiectoria mișcării elevului. Urmăriți, acum, mișcarea elevului (mobilului) între punctele C (momentul  $t_0 = 7$  h 20 min) și S (momentul  $t_5 = 7$  h 25 min), din minut în minut. Presupuneți că la orele 7 h 21 min, deci după un minut de la începutul mișcării mobilul se află în punctul  $M_1$  la 48 m față de C. După 2 minute mobilul se află la 96 m distanță față de reperul C (punctul  $M_2$  pe desen); după 3 minute mobilul se află la 144 m distanță, după 4 minute la 192 m distanță și după 5 minute la 240 m distanță față de C, adică mobilul a ajuns acum în punctul S.

Poziția mobilului la un moment dat  $t_1$ , moment măsurat cu ceasul legat de sistemul de referință (ceasul din cameră) este distanța  $CM_1$ , măsurată de la C la  $M_1$ . Poziția mobilului la momentul următor  $t_2$  este  $CM_2$  ș.a.m.d.

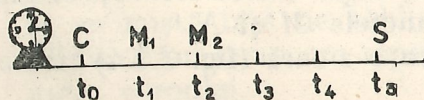


Fig. 3.1.7. Traiectoria mișcării elevului.

Notăți  $CM_1 = d_1$ ,  $CM_2 = d_2$ ,  $CM_3 = d_3$  ș.a.m.d. Diferența  $d_2 - d_1 = \Delta d$  reprezintă deplasarea mobilului în intervalul de timp  $t_2 - t_1 = \Delta t$ , interval numit *durata mișcării*. De exemplu, deplasarea  $\Delta d$  pe intervalul de timp  $\Delta t = t_3 - t_1 = 7$  h 23 min — 7 h 21 min = 2 min = 120 s, are valoarea  $\Delta d = d_3 - d_1 = 144 - 48 = 96$  m.

Momentul 7 h 20 min, moment de la care începe mișcarea sau de la care începe să fie urmărită mișcarea, se numește *originea timpului* sau *momentul inițial* (momentul zero) al mișcării. Punctul C de unde se măsoară distanța pentru deplasarea  $\Delta d$  este *reperul* sau *originea deplasării*.

Calculați deplasările mobilului (elevului) pe intervalele de timp 7 h 21 min — 7 h 24 min; 7 h 21 min — 7 h 25 min; 7 h 20 min — 7 h 25 min. Care este deplasarea mobilului la momentul 7 h 25 min (adică deplasarea pe intervalul 7 h 25 min — 7 h 20 min)? Dar la momentul 7 h 20 min?

**Graficul mișcării mecanice.** De multe ori pentru a studia mișcările corpurilor se construiesc grafice ale mișcării. Pentru a obține un astfel de grafic se reprezintă timpul pe o dreaptă (axă) orizontală și distanța față de reper pe o axă verticală, axă perpendiculară pe axa timpului. Cum se construiește graficul unei mișcări mecanice? Analizați din nou mișcarea elevului între punctele C și S. Pentru aceasta alcătuiți un tabel în care notați timpul  $t$  din minut în minut, începînd cu momentul inițial al mișcării ( $t_0 = 7$  h 20 min) și distanța  $d$  la care se află mobilul față de reper, la momentul respectiv, în metri:

|           |   |    |    |     |     |     |
|-----------|---|----|----|-----|-----|-----|
| $t$ (min) | 0 | 1  | 2  | 3   | 4   | 5   |
| $d$ (m)   | 0 | 48 | 96 | 144 | 192 | 240 |

Pe hîrtie milimetrică sau pe caietul de matematică, reprezentați axa timpului printr-o dreaptă orizontală. Alegeți un punct O (originea pe axa timpului și duceți în acest punct o dreaptă Od verticală, dreaptă care va reprezenta axa distanțelor (fig. 3.1.8).

Pentru a reprezenta pe axa Ot un interval de timp de un minut puteți lua un segment egal cu 1 cm, iar pentru a reprezenta pe axa Od o distanță de 48 m puteți lua un segment de 2 cm. În acest fel ați stabilit cu aceste convenții scara graficului. Pe baza acestor convenții marcați pe cele două axe, începînd din punc-



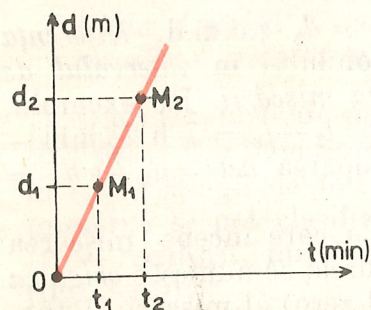


Fig. 3.1.8. Reprezentarea grafică a mișcării elevului.

**Temă.** Un mobil se află la momentul  $t_1 = 1$  s la distanța  $d_1 = 20$  m față de un reper, la momentul  $t_2 = 2$  s distanța este  $d_2 = 40$  m, la momentul  $t_3 = 3$  s distanța este  $d_3 = 60$  m, la momentul  $t_4 = 4$  s distanța este  $d_4 = 80$  m, la momentul  $t_5 = 5$  s distanța este  $d_5 = 100$  m, la momentul  $t_6 = 6$  s distanța este  $d_6 = 100$  m și la momentul  $t_7 = 7$  s distanța este  $d_7 = 100$  m, față de reperul ales.

1. Alcătuiți un tabel cum este cel anterior și construiți apoi graficul mișcării respective. Ați găsit că acest grafic este format dintr-un segment oblic și un segment paralel față de axa timpului?

2. Determinați deplasarea mobilului pe duratele  $t_2 - t_1$ ;  $t_3 - t_1$ ;  $t_4 - t_1$ ;  $t_5 - t_0$  ( $t_0 = 0$ );  $t_6 - t_0$ ;  $t_7 - t_0$ .

**Viteza mișcării.** Multe caracteristici ale unei mișcări pot fi obținute repede analizând graficul ei. Astfel, urmărind graficul din figura 3.1.9, veți remarca trei etape în mișcarea mobilului.

**Etapa I.** La momentul zero (0) mobilul se află în punctul O, în repaus față de reper. După 5 s de la începutul mișcării el se află la 20 m față de originea mișcării. Segmentul OA caracterizează această etapă a mișcării.

**Etapa a II-a.** Timp de 2 s, din secunda a 5-a pînă în secunda a 7-a a mișcării, poziția mobilului față de reper a rămas neschimbată.

Segmentul AB, segment paralel cu axa Ot, caracterizează această etapă a mișcării. Mobilul rămîne timp de 2 s la distanța de 20 m față de reper, se află în stare de repaus.

**Etapa a III-a.** Din secunda a 7-a pînă în secunda a 9-a, deci timp de 2 s, a avut loc o mișcare în urma căreia poziția mobi-

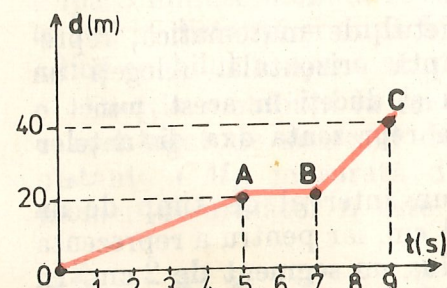


Fig. 3.1.9. Graficul unei mișcări.

lului s-a schimbat cu încă 20 m față de sistemul de referință. Segmentul BC caracterizează această etapă a mișcării.

Ce puteți spune despre mișcarea mobilului comparînd etapa I și etapa a III-a? Din grafic observați că în prima etapă, în intervalul  $\Delta t_1 = 5$  s, mobilul s-a deplasat cu  $\Delta d_1 = 20$  m, iar în etapa a III-a, în intervalul de timp  $\Delta t_3 = 2$  s, deplasarea are aceeași valoare  $\Delta d_3 = 20$  m. Prin urmare aceeași distanță, 20 m, a fost parcursă în prima etapă în 5 s, iar în etapa a III-a în 2 s. Se spune că în prima etapă mișcarea a fost mai lentă, iar în etapa a III-a a fost mai rapidă.

Dacă, de exemplu, în prima etapă mobilul ar fi parcurs în 5 s distanța de 25 m, iar în etapa a III-a ar fi parcurs în 2 s distanța de 18 m, în care dintre cele două etape ale mișcării mobilul s-a mișcat mai repede? Deoarece în acest caz diferă atît duratele de mișcare cît și deplasările, pentru a găsi răspunsul trebuie să comparați deplasările mobilului în intervale egale de timp, de exemplu  $\Delta t = 1$  s.

*Așadar, pentru a afla dacă un mobil se mișcă (mai) repede sau (mai) lent se compară deplasările lui,  $\Delta d$ , în intervale egale de timp  $\Delta t$ .*

Revenind la mișcarea analizată mai înainte, constatăm că în etapa I a mișcării, în  $\Delta t_1 = 5$  s deplasarea este  $\Delta d_1 = 20$  m. Făcînd raportul  $\frac{\Delta d_1}{\Delta t_1} = \frac{20 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  rezultă că deplasarea este de 4 m pentru fiecare secundă. În etapa a III-a a mișcării, în  $\Delta t_3 = 2$  s deplasarea este  $\Delta d_3 = 20$  m și din raportul  $\frac{\Delta d_3}{\Delta t_3} = \frac{20 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  rezultă că deplasarea este de 10 m pentru fiecare secundă.

Raportul  $\frac{\Delta d}{\Delta t}$  se numește viteza mișcării și se notează cu litera  $v$ .

Se poate scrie:

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}.$$

Viteza mișcării,  $v$  este o mărime fizică. În SI viteza se măsoară în m/s. Acest lucru se scrie astfel:

$$[v]_{\text{SI}} = \frac{[\Delta d]_{\text{SI}}}{[\Delta t]_{\text{SI}}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$



În tehnică și în practică se folosește ca unitate de măsură pentru viteză și km/oră (km/h). Între cele două unități de măsură există relația:

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\frac{1\,000}{3\,600} \text{ km}}{1} = \frac{3\,600}{1\,000} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3,6 \text{ km/h}.$$

Prin urmare, analiza graficului mișcării din figura 3.1.9 ne arată faptul că în prima etapă a mișcării (segmentul  $OA$  de pe grafic) viteza mobilului are valoarea de 4 m/s, în etapa a II-a (segmentul  $AB$  de pe grafic) mobilul se află în repaus și viteza are valoarea de 0 m/s, iar în etapa a III-a a mișcării (segmentul  $BC$ ) viteza are valoarea de 10 m/s.

În tabelul următor sînt indicate valori (aproximative) ale vitezei de mișcare a unor corpuri sau viteze de desfășurare a unor fenomene sau procese.

| Corp-Proces                            | Viteză în m/s | Viteză în km/h |
|----------------------------------------|---------------|----------------|
| Creșterea părului                      | 0,000000001   | 0,0000000036   |
| Curgerea ghețarilor                    | 0,000064      | 0,00023        |
| Singele în vasele capilare             | 0,001         | 0,036          |
| Căderea liniștită a fulgilor de zăpadă | 0,2           | 0,72           |
| Om (mers normal)                       | 1—1,5         | 3,6—5,4        |
| Alergare fond                          | 2,8           | 10             |
| Bicicletă                              | 5,5           | 20             |
| Căderea picăturilor de ploaie          | 6             | 22             |
| Alergare (sprint 100 m)                | 10            | 36             |
| Métrou                                 | 20            | 72             |
| Uragan                                 | 80            | 288            |
| Avion                                  | 300           | 1 080          |
| Sunet                                  | 332           | 1 195          |
| Luăna în jurul Pămîntului              | 1 020         | 3 672          |
| Unda produsă de un cutremur            | 3 600         | 12 960         |
| Lumina în vid                          | 300 000 000   | 300 000 km/s   |

**Mișcarea uniformă și rectilinie.** Din graficul prezentat în figura 3.1.9 și din analiza făcută acestui grafic ați observat că mobilul se mișcă în cele două etape, segmentele  $OA$  și  $BC$  de pe grafic, în așa fel încît viteza mișcării rămîne neschimbată un

anumit timp. Astfel, timp de 5 s de la începutul mișcării (segmentul  $OA$  pe grafic), viteza are valoarea de 4 m/s, iar timp de 2 s (segmentul  $BC$  pe grafic), viteza are valoarea de 10 m/s.

În cele două etape ale mișcării în care valoarea vitezei rămîne neschimbată (constantă) se spune că *mișcarea este uniformă*.

**Mișcarea în care valoarea vitezei este tot timpul constantă este o mișcare uniformă.**

*Egalitatea  $v = \text{constant}$  poate fi folosită ca o definiție a mișcării uniforme.*

În cazul în care traiectoria mișcării uniforme este o linie dreaptă, atunci se spune despre acea mișcare că este și rectilinie.

**O mișcare în care viteza este constantă,  $v = \text{constant}$ , iar traiectoria este o linie dreaptă se numește mișcare uniformă și rectilinie.**

Din definiția dată vitezei

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

pentru intervalul de timp în care viteza rămîne constantă, relația între  $\Delta d$  și  $\Delta t$  se poate scrie astfel:

$$\Delta d = v \cdot \Delta t.$$

Această relație este numită *ecuația mișcării uniforme* sau *legea mișcării uniforme*. Deoarece într-o mișcare uniformă viteza este constantă, din această ecuație se deduce că deplasarea mobilului are o valoare de atîtea ori mai mare de cîte ori durata mișcării este mai mare.

Mărimea  $\Delta d$  depinde de cea de-a doua mărime  $\Delta t$ : dacă  $\Delta t$  se mărește sau se micșorează de un anumit număr de ori,  $\Delta d$  crește sau descrește de același număr de ori.

În matematică, astfel de mărimi se numesc *direct proporționale*, iar dependența este denumită *directă proporționalitate*.

*În mișcarea uniformă deplasarea unui mobil este direct proporțională cu durata mișcării.*

Această propoziție reprezintă enunțul legii mișcării uniforme.

Revenind la mișcarea studiată mai înainte putem scrie acum ecuațiile de mișcare ale mobilului în cele două etape ( $OA$  și  $BC$  pe grafic) astfel:

$$\Delta d_{(OA)} = 4 \cdot \Delta t \text{ și } \Delta d_{(BC)} = 10 \cdot \Delta t.$$

Puteți da exemple de mișcări uniforme? Dar de mișcări uniforme și rectilinii?

**Schimbarea stării de mișcare, rezultat al interacțiunii corpurilor.** 1. În figurile 3.1.3, *a* și 3.1.3, *b* sînt prezentate mișcările unei bile și ale unei mingi de fotbal. La început (inițial), atît bila cît și



mingea erau în stare de repaus. Cum au ajuns cele două corpuri în stare de mișcare? Bila a fost lovită cu un corp oarecare (o altă bilă, un ciocan etc.) iar mingea a fost lovită cu piciorul. Bila și mingea au interacționat cu alte corpuri. Interacțiunea a făcut posibilă trecerea bilei și a mingii din starea de repaus în starea de mișcare.

Rezultă dintr-o interacțiune ruperea unei crengi dintr-un copac în timpul unei furtuni? Plecarea unui tren dintr-o gară, a unui automobil, a unei biciclete sînt rezultatul unei interacțiuni?

Puteți da și voi alte exemple de treceri din starea de repaus în starea de mișcare în urma interacțiunii corpurilor?

*Așadar, un corp trece din starea de repaus în starea de mișcare, față de un SR, numai în urma interacțiunii cu un alt corp.*

2. Sintetiți la ora de educație fizică. Se dă proba de „aruncare a greutății”. O bilă de 5 kg sau de 10 kg este aruncată pe rînd de fiecare elev, pe pista de beton din curtea școlii. După cădere bila se poate opri imediat, chiar în locul de cădere, sau după ce se mai rostogolește un timp. Are loc trecerea bilei din starea de mișcare în starea de repaus (față de Pămînt). De ce s-a oprit bila? Între bilă și solul pe care cade are loc o interacțiune în urma căreia bila s-a oprit.

Puteți da și voi acum multe alte exemple.

*Prin urmare trecerea unui corp din stare de mișcare în stare de repaus este tot rezultatul unei interacțiuni.*

Din cele două exemple analizate rezultă faptul că:

*schimbarea stării de mișcare a unui corp este rezultatul unei interacțiuni.*

## 2. Inerție. Masă. Densitate

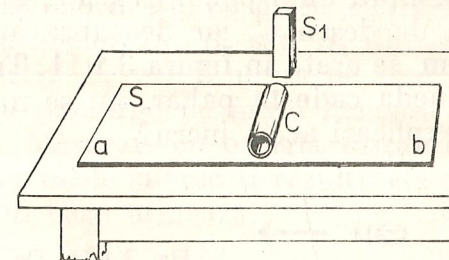
### Inerția

*Experimentul 2.* Pe o placă de lemn sau pe o foaie groasă de carton  $S$ , așezați un cilindru  $C$ . Pe masă în dreptul cilindrului așezați un corp paralelipipedic  $S_1$  fără ca el să atingă placa (fig. 3.1.10).

a) Trageți brusc placa  $S$  în sensul  $a \rightarrow b$ .

Observați că în primul moment cilindrul rămîne puțin în urmă, se mișcă foarte puțin în sens opus mișcării plăcii  $S$ ; poziția lui față de reperul  $S_1$  rămîne aproape neschimbată. Cilindrul  $C$

Fig. 3.1.10. Montaj pentru punerea în evidență a inerției unui corp.



se opune mișcării, are tendința să rămînă în repaus, adică să rămînă în starea mecanică în care se afla mai înainte (stare inițială).

**E** b) După ce restabiliți condițiile de la începutul experimentului împingeți brusc placa  $S$  în sensul  $b \rightarrow a$ .

Și în acest caz veți observa că cilindrul  $C$  manifestă aceeași tendință (proprietate) de a-și păstra starea mecanică de repaus.

Prin urmare în ambele situații în care am mișcat brusc placa  $S$ , corpul  $C$  se opune mișcării și tinde să-și păstreze starea de repaus față de reperul  $S_1$ .

**Concluzie.** Cilindrul  $C$  se opune la schimbarea stării lui de repaus.

**E** c) Mișcați încet, trăgînd uniform, placa  $S$ . Observați că cilindrul  $C$  se mișcă odată cu placa  $S$ . Încetați brusc mișcarea. Cilindrul  $C$  își continuă un timp mișcarea, aproape uniformă; el nu-și schimbă imediat starea de mișcare uniformă și rectilinie, tinde să-și păstreze această stare.

**Concluzie.** Cilindrul  $C$  se opune la schimbarea stării lui de mișcare uniformă.

Multe observații și experimente au dus la înțelegerea faptului că această tendință este o proprietate a tuturor corpurilor (indiferent de starea lor de agregare) și că ea se manifestă întotdeauna la interacțiunea dintre corpuri.

**Proprietatea corpurilor de a se opune schimbării stării de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă se numește inerție.**

Vă aflați în picioare, fără să vă țineți de ceva, într-un tren sau autobuz care pleacă din repaus sau care, fiind în mișcare, frînează brusc. Simțiți că sînteți împinși înapoi sau înainte. De ce se întîmplă acest lucru?



Deasupra unui pahar gol,  $P$ , aflat pe masă, așezați o hîrtie groasă de desen  $C$ , iar deasupra acesteia puneți o monedă  $M$ , așa cum se arată în figura 3.1.11. Trageți brusc hîrtia. Observați că moneda cade în pahar, nu se mișcă odată cu hîrtia. De ce? Cum explicați acest lucru?

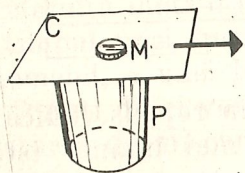


Fig. 3.1.11. De ce cade moneda în pahar atunci cînd cartonul este tras brusc?

Voi știți acum că toate corpurile au inerție. Pe baza acestei proprietăți a corpurilor explicați fenomenele de mai sus.

Dați și voi alte exemple în care se manifestă inerția corpurilor.

### Masa corpurilor

**E** *Experimentul 3.* Așezați un plan înclinat  $I$ , cu un șanț pe mijloc, la unul din capetele mesei de lucru, astfel încît înclinarea lui să nu depășească  $30^\circ$ . La baza planului înclinat fixați rigid o placă  $P$  din scîndură sau placaj cu grosimea de 1—2 cm. Această placă trebuie să se sprijine cu una din fețe de planul înclinat (fig. 3.1.12). De cealaltă parte a plăcii, în contact cu placa, așezați pe rînd bilele  $B_1$ ,  $B_2$  și apoi  $B_3$ , în același loc, în dreptul șanțului de pe planul înclinat. Bilele  $B_1$  și  $B_2$  sînt din oțel și au diametrele egale (2 sau 3 cm fiecare); bila  $B_3$  este din aluminiu sau lemn, are același diametru ca bilele de oțel și este la fel de bine șlefuită ca acestea.

Lăsați acum să se rostogolească pe șanțul planului înclinat o altă bilă  $M$  din plumb sau alamă, cu diametrul de 3—4 cm. De fie re dată eliberați bila  $M$  de la aceeași înălțime  $h$  de pe planul înclinat.

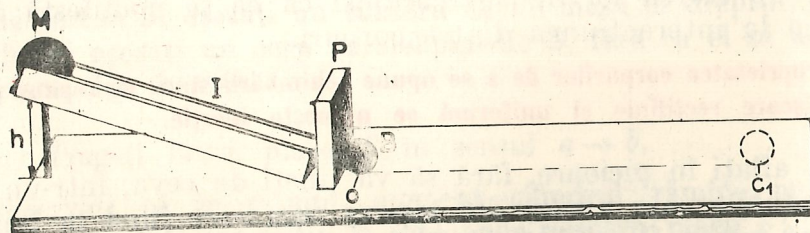


Fig. 3.1.12. Montaj experimental pentru compararea inerției corpurilor.

Bila  $M$  interacționează (se ciocnește) cu placa  $P$ , fixată rigid, ceea ce determină scoaterea bilelor  $B_1$ ,  $B_2$  sau  $B_3$  din starea de repaus. Bilele  $B_1$ ,  $B_2$  respectiv  $B_3$  vor fi aduse pe rînd în stare de mișcare. Fiecare bilă va parcurge pe masa lucioasă pînă la oprire o anumită distanță. Măsurați cu o riglă distanțele  $OC_1$ ,  $OC_2$  și  $OC_3$  pe care se opresc bilele și treceți rezultatele obținute într-un tabel de forma celui care urmează.

| Procesul în urma căruia se produce interacțiunea | Bila ciocnită    | Distanța parcursă de bilă | Observații privind mișcarea bilelor |
|--------------------------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Căderea bilei $M$ de la înălțimea $h$            | $B_1$ (oțel)     | $OC_1 = 85$ cm            |                                     |
|                                                  | $B_2$ (oțel)     | $OC_2 = 84,7$ cm          | $OC_1 \simeq OC_2$                  |
|                                                  | $B_3$ (aluminiu) | $OC_3 = 95,2$ cm          | $OC_1 < OC_3$                       |

Deoarece bila  $M$  este lăsată să se rostogolească totdeauna de la aceeași înălțime  $h$  și ea ciocnește placa  $P$  în condiții identice puteți considera că interacțiunile ce produc mișcările celor trei bile sînt identice.

Observați că distanțele pe care se mișcă bilele identice  $B_1$  și  $B_2$  sînt aproape egale. Ce puteți spune oare din faptul că  $OC_1 \simeq OC_2$ ? Deoarece interacțiunile în urma cărora bilele sînt scoase din starea de repaus sînt identice, diametrele bilelor sînt egale, bilele sînt făcute din același material și mișcările bilelor sînt de asemenea aceleași, rezultă că cele două bile,  $B_1$  și  $B_2$ , își manifestă inerția la fel, au aceeași inerție.

Ați măsurat  $OC_3$  și ați constatat că această distanță este mai mare decît  $OC_1$  sau  $OC_2$ . Ce se poate spune acum despre inerția bilei de aluminiu,  $B_3$ ? Ca și în primele cazuri, interacțiunea în urma căreia bila  $B_3$  intră în mișcare este aceeași, diametrul acestei bile este egal cu diametrele bilelor  $B_1$  și  $B_2$ , condițiile în care se mișcă această bilă sînt identice cu cele în care s-au mișcat bilele de oțel, bila de aluminiu se mișcă la fel ca celelalte bile. De ce totuși parcurge bila de aluminiu o distanță  $OC_3$  mai mare decît  $OC_1$  sau  $OC_2$ ?

Sigur, datorită inerției sale care se manifestă altfel. *Inerția bilei de aluminiu este mai mică decît inerția bilelor de oțel, cu același diametru.*



În mecanică despre corpurile care au aceeași inerție se spune că au mase egale. Corpurile la care inerția se manifestă diferit au mase diferite.

**Masa unui corp este mărimea fizică prin care se măsoară inerția sa.**

Obişnuim să notăm masa prin simbolul  $m$ .

Ca unitate de măsură pentru masă s-a ales prin convenție internațională masa unui cilindru din platină și iridiu numit etalon de masă.

Masa etalonului se numește kilogram și are simbolul kg:

$$[m]_{SI} = 1 \text{ kg.}$$

Un multiplu al kilogramului este tona cu simbolul t;  $1 \text{ tonă} = 1\,000 \text{ kg} = 10^3 \text{ kg}$ . Un submultiplu al kilogramului este gramul cu simbolul g;  $1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g} = 10^3 \text{ g}$ .

**Măsurarea masei.** Măsurarea masei unui corp se face prin comparare cu masa corpului etalon. Operația de măsurare se numește cîntărire, iar instrumentul folosit la măsurare este numit balanță sau cîntar (fig. 3.1.13). Balanța este compusă dintr-o bară orizontală numită pîrghie cu brațe egale la capetele căreia sînt suspendate două talere. Pîrghia are la mijloc un cuțit prin intermediul căruia se sprijină pe suportul balanței. Solidar cu pîrghia este un ac indicator care se poate deplasa în fața unei scale gradate.

Cînd indicatorul se află în fața diviziunii zero a scalei, pîrghia balanței trebuie să fie orizontală. În această situație se spune că balanța este în echilibru.

Deoarece determinarea masei unui corp se face prin comparare cu masa altui corp, s-au confecționat corpuri ale căror mase sînt înscrise pe ele, corpuri cu mase marcate (fig. 3.1.14).

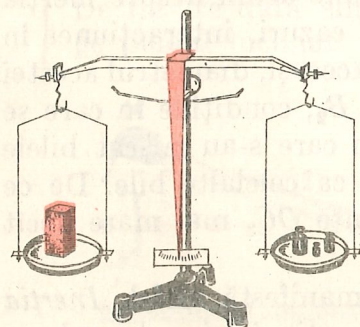


Fig. 3.1.13. Determinarea masei unui corp cu ajutorul balanței.

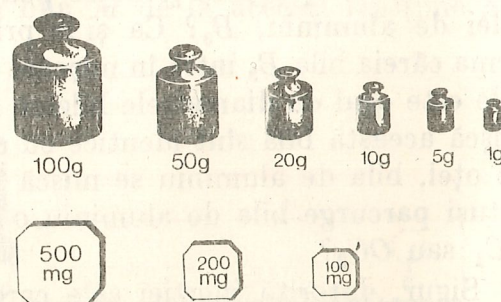


Fig. 3.1.14. Corpuri cu mase marcate, din trusa balanței.

Pentru cîntărirea unui corp se procedează astfel:

- se așază corpul cu masa necunoscută pe unul din talere;
- pe celălalt taler se așază corpuri cu masa cunoscută pînă ce acul indicator revine în dreptul diviziunii zero.

Masa corpului cîntărit este egală cu suma maselor cunoscute ale corpurilor de pe celălalt taler.

În tabelul care urmează sînt date valori aproximative ale maselor diferitelor corpuri.

| Corpul                                       | Masa (în kg) |
|----------------------------------------------|--------------|
| Coală de hirtie de $1 \text{ m}^2$           | 0,07         |
| Un $\text{dm}^3$ de apă la $4^\circ\text{C}$ | 1            |
| Sîngele unui om                              | 5            |
| Om adult                                     | 70           |
| Autoturism                                   | 1 000        |
| Vapor                                        | 70 000 000   |

### Densitatea corpurilor

**E** *Experimentul 4.* Dintr-o bucată de sîrmă ceva mai groasă dintr-un metal oarecare (cupru, aluminiu, plumb) tăiați bucăți mici de diferite lungimi. Determinați prin cîntărire masa fiecărei bucăți de sîrmă și cu o măsură volumul bucăților de sîrmă. Calculați valoarea corespunzătoare raportului  $\frac{\text{masă}}{\text{volum}}$ . Scrieți rezultatele obținute într-un tabel.

| Materialul (cupru)                   | Bucata 1                     | Bucata 2                     | Bucata 3                     |
|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Masa $m$ (în g)                      | $m_1 = 2,9$                  | $m_2 = 5,7$                  | $m_3 = 10,5$                 |
| Volumul $V$ (în $\text{cm}^3$ )      | $V_1 = 0,32$                 | $V_2 = 0,64$                 | $V_3 = 1,2$                  |
| Raportul $m/V$ (în $\text{g/cm}^3$ ) | $\frac{m_1}{V_1} \simeq 8,9$ | $\frac{m_2}{V_2} \simeq 8,9$ | $\frac{m_3}{V_3} \simeq 8,9$ |

Observați că raportul dintre masa și volumul fiecărei bucăți de cupru are o valoare constantă:  $\frac{m}{V} = 8,9 \text{ g/cm}^3$ .



Înlocuiți bucățile de sîrmă din cupru cu bucăți diferite din alte metale sau alte materiale (sticlă, lemn, material plastic etc.). Ce valoare are raportul dintre masa și volumul diferitelor corpuri din același material?

Veți afla că pentru un anumit corp, raportul dintre masa și volumul corpului, adică  $\frac{m}{V}$ , este constant.

**Raportul dintre masa unui corp și volumul acelui corp se numește densitatea corpului (a substanței).**

Densitatea unui corp se notează cu simbolul  $\rho$  (litera grecească ro):

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Unitatea de măsură în SI este:

$$[\rho]_{SI} = \left[ \frac{m}{V} \right]_{SI} = \frac{kg}{m^3}.$$

În tehnică se folosesc ca unități de măsură și  $g/cm^3$ ;  $kg/dm^3$ ;  $g/m^3$ .

În tabelul următor sînt notate densitățile unor substanțe în  $kg/m^3$  (adică masa, în kg, a unui  $m^3$  de substanță).

| Substanța  | Densitatea $kg/m^3$ | Substanța | Densitatea $kg/m^3$ |
|------------|---------------------|-----------|---------------------|
| Alamă      | 8 550               | Alcool    | 800                 |
| Aluminiu   | 2 700               | Apă       | 1 000               |
| Aur        | 19 300              | Benzină   | 700                 |
| Cupru      | 8 900               | Eter      | 700                 |
| Fier       | 7 800               | Glicerină | 1 260               |
| Mercur     | 13 600              | Petrol    | 800                 |
| Platină    | 21 400              | Aer       | 1,293               |
| Plumb      | 11 300              | Azot      | 1,25                |
| Sticlă     | 2 500               | Hidrogen  | 0,09                |
| Lemn uscat | 500                 | Oxygen    | 1,42                |

## Rezumat

Un corp sau un ansamblu de corpuri considerate fixe față de care stabilim poziția unui corp și momentul în care este precizată această poziție este un sistem de referință SR.

Un corp se află în stare de mișcare față de un SR atîta timp cît el își schimbă poziția față de acest SR.

Un corp se află în stare de repaus față de un SR cît timp nu-și modifică poziția față de acest SR.

Starea de mișcare și de repaus a unui corp depind de SR ales. Mișcarea și repausul sînt relative.

Linia (dreaptă sau curbă) descrisă de un mobil în mișcarea sa, față de un SR, constituie traiectoria mișcării.

Diferența  $d_2 - d_1 = \Delta d$  dintre deplasările unui mobil față de un SR, la două momente diferite  $t_2$  respectiv  $t_1$ , momente măsurate cu ceasul sistemului de referință, reprezintă deplasarea mobilului, iar  $t_2 - t_1 = \Delta t$  reprezintă durata mișcării acelui mobil.

Raportul  $v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$  se numește viteză mișcării.

O mișcare în care valoarea vitezei este tot timpul constantă este o mișcare uniformă.

O mișcare în care  $v = \text{constant}$ , iar traiectoria este o linie dreaptă este o mișcare uniformă și rectilinie.

Relația  $\Delta d = v \cdot \Delta t$  se numește ecuația sau legea mișcării uniforme.

Schimbarea stării mecanice (starea de repaus sau starea de mișcare) a unui corp este rezultatul unei interacțiuni.

Proprietatea corpurilor de a se opune schimbării stării de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă se numește inerție.

Masa unui corp este mărimea fizică prin care se măsoară inerția sa.

Raportul dintre masa unui corp și volumul acelui corp se numește densitatea corpului.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Este posibil ca un observator să afirme despre un corp că este în mișcare, iar un altul să afirme în același timp despre același corp că este în repaus? Motivați răspunsul.
2. Ce elemente trebuie precizate pentru a putea localiza la un anumit moment poziția unui vehicul pe o șosea dreaptă?
3. Un avion cu reacție lasă în urma sa o diră de condensare. Ce element al mișcării pune în evidență această urmă?



4. Cunoașteți situații în care traiectoria unei mișcări poate fi observată direct?

5. Un vehicul trece prin dreptul bornei kilometrice cu numărul 4 la orele 23 h 53 min 25 s și ajunge în dreptul bornei kilometrice cu numărul 103 la orele 1h 46 min 38 s. Determinați deplasarea vehiculului și durata mișcării.

6. Doi elevi au de parcurs de la școală până acasă aceeași distanță, 300 m. Ei pornesc de la școală în același timp, dar unul merge pe jos cu viteza de 1 m/s, iar celălalt pe bicicletă cu viteza de 16 km/h. Cu cit timp ajunge acasă mai devreme al doilea elev față de primul?

7. Pe graficul din figura 3.1.15 este reprezentată o mișcare mecanică

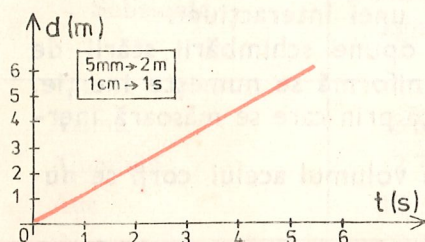


Fig. 3.1.15. Grafic pentru problema 7.

la scara indicată pe figură. Să se deducă: ce fel de mișcare descrie mobilul; deplasarea pe durata a 6,5 s de la începutul mișcării; timpul în care se face deplasarea de 6 m; viteza mobilului.

8. Graficul din figura 3.1.16 reprezintă o mișcare mecanică, să se afle: a) viteza mișcării pe fiecare din segmentele OA, AB și BC;

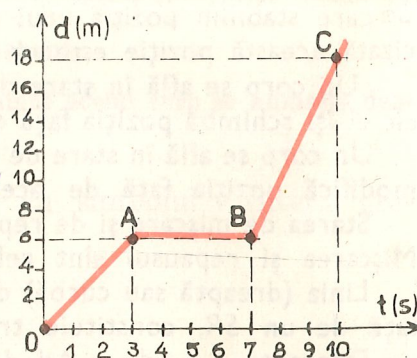


Fig. 3.1.16. Grafic pentru problema 8.

b) durata mișcării pe aceste porțiuni; c) deplasarea mobilului de la începutul mișcării; d) valoarea medie a vitezei între punctele O și C.

9. De ce iese praful dintr-un covor când acesta este bătut?

10. De ce se coboară dintr-un vehicul în sensul de mers al acestuia?

11. De ce un autovehicul încărcat demarează (pornește) mai greu decât unul gol?

12. O bucată de plumb cântărește 2 kg. Ce volum are?

13. Un cilindru de cupru are volumul de 5 dm<sup>3</sup>. Care este masa sa?

14. Știind că în trusa balanței corpurile pe care este notată masa sînt de fier, calculați-le volumul și verificați rezultatele obținute cu ajutorul unei mensuri.

15. Într-un borcan de sticlă umplut complet intră 1 kg de mercur. Dacă se va goli borcanul, veți putea pune în el 1 kg de apă?

### 3. Deformarea corpurilor. Greutatea corpurilor

#### Deformarea corpurilor

**E** *Experimentul 5. a)* Suspendați un resort de oțel de un suport (fig. 3.1.17). Suspendați apoi de resort un corp. Resortul se alungește — se deformează. Îndepărtînd corpul suspendat veți constata că resortul revine la lungimea inițială adică deformarea dispăre.

*b)* Prindeți o lamă de oțel într-o menghină (fig. 3.1.18) și apăsați-o cu mîna. Lama se îndoaie. După încetarea apăsării lama revine la starea inițială.

*c)* Deasupra unui burete puneți un corp oarecare (fig. 3.1.19). Forma buretelui se schimbă. Ridicați corpul de pe burete, acesta revine la forma inițială.

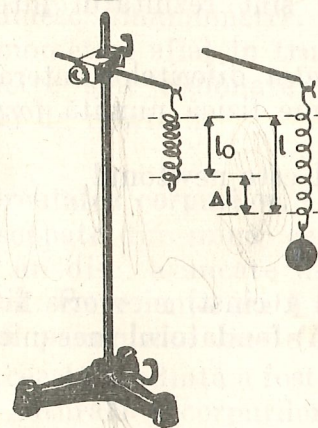


Fig. 3.1.17. Deformarea elastică a unui resort.

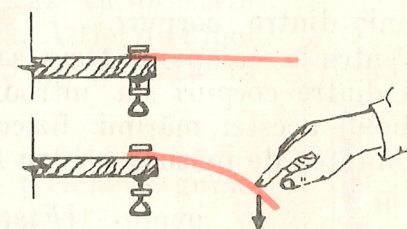


Fig. 3.1.18. Deformarea elastică a unei lame de oțel.

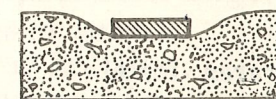
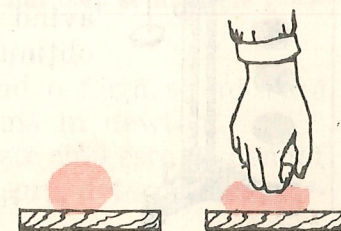


Fig. 3.1.19. Deformarea unui burete.

Dacă se acționează asupra unor corpuri ca: resort de oțel, burete, lamă elastică etc., acestea își schimbă forma, se deformează, trecînd într-o stare diferită de cea inițială. După încetarea acțiunii aceste corpuri revin la forma (starea) inițială.

**E** *Experimentul 6.* Puneți o bucată de plastilină pe masa de lucru. Așezați pe ea un corp oarecare sau apăsați cu mîna (fig. 3.1.20). Veți constata că bucata de plastilină își

Fig. 3.1.20. Deformarea unei bucăți de plastilină.





**E** modifică forma. Încetați să acționați asupra plastilinei. Veți constata că ea nu mai revine la forma inițială. Efectuați experimente asemănătoare cu bucăți de ceară, plumb etc.

Dacă se acționează asupra unor corpuri ca: o bucată de plastilină, ceară, smoală, plumb, acestea își modifică forma. După încetarea acțiunii ele nu mai revin la forma inițială.

**Concluzie.** În urma unei interacțiuni unele corpuri își modifică forma, se deformează.

Se numește deformare elastică acea deformare care încetează odată cu încetarea interacțiunii. Deformarea care se menține și după încetarea interacțiunii se numește deformare plastică.

**Forță.** Din cele învățate pînă acum știți că schimbarea stării de mișcare a corpurilor și deformarea lor sînt rezultatul interacțiunii dintre corpuri.

Pentru a compara tăria sau intensitatea diferitelor interacțiuni dintre corpuri s-a introdus o mărime fizică numită forță. Simbolul acestei mărimi fizice este  $F$ .

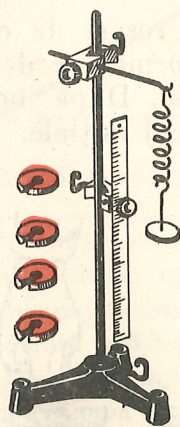
Unitatea de măsură pentru forță în SI este newtonul

$$[F]_{\text{SI}} = 1 \text{ N.}$$

Această denumire a fost dată pentru a cinsti memoria fizicianului englez Isaac Newton (1643—1724) fondatorul mecanicii.

### Măsurarea forței

**E** *Experimentul 7.* Realizați dispozitivul prezentat în figura 3.1.21. Așezați rigla gradată cu diviziunea zero la baza cîrligului pentru discuri crestate. Puneți pe cîrlig un disc crestă și notați alungirea resortului,  $\Delta l = l - l_0$ . Adăugați peste primul disc un al doilea disc avînd aceeași masă cu primul și notați din nou alungirea resortului. Se procedează astfel pînă cînd se pun 5 sau 6 discuri avînd aceeași masă pe cîrligul suport. Cu datele obținute alcătuiți următorul tabel.



← Fig. 3.1.21. Montaj experimental pentru experimentul 7.

| Nr. discurilor cu aceeași masă | 1                | 2                               | 3                               |
|--------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Alungirea $\Delta l$ (în mm)   | $\Delta l_1 = 2$ | $\Delta l_2 = 2 \Delta l_1 = 4$ | $\Delta l_3 = 3 \Delta l_1 = 6$ |

Se constată că alungirea resortului crește o dată cu numărul discurilor așezate pe suport. Acțiunea unui disc asupra resortului reprezintă o forță, deci ajungem la concluzia că alungirea resortului crește o dată cu creșterea forței care îl deformează.

Din tabelul făcut de voi rezultă:

Între valoarea alungirii resortului și forța care-l deformează există o proporționalitate directă.

Pe această proporționalitate se bazează construcția instrumentelor folosite pentru măsurarea forțelor. Aceste instrumente se numesc dinamometre. Figura 3.1.22 vă prezintă dinamometrul aflat în trusa de fizică. Astfel de dinamometre sînt etalonate în newtoni și gradate în zecimi de newtoni.

**Greutatea corpurilor.** O carte, un creion, o gumă etc. scăpate din mînă cad pe podea. O minge, o bilă, un disc, aruncate în sus cad după un timp pe pămînt. Experiența arată că toate corpurile din apropierea pămîntului lăsate liber cad spre pămînt.

Această tendință a fost considerată ca o proprietate naturală a corpurilor pînă în sec. al XVII-lea. Isaac Newton este acela care a afirmat pentru prima dată că această cădere se datorește faptului că Pămîntul acționează asupra tuturor corpurilor de la suprafața sa, exercitînd asupra lor o atracție. Dar nu numai Pămîntul acționează asupra corpului ci și corpul acționează asupra Pămîntului, cu alte cuvinte între un corp și Pămînt are loc, în mod natural și permanent, o interacțiune.

**Forța de atracție exercitată de Pămînt asupra unui corp se numește greutatea acelui corp.**

Greutatea unui corp (notată cu  $G$ ), fiind o forță, se măsoară cu dinamometrul, iar valoarea ei se exprimă în newtoni.

Acum înțelegeți de ce un resort se alungește cînd este suspendat de el un corp oarecare. Greutatea acelui corp determină deformarea resortului, alungirea lui.

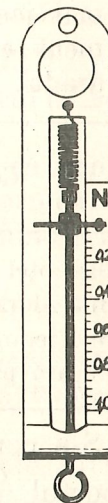


Fig. 3.1.22. Dinamometrul școlar.



Determinați cu ajutorul dinamometrului din trusa școlară greutatea citorva corpuri: creion, carte, burete, cretă, călimară, stilou, ceas etc.

În experimentul anterior (experimentul 7), alungirea resortului creștea o dată cu creșterea numărului de discuri cu mase marcate, deci o dată cu masa lor. Dar acum știți că deformarea resortului are loc de fapt datorită greutății lor.

Există vreo legătură între masa unui corp și greutatea sa?

**E** *Experimentul 8.* Cântăriți cu balanța cîteva corpuri: un disc de oțel, o bilă de aluminiu, o bilă de lemn, o bucată de plastilină, de exemplu. Determinați astfel masele lor  $m_1, m_2, m_3, m_4$ . Cu ajutorul dinamometrului aflați greutățile lor  $G_1, G_2, G_3, G_4$ . Calculați valoarea raportului  $\frac{G}{m}$  pentru fiecare corp în parte.

Datele obținute le treceți într-un tabel, cum este tabelul de mai jos în care sînt trecute rezultatele unui astfel de experiment efectuat cu o balanță sensibilă și cu un dinamometru gradat în sutimi de newtoni.

| Corp              | Masa $m$ (în kg) | Greutatea $G$ (în N) | Raportul $\frac{G}{m}$ (în N/kg) |
|-------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|
| Disc oțel         | $m_1 = 0,016$    | $G_1 = 0,15$         | $G_1/m_1 \simeq 9,8$             |
| Bilă aluminiu     | $m_2 = 0,0045$   | $G_2 = 0,04$         | $G_2/m_2 \simeq 9,8$             |
| Bilă lemn         | $m_3 = 0,0011$   | $G_3 = 0,01$         | $G_3/m_3 \simeq 9,8$             |
| Bucată plastilină | $m_4 = 0,0102$   | $G_4 = 0,10$         | $G_4/m_4 \simeq 9,8$             |

S-a constatat că în același loc de pe suprafața Pămîntului raportul  $\frac{G}{m}$  are aceeași valoare pentru orice corp.

$$\frac{G}{m} = \text{constant}; G = \text{constantă} \cdot m.$$

Greutatea unui corp este direct proporțională cu masa lui.

Ținînd seamă de valoarea raportului  $\frac{G}{m}$ , putem scrie  $G = 9,8 \cdot m$  și pentru că această constantă 9,8 se notează cu litera  $g$  relația dintre masa unui corp și greutatea sa se scrie:

$$G = m \cdot g.$$

Acum înțelegeți de ce un corp cu masa de 2, 3, ... ori mai mare decît a altuia are și greutatea de același număr de ori mai mare.

**E** *Experimentul 9.* De un resort elastic suspendați pe rînd discuri crestate ale căror greutăți vă sînt cunoscute acum (fig. 3.1.21). Măsurați pe rînd alungirile  $\Delta l$  produse de greutățile  $G$  ale discurilor. Repetați experimentul folosind un alt resort. Treceți rezultatele măsurătorilor într-un tabel.

|            | Greutatea $G$ (în N) | Alungirea $\Delta l$ (în mm) | Raportul $G/\Delta l$ (în N/mm) |
|------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Resortul 1 | $G_1 = 0,49$         | $\Delta l_1 = 22$            | $G_1/\Delta l_1 = 0,022$        |
|            | $G_2 = 0,98$         | $\Delta l_2 = 44$            | $G_2/\Delta l_2 = 0,022$        |
|            | $G_3 = 1,47$         | $\Delta l_3 = 65,5$          | $G_3/\Delta l_3 = 0,022$        |
| Resortul 2 | $G_1 = 0,49$         | $\Delta l_1 = 40$            | $G_1/\Delta l_1 = 0,012$        |
|            | $G_2 = 0,98$         | $\Delta l_2 = 80$            | $G_2/\Delta l_2 = 0,012$        |
|            | $G_3 = 1,47$         | $\Delta l_3 = 120$           | $G_3/\Delta l_3 = 0,012$        |

Ați găsit că pentru resortul 1 raportul  $G/\Delta l = 0,022 = \text{constant}$ . Și pentru cel de-al doilea resort ați găsit că raportul  $G/\Delta l = 0,012 = \text{constant}$  dar valoarea raportului este alta.

Din rezultatele acestui experiment se poate deduce că pentru un resort elastic dat între forțele de greutate care-l deformează și alungirile produse există o relație de directă proporționalitate:

$$\frac{G}{\Delta l} = \text{constant}; \text{constanta o notăm } k; G = k \cdot \Delta l.$$

Această ecuație reprezintă legea deformărilor elastice: este o relație între forța deformatoare (cauza fenomenului) și valoarea deformării produsă de această forță (efectul ei).

Prin urmare plecînd de la anumite date experimentale, făcînd măsurători și interpretînd rezultatele ați descoperit o lege fizică. Multe legi fizice au fost descoperite pe această cale. Astfel de legi sînt denumite legi empirice.

Dacă veți lua două axe de coordonate perpendiculare și veți înscrie la o anumită scară pe axa orizontală forța deformatoare  $G$  (în N) și pe axa verticală alungirea produsă de forța respectivă,  $\Delta l$  (în mm) veți obține reprezentarea grafică a legii deformărilor elastice (fig. 3.1.23). Pentru reprezentarea grafică puteți folosi datele din tabelul de mai sus.

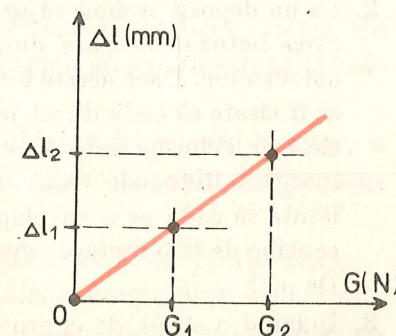


Fig. 3.1.23. Reprezentarea grafică a legii deformărilor elastice.



## Rezumat

În urma unor interacțiuni corpurile își pot modifica forma, se pot deforma. Deformarea care încetează o dată cu încetarea interacțiunii se numește deformare elastică, iar cea care se menține și după încetarea interacțiunii se numește deformare plastică.

Mărimea fizică prin care se măsoară intensitatea (tăria) interacțiunilor se numește forță.

Instrumentul folosit pentru măsurarea forțelor se numește dinamometru.

Unitatea de măsură pentru forță în SI este N (newtonul).

Forța de atracție exercitată de Pământ asupra unui corp se numește greutatea acelui corp.

Greutatea unui corp este direct proporțională cu masa lui,  $G = m \cdot g$ .

Pentru deformările elastice relația  $G = k\Delta l$  reprezintă legea acestor deformări.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Arătați ce fel de deformări au loc în următoarele cazuri: la arcurile unui fotoliu pe care vă așezați sau de pe care vă ridicați; pământul moale pe care-l călcați; la anvelopa unui autovehicul în mișcare; o bucată de plumb bătută cu ciocanul; coarda unui arc de tir în timpul tragerii.
2. La un depozit trebuie să se descarce butoaie metalice dintr-un autocamion. Dacă aceste butoaie ar fi lăsate să cadă direct pe sol, ele s-ar deforma sau chiar s-ar sparge. Butoaiele sînt însă lăsate să cadă pe o anvelopă de cauciuc de la o roată de mașină. De ce?
3. Îndoind o sîrmă de cupru efectuați o deformare elastică sau plastică? De ce?
4. Cunoașteți un procedeu prin care un corp elastic devine plastic pentru scurt timp în vederea prelucrării sale? Menționați corpul și procedeul.
5. De pe tija unui dinamometru s-au șters notațiile. Poate fi folosit pentru determinarea greutății corpurilor? Dar pentru a compara greutatea a două corpuri?
6. În care din cazurile enumerate mai jos este vorba despre masa corpurilor și în care despre greutatea lor: a) o macara ridică o stivă de scinduri; b) într-o sticlă se află apă; c) un camion transportă pământ; d) un om ridică un geamantan?

7. Un pod suportă masa ori greutatea vehiculului care trece peste el?

8. Cîntărit cu o balanță un corp are 5 kg. Volumul său este 10 cm<sup>3</sup>. Aflați: a) greutatea sa; b) densitatea sa.

9. Cum puteți determina greutatea unui bob de orez?

10. Cum puteți determina greutatea lichidului dintr-un pahar?

11. Asupra unui resort elastic acționează o forță de 20 N. Resortul se alungește cu 5 cm. Care va fi alungirea resortului dacă forța ar fi de două ori mai mare? Dar în cazul în care forța ar fi de 5 ori mai mare?

## 3.2. Fenomene termice

### 1. Încălzire — răcire

În viața de toate zilele întîlnim corpuri, pe care, pe baza simțurilor noastre, le apreciem a fi „reci” sau „calde”.

Apa pregătită pentru baie, mîncarea servită la masă, ceaiul din cană, sau aerul din atmosferă într-o zi însorită de vară sînt corpuri calde. Înghețata, apa ținută în frigider, un bulgăre de zăpadă sînt corpuri reci.

Fiecare dintre noi putem interveni în diferite feluri, asupra unui corp pentru a-i schimba starea de încălzire, numită și *stare termică*.

De exemplu, un vas cu apă se încălzește dacă este pus pe flacăra unui aragaz, pe un reșou electric, pe calorifer, pe sobă, la soare. O vergea de metal ținută deasupra unei flăcări sau bătută cu ciocanul se încălzește de asemenea. Pistolul de lipit, fierul de călcat, precum și multe alte aparate electrice se încălzesc la stabilirea curentului electric prin ele.

Pe de altă parte, mulți dintre noi folosim frigiderul pentru a răci alimentele. În același scop suflăm în cana cu ceai, sau punem apa la gheață.

Un corp „rece” se poate încălzi, unul „cald” se poate răci.

Posibilități pentru încălzirea sau răcirea corpurilor sînt multiple. Omul nu folosește corpurile numai în starea termică în care se găsesc ele, ci intervine asupra lor, modificîndu-le această stare.



**E** *Experimentul 1.* Luați o tijă de fier sau de aluminiu și ținând un capăt cu mâna, încălziți-i celălalt capăt timp de câteva minute, la flacăra unei spirtiere. Ce simțiți? Continuați încălzirea. Comparați starea termică a vergelei cu timpul ce s-a scurs. Până când veți putea continua încălzirea ținând tija în mână?

**Concluzie.** *Cu cât încălzim tija mai mult timp, cu atât starea ei termică se modifică mai mult.*

**E** *Experimentul 2.* Puneți apă într-un vas de sticlă și încălziți-l la flacăra unei spirtiere. Introduceți din când în când mâna în apă. Ce puteți spune?

Ținând seama și de faptul că în apropierea unei surse de căldură aerul se încălzește, putem afirma:

*Oricărui corp îi poate fi schimbată starea termică.*

**Temperatura.** Oare simțurile ne dau întotdeauna cea mai fidelă imagine asupra stării de încălzire a corpurilor? S-a constatat că senzația de cald sau de rece pe care o determină un corp este apreciată diferit chiar de aceeași persoană. Ne putem convinge de aceasta în următorul experiment.

**E** *Experiment 3.* Introduceți o mână într-un vas cu apă caldă și cealaltă mână într-un vas cu apă rece în care ați pus câteva cuburi de gheață și țineți-le astfel un timp. Scoateți apoi mâinile și introduceți-le deodată într-un vas cu apă de la robinet (fig. 3.2.1).

Desigur veți avea senzația că mâna care a fost în vasul cu apă caldă este acum în apă rece, iar cea care a fost în apa rece este acum în apă caldă. Falsă impresie, deoarece mâinile sînt introduse acum amîndouă în apă aflată în aceeași stare de încălzire.

În fața acestei realități, ne convingem că aprecierea stării termice a corpurilor nu o putem face cu ajutorul simțurilor. Pentru a realiza o apreciere corectă a acestei stări a fost necesar

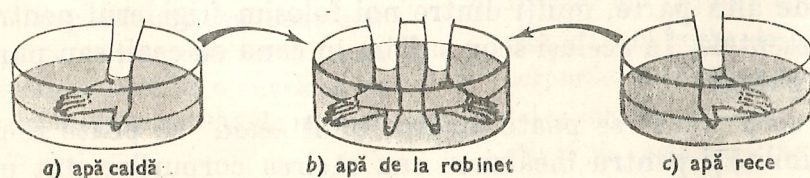


Fig. 3.2.1. Aprecierea stării termice a apei cu ajutorul simțurilor nu este sigură:

să se găsească un procedeu și un aparat de măsură numit termometru. În acest scop termometrul trebuie pus în contact cu corpul respectiv, pentru a căpăta și el aceeași stare de încălzire. Stării de încălzire a unui corp i se atașează o mărime fizică numită **temperatură**. Citind indicațiile termometrului, spunem că am măsurat temperatura corpului.

**Temperatura este o mărime fizică ce caracterizează starea de încălzire a unui corp.**

Vom prezenta în continuare unitatea de măsură a temperaturii și instrumentul pentru măsurarea acestei mărimi.

**Termometrul de laborator** (fig. 3.2.2). Este format dintr-un tub de sticlă închis divizat în părți egale ce reprezintă gradele. În interior, la bază, are un rezervor cu mercur ce se continuă cu un tub capilar pînă sus.

**Termometrul medical** (fig. 3.2.3). Temperaturile înregistrate de termometrul medical sînt cuprinse între 35°C și 42°C. Deoarece în tratamentul unui bolnav este necesară cunoașterea exactă a temperaturii, fiecare grad este divizat în zece părți egale, precizia fiind de o zecime de grad. Tubul capilar al acestui termometru prezintă o strangulare lîngă rezervor, care face ca odată ce mercurul s-a ridicat în tub, să nu se mai poată întoarce în rezervor decît dacă este „scuturat”. Aceasta permite citirea temperaturii maxime pe care a înregistrat-o termometrul, chiar după ce el a fost îndepărtat de corp.

Explicarea fenomenului ce stă la baza construcției și funcționării termometrului o vom prezenta la dilatația corpurilor.

Cunoașterea temperaturii corpurilor prezintă deosebită importanță în diferite activități practice precum și în anumite procese industriale. Astfel în agricultură trebuie cunoscută temperatura solului pentru a se hotărî perioada optimă a însămînțărilor. În incubatoare temperatura trebuie să fie în jur de 39°C orice variație fiind dăunătoare pentru embrionul ce se dezvoltă în ou.

În industrie este nevoie să se cunoască temperatura metalelor ce se prepară în cuptoare speciale, a pieselor ce se prelucrează etc. De asemenea se măsoară permanent temperatura apei în cazanele de presiune, în laboratoare.

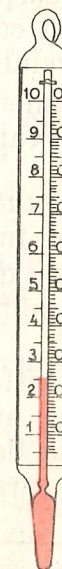


Fig. 3.2.2. Termometru de laborator.

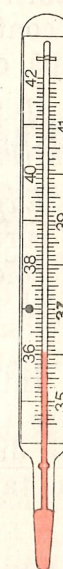


Fig. 3.2.3. Termometru medical.



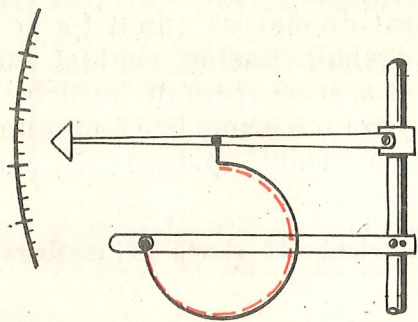


Fig. 3.2.4. Termometrul metalic.

Aria măsurării temperaturii corpurilor fiind atât de mare și de diversificată, pe lângă termometrele cu mercur de tipul celor descrise mai sus s-au construit și altele.

Menționăm aici: termometrul cu alcool, termometrele cu gaz și termometrul metalic (fig. 3.2.4).

Folosind termometrul medical, putem citi și înregistra temperatura unui om la un moment dat; să presupunem că ea este de  $37^{\circ}\text{C}$ . Ce

semnificație are această notație? Litera C atașată temperaturii ne obligă să citim  $37$  grade Celsius, denumire dată în cinstea fizicianului suedez Anders Celsius (1704—1744). Lui Celsius îi aparține scara termometrică centigradă, adică împărțită în o sută de părți egale, fiecare dintre ele reprezentând un grad.

În afară de scara Celsius se mai folosesc și alte scări de temperatură. Una dintre aceste scări este cea propusă în anul 1848 de Kelvin. Temperatura exprimată în această scară este numită temperatură absolută și se notează cu  $T$ . Unitatea de temperatură în această scară este Kelvinul având simbolul K.

Important de reținut este faptul că pentru măsurarea temperaturii unui corp este necesar și obligatoriu să punem termometrul în contact cu corpul și să citim indicațiile termometrului numai după ce nivelul mercurului s-a stabilizat.

În experimentul ce urmează vom măsura temperatura apei la diferite intervale de timp.

**E** *Experimentul 4.* Puneți termometrul într-un vas cu apă pe care apoi încălziți-l la o flacără. Urmăriți cum evoluează coloana de mercur. Alcătuiți un tabel și notați în el din două în două minute, diviziunea până la care a urcat mercurul.

Într-un astfel de experiment în care s-a folosit un volum  $V = 100 \text{ cm}^3$  apă pusă într-un vas de sticlă rezistentă și încălzită direct la flacăra spirtierei din trusă s-au obținut rezultatele din tabelul care urmează.

|                                    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Timpul (minute)                    | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 |
| Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 22 | 24 | 30 | 35 | 39 | 43 |

**E** *Experimentul 5.* Lăsați termometrul în apa din vas și îndepărtați sursa de căldură. Observați ce se întâmplă cu coloana de mercur? Notați din nou într-un tabel, la intervale egale de timp, indicațiile termometrului.

Pentru volumul de apă menționat anterior s-au obținut rezultatele de mai jos.

|                                    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Timpul (minute)                    | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 |
| Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 47 | 47 | 46 | 45 | 44 | 42 | 40 |

Creșterea sau scăderea temperaturii corpurilor este de mare importanță în practică, de exemplu la:

— prepararea alimentelor, prelucrarea metalelor, cultura plantelor, încălzirea incubatoarelor, încălzirea locuințelor, sterilizarea instrumentelor medicale și în cazul:

— conservării alimentelor prin răcire, anesteziilor în medicină etc.

Dați și voi exemple în care este necesară schimbarea stării termice a corpurilor.

## 2. Dilatația

În lecția anterioară ați măsurat temperatura apei din vasul încălzit și ați urmărit nivelul coloanei de mercur a termometrului, care urca pe măsură ce continuați încălzirea. Care este explicația acestui fenomen? Crește cantitatea de mercur din rezervor? Evident nu. De unde la început mercurul ocupa numai rezervorul de la baza termometrului, pe măsură ce am încălzit vasul și odată cu el și termometrul, mercurul urca tot mai sus în tubul capilar; aceasta ca urmare a măririi volumului mercurului datorită încălzirii.

Asemenea fenomene întâlnim deseori în activitatea noastră zilnică.

Cu toții ați observat sîrmele de telefon, de telegraf sau cele electrice într-o zi călduroasă de vară. În astfel de zile ele sînt mult mai curbate decît în zilele reci, cînd stau întinse între stîlpii de susținere.

Un dop înțepenit în gîtul unei sticle se scoate mult mai ușor dacă încălzim de jur împrejur gîtul sticlei.



**Dilatația corpurilor gazoase, lichide și solide.** Pentru a reproduce în laborator fenomenul ce stă la baza observațiilor anterioare și pentru a deduce concluziile respective, vom face mai multe experiențe.

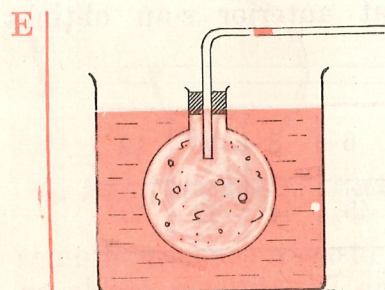


Fig. 3.2.5. Dilatația gazelor.

**Experimentul 6.** Luați un balon de sticlă pe care îl astupați cu un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă îndoit. Puneți în tub un dop de lichid colorat, care are rolul de a închide un volum de gaz în balonul de sticlă (fig. 3.2.5). Încălziți balonul într-un vas cu apă, sau mai simplu cu palmele. Veți observa deplasarea dopului de lichid. Dacă răciți balonul, dopul de lichid se va deplasa în sens contrar.

**Concluzie.** Dopul de lichid este împins în afară de aerul din balon, care încălzit și-a mărit volumul.

**Experimentul 7.** Puneți apă colorată într-un balon de sticlă și apoi astupați-l cu un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă cu secțiune mică (fig. 3.2.6). Marcați nivelul la care urcă lichidul în tub. Introduceți balonul într-un vas cu apă caldă și priviți cu atenție nivelul apei din tub. Observați că la început nivelul apei scade puțin, iar apoi crește. De ce? Scoateți balonul din vasul cu apă caldă și introduceți-l în alt vas cu apă rece. Ce observați?

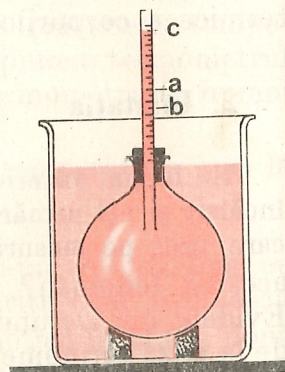


Fig. 3.2.6. Dilatația lichidelor.

**Concluzie.** Lichidele ca și gazele, dacă sînt încălzite, își măresc volumul; prin răcire ele își micșorează volumul.

Explicați de ce trebuie să atașăm un tub de sticlă la balon pentru a putea observa mărirea volumului lichidului?

Să observăm acum cum se comportă corpurile solide la încălzire sau răcire. Pentru aceasta, vom folosi pirometrul cu cadran (fig. 3.2.7). El este alcătuit dintr-un postament ce are la capete două suporturi pe care se sprijină o bară metalică. La capătul A bara se fixează cu un șurub S, iar la capătul B ea este liberă și sprijinită pe axul P, acesta

fiind prevăzut cu un ac indicator I ce se poate mișca în fața cadranului C. Sub bară se află o tăviță T în care se pune vată îmbibată cu alcool medicinal.

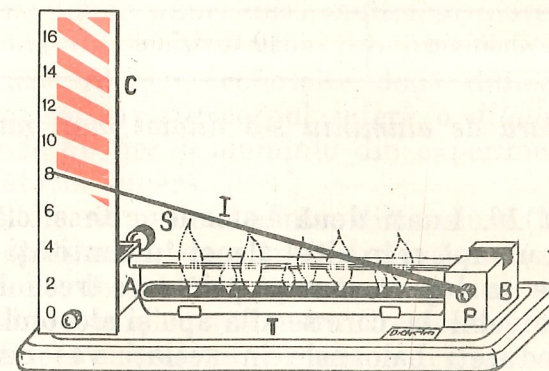


Fig. 3.2.7. Pirometrul cu cadran.

**Experimentul 8.** Fixați în pirometru bara de fier și turnați în tăviță cca 5 g alcool pe care îl aprindeți. Veți observa că acul indicator începe să se deplaseze în fața cadranului. După ce întreaga cantitate de alcool a ars, urmăriți acul indicator. Veți constata că el se deplasează în sens contrar.

Acul indicator este împins prin intermediul axului de bara de fier, care, încălzită, a suferit fenomenul de mărire a dimensiunilor sale, cu precădere a lungimii. La răcire, bara, micșorîndu-și în mod vizibil lungimea, nu mai împinge axul, acul indicator coboară, revenind la poziția inițială.

**Datorită încălzirii unui corp, are loc un fenomen de creștere a dimensiunilor sale, fenomen denumit dilatație. În cazul răcirii corpului, se produce fenomenul invers de contracție, care constă în micșorarea dimensiunilor sale.**

**Dilatația și natura materialului din care este confecționat corpul.** Să vedem acum dacă o bară de aceleași dimensiuni cu cea de fier dar confecționată dintr-un alt material de exemplu aluminiu prin încălzire în aceleași condiții se dilată la fel ca aceea de fier. Pentru aceasta va trebui să continuăm experimentul.

**Experimentul 9.** Înlocuiți bara de fier cu alta de aluminiu și punînd aceeași cantitate de alcool procedați ca în experimentul 8. Ce observați? Treceți observațiile într-un tabel și comparați rezultatele obținute.



| Natura barei  | Deplasarea acului indicator |
|---------------|-----------------------------|
| Bară fier     | 4 diviziuni                 |
| Bară aluminiu | 10 diviziuni                |

**Concluzie.** Bara de aluminiu s-a dilatat mai mult decât bara de fier.

**E** *Experimentul 10.* Luați două baloane de sticlă identice și puneți în unul apă și în altul alcool în cantități egale. Astupați-le cu câte un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă. Notați nivelul la care se află apa și alcoolul în cele două tuburi. Introduceți baloanele în același vas cu apă caldă. Observați dilatația celor două lichide (fig. 3.2.8).

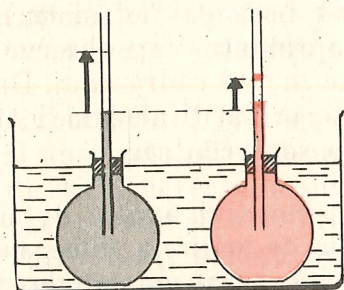


Fig. 3.2.8. Alcoolul și apa se dilată diferit.

**Concluzie.** Alcoolul s-a dilatat mai mult decât apa.

Prin urmare dilatația corpurilor lichide ca și cea a corpurilor solide depinde de materialul din care este alcătuit corpul.

**E** *Experimentul 11.* Fixați în stativ lama bimetalică, formată din două lame una de oțel și alta de alamă nituite între ele și apoi încălziți-o. Veți observa că lama se curbează (fig. 3.2.9).

Explicația constă evident în faptul că cele două fețe ale lamei bimetalice, fiind confecționate din materiale diferite, se vor dilata diferit. Cea care se dilată mai mult, în acest caz alama, alungindu-se mai mult, va produce o curbare în sensul lamei de oțel. Dacă după răcire schimbați așezarea lamei în stativ, inversând poziția alamei cu cea a oțelului, veți constata o curbare în sens invers față de prima.

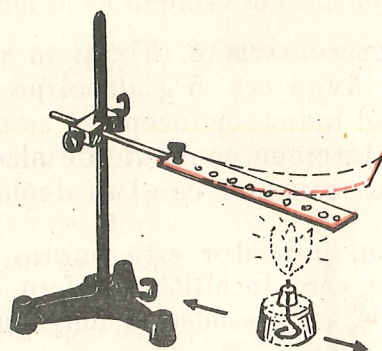


Fig. 3.2.9. Dilatația lamei bimetalice.

**Dilatația și dimensiunile corpului.** Din experimentele pe care le-ați făcut, ca și din observații practice, ați văzut că prin dilatație corpurile își măresc toate dimensiunile. În cazul în care corpul are una dintre dimensiuni mult mai mare în comparație cu celelalte două dilatația este mai pronunțată pe această dimensiune, așa încât dilatația celorlalte două dimensiuni poate fi neglijată. În cazul acesta corpul suferă o *dilatație liniară*. De exemplu, barele de fier și aluminiu din experimentele 8 și 9 au suferit o dilatație liniară.

La corpurile care au două dintre dimensiuni (lungime, lățime) mai mari în comparație cu a treia dimensiune (grosimea), ca de exemplu la foile de tablă, în practică se ține seama numai de modificarea dimensiunilor mai mari. Creșterea acestor dimensiuni determină mărirea suprafeței corpului și fenomenul este cunoscut sub denumirea de *dilatație în suprafață (superficială)*.

**E** *Experimentul 12.* Fixați pe un stativ un inel metalic și suspendați deasupra lui o bilă de aluminiu. Bila și inelul trebuie să aibă același diametru. În acest caz bila va trece prin inel așa cum arată figura 3.2.10, a. Încălziți apoi bila (atenție ca

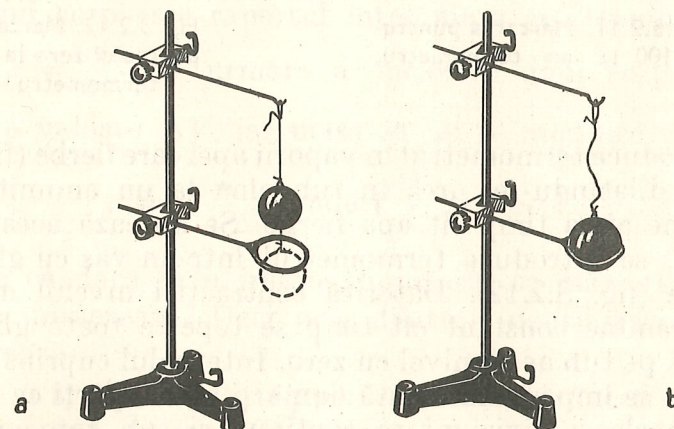


Fig. 3.2.10. Dilatația în volum: a) bila trece prin inel; b) după ce a fost încălzită, bila nu trece prin inel.

**E** sursa de căldură să nu încălzească și inelul) și încercați să o treceți din nou prin inel. Ea nu va mai trece (fig. 3.2.10, b).

Lăsați bila să se răcească; veți vedea că după contracție ea va trece din nou prin inel.

În acest caz, spunem că a avut loc o *dilatație în volum*.



**Aplicații ale dilatației corpurilor.** Acum sintetizi în măsură să înțelegeți faptul că funcționarea termometrelor cu mercur sau alcool, a celor cu gaz precum și a celui metalic are la bază fenomenul de dilatație.

Pornind de la acest fapt, vă vom prezenta, în cele ce urmează, modul în care un termometru se gradează în scara Celsius.

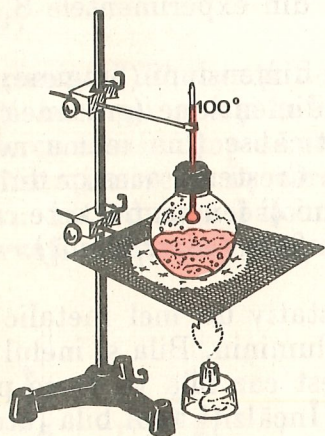


Fig. 3.2.11. Marcarea punctului 100 la un termometru.

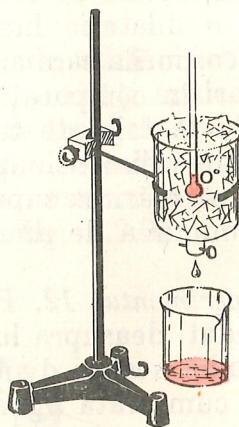


Fig. 3.2.12. Marcarea punctului zero la un termometru.

Se introduce termometrul în vaporii apei care fierbe (fig. 3.2.11). Mercurul, dilatându-se, urcă în tub pînă la un anumit nivel, la care rămîne atîta timp cît apa fierbe. Se notează acest nivel cu 100. Apoi, se introduce termometrul într-un vas cu gheață care se topește (fig. 3.2.12). Datorită contracției nivelul mercurului scade și rămîne constant cît timp se topește toată gheața. Se marchează pe tub acest nivel cu zero. Intervalul cuprins între zero și o sută se împarte în o sută de părți egale, părți ce reprezintă gradele. Aceleași diviziuni se continuă și sub zero grade fiind socotite temperaturi negative.

În activitatea practică trebuie neapărat să se țină seama de fenomenul de dilatație, lucru de care vă veți convinge din cele prezentate mai jos.

La montarea șinelor de cale ferată, se lasă un interval între capetele acestora, pentru a se evita deformările ce s-ar produce prin dilatația lor.

Podurile metalice au unul dintre capete așezate pe role, pentru a se putea deplasa ușor în cazul dilatării sau contracției (fig. 3.2.13). Din același motiv, conductele de metal sînt prevăzute cu bucle (fig. 3.2.14) numite compensatoare.

Foile de tablă folosite la acoperișuri sînt fixate numai pe una din laturi. Dacă ar fi fixate la ambele, vara din cauza căldurii, dilatăndu-se, ele s-ar ondula, iar iarna, la contracție, s-ar putea desprinde una de alta.

Plăcile metalice se nituiesc la cald; niturile răcindu-se și contractîndu-se, strîng puternic plăcile.

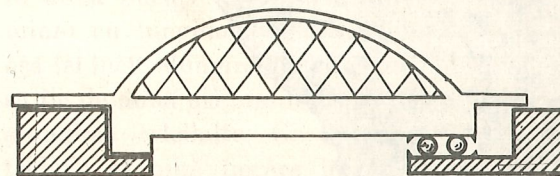


Fig. 3.2.13. Pod pe role.

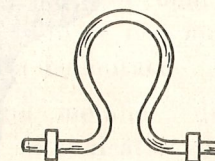


Fig. 3.2.14. Compensator.

Piesele din metal, care se lucrează la strung, se dilată în timpul lucrului, de aceea strungarul trebuie să verifice din cînd în cînd temperatura și dimensiunile pieselor.

**Dilatația și densitatea corpurilor. Dilatația apei.** Știți că densitatea unui corp este raportul între masa și volumul corpului respectiv  $\rho = \frac{m}{V}$ . Ca urmare a încălzirii unui corp, volumul crește cu o valoare  $\Delta V$ , iar masa sa nu se modifică. Atunci:

$$\rho = \frac{m}{V + \Delta V} \text{ unde } V + \Delta V > V.$$

Se știe că dacă la o fracție numitorul se mărește, valoarea fracției se micșorează. Deci prin dilatație densitatea corpurilor se micșorează.

Pentru a studia dilatația apei, se încălzește încet o cantitate de apă, începînd de la 0°C. Se constată că volumul, în loc să crească după cum era de așteptat, scade pînă cînd temperatura apei ajunge la + 4°C; abia după atingerea acestei temperaturi, apa se dilată. La + 4°C apa are volumul minim și deci densitatea maximă. Invers, dacă răcim apa sub + 4°C, ea se va dilata în loc să se contracte. Din cele analizate, se deduce că apa prezintă o particularitate în dilatație, față de celelalte lichide.

Densitatea maximă a apei la + 4°C are importanță biologică. Iarna, pe ger, straturile de apă de la suprafața riurilor, lacurilor răcindu-se, ajung la temperatura de + 4°C și datorită densității



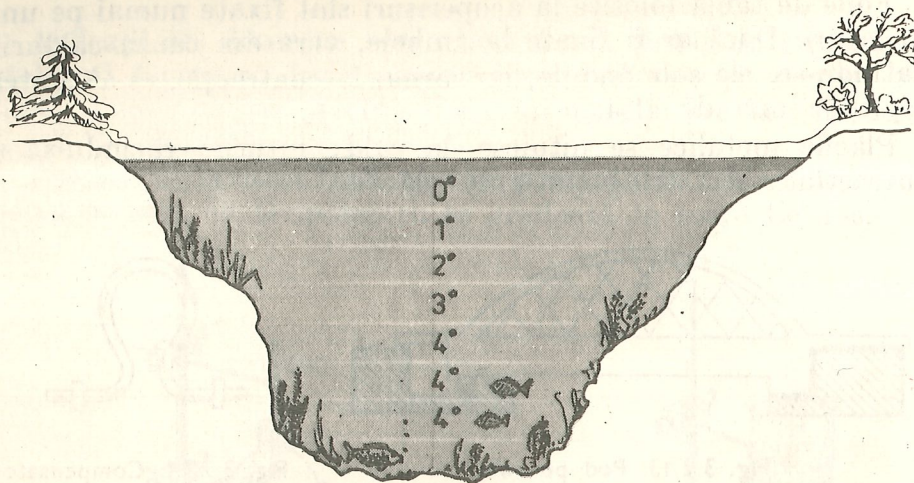


Fig. 3.2.15. Temperatura straturilor de apă într-un lac înghețat.

mari cad la fundul albiei. Procesul continuă pînă cînd straturile de la suprafață îngheață acoperind pe cele din adînc, care rămîn la temperatura de  $+4^{\circ}\text{C}$ , ceea ce permite animalelor din apă să viețuiască iarna (fig. 3.2.15).

## Rezumat

Dilatația și contracția sînt fenomene prin care corpurile își modifică dimensiunile ca urmare a trecerii lor dintr-o stare termică în alta.

Toate corpurile, indiferent de starea lor de agregare (gazoasă, lichidă sau solidă), suferă fenomenul de dilatație sau de contracție.

Corpurile se dilată sau se contractă diferit în funcție de variația de temperatură pe care o suferă, de materialul din care sînt confecționate și de dimensiunile pe care le au.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Pentru a se asigura rezistența construcțiilor, betonul se toarnă într-o rețea de bare de fier (se armează). Ce condiție trebuie să îndeplinească fierul și betonul, pentru ca în timpul dilatației sau contracției, să nu se producă fisuri?
2. De ce fierarul, înainte de a trage șina pe roata unei căruțe, încălzește puternic șina?
3. Un muncitor, dorind să monteze o piesă într-o instalație aflată într-o încăpere încălzită, măsoară

dimensiunile piesei aflată afară în ger puternic. Procedează corect?

4. Știind că un metru de sîrmă de aluminiu prin încălzire s-a alungit cu un centimetru, să se taie în două bucăți o sîrmă de aluminiu cu lungimea de 12 m în așa fel încît alungirea unei bucăți să fie de două ori mai mare decît alungirea celeilalte. Ce lungime trebuie să aibă fiecare bucată?
5. O foaie de tablă de aluminiu,

prin încălzire, își schimbă forma sau dimensiunile?

6. Diametrul găurii făcute de un glonț într-o foaie de tablă este mai mare sau mai mic decît diametrul glonțului?
7. Dacă temperatura unui corp crește din ce în ce mai mult, el se va dilata nelimitat?
8. Termometrul metalic din figura 3.2.4 este alcătuit dintr-o lamă bimetalică. Explicați funcționarea lui.

## 3. Evaporarea. Condensarea. Fierberea

**Evaporarea.** Ați văzut adeseori vapori deasupra unui vas cu apă care fierbe. La fiecare oră de curs ștergem tabla cu un burete umed. În scurt timp tabla se zvîntă, deoarece stratul subțire de apă se transformă în vapori. La fel se usucă podeaua după spălare, rufele umede puse pe sîrmă, cerneala cu care scriem pe hîrtie.

**Trecerea unui corp din stare lichidă în stare de vapori se numește vaporizare.**

Dacă *vaporizarea* are loc numai *la suprafața lichidului*, fenomenul se numește *evaporare*.

Apa din lacuri, riuri, mări și oceane se evaporă și se ridică sub formă de vapori în atmosferă. Evaporarea apei este mult mai pronunțată în zilele călduroase de vară decît primăvara sau toamna. Deci *creșterea temperaturii* favorizează evaporarea.

**E** *Experimentul 13.* Puneți cu cîte o pipetă pe o placă de sticlă, cîteva picături de acetonă, de alcool și de apă. Observîndu-le constatați că picăturile de acetonă dispar imediat, cele de alcool în cîteva minute, iar cele de apă într-un timp mai îndelungat.

**Concluzie.** *Evaporarea depinde de natura lichidului.*

**E** *Experimentul 14.* Puneți într-o eprubetă o cantitate mică de acetonă și o cantitate egală cu prima pe o farfurioară de sticlă. Ce observați?



**Concluzie.** *Evaporarea are loc mai repede, atunci cînd suprafața de evaporare este mai mare.*

**E** *Experimentul 15.* Pe două plăci de sticlă puneți cantități egale de acetonă și faceți vînt deasupra uneia dintre plăci. Ce constatați?

**Concluzie.** *Acetona s-a evaporat mai repede acolo unde noi am înlăturat cu ajutorul cartonului vaporii ce s-au format.*

Dacă faceți baie în mare, în rîu sau chiar în cadă, la ieșirea din apă aveți senzația de frig. Aceeași senzație o aveți și dacă agitați în aer mîna udă sau dacă puneți pe mîna picături de acetonă.

Din exemplele analizate, deducem că prin evaporare, lichidele absorb căldură, răcind suprafața corpului de pe care se evaporă.

Lichidele care se evaporă mai repede se numesc *volatile*. Exemplu: eterul, acetona, benzina etc.

**Atenție!** Cînd în încăperi se lucrează cu lichide volatile, ca eter, benzină trebuie luate anumite măsuri de prevenire a incendiilor, pentru că aceste lichide se aprind foarte ușor (sînt inflamabile). Se deschid ferestrele, se îndepărtează sursele de căldură, se scot aparatele electrice din funcțiune, deoarece acestea, prin scînteile pe care le produc, pot determina apariția incendiilor.

## Condensarea

**E** *Experimentul 16.* Deasupra unui vas în care fierbe apă, așezați o placă de sticlă (fig. 3.2.16). Între vas și placă, veți observa vaporii de apă, iar pe placa de sticlă, picături de apă.

**Concluzie.** *Apa a trecut din stare de vaporii în stare lichidă.*

**Trecerea unei substanțe din stare de vaporii, în stare lichidă se numește condensare.**

Condensarea este fenomenul invers vaporizării.

În nopțile senine de vară suprafața pămîntului și corpurile de pe ea au temperaturi scăzute. Vaporii de apă din aerul înconjurător, venind în contact cu aceste corpuri reci, se condensează în picături fine de apă, formînd *roua*. Spre toamnă,

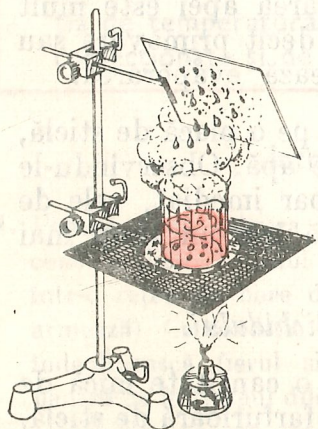


Fig. 3.2.16. Condensarea.

datorită temperaturii și mai scăzute a solului, picăturile de apă îngheață sub formă de cristale fine; apare astfel stratul de *brumă*.

**E** *Experimentul 17.* Introduceți o eprubetă într-un pahar cu apă rece în care se află și un termometru. Dintr-un balon cu apă care fierbe, conduceți vaporii, printr-un ansamblu de tuburi de sticlă și cauciuc, în eprubeta din pahar (fig. 3.2.17). Veți observa condensarea vaporilor în eprubetă, în același timp cu încălzirea apei din pahar, fapt indicat de termometru.

**Concluzie.** *Prin condensare se produce creșterea temperaturii mediului în care lichidul se condensează.*

Condensarea vaporilor într-un refrigerent (vas care răcește) este folosită la fabricarea alcoolului, la prelucrarea petrolului și în multe alte domenii ale tehnicii.

Experiențele arată că prezența diferitelor impurități, ca fire de praf, urme de cristale diferite, favorizează condensarea, impuritățile devenind centre de condensare.

**Fierberea.** Ați avut deseori ocazia să vedeți un vas cu apă pus pe flacăra unui aragaz. Datorită încălzirii, temperatura apei crește treptat, pentru ca în final apa să fiarbă.

În cele ce urmează ne propunem să urmărim cu atenție fenomenul și să deducem concluziile respective.

**E** *Experimentul 18.* Așezați pe sita cu azbest un balon de sticlă în care se află cca 250 cm<sup>3</sup> de apă la o temperatură apropiată de 55°C—60°C. În balon introduceți un termometru astfel încît să nu ajungă în contact cu apa (fig. 3.2.18). Încălziți balonul cu ajutorul unei lămpi de spirt, urmăriți comportarea

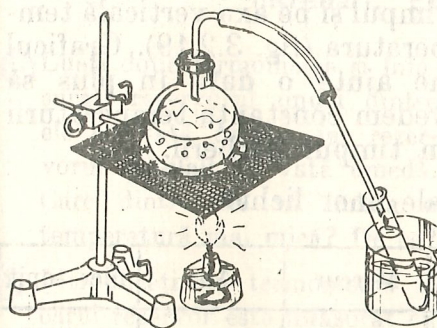


Fig. 3.2.17. Dispozitiv experimental pentru experimentul 17.

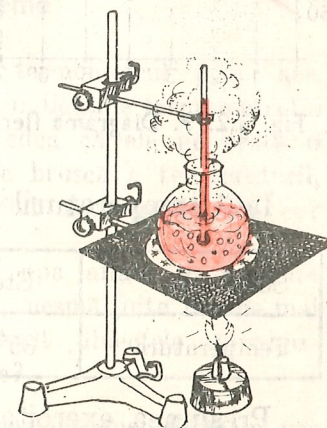


Fig. 3.2.18. Fierberea apei.



**E** lichidului, indicațiile termometrului și treceți observațiile obținute la intervale egale de timp, într-un tabel.

|                        |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Timpul (în minute)     | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   |
| Temperatura (în grade) | 60 | 65 | 72 | 80 | 88 | 95 | 100 | 100 | 100 |

Urmărind desfășurarea fenomenului, ați observat că pe pereții balonului de sticlă apar bule mici de aer care se ridică și se sparg la suprafață. După ce apa se încălzește suficient, de pe fundul balonului încep să se ridice bule mari. Acestea sînt formate din aer și vapori de apă care în contact cu straturile superioare mai reci, se condensează, înainte de a ajunge la suprafață. Fenomenul este însoțit de un zgomot specific. Cînd termometrul arată  $100^{\circ}\text{C}$ , bulele cu vapori apar în întreaga masă a apei, se ridică la suprafața ei, unde se sparg eliberînd vaporii de apă. Apa din balonul de sticlă fierbe, trecînd în stare de vapori.

**Fierberea este vaporizarea unui lichid care are loc în toată masa lui.**

Termometrul indică aceeași temperatură  $100^{\circ}\text{C}$ , deși lampa de spirt continuă să încălzească lichidul.

Experiențele efectuate pentru a determina temperatura de fierbere a diferitelor lichide au arătat că: *în condiții obișnuite fiecare lichid fierbe la o anumită temperatură; în timpul fierberii temperatura rămîne constantă.*

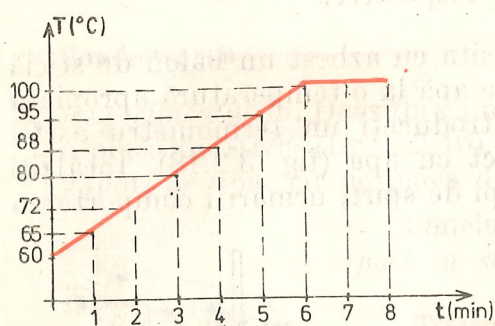


Fig. 3.2.19. Diagrama fierberii apei.

Cu ajutorul datelor trecute în tabelul de observații, alcătuiți o diagramă a fierberii apei, trecînd pe axa orizontală timpul și pe axa verticală temperatura (fig. 3.2.19). Graficul ne ajută o dată în plus să vedem constanța temperaturii în timpul fierberii.

Iată temperaturile de fierbere ale unor lichide:

|             |                      |                      |                       |                          |                          |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Substanța   | Eter                 | Alcool               | Mercur                | Aur                      | Fier topit               |
| Temperatura | $35^{\circ}\text{C}$ | $78^{\circ}\text{C}$ | $357^{\circ}\text{C}$ | $1\,530^{\circ}\text{C}$ | $2\,450^{\circ}\text{C}$ |

Presiunea exercitată asupra lichidului influențează temperatura de fierbere. Astfel, pe vîrfurile unui munte, datorită presiunii

scăzute, apa fierbe la o temperatură sub  $100^{\circ}\text{C}$  în timp ce în cazanele de presiune fierberea are loc la temperaturi mai mari.

Experimental s-a stabilit că substanțele care se află în stare gazoasă, prin răcire suficientă, se transformă în lichide care fierb la o temperatură foarte joasă. De exemplu oxigenul lichid fierbe la presiune normală, la temperatura de  $-183^{\circ}\text{C}$ .

Substanțele pe care în condiții obișnuite le întîlnim în stare solidă, prin topire se transformă în lichide care fierb la o temperatură ridicată. De exemplu fierberea fierului topit are loc la temperatura de  $2\,450^{\circ}\text{C}$ .

## Rezumat

Vaporizarea este transformarea unui lichid în vapori.

Evaporarea este vaporizarea la suprafața lichidului.

Factorii care influențează evaporarea sînt: suprafața de evaporare, temperatura, natura lichidului, proprietățile masei de aer aflat deasupra lichidului.

Evaporarea este însoțită de scăderea temperaturii mediului înconjurător.

Fierberea este o vaporizare care are loc în întreaga masă a lichidului.

Condensarea este transformarea vaporilor în lichid.

Condensarea este însoțită de creșterea temperaturii mediului înconjurător.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Luați două termometre și înfășurați rezervorul unuia dintre ele cu vată uscată, iar rezervorul celuilalt cu vată umedă. Care dintre ele va indica o temperatură mai mică? De ce?

2. Introduceți un termometru al cărui rezervor este înfășurat cu vată într-o sticlă cu acetonă la temperatura camerei. Scoateți termometrul din acetonă și grăbiți evaporarea ei mișcînd

rapid termometrul prin aer. Citind indicațiile termometrului veți vedea că ele ne arată o scădere bruscă a temperaturii, chiar sub zero grade. De ce?

3. De ce apa aflată în urcioare de lut, nesmălțuite devine mai rece decît obiectele înconjurătoare?

4. Pe suprafața apei dintr-un vas, puneți o cutie făcută dintr-o



tablă subțire în care este apă, în așa fel încît cutia să poată pluti. Încălziți vasul la  $100^{\circ}\text{C}$ , ca apa din vas să fiarbă. Va începe să fiarbă și apa din cutia care plutește?

5. Ați observat cum o picătură de apă pusă pe o suprafață metalică puternic încălzită se rostogolește dintr-un loc în altul, micșorîndu-și treptat volumul? Cum explicați acest fapt?

6. Ce condiție trebuie îndeplinită, pentru a putea separa două lichide prin fierbere?
7. De ce apa stinge focul?
8. Cum explicați formarea picăturilor de ploaie?
9. Cînd se aburesc ochelarii: cînd trecem de afară în cameră, sau cînd trecem din cameră afară?
10. Folosind și cunoștințele de geografie, explicați circuitul apei în natură.

#### 4. Topirea. Solidificarea

Am văzut în lecțiile trecute că starea de agregare a unei substanțe poate fi schimbată în anumite condiții. În cele ce urmează vom întîlni noi fenomene în care se schimbă starea de agregare a unei substanțe. Așa de exemplu, o bucată de gheață adusă la temperatura camerei se topește transformîndu-se în apă. Apa lăsată în ger îngheață trecînd din stare lichidă în stare solidă.

**Trecerea unei substanțe din stare solidă în stare lichidă se numește topire.**  
**Trecerea unei substanțe din stare lichidă în stare solidă se numește solidificare.**

Pentru ca gheața să înceapă să se topească este suficient să o aducem într-o cameră caldă. Cristalele de naftalină, care sînt solide la temperatura obișnuită, se topesc dacă le introducem într-o eprubetă și pe aceasta la rîndul ei o scufundăm în apă clocotită. O bucată de plumb sau de cositor se poate topi într-o lingură de fier, încălzită la flacăra unei lămpi de spirt sau la aragaz. Pentru topirea cuprului, fierului și a fontei este necesară o temperatură mai mare, care se obține în cuptoare speciale. Deci substanțele se topesc la anumite temperaturi, care depind de natura lor.

- E **Experimentul 19.** Aduceți în sala de clasă încălzită, un vas cu gheață spartă în bucăți mici și introduceți în el un termometru. Veți observa că inițial termometrul indică o temperatură sub zero grade, care apoi crește treptat pînă cînd ajunge la  $0^{\circ}\text{C}$ . La această temperatură gheața începe să se topească,

- E dar nivelul mercurului din termometru nu se ridică deasupra lui  $0^{\circ}\text{C}$  atîta timp cît nu se topește toată gheața.

**Concluzie.** În timpul trecerii apei din stare solidă în stare lichidă, temperatura rămîne neschimbată ( $0^{\circ}\text{C}$ ).

- E **Experimentul 20, a.** Puneți într-o eprubetă 4—5 g cristale de naftalină și un termometru. Introduceți eprubeta într-un vas cu cca 250 g apă caldă ( $60^{\circ}\text{C}$ ) și continuați să încălziți vasul la o flacăra (fig. 3.2.20). Observați cu atenție termometrul și substanța din eprubetă.

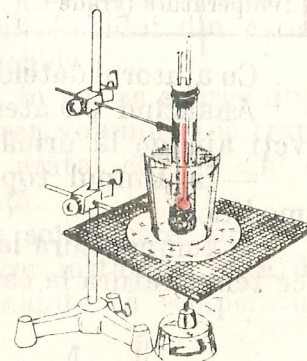


Fig. 3.2.20. Dispozitiv experimental pentru topirea naftalinei.

După un interval de timp în care temperatura crește, se observă o primă picătură de lichid în eprubetă, apoi naftalina se transformă treptat în lichid.

Pînă cînd ultimul cristal de naftalină nu s-a transformat în lichid, termometrul nu urcă mai sus de  $80^{\circ}$ . Continuînd încălzirea, temperatura naftalinei începe din nou să se ridice, fapt indicat de termometru.

Citiți temperaturile din minut în minut și treceți-le într-un tabel asemănător celui care urmează.

| Timpul<br>(în minute)                      | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|--------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Temperatura<br>(grade $^{\circ}\text{C}$ ) | 60 | 66 | 70 | 74 | 77 | 80 | 80 | 80 | 84 | 88 | 92 |

Cu datele obținute alcătuiți un grafic în care treceți pe abscisă timpul în minute și pe ordonată temperatura în grade Celsius (fig. 3.2.21). Tabelul și graficul confirmă observația că pînă la apariția primei picături de lichid, temperatura crește continuu, apoi rămîne constantă ( $80^{\circ}\text{C}$ ) în timpul topirii, ca după aceea să înceapă iar să crească.

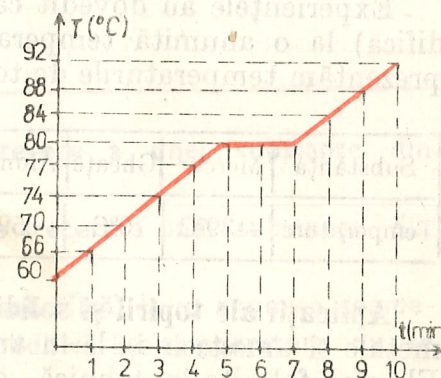


Fig. 3.2.21. Graficul topirii naftalinei.



**E** *Experimentul 20, b.* Scoateți eprubeta din vasul cu apă și îndepărtați flacăra cu care ați încălzit vasul (fig.3.2.22). Naftalina răcindu-se va începe să se solidifice. Urmăriți indicațiile termometrului și notați într-un tabel datele înregistrate.

|                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Timpul (în minute)    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| Temperatura (grade°C) | 90 | 86 | 82 | 80 | 80 | 80 | 78 | 75 | 72 |

Cu ajutorul datelor din tabel alcătuiți un grafic (fig. 3.2.23). Analizând cu atenție datele obținute în cele două experiențe veți ajunge la următoarele concluzii:

- în timpul topirii și al solidificării, temperatura nu se modifică;
- temperatura la care începe (se termină) topirea este aceeași cu temperatura la care începe (se termină) solidificarea naftalinei.

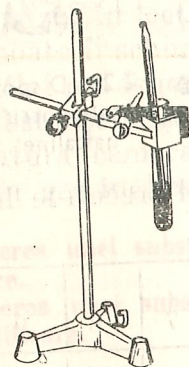


Fig. 3.2.22. Solidificarea naftalinei.

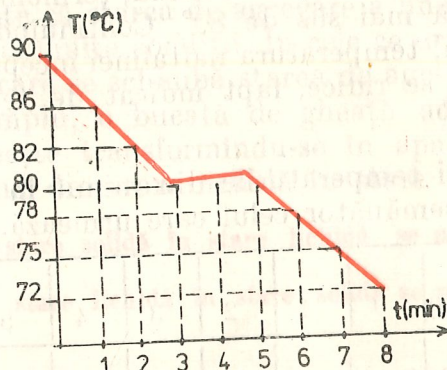


Fig. 3.2.23. Graficul solidificării naftalinei.

Experiențele au dovedit că fiecare substanță se topește (solidifică) la o anumită temperatură. În tabelul care urmează, vă prezentăm temperaturile de topire ale citorva substanțe.

|             |        |        |          |        |        |        |       |       |
|-------------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Substanța   | Mercur | Gheață | Aluminiu | Cupru  | Aur    | Argint | Zinc  | Alamă |
| Temperatura | -39°C  | 0°C    | 659°C    | 1083°C | 1063°C | 960°C  | 430°C | 900°C |

**Aplicații ale topirii și solidificării.** Topind două sau mai multe metale și amestecându-le în anumite proporții se obțin aliajele. Ele sînt folosite în tehnică, deoarece au multe proprietăți noi diferite de cele ale metalelor din care au fost obținute.

Spre exemplu, alama este un aliaj de cupru cu zinc (conține pînă la 70% cupru) care este folosit în sudură. Din tabel, constatăm că alama are temperatura de topire (900°C) diferită de a cuprului (1083°C) sau de a zincului (430°C).

Experimental s-a constatat că majoritatea substanțelor, prin topire, își măresc volumul, iar prin solidificare și-l micșorează. Excepție de la această regulă fac puține substanțe, ca de pildă gheața, fonta, bismutul. Prin topire aceste substanțe își micșorează volumul și deci prin solidificare și-l măresc. Ca urmare, corpul solid are densitatea mai mică decît lichidul din care a provenit și plutește în aceeași substanță lichidă.

Știți cu toții că o sticlă cu apă scoasă în ger se sparge după un anumit timp. Cauza o constituie creșterea volumului la transformarea apei în gheață. Măsurătorile au arătat că 100 cm<sup>3</sup> de apă dau prin solidificare 109 cm<sup>3</sup> de gheață.

Această mărire a volumului apei prin solidificare provoacă spargerea țevelor, radiatoarelor și a oricăror instalații, dacă, din neglijență, n-au fost golite de apă iarna, înainte ca temperatura să scadă sub zero grade.

Pentru protejarea conductelor prin care trece apă, se iau măsuri de izolare: fie prin introducerea conductelor sub pămînt, fie prin utilizarea unor manșoane din materiale termoizolatoare (vată de sticlă).

Fenomenele de topire și solidificare a metalelor sînt folosite în tehnică, la executarea prin turnare a diferitelor piese. În acest scop, metalul topit se toarnă într-o formă al cărei interior corespunde piesei dorite. Pentru ca turnarea să dea cît mai bune rezultate, trebuie ca substanța topită să umple complet forma. În acest scop fonta este un foarte bun material. Explicați de ce?

## Rezumat

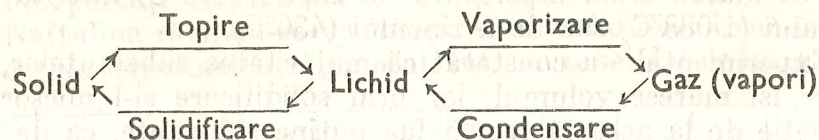
Topirea este fenomenul de trecere a unei substanțe din stare solidă în stare lichidă.

Solidificarea este fenomenul de trecere a unei substanțe din stare lichidă în stare solidă.

Fiecare substanță se topește (solidifică) la o anumită temperatură. În tot timpul topirii (solidificării) temperatura nu se schimbă.



Schimbarea stării de agregare a substanțelor este sintetizată în următoarea schemă:



### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Introduceți în apă fierbinte o luminare. Are loc un fenomen de topire?
2. Explicați formarea nisipurilor în deșerturi, ținând seama de faptul că între zi și noapte există diferențe mari de temperatură.
3. Luați o bucată de lemn sau de os și încălziți-o. Ce constatați? Se topește?
4. O bucată de gheață este adusă într-o cameră cu temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ . Se va topi?
5. Zahărul se topește dacă îl punem într-o cană cu ceai sau dacă îl punem într-o cratiță fără apă pe foc?
6. Cum se formează țurțurii de gheață la streșinile acoperișurilor caselor în timpul iernii?
7. De ce, cind afară este ger, mina umedă se lipește de clanța de metal a ușii?
8. De ce, pentru răcirea unui motor de automobil, în timpul iernii, nu se folosește apă ci un amestec din glicerină și alcool denumit antigel?

### 3.3. Fenomene electrice și magnetice

#### 1. Electrizarea

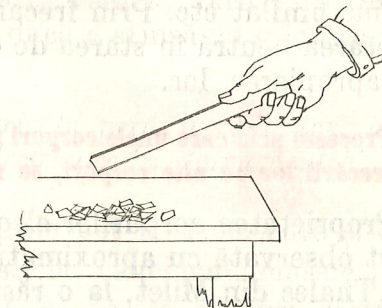
Cu siguranță că ați observat că un pieptene uscat, trecut de mai multe ori prin păr, atrage firele de păr. Un disc de picup, după utilizare, atrage firele de praf. Uneori pe vreme ploioasă se văd fulgere și se aud tunete. Acestea sînt cîteva exemple de fenomene electrice.

În lecțiile următoare vom examina unele aspecte ale fenomenelor electrice.

**Electrizarea prin frecare.** Precizăm că, pentru buna reușită a experimentelor care urmează, este necesar ca toate corpurile cu care veți lucra să fie curate și foarte bine uscate.

**E** *Experimentul 1. a)* Faceți o grămăjoară din bucățele de hîrtie subțire (sau din bucățele de plută). Aproiați pe rînd de această grămăjoară o bandă de celuloid (banda transparentă din trusa de fizică), o bandă de PCV (banda albă din trusă), o vergea de sticlă, o vergea de aluminiu, o țesătură de lînă etc. (fig. 3.3.1). Constatați că nu se întîmplă nimic.

Fig. 3.3.1. Banda de celuloid nu atrage corpuri ușoare.



**E** *b)* Frecați cu o țesătură din lînă (sau din fibre sintetice) banda de celuloid. Aproiați apoi, pe rînd, de corpurile ușoare, banda de celuloid și partea țesăturii cu care ați frecat-o. Constatați că partea frecată a benzii de celuloid și a țesăturii atrage fragmentele ușoare de hîrtie (sau de plută) (fig. 3.3.2, a și b).

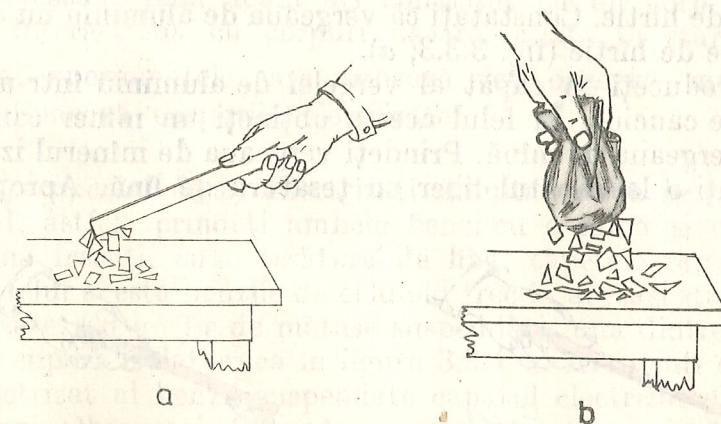


Fig. 3.3.2. a) În urma frecării cu țesătura de lînă, celuloidul atrage bucățele de hîrtie; b) în urma frecării cu banda de celuloid, țesătura de lînă atrage bucățele de hîrtie.

**Concluzie.** În urma frecării benzii cu țesătura, aceste corpuri au căpătat proprietatea de a atrage corpuri ușoare.

Spunem că prin frecare cele două corpuri au trecut într-o altă stare fizică, numită *stare de electrizare*. Corpurile aflate în



stare de electrizare se numesc *corpuri electrizate* sau corpuri încărcate cu *sarcini electrice*.

În general, corpurile nu sînt electrizate. Despre un corp neelectrizat spunem că este în *stare neutră*.

Experimentul 1 poate fi repetat și cu alte corpuri, de exemplu: un pieptene, o riglă de plastic, un tub de cauciuc, un balon de cauciuc umflat etc. Prin frecare cu o țesătură aceste corpuri trec din starea neutră în starea de electrizare și atrag corpurile ușoare din apropierea lor.

**Procesul prin care unele corpuri neutre trec în stare de electrizare, în urma frecării lor cu alte corpuri, se numește electrizare prin frecare.**

Proprietatea corpurilor electrizate de a atrage corpuri ușoare a fost observată cu aproximativ 2500 de ani în urmă de filozoful grec Thales din Milet, la o rășină numită în limba română chihlimbar și *elèktron* în limba greacă. De la numele acestei rășini a rezultat denumirea de electrizare.

Experimentul pe care-l veți face în continuare va dovedi că există și alte corpuri care pot fi electrizate prin frecare.

**E** *Experimentul 2. a)* Frecați cu o țesătură de lînă o vergea de aluminiu și apropiați-o cu partea frecată de fragmentele ușoare de hîrtie. Constatați că vergeaua de aluminiu nu atrage bucățele de hîrtie (fig. 3.3.3, *a*).

*b)* Introduceți un capăt al vergelei de aluminiu într-un tub scurt de cauciuc. În felul acesta obțineți un mîner care izolează vergeaua de mînă. Prindeți vergeaua de mînerul izolator și frecați-o la capătul liber cu țesătura de lînă. Apropiați-o

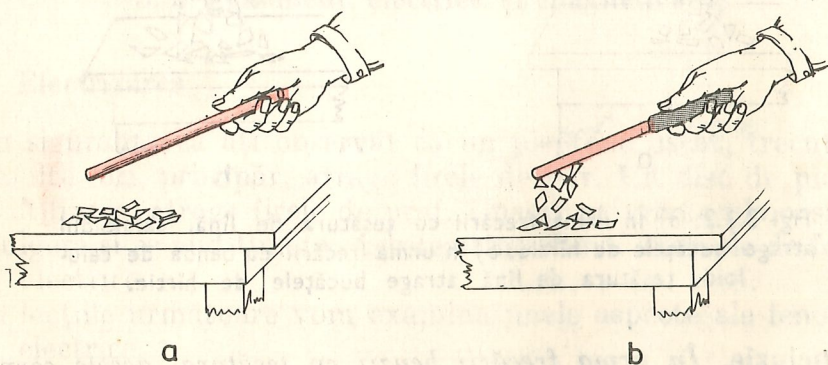


Fig. 3.3.3. *a)* Vergea de aluminiu ținută în mînă și frecată cu țesătura de lînă nu atrage bucățele de hîrtie; *b)* vergea de aluminiu, prevăzută cu mîner izolator, frecată cu țesătura de lînă, atrage corpuri ușoare.

**E** apoi cu capătul frecat de bucățelele ușoare de hîrtie sau de plută. Constatați că vergeaua atrage corpuri ușoare pe toată partea neizolată (fig. 3.3.3, *b*). Atingeți vergeaua cu mîna și apropiați-o din nou de corpurile ușoare. Observați că vergeaua nu mai atrage corpurile ușoare.

*c)* Repetați experimentul cu o vergea din cupru sau din alt metal. Veți constata că și această vergea, dacă este izolată, se electrizează prin frecare, dar dacă e atinsă cu mîna ea trece în stare neutră.

**Concluzie.** *Metalele pot fi electrizate prin frecare, dar, atinse cu mîna, ele trec din starea de electrizare în starea neutră.*

**Conductoare și izolatoare.** Corpurile pot fi: izolatoare și conductoare. Exemple de izolatoare: sticla, cauciucul, masele plastice, porțelanul, mătasea, lîna etc. Pe aceste corpuri sarcinile electrice rămîn localizate în locurile unde au apărut. Exemple de conductoare: metalele, corpul omenesc, Pămîntul. În conductoare sarcinile electrice se răspîndesc liber.

**Interacțiunea corpurilor electrizate.** În experimentele pe care le-ați efectuat pînă acum ați constatat că un corp electrizat poate interacționa cu corpuri ușoare, aflate în stare neutră.

Din experimentele care urmează veți observa modul cum interacționează corpurile electrizate.

**E** *Experimentul 3. a)* Electrizați simultan două benzi de celuloid, astfel: prindeți ambele benzi cu o mînă și cu cealaltă mînă frecați, cu o țesătură de lînă, capetele rămase libere. În felul acesta benzile de celuloid trec în aceeași stare de electrizare. Cu un fir de mătase suspendați una dintre benzi de un suport izolator, ca în figura 3.3.4, *a*. Apropiați de capătul electrizat al benzii suspendate capătul electrizat al celeilalte benzi. Observați că banda suspendată este respinsă de banda care este ținută în mînă.

*b)* Cu o țesătură de bumbac electrizați prin frecare o vergea de sticlă sau o eprubetă de sticlă. Apropiați capătul electrizat al vergelei de partea electrizată a benzii suspendate (fig. 3.3.4, *b*); observați că banda suspendată este atrasă de vergeaua de sticlă. Înseamnă că sticla și celuloidul s-au electrizat diferit.

*c)* De capătul electrizat al benzii suspendate apropiați corpuri din alte substanțe pe care le electrizați prin frecare cu țesături



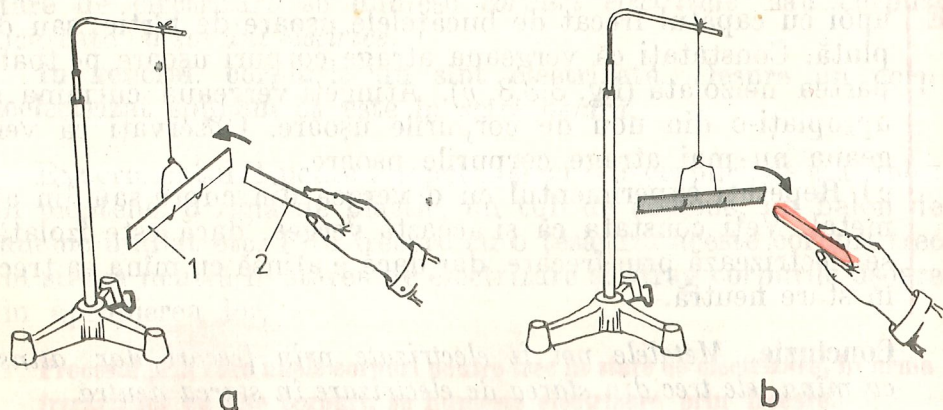


Fig. 3.3.4. a) Două benzi de celuloid electrizate identic se resping reciproc; b) eprubeta electrizată atrage banda de celuloid electrizată.

**E** din fibre diferite. Veți constata că unele corpuri electrizate atrag banda de celuloid suspendată, iar altele o resping.

**Concluzie.** Corpurile electrizate pot avea două stări de electrizare diferite: starea de electrizare de felul celei care apare pe sticla frecată cu bumbac și starea de electrizare de felul celei care apare pe celuloidul frecat cu lână.

Prin urmare, corpurile electrizate pot fi încărcate cu două feluri de sarcini electrice.

Folosind denumirile și notațiile adoptate în fizică, vom numi sarcini pozitive și le vom nota cu semnul  $+$  sarcinile care apar pe sticla electrizată prin frecare cu o țesătură de bumbac. Vom numi sarcini negative și le vom nota cu semnul  $-$  sarcinile care apar pe celuloidul electrizat prin frecare cu o țesătură de lână.

Se înțelege că toate corpurile electrizate care se comportă ca sticla electrizată sînt încărcate cu sarcini pozitive, iar cele care se comportă la fel cu celuloidul electrizat, sînt încărcate cu sarcini negative.

Două corpuri încărcate cu sarcini electrice pot interacționa astfel:

- corpurile încărcate cu sarcini electrice de același fel se resping reciproc (fig. 3.3.5, a și b);
- corpurile încărcate cu sarcini electrice diferite se atrag reciproc (fig. 3.3.5, c).

Regiunea din vecinătatea unui corp electrizat în care acesta manifestă forțe de interacțiune electrică se numește *cîmp electric*.

Din experimentul următor vom afla cu ce fel de sarcini electrice se încarcă două corpuri frecate unul de altul.

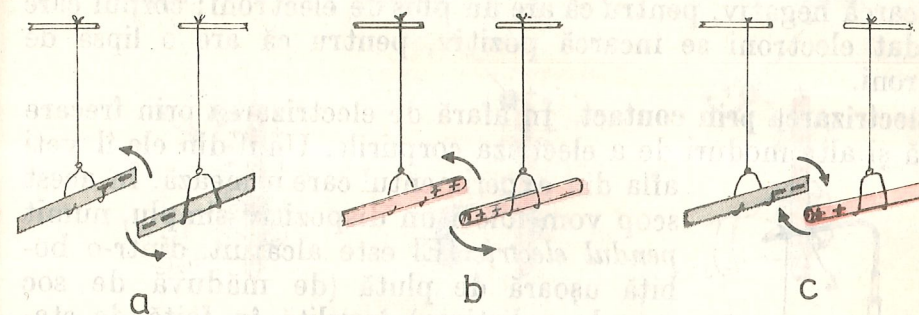


Fig. 3.3.5. a) Două benzi de celuloid electrizate cu sarcini negative se resping reciproc; b) două vergele de sticlă încărcate cu sarcini pozitive se resping reciproc; c) celuloidul electrizat cu sarcini negative și sticla electrizată cu sarcini pozitive se atrag reciproc.

**E** *Experimentul 4.* Electrizați prin frecare cu o țesătură de lână o bandă de celuloid și suspendați-o de un suport cu un fir de mătase. Aproiați de capătul electrizat al benzii de celuloid partea țesăturii cu care ați frecat-o. Constatați că banda de celuloid este atrasă de țesătură. Înseamnă că ele sînt încărcate cu sarcini electrice diferite (fig. 3.3.6).

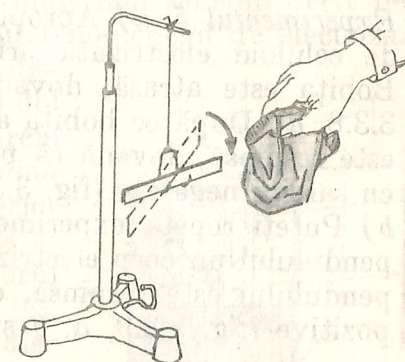


Fig. 3.3.6. Banda de celuloid și țesătura electrizate simultan prin frecarea lor se atrag reciproc.

**Concluzie.** Două corpuri frecate unul de celălalt se electrizează simultan cu sarcini electrice de semne diferite.

**Explicarea electrizării corpurilor.** Corpurile sînt alcătuite din atomi. Fiecare atom este alcătuit dintr-un nucleu în jurul căruia și la diferite distanțe de el se mișcă electroni. În nucleul fiecărui atom există unele particule încărcate cu sarcini pozitive. Electronii posedă sarcini negative. În mod normal, la un atom, numărul sarcinilor pozitive este egal cu numărul sarcinilor negative. În acest caz atomul este neutru. Se înțelege că și un corp în stare neutră din punct de vedere electric are un număr egal de sarcini pozitive și de sarcini negative. În timpul frecării a două corpuri, unii electroni pot trece de la atomi care aparțin unui corp, la atomi care aparțin celui alt corp. Corpul care primește electroni



se încarcă negativ, pentru că are un plus de electroni; corpul care a cedat electroni se încarcă pozitiv, pentru că are o lipsă de electroni.

**Electrizarea prin contact.** În afară de electrizarea prin frecare există și alte moduri de a electriza corpurile. Unul din ele îl veți afla din experimentul care urmează. În acest scop vom folosi un dispozitiv simplu, numit *pendul electric*. El este alcătuit dintr-o bobită ușoară de plută (de măduvă de soc sau de polistiren) învelită în foiță de staniol și suspendată cu un fir subțire de mătase de un suport izolator (fig. 3.3.7).

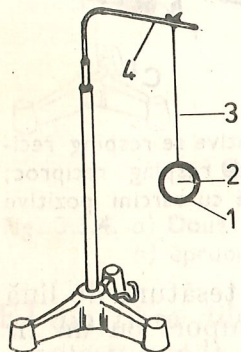


Fig. 3.3.7. Pendulul electric: (1) foiță de staniol, (2) bobită de plută, (3) fir de mătase, (4) suport de sticlă.

**E** *Experimentul 5.* a) Aproiați de bobita pendulului o bandă de celuloid electrizată prin frecare cu o țesătură de lână. Bobita este atrasă, dovadă că banda este electrizată (fig. 3.3.8, a). După ce bobita atinge banda electrizată negativ ea este respinsă, dovadă că prin contact bobita s-a încărcat tot cu sarcini negative (fig. 3.3.8, b și c). b) Puteți repeta experimentul atingând de bobita neutră a pendulului un corp electrizat pozitiv. Veți constata că bobita pendulului este respinsă, deci se încarcă cu sarcini electrice pozitive (fig. 3.3.9, a, b și c).

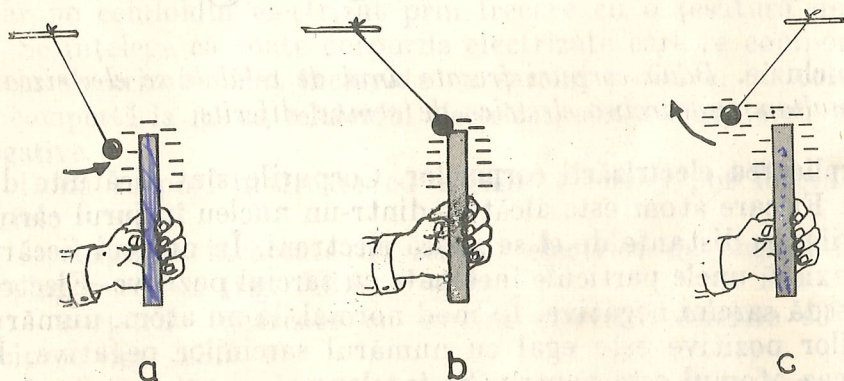


Fig. 3.3.8. Electrizarea prin contact, cu sarcini negative, a pendulului electric: a) bobita metalizată a pendulului este atrasă de banda electrizată negativ; b) la contactul dintre bandă și bobită se face un transfer de sarcini negative pe bobită; c) bobita s-a încărcat negativ și este respinsă de bandă.

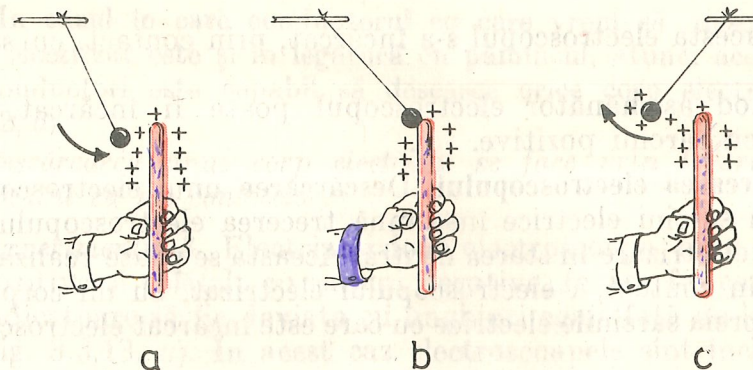


Fig. 3.3.9. Electrizarea prin contact, cu sarcini pozitive, a bobitei pendulului electric.

**Concluzie.** Prin contactul dintre un corp neutră și un corp electrizat, corpul neutră se încarcă cu sarcini electrice de același fel, ca și sarcinile corpului electrizat.

**Electroscopul.** Un alt dispozitiv mult mai sensibil decât pendulul electric, folosit pentru studiul fenomenelor de electrizare, este electroscopul (fig. 3.3.10). Acest dispozitiv este format dintr-o cutie cu doi pereți transparenți, în interiorul căreia este introdusă o lamă metalică (3). Lama metalică este fixată de peretele superior al cutiei cu un dop izolator (2). Pe această lamă este prins un ax în jurul căruia se poate roti un ac indicator (4), în fața unui cadran gradat (5). Un disc metalic (1) este așezat pe capătul exterior al lamei fixe.

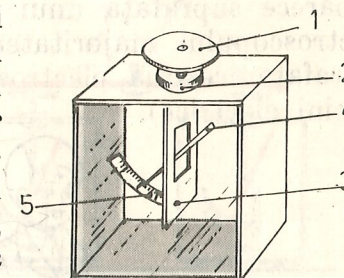
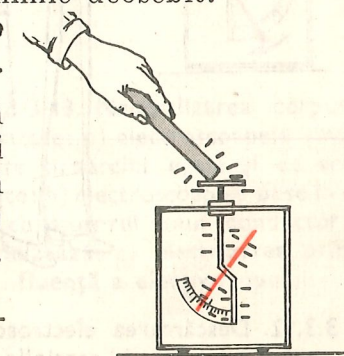


Fig. 3.3.10. Electroscopul.

**E** *Experimentul 6.* a) Atingeți discul electroscopului cu o bandă de celuloid neutră; nu se observă nimic deosebit. b) Atingeți discul electroscopului cu o bandă de celuloid electrizată negativ.

**Ansamblul conductor:** disc, lamă fixă și ac indicator se încarcă cu sarcini negative. Acul este respins de lama fixă și se îndepărtează de ea formând cu aceasta un anumit unghi (fig. 3.3.11).

Fig. 3.3.11. Încărcarea electroscopului, prin contact, cu sarcini negative.





În felul acesta electroscopul s-a încărcat, prin contact, cu sarcini negative.

În mod asemănător electroscopul poate fi încărcat, prin contact, cu sarcini pozitive.

**Descărcarea electroscopului.** Descărcarea unui electroscop încărcat cu sarcini electrice înseamnă trecerea electroscopului din starea de electrizare în starea neutră. Aceasta se poate realiza prin punerea în contact, a electroscopului electrizat, cu un corp care poate să preia sarcinile electrice cu care este încărcat electroscopul.

**E** *Experimentul 7.* Atingeți cu mâna discul unui electroscop încărcat negativ (fig. 3.3.12, a). Încărcați apoi electroscopul cu sarcini pozitive și atingeți din nou discul lui cu mâna.

**Concluzie.** Acul electroscopului revine la poziția verticală, în ambele cazuri.

Explicația acestor fenomene este următoarea: Corpul omenesc este un conductor și prin atingerea lui de discul electroscopului sarcinile electrice se redistribuie pe aceste două conductoare. Deoarece suprafața unui om este mult mai mare decât cea a electroscopului, majoritatea sarcinilor electrice se vor distribui pe suprafața acestuia, electroscopul rămânând practic descărcat (fără sarcini electrice).

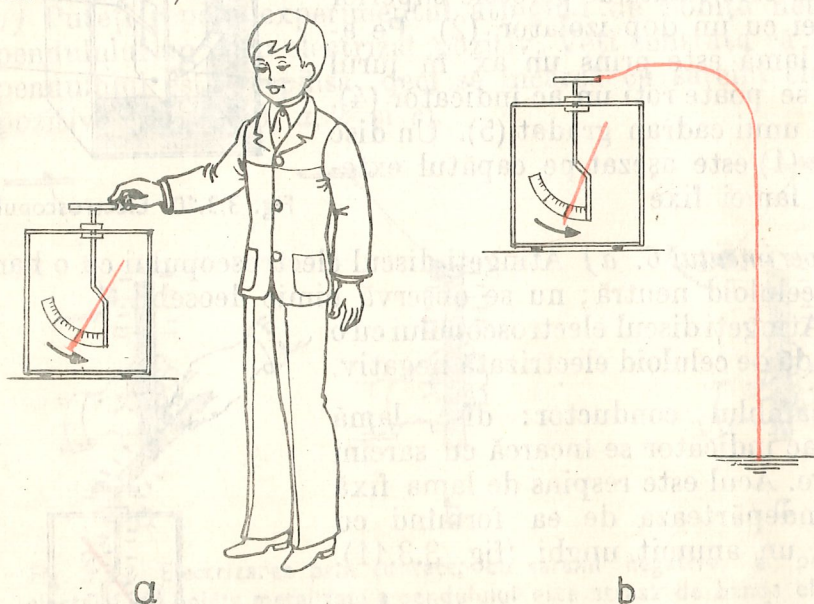


Fig. 3.3.12. Descărcarea electroscopului: a) sarcinile electrice se repartizează și pe corpul omenesc; b) sarcinile electrice trec în pământ printr-un fir metalic.

În cazul în care conductorul cu care vrem să descărcăm un corp electrizat este și în legătură cu pământul, atunci acest sistem de conductori este capabil să descarce orice corp electrizat (fig. 3.3.12, b).

*Descărcarea unui corp electrizat se face prin legarea lui la pământ cu un conductor.*

**E** *Experimentul 8.* Electrizați două electroscopae: unul cu sarcini pozitive și celălalt cu sarcini negative, în așa fel ca acele lor indicatoare să fie deviate cu unghiuri egale față de lama fixă (fig. 3.3.13, a). În acest caz electroscopaele sînt încărcate cu sarcini egale dar de semne diferite. Puneți în contact, prin intermediul unui conductor (1) prevăzut cu mîner izolator (2), discurile electroscopaelor (fig. 3.3.13, b).

**Concluzie.** În urma contactului realizat între discurile electroscopaelor, acele celor două electroscopae revin în poziție verticală.

Electroscopaele au trecut din starea de electrizare în starea neutră. Electroscopul care a fost încărcat negativ a devenit neutru pentru că el a cedat electronii, pe care i-a avut în plus,

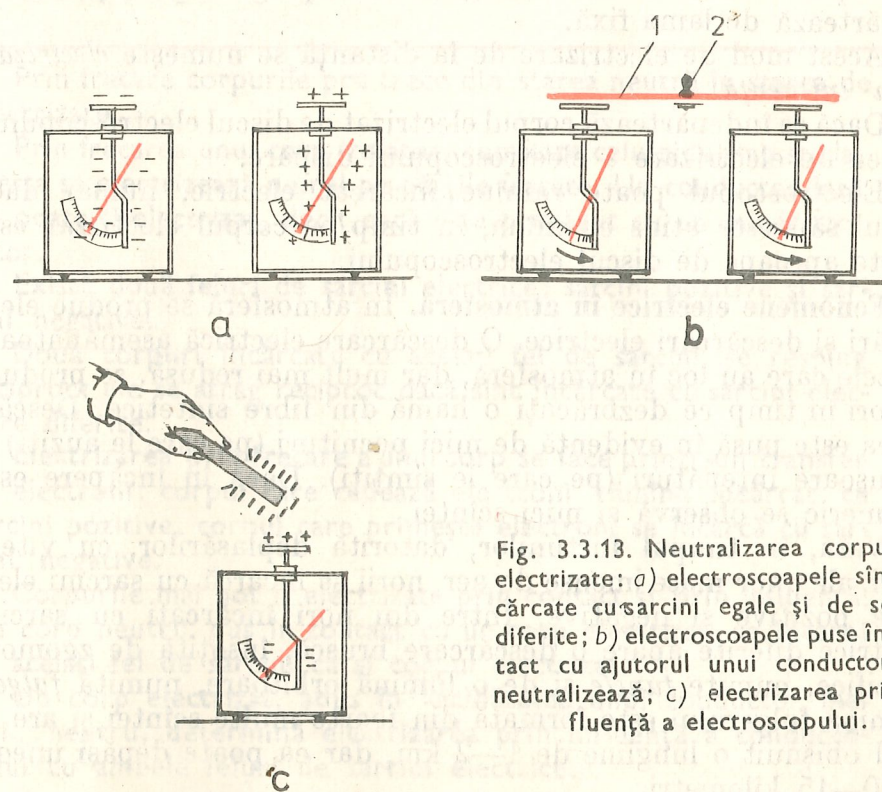


Fig. 3.3.13. Neutralizarea corpurilor electrizate: a) electroscopaele sînt încărcate cu sarcini egale și de semne diferite; b) electroscopaele puse în contact cu ajutorul unui conductor se neutralizează; c) electrizarea prin influență a electroscopului.



celuilalt electroscope care avea lipsă de electroni, fiind încărcat pozitiv. Prin acest transfer de electroni cele două electroscopae au devenit neutre.

*Două conductoare încărcate cu sarcini electrice egale ca mărime dar de semne diferite se neutralizează din punct de vedere electric atunci când sînt puse în contact.*

**Electrizarea prin influență.** Dacă de discul unui electroscope, neutru din punct de vedere electric, se apropie un corp electrizat, de exemplu o bandă de celuloid electrizată negativ (fig. 3.3.13, c), se constată că acul indicator al electrosopului se depărtează de lama fixă. Depărtarea acului electrosopului de lamă dovedește că electrosopul s-a încărcat cu sarcini electrice.

Cum s-a produs acest lucru?

Prin apropierea benzii de celuloid electrizată negativ de discul electrosopului are loc o separare a sarcinilor electrice de pe electrosop, și anume: sarcinile negative de pe disc vor fi respinse de către sarcinile negative de pe bandă, ele ajungînd astfel pe lama și acul electrosopului care se încarcă negativ iar discul electrosopului va rămîne încărcat pozitiv. Lama și acul electrosopului fiind încărcate negativ se resping reciproc și acul se depărtează de lama fixă.

Acest mod de electrizare de la distanță se numește *electrizare prin influență*.

Dacă se îndepărtează corpul electrizat de discul electrosopului, starea de electrizare a electrosopului dispăre.

Electrosopul poate rămîne încărcat electric, numai dacă discul său este atins cu mîna, în timp ce corpul electrizat este foarte aproape de discul electrosopului.

**Fenomene electrice în atmosferă.** În atmosferă se produc electrizări și descărcări electrice. O descărcare electrică asemănătoare cu cele care au loc în atmosferă, dar mult mai redusă, se produce uneori în timp ce dezbrăcați o haină din fibre sintetice. Descărcarea este pusă în evidență de mici pocnituri (pe care le auziți) și de ușoare înțepături (pe care le simțiți). Dacă în încăpere este întuneric se observă și mici scînteii.

Vara, în timpul furtunilor, datorită deplasărilor, cu viteze mari, ale unor mase imense de aer, norii se încarcă cu sarcini electrice pozitive și negative. Între doi nori încărcăți cu sarcini electrice diferite apare o descărcare bruscă, însoțită de zgomote specifice, numite *tunete* și de o lumină orbitoare, numită *fulger*. Lumina fulgerului este formată din foarte multe scînteii și are în mod obișnuit o lungime de 1—2 km, dar ea poate depăși uneori și 10—15 kilometri.

*Trăznetul* este descărcarea dintre un nor și pămînt, sau dintre un nor și un corp înalt de pe sol. Ea se produce prin intermediul aerului atmosferic, foarte umed. Dacă trăznetul cade pe un arbore, îl carbonizează; cînd cade pe o clădire produce incendiu. Dacă o persoană se găsește aproape de locul unde a căzut un trăznet, ea poate fi ucisă de descărcarea electrică.

Pentru a proteja construcțiile înalte de efectele dăunătoare ale trăznetului se folosesc paratrăznete. Un paratrăznet este format dintr-o tijă metalică terminată cu un vîrf ascuțit. Ea se instalează pe partea cea mai înaltă a clădirii. Un conductor metalic suficient de gros leagă tija de o placă metalică îngropată adînc în pămînt. Dacă un nor se apropie de paratrăznetul instalat pe o clădire, descărcarea electrică a norului se face prin intermediul paratrăznetului și în acest fel se evită efectele dăunătoare ale trăznetului.

În timpul unei furtuni, din cauza trăznetelor care pot surveni este periculos să te adăpostești sub arbori înalți.

## Rezumat

Prin frecare corpurile pot trece din starea neutră în starea de electrizare.

Prin frecarea unui corp izolator, cum este celuloidul sau sticla, acesta se electrizează numai pe părțile frecate. Un conductor însă nu poate fi electrizat, decît dacă este prevăzut cu un mîner izolator.

Există două feluri de sarcini electrice: sarcini pozitive și sarcini negative.

Două corpuri încărcate cu același fel de sarcini se resping reciproc; ele se atrag reciproc dacă sînt încărcate cu sarcini electrice diferite.

Electrizarea prin frecare a unui corp se face printr-un transfer de electroni: corpul care cedează electroni rămîne încărcat cu sarcini pozitive, corpul care primește electroni se încarcă cu sarcini negative.

Corpurile mai pot fi electrizate prin contact și prin influență. Un corp neutru, pus în contact cu un corp electrizat, se încarcă cu același fel de sarcini ca și corpul electrizat.

Un corp electrizat, adus în vecinătatea unui conductor metalic neutru, determină electrizarea prin influență a conductorului cu ambele feluri de sarcini electrice.



Descărcarea electrică a unui corp electrizat înseamnă readucerea lui în starea neutră. Descărcarea se poate face prin contactul corpului electrizat cu pământul sau prin neutralizarea sarcinilor electrice pozitive ale unui corp cu sarcinile electrice negative ale altui corp.

### Întrebări. Exerciții

1. Cum puteți afla dacă un corp este în stare de electrizare sau în stare neutră?
2. Cum puteți afla dacă un corp este conductor sau izolator?
3. Cum puteți dovedi că prin frecarea unui corp cu altul cele două feluri de sarcini electrice apar simultan?
4. Cum se explică electrizarea corpurilor prin contact?
5. Un conductor pe care îl țineți în mână poate fi electrizat prin contactul lui cu un corp electrizat?
6. De ce bobita învelită în staniol a unui pendul electric trebuie suspendată cu un fir izolator?
7. Puneți pe masă o sticlă și așezați pe ea o riglă din material plastic. Electrizați un pieptene și apropiați-l lateral de

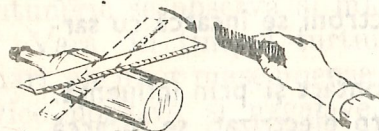


Fig. 3.3.14. Pentru exercițiul 7.

riglă ca în figura 3.3.14. Riglă se va roti. Explicați cauza.

8. Deschideți robinetul de apă și lăsați să curgă un fir subțire și continuu de apă. Electrizați o riglă de plastic și apropiați-o de firul de apă. Având grijă ca rigla să nu atingă firul de apă, observați fenomenul și explicați cauza.

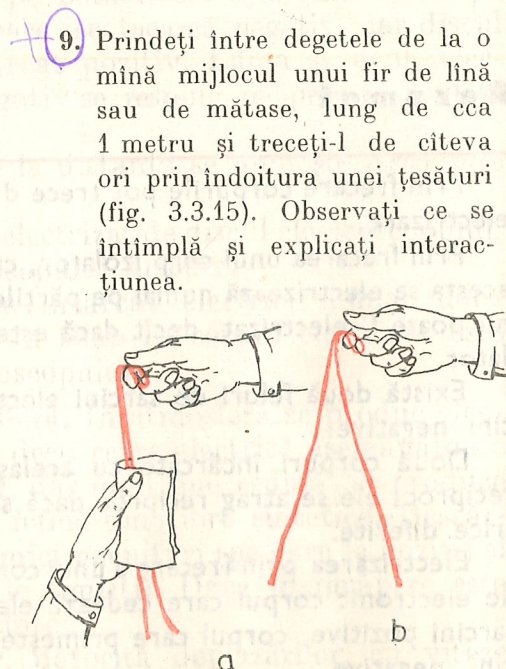


Fig. 3.3.15. Pentru exercițiul 9.

10. Se apropie una față de alta bobitele a două pendule electrice încărcate cu sarcini pozitive. Spuneți dacă, în urma apro-

pierii lor, bobitele se atrag sau se resping. Justificați răspunsul.

11. De bobita neutră a unui pendul electric se apropie, pe rînd, un corp electrizat pozitiv, apoi altul electrizat negativ și în cele din urmă un corp neutru. Ex-

plicați pentru fiecare caz ce se întimplă.

12. Apropiați de discul unui electroscope o baghetă de sticlă electrizată pozitiv. Explicați ce fenomen are loc.

### 2. Magnetizarea

**Magneți naturali.** În antichitate, grecii au descoperit aproape de orașul Magnezia din Asia Mică, o piatră care are proprietatea de a atrage bucățele de fier. Această rocă este formată dintr-un minereu numit magnetită. Orice bucată din acest minereu este un *magnet natural*.

Primii care au folosit magneții naturali au fost chinezii. Ei au observat că dacă un magnet natural este suspendat și se poate roti liber, el se orientează totdeauna după direcția nord-sud. Acești magneți au fost numiți pietre de orientare și cu mai bine de 4 000 de ani în urmă au fost folosiți de chinezi, ca instrumente de orientare în călătoriile lor (fig. 3.3.16).

Mult mai târziu, folosind tot magneți naturali, navigatorii au construit busole pentru orientarea lor în călătoriile pe mări și



Fig. 3.3.16. Piatră de orientare.



Fig. 3.3.17. Busolă veche.

ocean. O astfel de busolă era magnetul așezat pe o bucată de lemn care plutea pe suprafața apei dintr-un vas (fig. 3.3.17). Acest magnet făcea să se rotească bucata de lemn pînă cînd lua direcția nord-sud.



**Magneți artificiali.** O bucată de fier frecată cu un magnet natural capătă proprietăți magnetice. În acest caz spunem că fierul s-a magnetizat. Un magnet astfel obținut se numește magnet artificial. Fierul se magnetizează ușor, dar cu timpul se demagnetizează; pentru aceasta, magneții de fier se numesc *magneți temporari*.

*Magneții permanenți*, care se folosesc în industrie, se fac din oțel sau din materiale speciale. Ei se magnetizează puternic și își păstrează magnetizarea timp îndelungat.

Foarte mulți magneți se fabrică din materiale numite ferite, care prezintă avantajul de a putea fi realizați ușor, în forme diferite.

În experimentele care urmează veți folosi magneți în formă de bară, de potcoavă, de cilindru și de ac (acul magnetic este un romb foarte alungit, tăiat dintr-o tablă de oțel și apoi magnetizat).

### Polii unui magnet

- E** *Experimentul 9.* a) Așezați un magnet în formă de bară pe un strat de pilitură de fier. Acoperiți-l în întregime cu pilitură și apoi ridicați-l. Observați că în regiunile de la capetele lui a fost atrasă pilitură de fier. Scuturați ușor magnetul cu scopul de a înlătura pilitura. Constatați că pilitura atrasă de magnet nu cade; ea rămâne localizată în jurul fiecărei extremități a magnetului (fig. 3.3.18, a).  
b) Refaceți experimentul cu ajutorul unui magnet în formă de potcoavă. Constatați că și în cazul acestui magnet tot numai capetele lui atrag pilitura de fier (fig. 3.3.18, b).

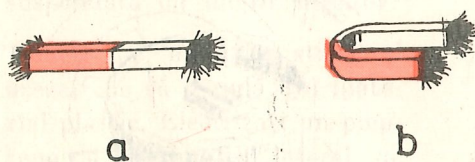


Fig. 3.3.18. Pilitura de fier atrasă de magnet rămâne localizată în jurul polilor magnetici: a) magnet în formă de bară; b) magnet în formă de potcoavă.

Regiunile de la extremitățile unui magnet, care atrag pilitura de fier, se numesc *poli magnetici*.

**Concluzie.** *Proprietățile magnetice se manifestă cel mai puternic în jurul polilor magnetici.*

- E** *Experimentul 10.* a) Suspendați un magnet în formă de bară, cu un fir subțire, astfel încât să rămână orizontal, și lăsați-l liber. Observați că, după ce magnetul efectuează câteva

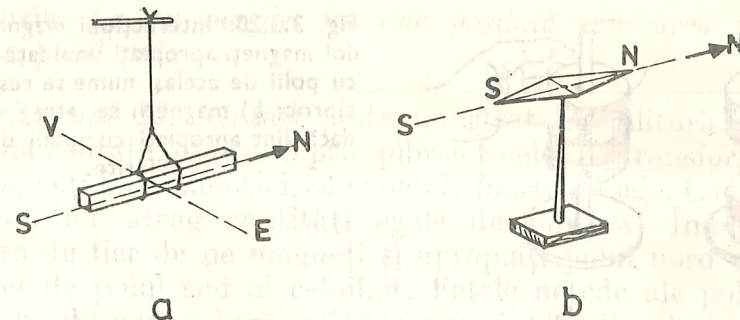


Fig. 3.3.19. Orientarea magneților în spațiu pe direcția nord-sud: a) bară magnetică; b) ac magnetic.

- E** oscilații în plan orizontal, se oprește orientându-se după direcția nord-sud. Scoateți magnetul din această poziție, rotindu-l în planul orizontal cu  $180^\circ$ , și apoi lăsați-l liber. Observați că magnetul revine la vechea poziție orientându-se cu același pol spre nord (fig. 3.3.19, a).  
b) Refaceți experimentul, folosind un ac magnetic așezat cu mijlocul său pe vârful unui suport vertical (fig. 3.3.19, b).

Acest experiment demonstrează că polii magnetici nu sînt identici.

**Concluzie.** *Polii unui magnet sînt diferiți: cel care se orientează către nordul geografic este polul nord, iar cel care se orientează către sudul geografic este polul sud.*

Pentru a putea deosebi un pol de celălalt, ei sînt notați cu *N*, polul nord și cu *S*, polul sud, sau sînt vopsiți în culori diferite.

### Interacțiuni magnetice

- E** *Experimentul 11.* a) Pe un ax vertical introduceți, prin orificiile lor, doi magneți cilindrici (din trusa de fizică) astfel încît polii nord să fie față în față. Observați că magnetul de deasupra „plutește” (fig. 3.3.20, a). Apăsați cu degetele magnetul de deasupra încercînd să-l apropiați de cel de jos. Simțiți că cei doi magneți se opun apropierii lor: se resping. Întrerupeți acțiunea mîinii. Magneții își reiau pozițiile inițiale. Schimbați poziția magneților astfel ca polii sud să se afle față în față și repetați experimentul. Observați că și în acest caz magnetul de deasupra plutește. Încercînd să-i apropiați, întîmpinați aceeași rezistență.



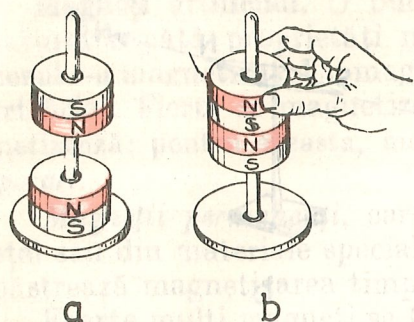


Fig. 3.3.20. Interacțiuni magnetice: a) doi magneți apropiați unul față de altul cu polii de același nume se resping reciproc; b) magneții se atrag reciproc dacă sînt apropiați cu polii de nume diferite.

**E** b) Introduceți magneții pe ax astfel încît să se afle față în față polii de nume diferite. Simțiți că cei doi magneți se atrag. Observați că pentru o anumită distanță magnetul de jos se ridică și se prinde cu polul său nord de polul sud al magnetului de deasupra (fig. 3.3.20, b).

**Concluzie.** Dacă doi magneți sînt apropiați unul față de altul cu polii de același nume, ei se resping reciproc, iar dacă sînt apropiați cu polii de nume diferite, ei se atrag reciproc.

**Polii unui magnet nu pot fi separați.** Pentru experimentul care urmează aveți nevoie de o sîrmă groasă de oțel lungă de 10—12 cm (se poate folosi și un ac de tricotat de oțel).

**E** **Experimentul 12.** Așezați pe masa de lucru un magnet cilindric. Pe un pol al magnetului așezați un capăt al sîrmei de oțel și, fără să ridicați sîrma, trageți-o încît să frece polul. Repetați această operație de cîteva ori. Apropiați sîrma de pilitură de fier. Constați că ea s-a magnetizat; ați obținut astfel un magnet lung. Cu un clește tăiați acest magnet în două. Verificați cu ajutorul unui ac magnetic că fiecare bucată de sîrmă

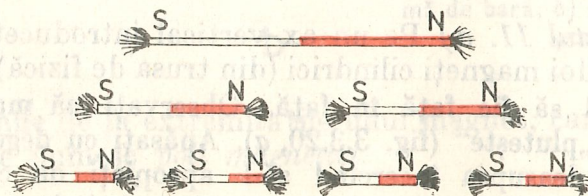


Fig. 3.3.21. Polii magnetici nu pot fi separați.

**E** este un magnet prevăzut cu un pol nord și un pol sud. Divizați în continuare fiecare dintre magneții rezultați; veți obține de fiecare dată cîte un nou magnet (fig. 3.3.21).

**Concluzie.** La un magnet nu este posibilă separarea polului nord de polul sud.

**E** **Experimentul 13.** Așezați peste un strat de pilitură de fier de bună calitate (obținută prin pilirea tolelor de transformator) doi magneți bară, identici, cu capetele foarte netede. Constați că polii lor atrag cantități egale de pilitură. Îndepărtați pilitura de fier de pe magneți și apropiați polul nord al unui magnet de polul sud al celuilalt. Fețele netede ale polilor se unesc și obțineți o bară cu lungimea dublă. Prindeți această bară de mijlocul ei și așezați-o peste stratul de pilitură de fier.

Observați că pilitura este atrasă numai la extremitățile libere ale barei iar polii nord și sud care s-au unit prin atracție nu mai rețin decît o cantitate neglijabilă de pilitură.

Dacă repetați experimentul, atașînd la cei doi magneți încă un magnet identic cu ceilalți, formați o bară și mai lungă care atrage pilitura de fier tot numai la extremitățile libere ale ei. La fiecare magnet astfel obținut, zona de contact capătă aceleași proprietăți ca și mijlocul oricărui magnet și nu mai atrage fierul (fig. 3.3.22, a și b).

Orice magnet poate fi considerat ca fiind constituit dintr-un număr foarte mare de magneți mici așezați cap la cap și orientați în același sens (fig. 3.3.22, c).

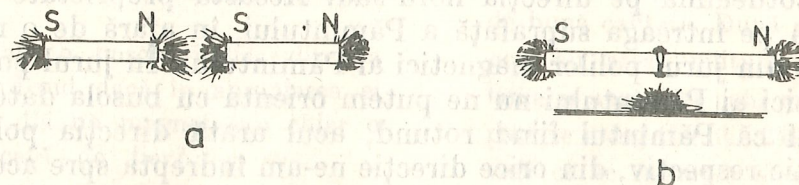
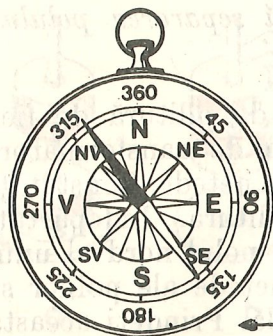


Fig. 3.3.22. Un magnet poate fi considerat ca fiind constituit dintr-un număr foarte mare de magneți mici.

**Busola** este un instrument folosit pentru orientarea pe Pămînt. Ea este formată dintr-un ac magnetic așezat pe un suport vertical. Acul se rotește fără frecare într-un plan orizontal în fața unui





cadran gradat în grade. Pe cadran sînt trase direcțiile nord-sud, est-vest și direcțiile intermediare (roza vînturilor) (fig. 3.3.23). Un capăt al acului magnetic de la busolă indică nordul geografic.

Fig. 3.3.23. Busola.

### Cîmpul magnetic

**E** *Experimentul 14.* Suspendați un magnet în formă de bară cu ajutorul unui fir subțire astfel încît să rămînă orizontal. După ce se oprește orientîndu-se pe direcția nord-sud, apropiați de el un al doilea magnet.

Observați că, indiferent de direcția după care apropiați magnetul, numai într-o zonă limitată cei doi magneti acționează unul asupra celuilalt.

*Regiunea din spațiu, din jurul unui magnet, în care acesta poate interacționa cu alți magneti, constituie cîmpul magnetic al magnetului respectiv.*

În experimentul 10 am arătat că un magnet liber se orientează totdeauna pe direcția nord-sud. Această proprietate este valabilă pe întreaga suprafață a Pămîntului, în afară de o mică regiune din jurul polilor magnetici ai Pămîntului. În jurul polilor magnetici ai Pămîntului nu ne putem orienta cu busola datorită faptului că, Pămîntul fiind rotund, acul arată direcția polului magnetic respectiv, din orice direcție ne-am îndrepta spre acesta. Rezultă că pretutindeni pe Pămînt există proprietăți magnetice. Pămîntul fiind considerat un imens magnet, spațiul din jurul lui în care se constată existența proprietăților magnetice se numește *cîmp magnetic terestru*.

### Rezumat

Un magnet este un corp care atrage fierul.

Regiunile situate în apropierea extremităților unui magnet se numesc poli magnetici.

Polii unui magnet sînt diferiți; cel care tinde să se orienteze către nordul geografic este polul nord; celălalt este polul sud.

Polii unui magnet nu pot fi separați. Orice magnet este constituit dintr-un număr foarte mare de magneti mici, așezați cap la cap și orientați în același sens.

Doi magneti, apropiați unul față de altul cu polii de același nume, se resping reciproc, iar apropiați cu polii de nume diferite se atrag reciproc.

Cîmpul magnetic este o regiune din spațiu în care se manifestă interacțiuni magnetice; există cîmp magnetic în jurul Pămîntului și în vecinătatea oricărui magnet.

### Întrebări. Exerciții

1. Cum se pot deosebi monedele de aluminiu de cele care conțin fier?
2. Cum puteți stabili dacă o bară de oțel este magnetizată sau nu?
3. Ce diferență există între doi magneti identici ca dimensiuni și formă, dar care sînt confecționați unul din fier și celălalt din oțel?
4. Poate o busolă indica direcția nord-sud dacă în apropierea ei se află un magnet sau chiar o bucată de fier?
5. Cum ați putea stringe pilitura de fier care s-a împrăștiat pe masă?
6. Într-o cutie de carton sînt închise mai multe obiecte, care la înclinarea cutiei se deplasează. Fără să deschideți cutia, cum ați putea dovedi că în ea se găsesc corpuri de fier?
7. Așezați un magnet pe un strat de pilitură de fier. Ridicați apoi

magnetul și încercați să înlăturați pilitura de pe magnet. Explicați din ce cauză nu o puteți înlătura pe toată.

8. Magnetizați o lamă de oțel cu lungimea de 20—30 cm. Apropiți-o apoi cu fiecare capăt de o grămăjoară cu pilitură de fier de bună calitate. După ce ambii poli au atras pilitură, curbați lama și apropiați polii magnetici pînă se ating (fig. 3.3.24). Observați ce se întîmplă și explicați cauza.

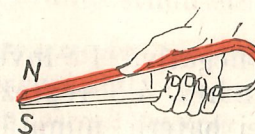


Fig. 3.3.24. La exercițiul 8.

9. Descrieți două procedee cu ajutorul cărora se pot determina polii unui magnet.



### 3. Curentul electric

Toți cunoașteți câte ceva despre curentul electric: îl folosiți permanent pentru iluminat, pentru a pune în funcțiune radioul, televizorul etc.

Tot mai des folosiți lanterne de diferite tipuri. Este deci necesar să aflați câteva lucruri simple referitoare la curentul electric.

**Bateria electrică.** Dacă examinăm o baterie, observăm că ea are două lame în dreptul cărora sînt marcate semnele + și - (fig. 3.3.25). Aceste lame sînt bornele bateriei: una este borna pozitivă, cea marcată cu plus, iar cea marcată cu minus este

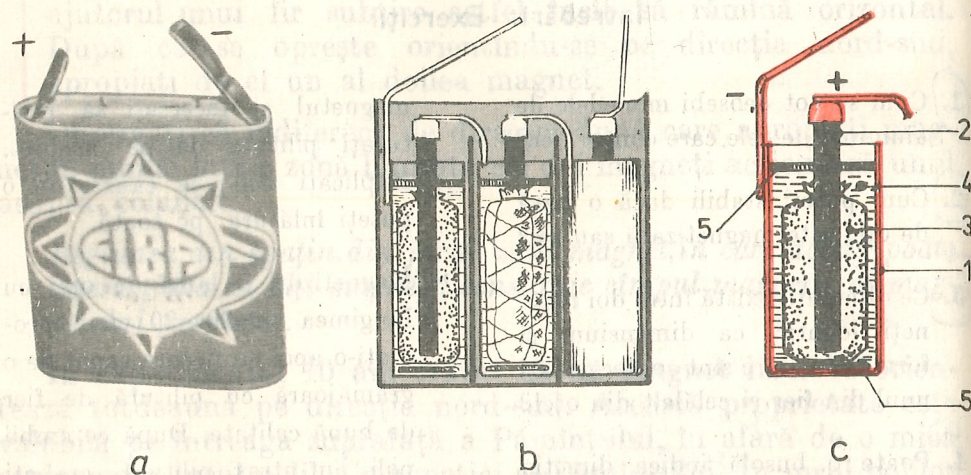


Fig. 3.3.25. Bateria electrică de 4,5 volți: a) fotografie; b) aspect interior; c) părți componente: (1) cilindru de zinc, (2) cărbune, (3) săculețul cu amestec de cărbune și bioxid de mangan, (4) soluție de clorură de amoniu și (5) smoală. Între zinc și clorura de amoniu au loc transformări în urma cărora zincul se încarcă negativ, iar cărbunele se încarcă pozitiv.

borna negativă. Pe învelișul de hirtie se remarcă inscripția 4,5 V. Însemnarea 4,5 reprezintă valoarea unei mărimi caracteristice fiecărei baterii, numită tensiune electrică. Litera V este notația prescurtată a unității de măsură pentru tensiunea electrică, unitate care se numește volt.

**Circuit electric.** Legați la bornele unei baterii, cu ajutorul a două fire conductoare, un bec electric (fig. 3.3.26). Observați că becul se aprinde imediat. Prin firele conductoare, prin filamentul becului și prin baterie trece un curent electric.

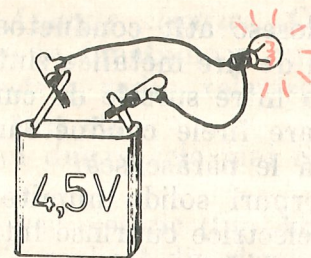


Fig. 3.3.26. Circuit închis.

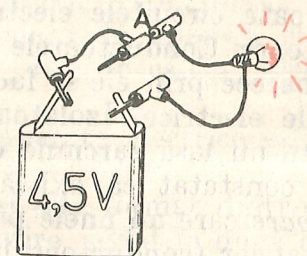


Fig. 3.3.27. Circuit închis pentru experimentul 15.

*Bateria, conductoarele de legătură și filamentul becului electric constituie un circuit electric.*

Circuitul prin care trece curentul electric se numește *circuit închis*. Desprindeți un conductor de legătură de la o bornă a bateriei. Constați că becul nu mai luminează. Prin circuit nu mai trece curentul electric. Spunem că în acest caz *circuitul este deschis*.

**Importanța conductoarelor și a izolatoarelor în circuitele electrice.**

**E** *Experimentul 15. a)* Realizați circuitul electric din figura 3.3.27. În punctul A al circuitului, faceți legătura între două fire conductoare, prin introducerea unei banane în lăcașul alteia. Observați că becul luminează. Prin circuit trece curentul electric.

*b)* Deschideți circuitul în A. Becul se stinge. Aproiați treptat una față de alta bananele celor două fire de legătură. Constați că atît timp cît bananele nu se ating, becul nu luminează. Aerul dintre ele este un izolator.

*c)* Intercați pe rînd în punctul A între cele două banane o gumă, o mină de creion, o bucată de hirtie, un capac metalic de pix sau de stilou, partea nemetalică a unui stilou etc.

Constați că *anumite corpuri sînt parcurse de curentul electric*, dovadă că becul luminează. Aceste corpuri sînt *conductoare*: metalele și mina de creion. *Alte corpuri nu permit trecerea curentului electric*. Aceste corpuri sînt *izolatoare*: guma (cauciucul), hirtia, partea nemetalică a stiloului (materialele plastice).

Experimentul 15 poate fi repetat prin introducerea bananelor celor două conductoare într-un vas cu apă. Se observă că becul luminează foarte slab iar dacă se dizolvă în apă sare, detergent sau săpun becul luminează mai puternic. Deci apa cu impurități este un bun conductor electric.



În toate circuitele electrice se folosesc atât conductoare cit și izolatoare. Conductoarele sub formă de fire metalice sînt necesare deoarece prin ele se face legătura între sursele de curent și aparatele electrice. Izolatoarele cu care firele conductoare sînt acoperite nu lasă sarcinile electrice să le părăsească.

S-a constatat că există unele corpuri solide numite *semi-conductoare* care au unele proprietăți electrice cuprinse între cele ale metalelor (conductoare) și cele ale izolatoarelor.

Acestea și-au găsit aplicabilitate practică la realizarea a numeroase dispozitive dintre care cele mai cunoscute sînt diodele și tranzistoarele. X

**Elemente de circuit.** a) *Generatoare.* Generatorul electric este aparatul care produce curent electric. Există multe feluri de generatoare electrice. Exemple: bateriile de 1,5 V, de 3 V, de 4,5 V și de 9 V; acumulatele electrice de diverse tipuri precum și generatoarele de mare putere folosite în centralele electrice.

În unele circuite se folosesc baterii sau acumulate electrice însă, în cele mai multe cazuri, aparatele electrice se conectează la prize. Priza nu este un generator electric. Ea este dispozitivul cu ajutorul căruia se stabilește legătura între un aparat electric (bec, radio, televizor etc.) și rețeaua electrică alimentată de generatorul de curent situat la centrala electrică. Nici alimen-

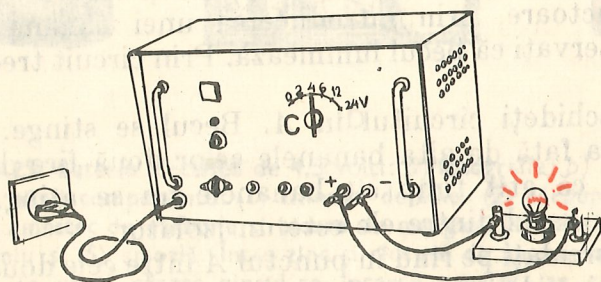


Fig. 3.3.28. Folosirea alimentatorului pentru a aprinde un bec de lanternă.

tatorul pe care-l veți folosi în laborator nu este un generator electric. El este un aparat care, conectat la priză, furnizează o tensiune electrică potrivită pentru experimentele care se fac în laborator. Prin schimbarea poziției întrerupătorului rotativ C, alimentatorul poate furniza tensiuni de 2, 4, 6, 12 și 24 de V (fig. 3.3.28).

b) *Conductoare de legătură.* Conductoarele sînt confecționate din fire metalice izolate și fac legătura între celelalte elemente de circuit.

c) *Aparate electrice.* Curentul electric este folosit pentru punerea în funcțiune a unui număr mare de aparate electrice: bec electric, radio, televizor, frigider, fier de călcat, mașină de spălat rufe etc.

Unul dintre cele mai răspândite aparate electrice este becul electric.

Un bec electric (fig. 3.3.29, a și b) este format dintr-un filament (2) realizat din sîrmă foarte subțire, sudat la două conduc-

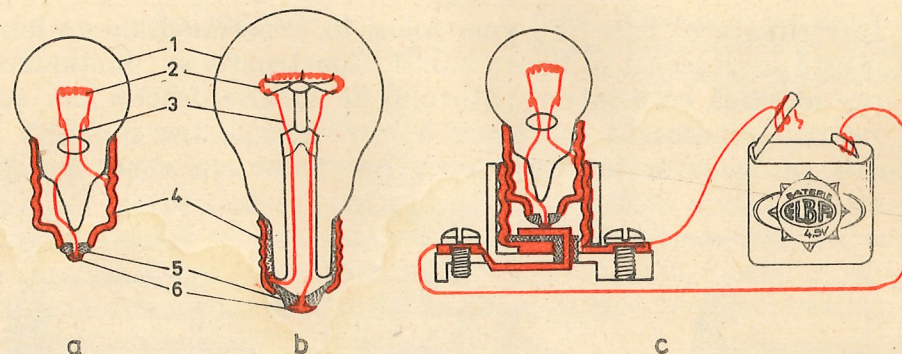


Fig. 3.3.29. Schema unui bec: a) bec de lanternă; b) bec folosit la iluminat; c) trecerea curentului electric prin conductoare, filament și baterie.

toare mai groase (3). Un conductor face legătura între filament și soclul becului (4), iar celălalt conductor face legătura între filament și vârful metalic (6). Vârful metalic (6) este izolat de partea filetată prin izolatorul (5). Filamentul este introdus într-un balon de sticlă (1) din care s-a scos aerul și s-a introdus un gaz care nu întretine arderea. Figurile 3.3.29, a și b prezintă schema unui bec de lanternă care funcționează la 4,5 V și a unui folosit pentru iluminat care funcționează la 220 V. Soclurile acestor becuri sînt prevăzute cu un filet pentru a putea fi montate în dulie.

d) *Întrerupătoare.* Închiderea și deschiderea circuitelor electrice se face cu ajutorul unor dispozitive numite întrerupătoare. Partea exterioară a oricărui întrerupător este confecționată din material izolator (ebonită sau material plastic).

Întrerupătorul de sonerie (fig. 3.3.30) este introdus în circuit prin intermediul a doi conductori (1). O lamă elastică (2) din metal menține între ei o anumită distanță. În cazul în care se apasă pe buton (3), lama se deformează, conductorii se ating și circuitul se închide. Dacă apăsarea încetează, lama își revine la forma și poziția inițială, circuitul se deschide și întrerupe funcționarea soneriei.



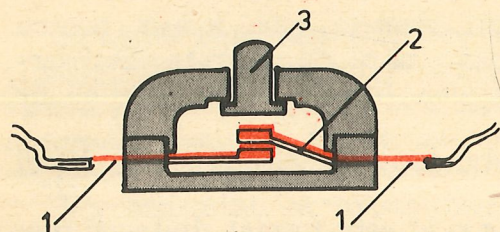


Fig. 3.3.30. Întrerupător de sonerie.

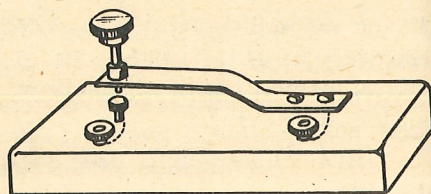


Fig. 3.3.31. Întrerupător din trusă.

Întrerupătorul pe care-l vom folosi în experimentele de laborator este reprezentat în figura 3.3.31. Construcția și funcționarea sa este identică cu a întrerupătorului de sonerie descris mai sus.

Pentru punerea în funcțiune a becurilor pentru iluminat se folosesc în general întrerupătoare prevăzute cu două poziții:

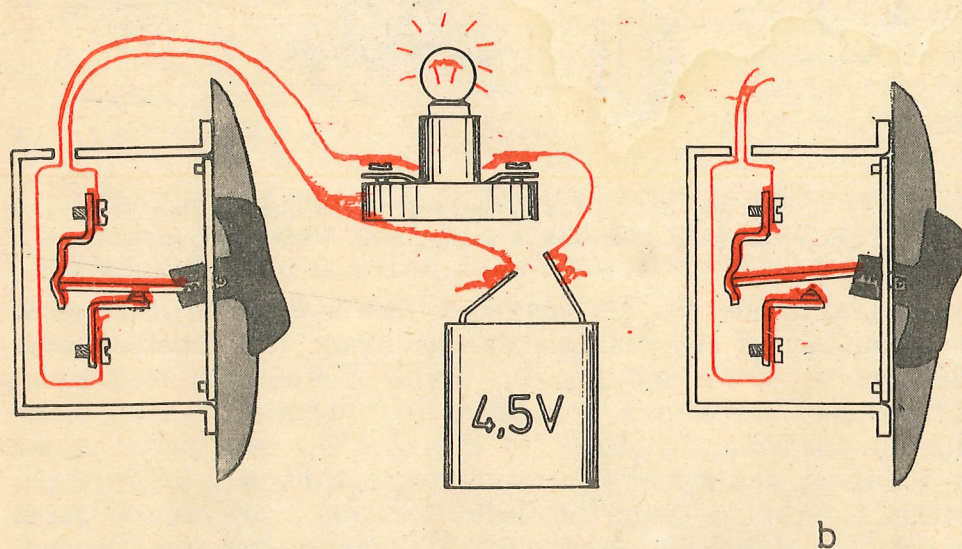


Fig. 3.3.32. Întrerupător de lumină: a) poziție închis; b) poziție deschis.

închis și deschis (fig. 3.3.32, a și b). Există și întrerupătoare rotative.

*Reprezentarea prin semne convenționale a unui circuit simplu.* Fiecare element de circuit poate fi reprezentat printr-un semn convențional indiferent de realizarea tehnică a acestuia și de materialul din care este confecționat. Semnele convenționale pentru baterie, bec și întrerupător sînt prezentate în figura 3.3.33. Conductorii de legătură se reprezintă convențional prin segmente de dreaptă.

În figura 3.3.34, a și b, se prezintă schema unui circuit simplu în cazul în care circuitul este închis și respectiv deschis.

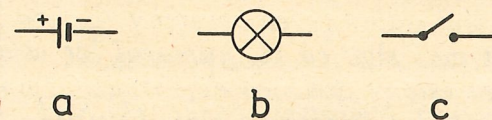


Fig. 3.3.33. Semne convenționale pentru elemente de circuit: a) generator; b) bec; c) întrerupător.

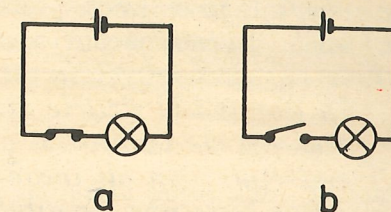


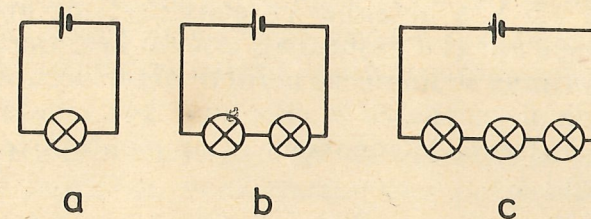
Fig. 3.3.34. Schema unui circuit electric simplu: a) circuit închis conținând generatorul, întrerupătorul, un bec și conductoare de legătură; b) același circuit dar deschis.

**Legarea becurilor în serie și în paralel.** Înainte de a realiza un montaj trebuie să aveți grijă ca tensiunea indicată pe balonul de sticlă sau pe soclul becului pe care-l folosiți să aibă aproximativ aceeași valoare cu cea indicată pe sursa de alimentare. În cazul în care tensiunea sursei este mult mai mare decât a becului, acesta este supratensionat și se arde. În cazul în care tensiunea este mult mai mică becul nu va funcționa bine.

a) Legarea becurilor în serie

**E** Experimentul 16. a) Pregătiți-vă trei becuri identice și apoi conectați, pe rînd, pe fiecare dintre ele la bornele unei baterii de 4,5 V ca în figura 3.3.35, a (se poate folosi ca sursă de curent și alimentatorul reglat la tensiunea de 4 V). Observați că fiecare dintre becuri luminează la fel de puternic.

Fig. 3.3.35. Legarea becurilor în serie: a) fiecare bec legat pe rînd, la baterie, emite o lumină la fel de intensă; b) două becuri legate în serie luminează mai slab; c) trei becuri legate în serie luminează foarte slab.



**E** b) Realizați montajul schematizat în figura 3.3.35, b, care cuprinde sursa de curent și două becuri legate unul după altul. În acest caz spunem că becurile sînt legate în serie. Observați că amîndouă becurile luminează mai slab decât în cazul precedent.

c) Realizați un nou montaj cu trei becuri legate în serie ca în figura 3.3.35, c.

Constatați că becurile luminează mult mai slab ca în cazurile precedente. Tensiunea de 4,5 V a bateriei, suficientă pentru un



bec devine prea mică pentru două sau mai multe becuri legate în serie. Aceste becuri sînt subtensionate.

*În iluminatul electric nu este indicată legarea becurilor în serie, deoarece ele luminează cu atît mai slab cu cît numărul lor este mai mare. Un alt inconvenient este și acela că defectîndu-se un bec se întrerupe circuitul scoțînd din funcțiune toate becurile.*

#### b) Legarea becurilor în paralel

**E** *Experimentul 17.* Folosiți aceleași elemente ca în experimentul 16 și realizați montajele reprezentate în figurile 3.3.36, a, b, c și d. În montajele b, c și d becurile sînt legate în paralel.

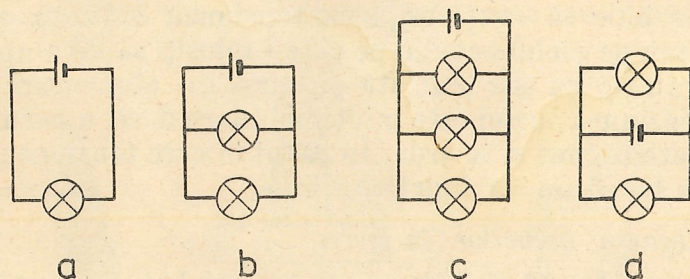


Fig. 3.3.36. Legarea becurilor în paralel. În montajele a, b, c și d becurile luminează la fel.

Constatați că toate becurile luminează la fel. Ele luminează la fel pentru că fiecare din aceste becuri este alimentat la tensiunea de 4,5 V a bateriei. Vă convingeți de acest lucru dacă în montajele b, c și d deșurubați cite un bec. Becurile rămase în montaje continuă să lumineze normal. Acest lucru era de așteptat deoarece prin deșurubarea a cite unui bec montajul b și montajul d se transformă în montajul a iar montajul c se transformă în montajul b.

Inconvenientele montajului în serie au dispărut, becurile rămîn adaptate la tensiunea bateriei oricare ar fi numărul lor și defectarea unui bec nu atrage după sine întreruperea circuitului.

*În instalațiile electrice de iluminat becurile sînt montate în paralel. În acest montaj becurile luminează normal indiferent de numărul lor.*

**Scurtcircuitul.** Legați un bec de lanternă la bornele unei baterii de 4,5 V. Veți constata că becul luminează normal. Dacă între bornele bateriei mai legați un conductor metalic ca în

figura 3.3.37, becul se stinge iar bateria se încălzește și în scurt timp se strică. Se spune că becul este scurtcircuitat. Curentul electric trece prin firul conductor dar nu mai trece prin filamentul becului.

**Observație.** Deoarece prin scurtcircuitare bateria se descarcă, se recomandă ca acest experiment să nu dureze decît foarte puțin timp. În astfel de experimente nu este indicat să se folosească ca sursă de curent alimentatorul didactic.

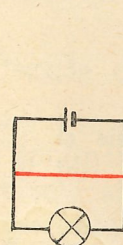


Fig. 3.3.37. Conductorul desenat pe figură cu roșu scurtcircuitază becul.

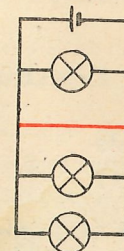


Fig. 3.3.38. Scurtcircuitarea becurilor legate în paralel.

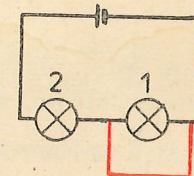


Fig. 3.3.39. Conductorul desenat pe figură cu roșu scurtcircuitază becul 1 din montajul serie.

Dacă într-un montaj în paralel legăm între ele, cu un fir conductor, bornele unui bec electric, ca în figura 3.3.38, toate becurile se sting și bateria se încălzește. Același lucru se întîmplă dacă se scurtcircuitază direct bateria.

Dacă într-un montaj în care sînt legate două becuri în serie se scurtcircuitază unul dintre ele ca în figura 3.3.39, celălalt emite mai multă lumină. Acesta este supratensionat și bateria se încălzește. Dacă se scurtcircuitază bateria, toate becurile se sting și bateria se încălzește.

*Un scurtcircuit este totdeauna periculos. El deteriorează sursele de curent și provoacă încălzirea conductoarelor care pot produce incendii.*

## Rezumat

Generatorul electric este aparatul care produce și menține între bornele lui o tensiune electrică.

Trecerea unui curent electric printr-un circuit poate fi pusă în evidență prin aprinderea unui bec care se află în circuitul respectiv.



Curentul electric nu poate să treacă decît atunci cînd circuitul este închis.

Un circuit simplu cuprinde următoarele elemente:

- o sursă de curent (baterie, acumulator etc.);
- un aparat electric (bec, sonerie, radio etc.);
- un element de comandă (întrerupător);
- elemente de legătură (fire conductoare izolate).

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Care este rolul unei surse de curent într-un circuit electric?

2. Pentru care motiv, înainte de a folosi un bec, trebuie să cunoaștem atît tensiunea lui de funcționare cît și cea a sursei?

3. Pentru ca un curent electric să treacă printr-un circuit, circuitul trebuie să fie deschis sau închis?

4. De ce nu se folosesc decît ocazional circuitele în serie?

5. Care sînt avantajele pe care le prezintă un circuit în paralel?

6. Există vreo diferență între circuitele *b* și *d* reprezentate în figura 3.3.36?

7. Spuneți în ce aparate portabile ați observat că se folosesc baterii electrice și ce fel de baterii? Un aparat portabil poate funcționa cu orice fel de baterie?

8. Care sînt felurile de becuri electrice pe care le-ați văzut în locuința voastră? Notați tensiunea lor de folosire.

9. Descrieți modul în care izbutesc vânzătorii să convingă clien-

ții că becurile și bateriile pe care le vînd sînt în stare de funcționare?

10. Realizați montajul din figura 3.3.40 și explicați următoarele: a) în ce condiții poate fi aprins becul  $B_1$  și în ce condiții becul  $B_2$ ; b) ce trebuie făcut pentru a aprinde simultan cele două becuri?

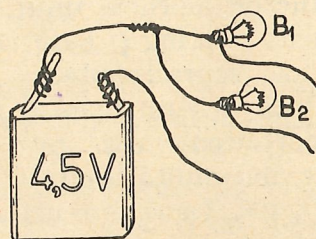


Fig. 3.3.40. La exercițiul 10.

11. Realizați întrerupătoare și dulii simple (din dopuri de plută sau din dopuri de plastic) pentru becuri de lanternă. Asigurați între conductori contacte bune și construiți lanterne.

12. Pentru iluminarea unui pom de iarnă s-a făcut un montaj în serie de 10 becuri a câte 26 V fiecare. Justificați dacă acest montaj poate fi alimentat la tensiunea de 220 V.

13. Realizați un circuit simplu format dintr-o baterie, un bec electric și fire conductoare. Pe o farfurie puneți cîteva picături de zeamă de lămîie. Deschideți circuitul. Introduceți în suc de lămîie capetele conductoarelor din locul în care ați întrerupt circuitul (aveți grijă ca

extremitățile conductoarelor să nu se atingă unul de altul). Constați că becul se aprinde. Înlocuiți suc de lămîie cu suc de mere, de roșii, de cartofi, sau alte lichide ca ulei, petrol, oțet etc. Repetați experimentul și notați apoi care lichide sînt conductoare.

### 4. Efectele curentului electric

La trecerea curentului electric printr-un circuit electric alcătuit din conductoare diferite apar simultan mai multe fenomene numite efecte ale curentului electric.

În experimentele care urmează se vor pune în evidență efectele electrotermic, magnetic și chimic.

#### Efectul electrotermic

**E** Experimentul 18. Realizați montajul din figura 3.3.35, *a*. La cîtva timp după ce becul se aprinde atingeți cu degetele balonul de sticlă al becului.

Balonul de sticlă al becului este cald. El primește căldură de la filamentul incandescent al becului. Filamentul se încălzește cînd trece curentul electric prin el.

*Trecerea curentului electric printr-un conductor este însoțită totdeauna de o degajare de căldură. Acesta este efectul electrotermic.*

Acest efect al curentului electric nu reprezintă o noutate pentru voi deoarece se aplică la construcția aparatelor electrocasnice utilizate ca surse de căldură: fier de călcat, reșou, radiator, fierbător electric, ciocan de lipit etc.

Toate conductoarele se încălzesc cînd sînt parcurse de curentul electric, însă nu se încălzesc în mod egal chiar dacă fac parte din același circuit. Încălzirea conductoarelor depinde de natura substanței din care sînt confecționate. Acest lucru poate fi pus în evidență prin introducerea într-un circuit a mai multor conductoare legate în serie, care au aceeași lungime și aceeași grosime, dar care sînt confecționate din substanțe diferite (cupru, aluminiu, nichelină, crom-nichel, fier etc.). După un anumit timp de la închiderea circuitului se constată că cel mai puțin se încălzesc conductoarele confecționate din cupru și aluminiu și se



încălesc foarte mult conductoarele confecționate din nichelină, crom-nichel, fier, tungsten etc. Din această cauză filamentul becului se face din tungsten, conductoarele folosite în aparatele de încălzit se fac din nichelină sau din crom-nichel și firele de legătură se fac din cupru sau din aluminiu.

Conductoarele confecționate din același material cu lungimi și grosimi diferite și care fac parte din același circuit se încălesc diferit. Se încălesc mai mult conductoarele mai subțiri și cu lungimi mai mari.

**Aplicații ale efectului electrotermic.** a) *Becul electric cu incandescență.* Un bec electric luminează prin incandescență dacă filamentul lui este încălzit prin efect termic pînă cînd emite o lumină foarte puternică, aproape albă. În acest caz temperatura filamentului este de aproximativ  $2\ 600^{\circ}\text{C}$ , lucru posibil deoarece filamentul este făcut din tungsten care se topește la o temperatură de aproape  $3\ 400^{\circ}\text{C}$ . Dacă filamentul becului ar fi încălzit la această temperatură în aer, din cauza oxigenului aflat în aer, el ar arde imediat. Din această cauză, se scoate din balon aerul și se introduce un anumit gaz care nu întreține arderea.

Știm cu toții că becurile pe care le folosim la iluminat nu luminează toate la fel. Un bec cu inscripția  $40\ \text{W}-220\ \text{V}$  luminează mult mai slab decît altul cu inscripția  $100\ \text{W}-220\ \text{V}$ . Însemnarea 40 și respectiv 100 reprezintă valoarea unei mărimi caracteristice, fiecărui aparat electric, numită putere electrică. Litera W este notația prescurtată a unității de măsură pentru putere, unitate care se numește watt.

Se înțelege că becul, care emite lumină puternică, are putere mare și prin urmare consumă multă energie electrică.

În iluminatul electric prin incandescență se risipește foarte multă energie electrică și treptat el va fi înlocuit cu un iluminat mai economic, iluminatul cu tuburi electroluminescente.

Deoarece sursele de energie sînt epuizabile se impune folosirea rațională a oricărui fel de energie. A folosi rațional iluminatul electric înseamnă a folosi becuri cu puteri potrivite pentru o iluminare normală și a nu le lăsa aprinse decît în caz de nevoie.

#### b) Siguranța fuzibilă

**E** *Experimentul 19.* Realizați un montaj format din alimentatorul didactic, un bec și conductoare de legătură. Între bananele a două conductoare legați un fir scurt și foarte subțire, de cupru neizolat. Cu ajutorul unui conductor cu banane (fig. 3.3.41) legați între ele bornele becului (scurtcircuitați becul).

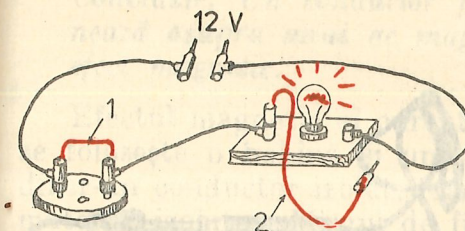


Fig. 3.3.41. Principiul de funcționare a siguranței fuzibile: (1) siguranță fuzibilă, (2) conductor pentru scurtcircuitarea becului.

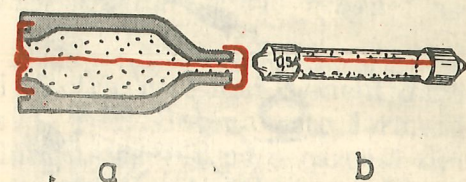


Fig. 3.3.42. Siguranțe fuzibile: a) siguranță folosită în instalația electrică; b) siguranță folosită la aparate electrice.

Observați că, într-un timp foarte scurt, firul subțire se înroșește și se topește. Circuitul electric este întrerupt. Acest conductor este un model de *siguranță fuzibilă*.

O siguranță fuzibilă este alcătuită dintr-un conductor subțire confecționat dintr-un anumit aliaj (fig. 3.3.42, a și b). În cazul unui scurtcircuit acest conductor se topește și întrerupe trecerea curentului electric. Siguranța defectă poate fi înlocuită cu una bună, numai după ce s-a înlăturat cauza care a produs scurtcircuitul.

*Siguranța fuzibilă protejează instalațiile electrice și aparatele electrice împotriva scurtcircuitelor și a unor încălziri periculoase a conductoarelor, datorită unui consum exagerat de energie.*

c) *Reșoul electric* este un aparat folosit pentru încălzirea și fierberea alimentelor (fig. 3.3.43). Reșoul este format dintr-un conductor de crom-nichel spiralat și plasat în șanțurile unei plăci de ceramică. Capetele acestui conductor sînt legate la lamele unei fișe.

Dacă se stabilește legătura între fișe și priză cu ajutorul unui cordon electric adecvat, firul de crom nichel se încălzește și poate atinge temperatura de aproximativ  $900^{\circ}\text{C}$ .

d) *Fierul de călcat.* La fierul de călcat conductorul care se încălzește pînă la temperatura de  $700^{\circ}\text{C}$  este plasat în interiorul

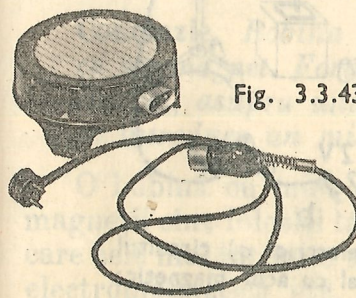
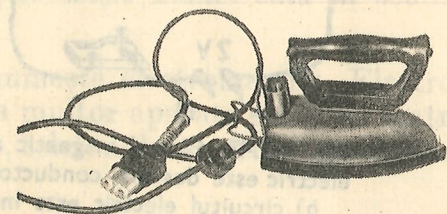


Fig. 3.3.43. Reșoul electric.



\* Fig. 3.3.44. Fierul de călcat.



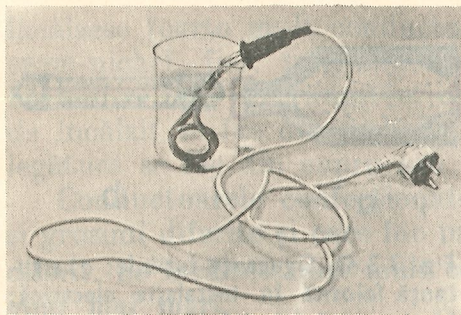


Fig. 3.3.45. Fierbător electric.

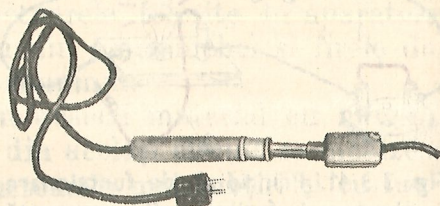


Fig. 3.3.46. Ciocan de lipit.

carcasei metalice. Căldura degajată la trecerea curentului electric este transmisă suprafeței inferioare care se folosește la netezirea rufelor (fig. 3.3.44). Cu un fier de călcat dotat cu un sistem de reglare a temperaturii în funcție de natura fibrei care trebuie călcată (în, bumbac, lână etc.), se face o substanțială economie de energie electrică.

e) Fierbătorul electric și ciocanul de lipit sînt reprezentate în figurile 3.3.45 și 3.3.46.

Diferite tipuri de aparate electrocasnice se fabrică la noi în țară la unități industriale ca: „Electro-Banat” din Timișoara, „Electro-Mureș” din Tg. Mureș, „Electro-Argeș” din Pitești etc.

### Efectul magnetic al curentului electric

**E** Experimentul 20. Reglați alimentatorul ca să furnizeze o tensiune de 2 V. Realizați apoi un circuit electric în așa fel ca o porțiune a conductorului să fie paralelă cu un ac magnetic. Închideți circuitul. Observați că acul magnetic deviază (fig. 3.3.47, a și b). Deschideți circuitul. Veți constata că acul magnetic se orientează din nou pe direcția nord-sud.

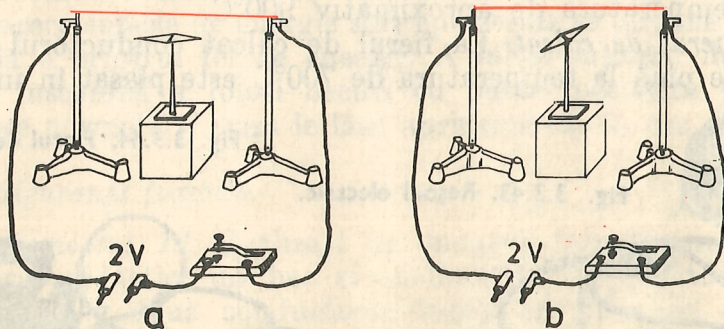


Fig. 3.3.47. Efectul magnetic al curentului electric: a) circuitul electric este deschis, conductorul este paralel cu acul magnetic; b) circuitul electric este închis, acul magnetic este deviat.

**Concluzie.** Un conductor parcurs de un curent electric acționează asupra unui ac magnetic. Curentul electric produce un efect magnetic.

Efectul magnetic al curentului electric este mai evident dacă se folosește o bobină și un miez de fier. Bobina este formată dintr-un conductor izolat, foarte lung înfășurat pe o carcasă din material izolator. Miezul de fier pe care îl veți folosi are formă de bară.

**E** Experimentul 21. a) La bornele alimentatorului reglat pentru tensiunea de 12 V legați o bobină. Închideți circuitul și apropiați bobina de o grămăjoară de cuie. Constatați că bobina atrage o parte din cuie (fig. 3.3.48, a). Deschideți circuitul. Cuiele cad.

b) Refaceți experimentul, apropiind de grămăjoara cu cuie celălalt capăt al bobinei. Constatați că și acest capăt atrage cuiele numai cînd circuitul electric este închis.

c) Introduceți în bobină miezul de fier și după ce închideți circuitul apropiați un capăt al bobinei de cuiele de fier. Constatați că în acest caz sînt atrase mai multe cuie (fig. 3.3.48, b). Dacă întrerupeți circuitul constatați că miezul de fier își pierde proprietățile magnetice și nu mai atrage cuie.

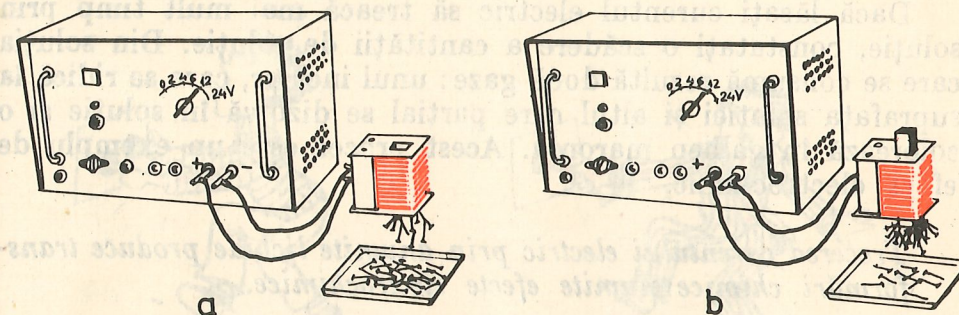


Fig. 3.3.48. a) Bobina parcursă de curentul electric se comportă ca un magnet; b) bobină cu miez de fier.

**Concluzie.** Bobina parcursă de un curent electric se comportă ca un magnet. Forța de atracție a bobinei, parcursă de curentul electric, asupra unui corp de fier crește atunci cînd în bobină se introduce un miez de fier.

O bobină cu miez de fier se numește electromagnet. Electromagnetii sînt folosiți la construcția multor aparate electrice dintre care cele mai întîlnite sînt: soneria, telefonul, telegraful, macaraua electromagnetică etc.



**Efectul electrochimic.** În urma experimentului 15 (pag. 95) care ne-a permis să clasificăm corpurile în conductoare și izolatoare am constatat că apa cu impurități este un conductor electric. Să examinăm ce se întâmplă în cazul în care un curent electric trece printr-o soluție de apă cu sare.

**E** *Experimentul 22.* La bornele alimentatorului reglat să funcționeze la tensiunea de 6 V, legați în serie un bec electric de lanternă și două conductoare de cărbune (din trusa de fizică) pe care le introduceți într-un vas care conține apă sărată. Închideți circuitul (fig. 3.3.49).

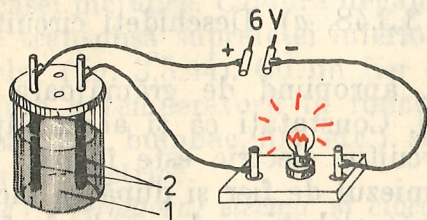


Fig. 3.3.49. Efectul electrochimic: (1) apă sărată, (2) baston de cărbune.

Observați că becul luminează, dovadă că prin apa sărată trece curentul electric. La contactul dintre apa sărată și conductoarele de cărbune apar bășicuțe mici de gaze.

Dacă lăsați curentul electric să treacă mai mult timp prin soluție, constatați o scădere a cantității de soluție. Din soluția care se consumă rezultă două gaze: unul incolor, care se ridică la suprafața soluției și altul care parțial se dizolvă în soluție și o colorează în galben maroniu. Acest proces este un exemplu de efect electrochimic.

*Trecerea curentului electric prin anumite lichide produce transformări chimice numite efecte electrochimice.*

Efectul electrochimic are aplicații importante în industrie. El se folosește la fabricarea aluminiului, la purificarea cuprului, la acoperirea metalelor oxidabile cu metale inoxidabile (nichelare, cromare, argintare, aurire etc.).

**Acțiunea curentului electric asupra corpului omenesc.** Corpul omenesc este un conductor. Este suficient ca două puncte oarecare ale corpului să intre în contact cu două puncte oarecare ale unui circuit electric pentru ca un curent electric să traverseze corpul. Trebuie știut în ce caz trecerea curentului electric este periculoasă pentru corpul omenesc și în ce caz nu este periculoasă.

Numeroase accidente au arătat că tensiunile periculoase pentru corpul omenesc, în locurile lipsite de umezeală, încep de la 50 V în sus. În locuri umede ca băi, spălătorii, bucătării etc., tensiunile periculoase încep de la 24 V în sus, deoarece prezența apei și a vaporilor de apă mărește mult pericolul.

În locuințe, prizele furnizează o tensiune de 220 V. Această tensiune depășește cu mult limita tensiunii periculoase. Accidentul provocat prin atingerea conductoarelor aflate sub tensiune periculoasă se numește electrocutare; el poate duce la un blocaj al respirației și chiar la oprirea inimii. Este un accident care poate provoca moartea.

Se pot evita contactele cu conductoarele aflate sub tensiune, dacă legarea aparatelor electrice la prize se face cu cordoane bune care au firele de legătură acoperite în întregime cu material izolator.

În figura 3.3.50, *a* și *b* se arată două cazuri de electrocutări din cauza imprudenței.

Pentru evitarea accidentelor survenite prin electrocutare generate de unele aparate electrice, care în timpul funcționării lor pot produce astfel de accidente, se folosesc legăturile la pământ.



a



b

Fig. 3.3.50. Electrocutări prin imprudență; a) scurtcircuitarea prizei cu degetele; b) atingerea unui conductor al prizei cu un cui metalic.

O priză legată la pământ are în afară de bornele legate la circuitul de alimentare încă două lamele care printr-un conductor se leagă direct la pământ. Un aparat legat la pământ are cordonul de alimentare compus din trei conductoare: cu două conductoare se închide circuitul electric iar cu al treilea conductor se face



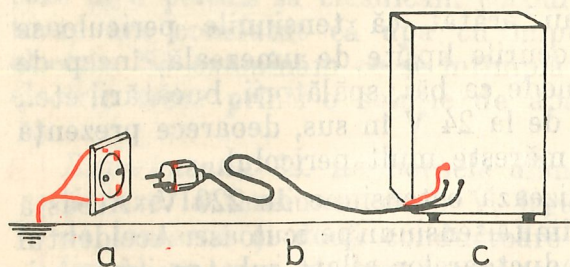


Fig. 3.3.51. Legături la pământ:  
a) priză legată la pământ; b) cordon cu trei conductori și fișe pentru legătura la pământ; c) aparat cu fir conductor legat la carcasa metalică.

legătura între carcasa metalică a aparatului și lamele prizei care sînt legate la pământ (fig. 3.3.51, a, b și c).

Pentru a înțelege avantajele conexiunii la pământ, să presupunem că, la un aparat, un conductor al circuitului electric atinge în urma unei defecțiuni carcasa metalică a aparatului. Se înțelege că dacă aparatul este legat la priză și carcasa metalică a lui e sub tensiune. Dacă cineva atinge acest aparat, curentul electric trece de la aparat la pământ prin corpul persoanei respective. Dacă același aparat are legătură la pământ și este alimentat la aceeași tensiune, sarcinile electrice de pe carcasa lui se scurg în pământ și corpul omenesc este în afară de orice pericol (fig. 3.3.52, a și b).

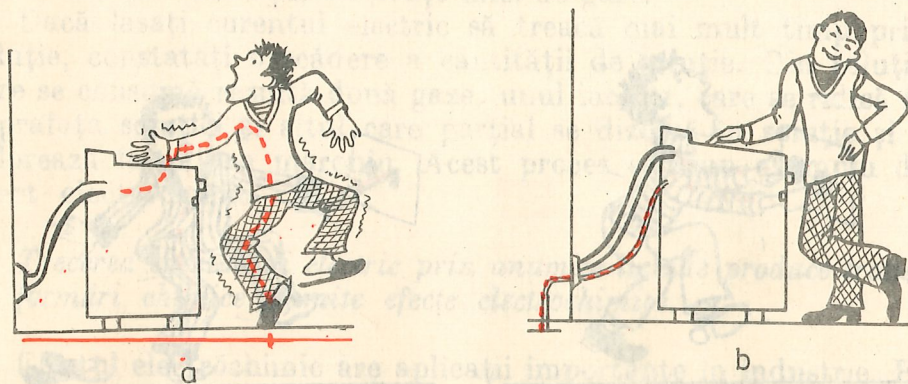


Fig. 3.3.52. Prevenirea accidentelor prin legarea aparatelor la pământ; a) din cauza unui aparat nelegat la pământ se poate produce electrocutarea; b) prin legarea aparatului la pământ se înlătură posibilitatea electrocutării.

**Observație.** În cazul în care priza nu are legătură la pământ, conductorul legat la carcasa aparatului se conectează la conducta de apă. Acest mod de legare la pământ este frecvent folosit atît în laborator cît și în gospodărie (exemplu mașina de spălat rufe).

**Sfaturi pentru prevenirea accidentelor produse de curentul electric.** În laborator și în ateliere, nu folosiți sursele de curent decît sub supravegherea profesorului sau a maestrului instructor.

Nu atingeți cu mîinile umede un aparat conectat la priză.

Nu demontați un aparat aflat sub tensiune.

Nu scoateți din priză un aparat aflat sub tensiune. Întrerupeți întîi circuitul, cu ajutorul întrerupătorului aparatului, prindeți apoi fișa cu mîna și trageți de fișă nu de cordon.

Nu călcați pe conductoarele aflate sub tensiune.

Nu atingeți stîlpii care susțin conductoarele electrice. Nu atingeți nici un loc pe care este marcat semnul pericol de electrocutare (fig. 3.3.53).

Nu atingeți conductoarele electrice rupte de vînt sau de furtună.



Fig. 3.3.53. Semnul convențional care avertizează pericoul de electrocutare.

## Rezumat

Trecerea curentului electric printr-un circuit poate fi pusă în evidență prin următoarele efecte produse de acesta:

- efectul electrotermic, care se manifestă prin încălzirea conductoarelor traversate de curentul electric;
- efectul electrochimic care constă în transformările chimice care se produc la trecerea curentului electric prin anumite lichide;
- efectul magnetic se manifestă prin interacțiunile dintre curentul electric și un magnet.

Curentul electric poate produce efecte dăunătoare asupra corpului omenesc dacă acesta este traversat de curenți electrice produși de tensiuni mai mari de 24 V în locuri umede și de 50 V, în locuri uscate.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. În ce condiții un electrician poartă mănuși de cauciuc și folosește scule (șurubelnițe, clești etc.) cu minere izolatoare?
2. Care este rolul siguranțelor fuzibile introduse în instalația electrică dintr-o locuință?
3. Din ce cauză, într-un circuit serie, nu toate conductoarele se încălzesc la fel?
4. Un conductor parcurs de un curent electric aflat în apropierea unei busole poate modifica direcția aceluia?



fica direcția nord-sud indicată de acul magnetic al acesteia?

5. Apa în care s-a dizolvat săpun sau detergent poate fi traversată de un curent electric?

6. Aveți în locuința voastră prize cu legătură la pământ? Întocmiți o listă cu aparatele electrice, care, în locuința voastră, sînt folosite cu legătură la pământ.

7. Din ce cauză conductoarele din siguranțele fuzibile sînt confecționate din aliaje care se topesc la temperaturi relativ mici?

8. De ce nu este permis să se instaleze în baie prize și întrerupătoare?

9. Dacă, în afară de filamentul becului electric cu incandescență, ați mai văzut vreun aparat electric la care conductorul care se înroșește este vizibil, descrieți acest aparat.

10. Descrieți cum s-ar putea determina polul nord al electromagnetului din figura 3.3.48, a.

11. Cu toate că degajarea de căldură în reșou, și în fierul de călcat electric se face continuu, temperatura lor nu crește nelimitat. Explicați de ce.

12. Observați și notați aparatele electrice din locuința voastră care la trecerea curentului electric se încălzesc.

13. Observați și notați puterea becurilor și a aparatelor care se folosesc în locuința voastră. Dacă vi se arde siguranța datorită unui consum mare de energie electrică, însumați puterea electrică a tuturor aparatelor folosite și formulați o ipoteză cu privire la întreruperea curentului în locuință.

### 3.4. Fenomene optice

#### 1. Surse de lumină. Corpuri transparente și corpuri opace

Observarea naturii într-o zi senină sau într-una cu ploaie, pe arșiță sau pe ger, în câmpii sau în păduri, ne oferă informații asupra lumii înconjurătoare, observațiile fiind posibile datorită luminii. Într-o cameră, în absența luminii, nu putem observa obiectele înconjurătoare, obiecte care devin vizibile prin aprinderea unui bec electric, a unei lanterne sau a unui simplu chibrit.

*Corpurile care produc și răspîndesc lumină le numim surse de lumină, iar pe cele care primesc lumină și o împrăstie mai mult sau mai puțin în jurul lor le numim corpuri luminate.*

Unele surse de lumină sînt create de om (surse artificiale) de exemplu: becul electric, chibritul, lampa de gaz, iar altele sînt creații ale naturii (surse naturale), de exemplu: Soarele, stelele, licuricii.

Mai cunoașteți și alte surse de lumină?

În experimentele pe care le veți efectua în laboratorul de fizică veți utiliza drept sursă de lumină o lampă de proiecție. Ea este formată dintr-un bec montat pe o tijă și introdus într-un tub metallic prevăzut cu o deschidere circulară (fig. 3.4.1). Lampa se montează pe un dispozitiv numit banc optic (fig. 3.4.2) iar becul se alimentează de la sursa de curent electric aflată în trusa de fizică.

Bancul optic este alcătuit din două trepiede (*T*) prinse printr-o tijă metalică (*t*) pe care pot lunea mai multe cleme de fixare (*c*).

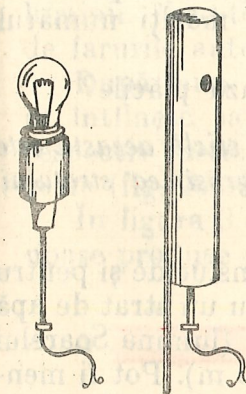


Fig. 3.4.1. Lampă de proiecție.

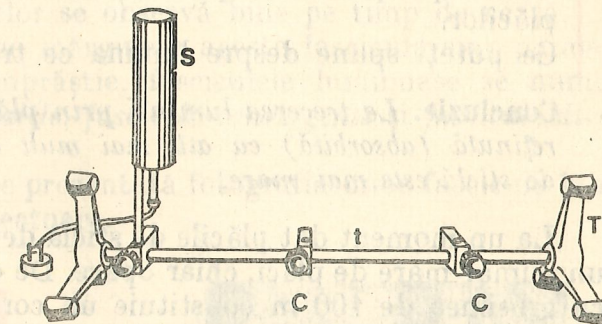


Fig. 3.4.2. Banc optic: trepid *T*; tijă bancului *t*; cleme de fixare *c*.

**E** Experimentul 1. Montați lampa de proiecție pe bancul optic, aprindeți becul și priviți-l pe rînd printr-o placă de sticlă, printr-un strat de apă și printr-o foieță de celofan. Ce observați?

**Concluzie.** *Lumina trece prin aceste corpuri și se distîng clar obiectele situate de cealaltă parte a lor.*

*Placa de sticlă, stratul de apă și foieța de celofan lăsînd lumina să le străbată și permițînd observarea corpurilor prin ele le numim corpuri transparente.*

**E** Experimentul 2. Încercați să priviți aceeași lampă de proiecție printr-o placă de lemn sau printr-o placă metalică. Mai poate fi observată lampa?

**Concluzie.** *Lumina nu trece prin aceste corpuri.*

*Placa de lemn și placa de metal sînt corpuri opace.*



- E** *Experimentul 3.* Utilizând același dispozitiv, încercați să priviți becul printr-o placă de sticlă mată sau printr-o foaie de hîrtie îmbibată în ulei.  
Ce se observă de această dată?

**Concluzie.** *Lumina trece prin aceste corpuri dar nu mai avem posibilitatea să identificăm corpurile situate de cealaltă parte. Sticla mată și hîrtia îmbibată în ulei le numim corpuri trans-lucide.*

- E** *Experimentul 4.* Priviți lampa de proiecție printr-o placă de sticlă, apoi prin două plăci și în continuare măriți numărul plăcilor.  
Ce puteți spune despre lumina ce traversează plăcile?

**Concluzie.** *La trecerea luminii prin plăcile de sticlă aceasta este reținută (absorbită) cu atît mai mult cu cît grosimea stratului de sticlă este mai mare.*

La un moment dat plăcile de sticlă devin trans-lucide și pentru un număr mare de plăci, chiar opace. De exemplu un strat de apă cu grosimea de 100 m constituie un corp opac (lumina Soarelui nu pătrunde în apă la adîncimi mai mari de 100 m). Pot fi menționate și metale care în condiții obișnuite sînt opace iar prin prelucrarea lor în foite subțiri devin transparente.

Deci nu putem vorbi de substanțe perfect transparente sau perfect opace.

## 2. Propagarea rectilinie a luminii. Fascicul luminos. Rază de lumină. Viteză de propagare.

- E** *Experimentul 5.* Montați lampa de proiecție pe bancul optic. Pe același banc fixați un paravan cu o deschidere circulară și un vas de sticlă (cuvă optică) în care să se găsească apă cu praf de cretă sau cu pulbere fină de aluminiu și aprindeți lampa (fig. 3.4.3).

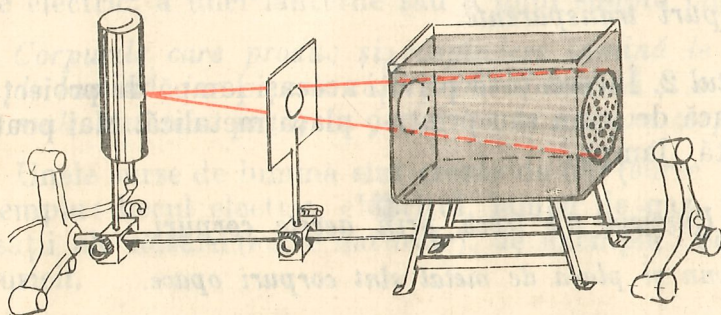


Fig. 3.4.3. Fascicul luminos.

Veți observa în interiorul apei o regiune luminoasă delimitată de linii drepte. În acest fel ați delimitat numai o parte din lumina provenită de la lampa de proiecție pe care o numim *fascicul luminos*.

- E** *Experimentul 6.* Montați pe bancul optic: lampa de proiecție, paravanul cu deschiderea circulară, în apropierea acestuia un ecran și aprindeți lampa.

Veți observa, pe ecran, o regiune luminoasă circulară. Introducerea unor particule fine de praf, fum sau apă face vizibil fasciculul luminos și evidențiază în acest fel propagarea rectilinie a luminii. Noaptea veți constata că fasciculele luminoase produse de farurile automobilelor se observă bine pe timp de ceață.

După cum liniile ce mărginesc aceste fascicule sînt paralele, se întîlnesc sau se împrăstie, fasciculele luminoase se numesc respectiv *fascicule paralele*, *fascicule convergente* și *fascicule divergente* (fig. 3.4.4).

În figura 3.4.5 este prezentată fotografia unor fascicule luminoase produse de proiectoare.

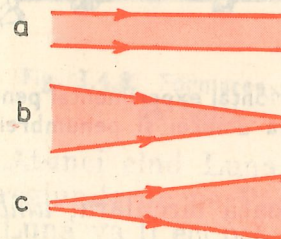


Fig. 3.4.4. Tipuri de fascicule luminoase: a) paralel; b) convergent; c) divergent.

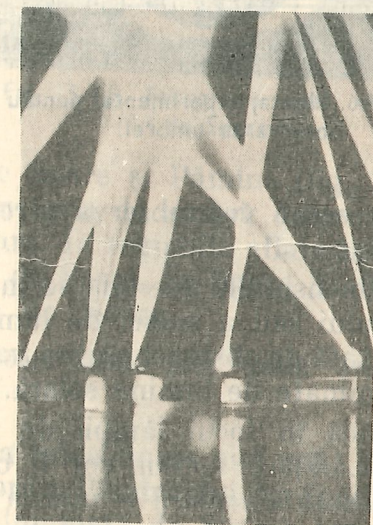


Fig. 3.4.5. Fotografia unor fascicule luminoase produse de proiectoare. →

Considerînd posibilă o reducere a dimensiunilor fasciculului luminos, cel mai fin fascicul pe care ni-l imaginăm îl numim *rază de lumină*, denumirea sugerînd propagarea rectilinie a luminii în medii omogene\*.

\* Mediul omogen este mediul pentru care toate punctele prezintă aceleași proprietăți.



Propagarea în linie dreaptă a luminii are numeroase aplicații în viața de toate zilele.

Putem menționa în acest sens trasarea unei linii drepte pe un teren prin dispunerea succesivă a unor repere (jaloane). De exemplu, pentru a trasa o linie dreaptă prin două puncte fixe marcate cu două jaloane, între ele se așază alte jaloane astfel încât acestea din urmă, privite de un observator să se găsească pe aceeași linie cu jaloanele inițiale.

**E** *Experimentul 7.* Fixați pe bancul optic o lampă de proiecție, un disc opac și un ecran astfel încât discul să fie în apropierea ecranului (fig. 3.4.6). Aprindeți lampa.

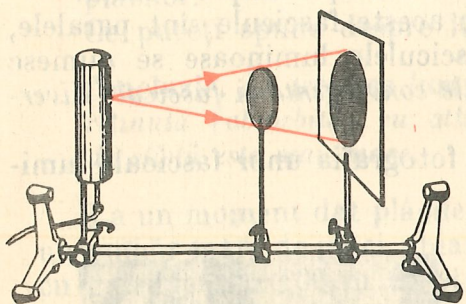


Fig. 3.4.6. Montaj experimental pentru observarea umbrei.

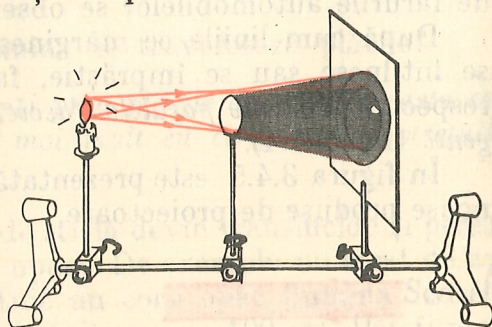


Fig. 3.4.7. Montaj experimental pentru observarea umbrei și penumbrei.

Pe ecran veți observa o regiune întunecată circulară, *umbra discului*.

Dimensiunile acesteia se modifică prin deplasarea discului, a ecranului sau a sursei de lumină. Dacă sursa este suficient de depărtată de obstacol umbra va fi bine conturată—cazul umbrelor determinate de lumina solară.

Dacă în locul lămpii de proiecție folosim un simplu bec (fig. 3.4.7), pe ecran vor fi observate două regiuni, o regiune întunecată circulară — umbra și o regiune înconjurătoare, mai puțin întunecată—*penumbra*.

Umbra însoțește orice obiect luminat.

Astfel în zilele cu soare puteți observa umbrele pomilor sau ale caselor, umbre care și modifică lungimea în timpul zilei. Cum puteți explica acest lucru?

Și voi puteți produce, după voie, pe un perete al unei camere diferite umbre. Astfel, dacă luați o sursă de lumină — un bec electric sau o luminare — și o așezați în fața unui perete alb, la o depărtare de 40—50 cm, potrivind un obiect între perete și

sursa de lumină puteți observa umbra acestuia. Dacă obiectul este o minge, pe perete apare o umbră circulară, iar dacă el este o cutie de chibrituri umbra va fi dreptunghiulară. Punând o placă de sticlă pe care ați desenat cu cerneală neagră o casă, umbra acestei case va apărea proiectată pe peret.

Pornind de la aceste constatări, s-au construit aparate pentru proiectarea pe perete a umbrelor diferitelor figuri desenate pe plăcuțe de sticlă sau pe foi transparente din materiale plastice.

Propagarea rectilinie a luminii, formarea umbrei și penumbrei explică eclipsele totale sau parțiale de Soare și de Lună.

Este cunoscut faptul că Luna are o mișcare de rotație în jurul Pământului și că Luna și Pământul se rotesc în jurul Soarelui.

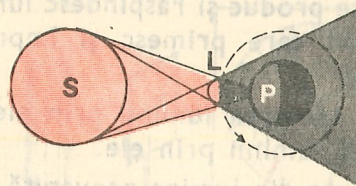


Fig. 3.4.8. Formarea eclipsei de Soare.

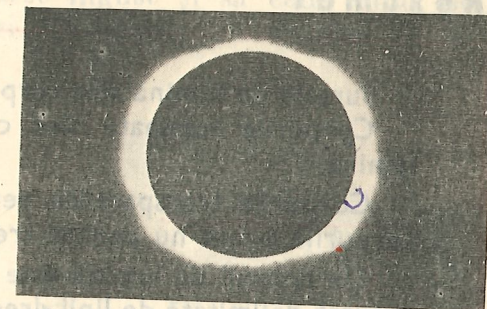


Fig. 3.4.9. Fotografia unei eclipse de Soare.

Atunci când Luna se află între Soare și Pământ (fig. 3.4.8) în regiunile de pe Pământ aflate în zona de umbră determinată de Lună va fi eclipsă totală de Soare. În regiunile aflate în zona de penumbră va fi eclipsă parțială de Soare. În figura 3.4.9 este prezentată fotografia unei eclipse de Soare.

*Recomandare.* Priviți eclipsa de Soare numai prin geam afumat, niciodată cu ochiul liber.

Atunci când Pământul se va afla între Soare și Lună, Luna fiind situată complet în zona de umbră a Pământului, va fi eclipsă totală de Lună (Luna nu mai este luminată de Soare), iar când Luna va fi situată parțial în zona de umbră, va fi eclipsă parțială de Lună.

Folosind observația că umbrele corpurilor în lumina solară se modifică pe parcursul zilei, veți putea construi un ceasornic solar, care să indice ora în funcție de poziția umbrei pe un cadran orizontal.

*Viteza luminii.* S-a constatat faptul că lumina, pentru a se propaga de la o sursă la un observator, are nevoie de un anumit



interval de timp și deci putem vorbi de viteza ei de propagare. În urma numeroaselor experimente de măsurare a acestei viteze (a căror dificultate a fost determinată de valoarea ei foarte mare), s-a stabilit că viteza de propagare a luminii în aer are valoarea de aproximativ 300 000 km/s, iar în alte medii transparente viteza se micșorează, depinzând de natura mediului.

Spre exemplu în apă ea este de aproximativ 225 000 km/s iar în sticlă de aproximativ 200 000 km/s.

## Rezumat

Sursele de lumină sînt corpuri ce produc și răspîndesc lumină. Corpurile luminate sînt corpuri care primesc și împrăstie lumina.

Corpurile transparente permit trecerea luminii prin ele, iar corpurile opace nu permit trecerea luminii prin ele.

Un fascicul de lumină este o parte din lumina provenită de la o sursă delimitată de linii drepte. El poate fi paralel, convergent sau divergent. Raza de lumină este o reprezentare a celui mai fin fascicul luminos. În medii omogene, lumina se propagă în linie dreaptă.

Viteza de propagare a luminii în aer este de aproximativ 300 000 km/s, iar în alte medii transparente are valori mai mici, ce depind de natura mediului.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Care din următoarele corpuri sînt surse de lumină și care sînt corpuri luminate: becul electric, oglinda, Luna, norii, licuricii?
2. Cum am putea verifica dacă rigla noastră este dreaptă?
3. La ce distanță se află Luna de Pămînt dacă lumina parcurge această distanță în 1,35 secunde?
4. Dacă distanța de la Soare la Pămînt este de 150 000 000 km, în cit timp va parcurge lumina această distanță?
5. Ținînd un deget ridicat în fața ochilor, la cîtiva decimetri și privind un obiect cu un singur ochi și apoi cu celălalt, veți constata o modificare a poziției obiectului față de deget. De ce?

## 3. Fenomenul de reflexie. Legea unghiurilor

Cu o suprafață lucioasă — o oglindă — puteți schimba, după voie, direcția fasciculelor luminoase. Priviți un fascicul luminos ce se propagă prin aer și întîlnește suprafața unei oglinzi. Veți constata că pe această suprafață fasciculul își schimbă direcția de propagare, rămînînd în același mediu. Fenomenul este cunoscut sub numele de *reflexia luminii*.

**E** *Experimentul 8.* Montați pe bancul optic o lampă de proiecție, un paravan cu o fantă (deschidere dreptunghiulară îngustă), un ecran prevăzut cu un disc gradat și o oglindă (fig. 3.4.10). Aprindeți becul și deplasați paravanul astfel încît fasciculul delimitat de fantă să fie foarte îngust și să cadă oblic pe oglindă sub diferite unghiuri. Observați cu atenție ce se întîmplă cu acest fascicul.

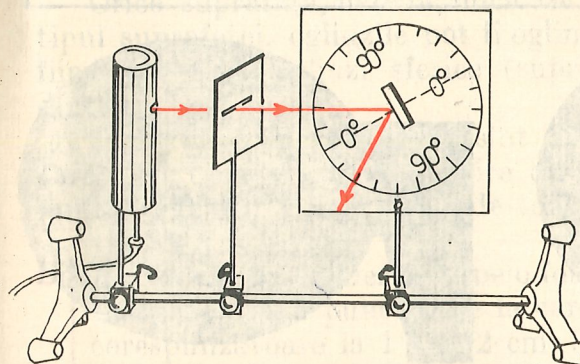


Fig. 3.4.10. Montaj experimental pentru observarea reflexiei luminii.

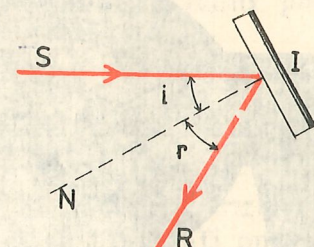


Fig. 3.4.11. Reprezentarea schematică a fenomenului de reflexie.

În figura 3.4.11, am reprezentat schematic fenomenul de reflexie, astfel:

- direcția fasciculului luminos ce întîlnește oglinda, numit *fascicul incident*, am reprezentat-o prin *raza incidentă SI*;
- punctul de intersecție al razei incidente cu suprafața oglinzii (*I*) îl numim *punct de incidență*;
- direcția fasciculului luminos ce pleacă de la oglindă, numit *fascicul reflectat*, am reprezentat-o prin *raza reflectată IR*;
- dreapta *NI*, perpendiculară pe planul oglinzii în punctul de incidență, o numim *normala la suprafața de reflexie*;
- unghiul format de raza incidentă *SI* cu normala la suprafața *NI* îl numim *unghi de incidență  $\hat{i}$* , iar unghiul format de raza reflectată cu aceeași normală la suprafața *NI* îl numim *unghi de reflexie  $\hat{r}$* .



Repetati experimentul 8 pentru diferite unghiuri de incidență și determinați unghiurile de reflexie corespunzătoare.

În figurile 3.4.12; 3.4.13 și 3.4.14 prezentăm fotografiile unui astfel de experiment pentru 3 unghiuri de incidență diferite. Rezultatele le-am trecut în tabelul care urmează.

| Figura | Unghiul de incidență ( $i$ ) | Unghiul de reflexie ( $r$ ) | Concluzia           |
|--------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 3.4.12 | 35°                          | 35°                         | $\hat{i} = \hat{r}$ |
| 3.4.13 | 20°                          | 20°                         | $\hat{i} = \hat{r}$ |
| 3.4.14 | 0°                           | 0°                          | $\hat{i} = \hat{r}$ |

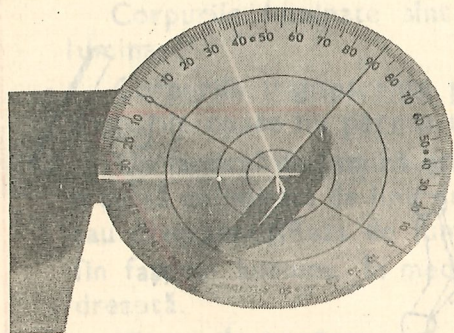


Fig. 3.4.12. Reflexie sub unghi de incidență de 35°.

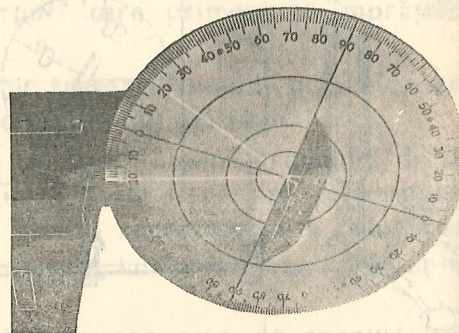


Fig. 3.4.13. Reflexie sub unghi de incidență de 20°.

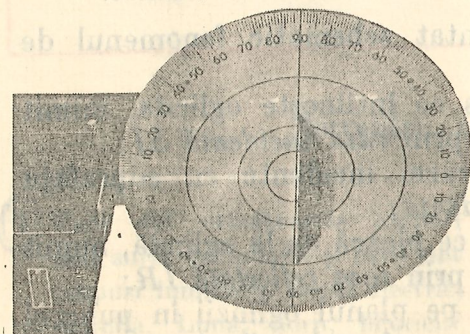


Fig. 3.4.14. La incidență normală, raza reflectată se întoarce pe același drum.

Adevărul pe care l-ați descoperit îl numim *legea unghiurilor* pentru fenomenul de reflexie.

**Unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență,  $\hat{r} = \hat{i}$ .**

Revenind la figura 3.4.11 să presupunem că lumina sosește la oglindă pe direcția  $RI$ . După legea reflexiei ea se va reflecta

pe direcția  $IS$ . Deci inversind sensul de propagare al luminii nu schimbăm cu nimic traseul acesteia.

Toate obiectele, transparente sau opace, reflectă o parte din lumina care cade pe ele. Cele mai multe suprafețe, datorită neregularităților, răspîndesc lumina în toate direcțiile, reflexia fiind numită *reflexie difuză*. Cu ajutorul luminii difuze putem vedea corpurile luminate, le putem observa forma și culoarea, le putem deosebi de obiectele înconjurătoare. Acesta este cazul materialelor de genul hîrtiei albe, materiale care dau o reflexie difuză.

#### 4. Oglinzi plane și oglinzi sferice

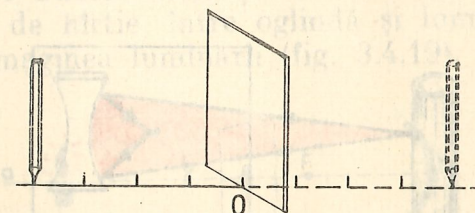
Metalele lustruite, suprafețele lichidelor reflectă mai bine lumina decît suprafețele ce prezintă neregularități.

Orice suprafață, netedă, lucioasă, se numește oglindă. După tipul suprafeței, oglinzile pot fi oglinzi plane (suprafața lucioasă fiind plană) și oglinzi sferice (suprafața lucioasă făcînd parte dintr-o sferă).

Oglinzile plane obișnuite sînt formate din plăci de sticlă pe care s-a depus un strat subțire de argint. Ele își găsesc foarte multe aplicații, atît în viața de toate zilele cît și în tehnică.

**E** *Experimentul 9.* Desenați pe o foaie de hîrtie o linie orizontală. Luați pe ea un punct  $O$ , de la care începeți să marcați punctele corespunzătoare la 1 cm, 2 cm, 3 cm și 4 cm. În punctul  $O$  perpendicular pe linia trasată și pe foaia de hîrtie, așezați o oglindă de buzunar (fig. 3.4.15). Priviți în oglindă imaginea vîrfului unui creion așezat pe a patra diviziune.

Fig. 3.4.15. Experiment pentru observarea imaginii într-o oglindă plană.



Veți observa că imaginea acestuia se formează în spatele oglinzii. Citiți diviziunea de pe imaginea riglei unde se vede imaginea vîrfului creionului și comparați-o cu diviziunea pe care se află vîrfurile creionului.

**Concluzie.** Imaginile obiectelor în oglinzi plane se formează în spatele acestora, la o distanță față de oglindă egală cu distanța



de la obiect la oglindă (imaginile sînt simetrice cu obiectele față de planul oglinzii).

Deoarece oglinda face ca razele reflectate să apară ca și cum ar veni de la imagine, deși în realitate ele nu vin de la imagine, spunem că în oglindă s-a format o imagine *virtuală*.

**E** *Experimentul 10.* Potrivii două oglinzi plane în așa fel încît să facă între ele un unghi de  $90^\circ$ . Așezați o monedă ca în figura 3.4.16 și priviți imaginea ei în cele două oglinzi.

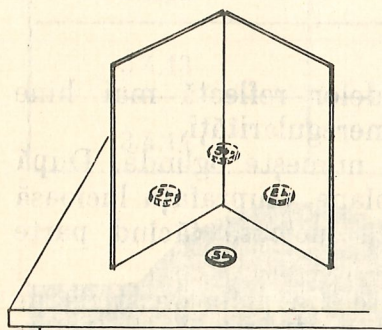


Fig. 3.4.16. Imaginile unei mone-de în două oglinzi plane per-pendiculare.

Veți observa 3 imagini. Dacă veți potrivi oglinzile în așa fel încît să facă un unghi de  $60^\circ$  între ele, veți vedea 5 imagini, numă-rul imaginilor crescînd odată cu micșorarea unghiului între oglinzi.

Oglinzile sferice, ale căror su-prafețe lucioase fac parte dintr-o sferă, pot fi de două tipuri: *oglinzi concave*, la care suprafața lucioasă este în interiorul sferei și *oglinzi convexe* care au partea lucioasă în exterior.

**E** *Experimentul 11.* Pe bancul optic așezați: lampa de proiecție, un ecran paralel cu tija bancului optic și o oglindă concavă (fig. 3.4.17, a). Oglinda concavă o obțineți prin lipirea unei

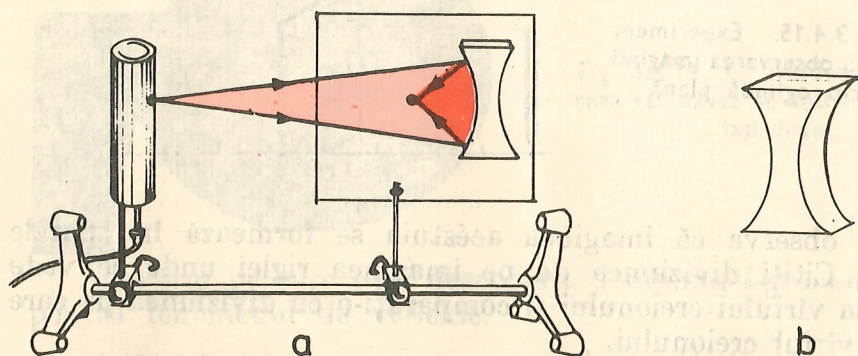


Fig. 3.4.17. Experiment pentru observarea reflexiei în oglinzi concave.

**E** foite de staniol bine întinsă pe o suprafață laterală a piesei de plexiglas din trusa de fizică, de forma celei din figura 3.4.17, b. Oglinda concavă trebuie fixată la o distanță destul de mare de lampa de proiecție, pentru ca fasciculul de lumină ce cade pe ea să poată fi aproape paralel. Aprindeți lampa și urmăriți ce se întîmplă cu fasciculul reflectat pe oglindă.

Veți constata faptul că după reflexie fasciculul luminos va fi un fascicul convergent.

Prin urmare oglinda concavă transformă un fascicul luminos paralel în fascicul convergent.

Elementele unei oglinzi sferice sînt ur-mătoarele (fig. 3.4.18):

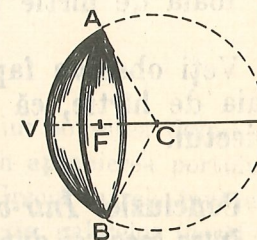


Fig. 3.4.18 Elementele unei oglinzi.

a) *centrul de curbura* al oglinzii (C) este centrul sferei din care face parte oglinda;

b) *vîrful oglinzii* este punctul V indicat în figura 3.4.18;

c) *axa optică principală* este dreapta ce trece prin vîrful oglinzii și prin centrul ei;

d) *focarul principal* al oglinzii (F) este un punct situat pe axa optică la jumătatea distanței între vîrf și centru. În el se întîlnesc razele care cad pe oglindă paralel cu axa optică principală;

e) *distanța focală* este distanța dintre focar și vîrful oglinzii.

Această distanță notată cu (f) este egală cu jumătate din lungimea razei sferei.

**E** *Experimentul 12.* Așezați o luminare la o distanță față de oglindă mai mare decît dublul distanței focale a acesteia. Deplasați o foaie albă de hîrtie, între oglindă și luminare, pînă observați pe ea imaginea luminării (fig. 3.4.19).

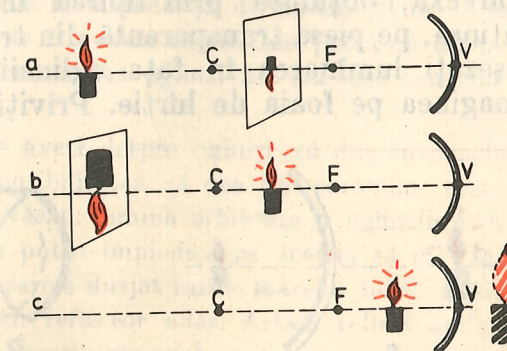


Fig. 3.4.19. Formarea imaginii într-o oglin-dă concavă.



Veți constata că imaginea luminării poate fi prinsă pe foaia de hîrtie (imagine reală) situată într-o anumită poziție, că ea este răsturnată și mai mică decît lumînarea (obiectul).

**Concluzie.** *Într-o oglindă concavă, imaginea unui obiect, situat la o distanță de oglindă mai mare decît dublul distanței focale, este reală, răsturnată și mai mică decît obiectul.*

**E** *Experimentul 13.* Repetați experimentul precedent așezînd lumînarea între focar și dublul distanței focale și deplasați foaia de hîrtie pînă cînd obțineți imaginea luminării.

Veți observa faptul că imaginea poate fi prinsă din nou pe foaia de hîrtie, că este răsturnată dar că este mai mare decît obiectul.

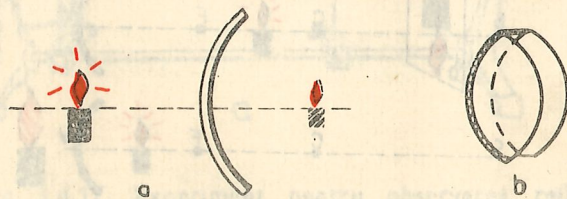
**Concluzie.** *Într-o oglindă concavă imaginea unui obiect situat între focar și dublul distanței focale este reală, răsturnată și mai mare decît obiectul.*

**E** *Experimentul 14.* Așezați lumînarea între focar și oglindă, deplasați foaia de hîrtie încercînd să obțineți imaginea luminării și apoi priviți în oglindă.

Veți constata că în acest caz imaginea nu mai poate fi prinsă pe foaia de hîrtie (spunem că este virtuală) și este mai mare decît obiectul.

**Concluzie.** *Într-o oglindă concavă, imaginea unui obiect situat între focar și oglindă este virtuală, nu este răsturnată (imagine dreaptă) și este mai mare decît obiectul.*

**E** *Experimentul 15.* În acest experiment veți folosi o oglindă convexă, obținută prin lipirea unei foițe de staniol bine întinsă, pe piesa transparentă din trusa de fizică (fig. 3.4.20). Așezați lumînarea în fața oglinzii și încercați să obțineți imaginea pe foaia de hîrtie. Priviți în oglindă.



3.4.20. Imaginea într-o oglindă convexă.

Veți constata faptul că imaginea nu poate fi prinsă pe foaia de hîrtie, că se formează în spatele oglinzii fiind mai mică și nerăsturnată.

**Concluzie.** *Într-o oglindă convexă imaginea unui obiect este virtuală, dreaptă și mai mică decît obiectul respectiv.*

## Lectură

### Oglinda lui Arhimede

Într-o carte a sa, renumitul istoric grec Polibius povestea despre o bătălie care a avut loc între romani și greci, în apropierea portului Siracuză, cu 200 ani î.e.n. Pe atunci, trăia în Grecia marele învățat Arhimede, care era foarte priceput în construcția galerelor (corăbii cu pinze și visle) și a fintinilor arteziene.

Deși era bătrîn, Arhimede a cerut să ia parte la luptă. Dar în loc de scut ori sulită, el a venit înarmat cu o placă de aramă scobită și lustruită pe o parte, o adevărată oglindă concavă.

Marea albastră, încinsă de soarele arzător de vară, legăna corăbiile flotei romane, care, cu pinzele umflate de vînt, se îndreptau amenințătoare spre port.

Deodată Arhimede, instalat pe mal, a rotit oglinda spre corabia din fruntea flotei romane, concentrînd razele Soarelui asupra ei. Corabia se lumină, pe punte se făcu vîlmășeală, războinicii aruncară scuturile din mîini și orbiți de lumină săriră speriați în apă. Pinza cea mare se înnegri și deodată fu cuprinsă de uriașe limbi de foc. Prima corabie romană luase foc. După ea au urmat celelalte pînă cînd flota romană se retrase învinsă din această luptă.

Desigur că această povestire are foarte puțin adevăr științific. Presupunînd corăbiile romane la o distanță de numai 20 m de mal, pentru a le aprinde, oglinda ar fi trebuit să aibă cel puțin un diametru de 10 m. Construcția unei asemenea oglinzi nu era însă posibilă pe vremea lui Arhimede.

Cunoștințele pe care le aveți despre oglinzi vă duc la concluzia că Arhimede nu a avut posibilitatea să dea foc corăbiilor romane, dar un lucru este totuși adevărat: lumina orbitoare a oglinzii și frica provocată de aceasta i-ar fi putut împiedica pe aceștia să mai lupte.

Arhimede a fost primul care a dirijat razele soarelui într-o anumită direcție, creînd astfel primul reflector solar. Astăzi reflectoarele folosesc ca surse de lumină becuri electrice puternice.



## Rezumat

Reflexia luminii este fenomenul prin care un fascicul luminos, întâlnind o suprafață de separare cu alt mediu, își schimbă direcția de propagare dar rămâne în același mediu.

La reflexie, unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență (legea unghiurilor).

Imaginea unui obiect într-o oglindă plană este simetrică cu acesta față de planul oglinzii și virtuală.

Într-o oglindă concavă, un obiect situat dincolo de dublul distanței focale dă o imagine reală, răsturnată și mai mică decât obiectul. Un obiect situat între focar și dublul distanței focale dă o imagine reală răsturnată și mai mare decât obiectul. Un obiect situat între focar și oglindă dă o imagine virtuală, dreaptă și mai mare decât obiectul.

Într-o oglindă convexă imaginile sînt virtuale; drepte și mai mici decât obiectele.

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Un fascicul luminos foarte îngust cade pe o oglindă plană sub un unghi de incidență de 30 grade. Ce valoare va avea unghiul format de fasciculul incident cu cel reflectat?
2. Ce valoare va trebui să aibă unghiul de incidență pentru ca fasciculul incident să fie perpendicular pe fasciculul reflectat?
3. Utilizîndu-se două oglinzi, să se imagineze un dispozitiv astfel încît, după a doua reflexie, fasciculul luminos să rămînă pe aceeași direcție dar să fie deplasat cu o anumită distanță (periscop).
4. Cum trebuie dispuse două oglinzi în interiorul unei cutii astfel încît fasciculul incident și cel reflectat să aibă direcția și sensul dat din figura 3.4.21?
5. Pe baza cunoștințelor despre reflexia luminii puteți construi un dispozitiv care să servească la obținerea motivelor de desen pentru picturi decorative, dispozitiv numit caleidoscop.

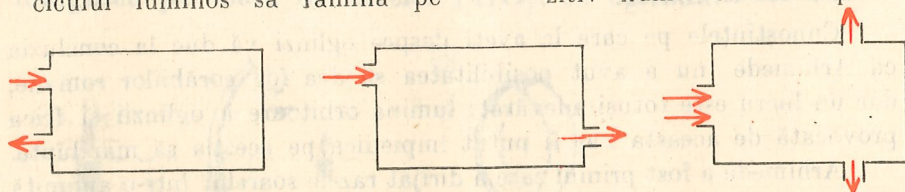


Fig. 3.4.21 Pentru problema 4.

Pentru acesta sînt necesare trei oglinzi dreptunghiulare lungi de 120 mm și late de 40 mm, un cilindru de carton lung de 140 mm și cu diametrul de 51 mm, trei triunghiuri echilaterale de sticlă și bucățele de sticlă divers colorate. Acestea se assemblează ca în figura 3.4.22, între triunghiurile apropiate introducîndu-se bucățele de sticlă. Ultimul triunghi este bine să fie din sticlă mată sau dacă nu aveți astfel

de sticlă, lipiți pe triunghiul din sticlă obișnuită hîrtie de calc. Pentru ca cilindrul să nu se deformeze, între el și oglinzi se introduce hîrtie.

Privind prin acest cilindru, datorită reflexiei pe cele trei oglinzi, veți observa diferite figuri geometrice care se modifică prin schimbarea poziției bucățelelor de sticlă din interior.

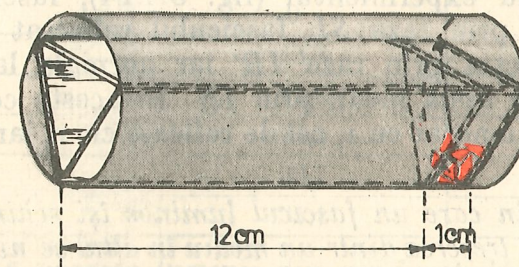


Fig. 3.4.22. Caleidoscop.

### 5. Fenomenul de refracție — indice de refracție

Ați observat faptul că lumina traversează medii transparente, că o vergea introdusă în apă pare frîntă la suprafața de separare cu aerul, că obiectele situate pe fundul unei ape limpezi par mai apropiate de suprafața apei.

Pentru a înțelege fenomenele ce au loc în aceste situații efectuați următorul experiment.

**E** *Experimentul 16.* Pe bancul optic instalați lampa de proiecție, o plăcuță cu fantă și o cuvă optică cu apă care să conțină pulbere fină de aluminiu sau praf de cretă. Paralel cu fasciculul luminos introduceți în apă un disc optic pînă la diametrul orizontal (fig. 3.4.23). Potriviti fanta astfel ca fasciculul luminos să cadă în centrul discului, pe suprafața apei.

Se observă că, la suprafața apei, fasciculul luminos suferă două fenomene; un fenomen de reflexie, determinat de schimbarea direcției fasciculului și rămînerea lui în același mediu ( $IR$ ) și un fenomen de refracție determinat de trecerea luminii din aer în apă ( $IR'$ ). Schimbarea direcției fasciculului luminos la trecerea



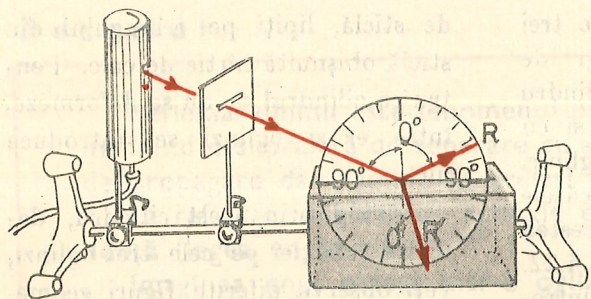


Fig. 3.4.23. Montaj experimental pentru observarea refracției luminii.

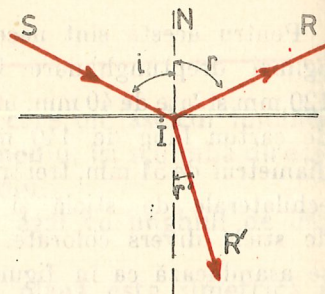


Fig. 3.4.24. Schema fenomenului de refracție.

din aer în apă este determinată de viteza de propagare diferită a luminii în cele două medii.

Schematizînd experimentul (fig. 3.4.24), fasciculul incident îl reprezentăm prin raza  $SI$ , fasciculul reflectat prin raza  $IR$ , fasciculul refractat prin raza  $IR'$  iar normala la suprafața de separare a celor două medii prin  $IN$ . În aceste condiții unghiul de incidență este notat cu  $i$ , cel de reflexie cu  $r$ , iar cel de refracție cu  $r'$ .

*Fenomenul în care un fascicul luminos își schimbă direcția de propagare la trecerea dintr-un mediu în altul se numește refracție.*

Pentru fiecare mediu transparent se poate defini un indice de refracție  $n$  ca fiind raportul între viteza de propagare a luminii în vid  $c$  și viteza luminii în mediul respectiv  $v$ :  $n = \frac{c}{v}$ .

Deoarece în vid și în aer viteza luminii este de aproximativ 300 000 km/s, în apă 225 000 km/s, iar în sticlă de aproximativ 200 000 km/s, indicii de refracție pentru aceste medii vor fi:

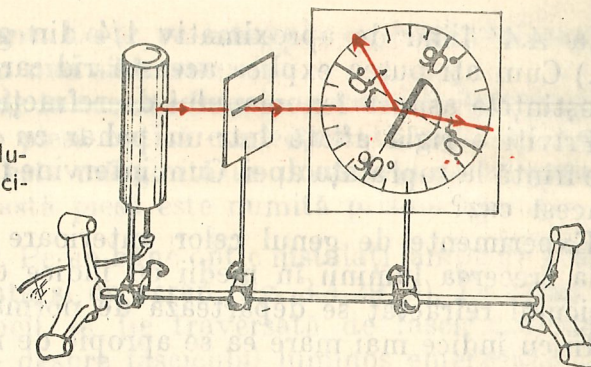
$$n_{\text{aer}} = \frac{c}{v_{\text{aer}}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{300\,000 \text{ km/s}} = 1;$$

$$n_{\text{apă}} = \frac{c}{v_{\text{apă}}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{225\,000 \text{ km/s}} = 1,33;$$

$$n_{\text{sticlă}} = \frac{c}{v_{\text{sticlă}}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{200\,000 \text{ km/s}} = 1,5.$$

**E** *Experimentul 17.* Așezați pe bancul optic lampa de proiecție, plăcuța cu fantă și discul optic prevăzut cu un semicilindru de sticlă așa cum se vede în figura 3.4.25. Aprindeți lampa de proiecție și rotiți discul împreună cu semicilindrul de sticlă astfel încît unghiul de incidență să aibă valorile  $0^\circ$ ;  $20^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $40^\circ$ ;  $50^\circ$  și  $60^\circ$ . Pentru fiecare caz notați valorile unghiului de refracție. Alcătuiți un tabel, astfel:

Fig. 3.4.25. Refracția luminii printr-un semicilindru de sticlă.



| Unghi de incidență $i$ (în grade) | Unghi de refracție $r'$ (în grade) | Raportul $i/r'$ |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| 0                                 | 0                                  | nedeterminat    |
| 20                                | 13,3                               | 1,50            |
| 30                                | 19,6                               | 1,53            |
| 40                                | 25,2                               | 1,59            |
| 50                                | 30,7                               | 1,63            |
| 60                                | 35,1                               | 1,71            |

**Concluzie.** La trecerea luminii din aer în sticlă ea își schimbă direcția de propagare astfel încît unghiul de refracție este mai mic decît cel de incidență. Dacă fasciculul incident este perpendicular pe suprafața de separare, el va trece în sticlă pe aceeași direcție.

Cunoscînd faptul că inversînd sensul de propagare a luminii nu schimbăm cu nimic traseul acesteia, ce puteți spune despre trecerea luminii din sticlă în aer?

Priviți de sus într-un vas cu apă, pe fundul căruia se află o monedă (fig. 3.4.26). Veți vedea imaginea acesteia în  $A'$ . (Dis-

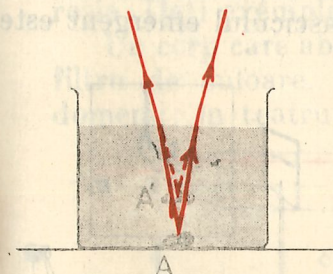


Fig. 3.4.26. Imaginea unei monede aflate într-un vas cu apă.

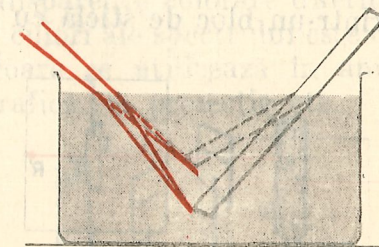


Fig. 3.4.27. O riglă aflată într-un vas cu apă pare frîntă la suprafața de separare.



tanța  $AA'$  fiind de aproximativ  $1/4$  din grosimea stratului de apă.) Cum ați putea explica această ridicare a imaginii utilizând cunoștințele asupra fenomenului de refracție?

Priviți o riglă aflată într-un pahar cu apă (fig. 3.4.27). Ea pare frântă la suprafața apei. Cum intervine fenomenul de refracție în acest caz?

Experimente de genul celor anterioare ne duc la concluzia că la trecerea luminii în medii cu indice de refracție mai mic, fasciculul refractat se depărtează de normală iar la trecerea în medii cu indice mai mare ea se apropie de normala la suprafață.

## 6. Refracția luminii printr-o lamă cu fețe plane și paralele

Ați observat o bucată dintr-un geam de sticlă și ați remarcat că este mărginită de două suprafețe plane și paralele. Ea constituie o lamă cu fețele plane și paralele. Să cercetăm cum trece lumina printr-o astfel de lamă.

**E** Experimentul 18. Montați pe bancul optic lampa de proiecție, plăcuța prevăzută cu o fantă și un ecran (fig. 3.4.28). Fixați pe ecran o lamă de plexiglas, la început cu fețele perpendiculare pe fasciculul (a) și apoi în așa fel încât fasciculul să cadă oblic pe lamă (b). Priviți apoi fasciculul luminos care iese din lamă — fasciculul emergent. Ce puteți spune despre direcția lui?

Traversând lama, fasciculul luminos suferă două refracții succesive, una la intrarea în lamă iar cealaltă la ieșirea din ea. Dacă lumina cade perpendicular pe lamă ea trece pe aceeași direcție iar dacă va cădea oblic, fasciculul emergent va fi deviat față de cel incident cu o anumită distanță și va fi paralel cu fasciculul incident.

## 7. Refracția luminii printr-o prismă optică

Ați constatat din experimentul anterior că, trimițând lumina printr-un bloc de sticlă cu fețe paralele, fasciculul emergent este

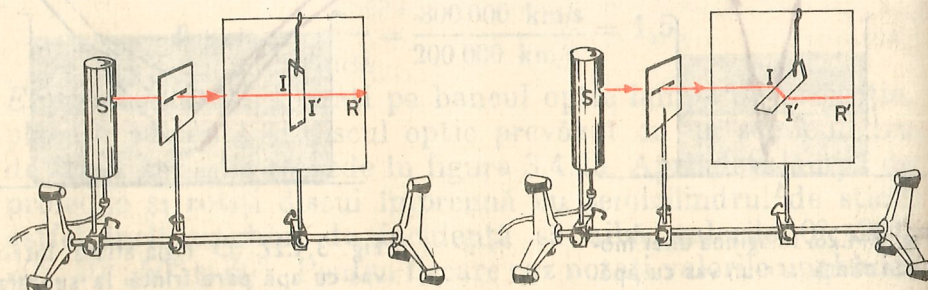


Fig. 3.4.28. Refracția într-o lamă cu fețele plane și paralele.

paralel cu cel incident. Ce se va întâmpla cu fasciculul emergent dacă fețele plane nu mai sînt paralele?

Pentru a răspunde la această întrebare vom efectua experiențe în care vom folosi o piesă optică confecționată dintr-un material transparent și care este mărginită de două fețe plane neparalele (fig. 3.4.29, a). Această piesă este numită prismă optică.

**E** Experimentul 19. Pe un banc optic instalați lampa de proiecție, plăcuța cu o fantă și un ecran (fig. 3.4.29, b). Pe ecran fixați prisma astfel încît să fie traversată de fasciculul luminos. Ce puteți spune despre fasciculul luminos emergent?

Veți constata faptul că fasciculul ce traversează prisma este deviat spre baza acesteia și că la ieșire din prismă fasciculul emergent este colorat. Din mulțimea culorilor distingem 7 culori principale (vezi planșa de la sfîrșitul manualului): roșu (deviat cel mai puțin), portocaliu, galben, verde, albastru, indigo și violet (deviat cel mai mult). Aceste culori sînt numite culori spectrale.

Lumina provenită de la lampa de proiecție sau de la Soare este numită lumină albă. În urma trecerii prin prismă această lumină albă este descompusă în lumină colorată în culorile spectrale.

## 8. Culoarea corpurilor

Trăim într-o lume cromatică, natura însăși prezentînd un veritabil belșug de culori. Culoarea corpurilor iluminate provine din modul în care acestea acționează asupra culorilor spectrale ce compun lumina albă.

Spre exemplu, pentru un corp transparent incolor (sticla incoloră) lumina emergentă are aceeași compoziție ca cea incidentă. Un corp transparent colorat în roșu absoarbe din lumina albă celelalte culori, lăsînd să treacă numai lumina de culoare roșie. Dați exemple de corpuri transparente colorate diferit.

Un corp care absoarbe anumite culori ale spectrului este numit filtru de culoare. Filtrele de culoare se utilizează în anumite domenii: în teatru, în arta fotografică, la proiecție etc.

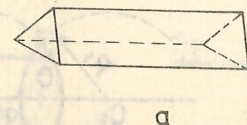
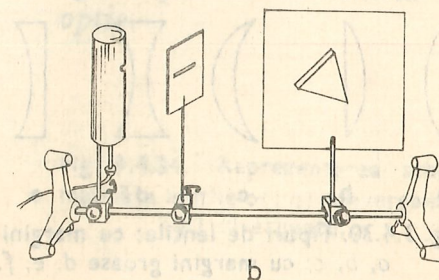


Fig. 3.4.29. a) Prismă optică; b) montaj experimental pentru observarea imaginii prin prismă.





Corpurile opace albe difuzează la fel toate culorile în timp ce corpurile opace colorate reflectă numai culoarea respectivă, celelalte culori fiind absorbite. Dați exemple de corpuri opace, colorate diferit.

Corpurile negre absorb lumina.

## 9. Refracția luminii prin lentile

De multe ori ați folosit diascopul pentru proiectarea unor diafilme sau diapozitive sau ați utilizat aparatul de fotografiat. De asemenea, la lecțiile de științele naturii, ați folosit lupa sau microscopul. Aceste instrumente optice au ca părți constitutive lentilele (lentile construite în majoritatea cazurilor din sticlă).

*Corpul transparent mărginit de două suprafețe sferice sau de o suprafață sferică și una plană este numit lentilă.*

În figura 3.4.30 sînt prezentate diferite tipuri de lentile, lentile cu margini subțiri  $a, b, c$  și lentile cu margini groase  $d, e$  și  $f$ . Elementele unei lentile sînt (fig. 3.4.31):

- a) centrele de curbura sînt centrele sferelor din care fac parte cele două fețe ale lentilei ( $C_1$  și  $C_2$ );
- b) razele de curbura ( $R_1$  și  $R_2$ );
- c) axa optică principală este dreapta ce trece prin cele două centre de curbura;
- d) focarele principale ale lentilei sînt două puncte ( $F_1$  și  $F_2$ ) situate pe axa optică principală de o parte și de alta a lentilei. Poziția lor pe axa optică va fi precizată după ce veți efectua experimentul 21.

**E** Experimentul 20. Montați pe bancul optic lampa, plăcuța cu trei fante și ecranul (fig. 3.4.32). Pe ecran fixați lentila din plexiglas care are ambele fețe curbate în exterior, astfel încît fasciculul luminos să cadă în partea centrală a lentilei. Observați comportarea fasciculului emergent. Repetați experimentul utilizînd o lentilă care are fețele curbate în interior (fig. 3.4.33).

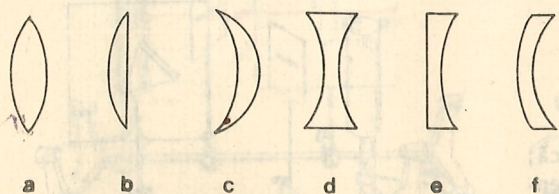


Fig. 3.4.30. Tipuri de lentile: cu margini subțiri  $a, b, c$ ; cu margini groase  $d, e, f$ .

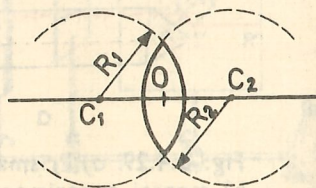


Fig. 3.4.31. Elementele unei lentile.

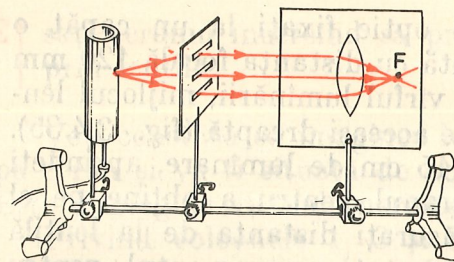


Fig. 3.4.32. Refracția luminii prin lentile convergente.

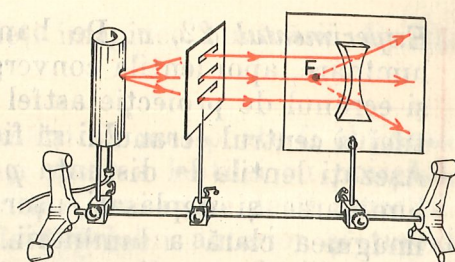


Fig. 3.4.33. Refracția luminii prin lentile divergente.

În primul caz, pe ecran, veți constata faptul că fasciculul emergent este convergent, se strînge într-un punct  $F$ , focarul lentilei (fig. 3.4.32), iar în al doilea caz fasciculul emergent se împrășteie, este divergent (fig. 3.4.33).

**Concluzie.** Unele lentile transformă un fascicul paralel într-un fascicul convergent și se numesc lentile convergente. Alte lentile transformă fasciculul paralel într-unul divergent și se numesc lentile divergente.

Lentilele a căror grosime măsurată pe axa principală este foarte mică în comparație cu lungimea razelor de curbura sînt numite lentile subțiri. Ele se reprezintă schematic ca în figura 3.4.34, punctul  $O$  fiind numit centrul optic al lentilei.

**E** Experimentul 21. Fixați pe bancul optic lampa de proiecție și la o distanță de 1,5 m de ea ecranul. Montați lentila convergentă pe care este scris  $F + 120$  într-un trepied și deplasați-o față de ecran pînă ce pe acesta obțineți un punct luminos focarul  $F$ . Măsurați distanța dintre lentilă și ecran cu ajutorul unei rigle. Această distanță este numită distanță focală și este notată cu  $f$ . Întoarceți lentila astfel ca lumina să cadă pe cealaltă față și măsurați din nou distanța focală.

**Concluzie.** O lentilă are două focare. Aceste două focare sînt egal depărtate de centrul ei optic.

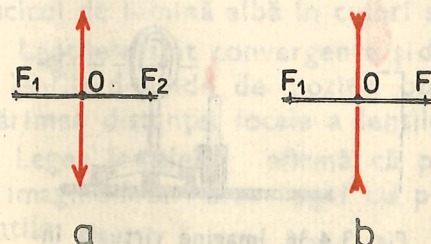


Fig. 3.4.34. Reprezentarea schematică a lentilelor: a) convergente; b) divergente.



**E** *Experimentul 22, a.* Pe bancul optic fixați la un capăt o luminare, apoi lentila convergentă cu distanța focală 120 mm și ecranul de proiecție astfel ca vârful luminării, mijlocul lentilei și centrul ecranului să fie pe aceeași dreaptă (fig. 3.4.35). Așezați lentila la distanța  $p = 15$  cm de luminare, aprindeți luminarea și deplasați ușor ecranul pentru a obține pe el imaginea clară a luminării. Măsurați distanța de la lentilă la ecran și notați-o cu  $p'$ . Repetați experimentul pentru  $p = 21$  cm și pentru  $p = 28$  cm, notați rezultatele măsurătorilor într-un tabel și efectuați calculele indicate. Observați de fiecare dată caracteristicile imaginii.

| Distanța<br>obiect-<br>lentilă<br>$p$ (cm) | Distanța<br>imagine<br>lentilă<br>$p'$ (cm) | Distanța<br>focală<br>$f$ (cm) | Distanța<br>obiect<br>focar<br>$d = p - f$ | Distanța<br>imagine<br>focar<br>$d' = p' - f$ | $d \cdot d'$<br>(cm <sup>2</sup> ) | $f^2$<br>(cm <sup>2</sup> ) | Natura<br>imaginii     |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 15                                         | 60                                          | 12                             | 3                                          | 48                                            | 144                                | 144                         | reală și<br>răsturnată |
| 21                                         | 28                                          | 12                             | 9                                          | 16                                            | 144                                | 144                         | reală și<br>răsturnată |
| 28                                         | 21                                          | 12                             | 16                                         | 9                                             | 144                                | 144                         | reală și<br>răsturnată |

Analizând datele din tabelul prezentat remarcăți egalitatea:

$$d \cdot d' = f^2.$$

Această egalitate reprezintă *legea lentilelor*.

**Produsul distanțelor de la obiect la focar și de la imagine la focar este egal cu pătratul distanței focale a lentilei.**

**E** *b)* Repetați experimentul precedent apropiind lentila la o distanță mai mică de 12 cm de luminare (fig. 3.4.36) și depla-

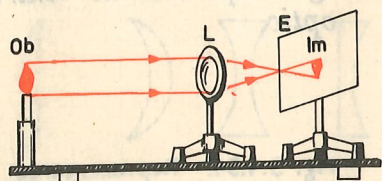


Fig. 3.4.35. Formarea imaginii într-o lentilă convergentă.

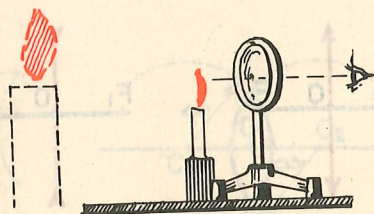


Fig. 3.4.36. Imagine virtuală într-o lentilă convergentă.

**E** sați ecranul încercând să prindeți imaginea luminării. Priviți prin lentilă.

Veți constata că imaginea luminării nu mai poate fi obținută pe ecran și va fi situată de aceeași parte a lentilei cu obiectul. Este o imagine virtuală nerăsturnată și mai mare decât obiectul.

Privind coloanele 1, 3 și 8 ale tabelului anterior și ținând cont și de constatarea de mai sus, ajungem la concluziile:

— *când obiectul este situat la o distanță de lentila convergentă mai mare decât distanța focală, imaginea lui este reală și răsturnată;*

— *când obiectul se află între focar și lentila convergentă, imaginea lui este virtuală dreaptă și mai mare decât obiectul.*

Înlocuind lentila convergentă cu una divergentă veți constata faptul că imaginea nu poate fi prinsă pe ecran, oricare ar fi distanța la care se află luminarea. Privind prin lentilă veți constata faptul că *imaginea dată de o lentilă divergentă este totdeauna virtuală, dreaptă și mai mică decât obiectul.*

## Rezumat

Refracția luminii este fenomenul prin care lumina trece dintr-un mediu transparent în alt mediu transparent, schimbându-și direcția de propagare.

Fiecare mediu transparent este caracterizat printr-un indice de refracție ( $n$ ) egal cu raportul între viteza luminii în vid și viteza luminii în mediul respectiv. La trecerea dintr-un mediu cu indice de refracție mai mic într-un mediu cu indice de refracție mai mare, fasciculul refractat se apropie de normala la suprafața de separare a celor două medii.

Trecând printr-o lamă cu fețele plane și paralele, fasciculul emergent rămâne paralel cu cel incident.

Prisma optică deviază un fascicul luminos și descompune un fascicul de lumină albă în culori spectrale.

Lentilele sînt convergente și divergente. Formarea imaginilor în lentile depinde de poziția obiectului față de lentilă și de mărimea distanței focale a lentilei.

Legea lentilelor afirmă că produsul distanțelor obiect-focar și imagine-focar este egal cu pătratul distanței focale a acelei lentile.



## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Figura 3.4.37 arată drumul parcurs de lumină la trecerea din aer în sticlă. În desen, sticla se află în partea dreaptă sau în cea stângă? Justificați afirmația.
2. Dacă valoarea indicelui de refracție al diamantului este 2,42 determinați viteza de propagare a luminii în acest mediu.
3. În figura 3.4.38 care din cele trei situații este posibilă, dacă considerăm că lumina trece din aer în apă?
4. Un scafandru privește din apă, de la o anumită adâncime, o pasăre. Va aprecia el corect înălțimea la care zboară pasărea? O va vedea mai jos decât se află ea în realitate sau mai sus? Argumentați răspunsul.
5. Care dintre cele două desene pentru refracția printr-o lamă cu fețele plane și paralele, din figura 3.4.39 este corect. Cum explicați?
6. În figura 3.4.40, un fasciul luminos paralel intră în fiecare cutie dinspre stnga. Arătați ce piesă optică ar trebui să fie în fiecare cutie astfel încât efectul final să fie cel arătat în figură.
7. În fața unei lentile convergente cu distanța focală de  $f = 10$  cm se așază o luminare la o distanță de 50 cm. La ce distanță de lentilă va trebui să așezăm un ecran pentru a obține pe el imaginea clară a flăcării luminării? Ce puteți spune despre caracteristicile imaginii.

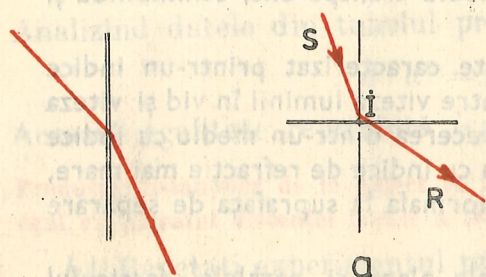


Fig. 3.4.37

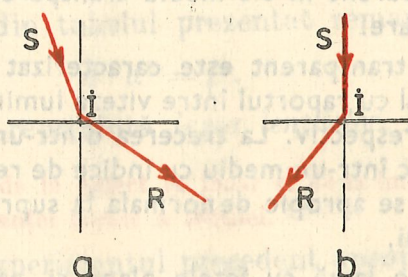


Fig. 3.4.38



C

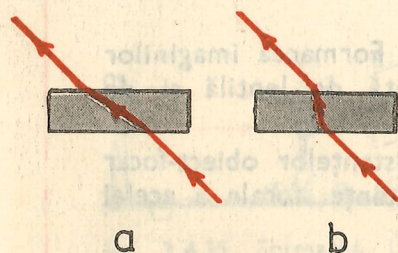


Fig. 3.4.39

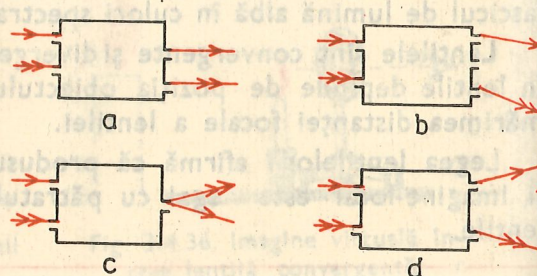


Fig. 3.4.40

