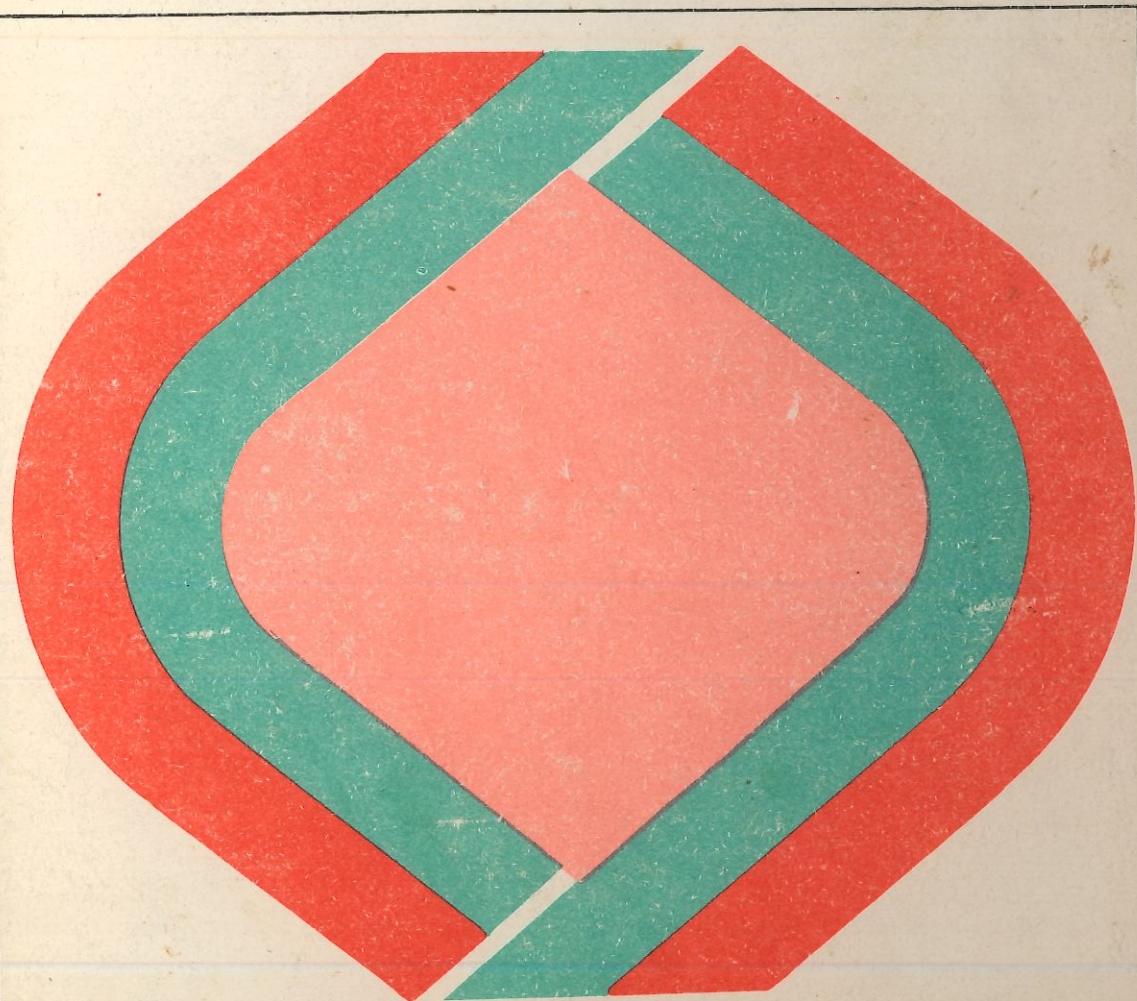


Lei 6,95

Editura didactică și pedagogică, București 1977



Iosif Barna

Ioan Popa

Fizica

Manual pentru

6

clasa a VI-a

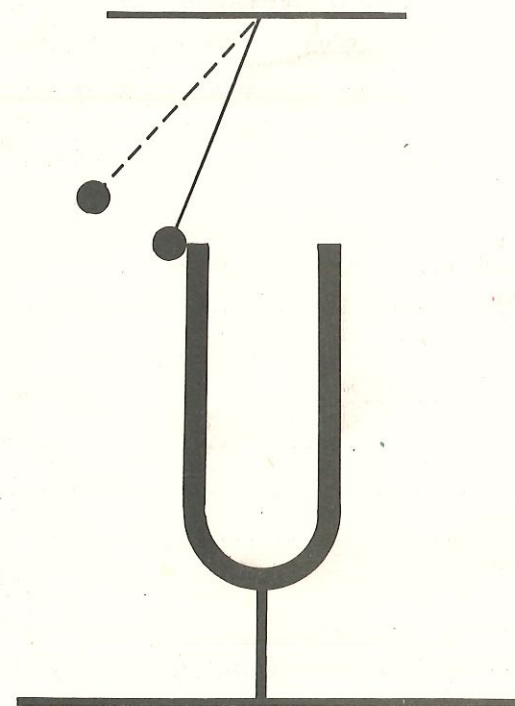


Iosif Barna

Ioan Popa

Fizica

Manual pentru clasa a VI-a



Editura Didactică și Pedagogică — București

Manualul a fost elaborat în anul 1974 pe baza programei aprobată de Ministerul Educației și Învățământului. Revizuit în anul 1976.

Cap. I—II au fost elaborate de prof. **Iosif Barna**
 Cap. III—IV au fost elaborate de prof. **Ioan Popa**

Referenți:

George Moisil prof. dr.
Iunian Chelu prof.

Redactor: **Elisabeta Mesaroș** prof.
 Tehnoredactor: **Ilinca Prosan**
 Coperta: **Victor Wegeman**

Tabla de materii

Introducere	5
I. Proprietăți fizice	
1. Cum se face o clasificare?	9
2. Stări de agregare	11
3. Proprietăți ale corpurilor lichide	12
4. Proprietăți ale corpurilor solide	14
5. Proprietăți ale corpurilor gazoase	17
II. Mărimi fizice	
1. Lungimea	24
2. Aria	33
3. Volumul	36
4. Durata	39
5. Forța	43
6. Greutatea	46
7. Forța elastică	48
8. Măsurarea forțelor	49
9. Masa	53
10. Densitatea	58
Text suplimentar: <i>Măsurarea în fizică</i>	63
III. Fenomene fizice	
1. Mișcarea și repausul	68
2. Mișcarea rectilinie și uniformă	72
Text suplimentar: <i>Studiul unei mișcări rectilinii uniforme</i>	78

3. Mișcarea variată	82
4. Mișcarea oscilatorie	86
5. Sunetul	91
6. Echilibrul corpurilor solide	95
7. Echilibrul lichidelor	98
8. Dilatația corpurilor	106
Text suplimentar: <i>Coeficientul de dilatație liniară</i>	113
9. Schimbarea stării de agregare	114
10. Magnetizarea	120
11. Electrizarea corpurilor	126
Lectură: <i>Dragomir Hurmuzescu</i>	133
12. Curentul electric	134
13. Lumina	142
IV. Obiectul și metodele fizicii	
1. Fizica — știință a naturii. Metoda experimentală	153
2. Fenomen fizic. Lege fizică	155

Introducere

Fizica s-a dezvoltat treptat din observațiile făcute de om asupra naturii, în dorința firească a acestuia de a înțelege și de a-și explica ceea ce se petrece în jurul său, în natură: de ce bate vântul, de ce cad fructele și frunzele, de ce plouă, de ce se topește zăpada, de ce au loc eclipsele de Lună și de Soare etc. Toate aceste schimbări care au loc în natură se numesc *fenomene*.

Deoarece în cadrul fizicii se studiază fenomene ale naturii, fizica este o știință a naturii.

Multe activități din viața de toate zilele sau din industrie, ca de exemplu topirea și prelucrarea metalelor, producerea curentului electric, deplasarea mașinilor și avioanelor au la bază fenomene care se studiază în cadrul fizicii.

Obiectele care intervin sau pot interveni în desfășurarea unui fenomen le numim *corpuri*. Ciocanul, creionul, mașina, aerul care în mișcarea sa formează vântul, mărul care cade și Pământul care-l atrage, toate acestea sînt exemple de corpuri. Puteți da și altele?

De existența corpurilor ne dăm seama în primul rînd cu ajutorul simțurilor noastre: *vedem* copacii și mașinile, *auzim* sunetul produs de apa care curge sau de vînt, simțim *mirosul* gazului scăpat dintr-o butelie, sesizăm prezența obiectelor într-o cameră întunecoasă cu ajutorul *pipăitului* etc. Unele corpuri foarte mici (fire de păr) sau foarte depărtate (stele) nu pot fi observate direct, ci numai cu ajutorul unor aparate.

Dacă avionul se poate menține în aer, deși frunza cade, aceasta se datorește faptului că oamenii nu s-au mulțumit doar cu observarea fenomenelor din natură: ei au *studiat* căderea corpurilor, *mișcarea* lor prin aer, *au stabilit legături* între aceste feno-

mene și au *aplicat practic* cunoștințele dobândite pentru a construi avioane. Tot pe baza cunoștințelor de fizică a fost posibilă și construirea celorlalte aparate și mașini de care ne folosim, precum și construirea de case și poduri, de centrale electrice, de nave cosmice și multe altele.

Pentru a înțelege și pentru a explica fenomenele care se petrec în jurul nostru, pentru a le utiliza în folosul omului, pentru a ne folosi de mașinile și aparatele existente și pentru a putea construi altele, e nevoie de cunoștințe de fizică obținute prin studierea unor fenomene.

Cum se studiază un fenomen? Să luăm de exemplu, căderea unui măr dintr-un pom. În primul rând va trebui să *observăm* cu atenție cum se desfășoară acest fenomen. Nu ne vom mulțumi să observăm însă fenomene care se petrec întâmplător (mărul nu cade când vrem noi!) ci vom reproduce fenomenul în laborator, adică vom efectua un *experiment*: lăsăm să cadă diferite corpuri (un măr, o gumă, o foaie de hârtie etc.). În cadrul experimentului va trebui să efectuăm *măsurători* (trebuie să măsurăm înălțimea de la care cade un corp, durata căderii etc.) și să deducem de aici o regulă, o *lege* după care se desfășoară fenomenul respectiv. Legea găsită pentru cazul unui corp (de pildă studiind cazul căderii pietrei) va trebui verificată în practică și în cazul altor corpuri.

Operațiile amintite le veți efectua mereu în studierea fenomenelor. De aceea este important să exersați de fiecare dată aceste operații în laborator, astfel încât să vă formați deprinderea de a observa cu atenție, de a măsura cu grijă, de a trage concluzii juste din experimentele pe care le efectuați.

Întrucât în desfășurarea oricărui fenomen intervin două sau mai multe corpuri, vom începe studiul fizicii prin studierea corpurilor. În natură există însă un număr extrem de mare de corpuri și de aceea nimeni nu poate studia amănunțit fiecare corp.

Dealtfel un corp poate fi studiat din foarte multe puncte de vedere. Pentru ușurința studiului este, de aceea, necesar să ne concentrăm atenția asupra anumitor aspecte, care ne interesează, pe care vrem să le studiem. De obicei realizăm o *clasificare* a corpurilor, adică o grupare a lor în *clase*, ținând seama de asemănările dintre ele, din punctele de vedere care ne interesează în studiul nostru.

Probleme

1. Dați exemple de corpuri de a căror existență ne dăm seama cu ajutorul văzului.
2. Cu ajutorul căror simțuri ne putem da seama de existența apei dintr-un vas?
Dar de existența aerului dintr-un balon umflat?
3. Dați exemple de fenomene de desfășurare a căroră ne dăm seama cu ajutorul auzului.
4. Numiți corpurile care participă la desfășurarea următoarelor fenomene: scrierea cu creionul; ruperea unui chibrit între degete; căderea unei frunze; topirea untului.
5. Dați exemple de fenomene care se petrec pe stradă, în drumul vostru spre școală și indicați corpurile care participă la desfășurarea fiecăruia dintre aceste fenomene.

Proprietăți fizice

1. Cum se face o clasificare?

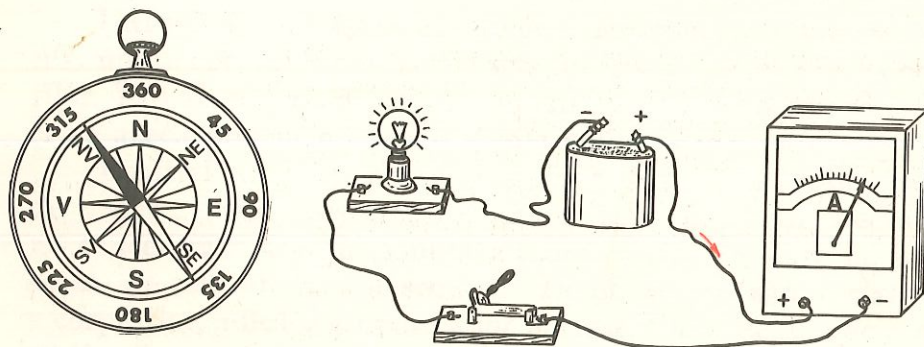
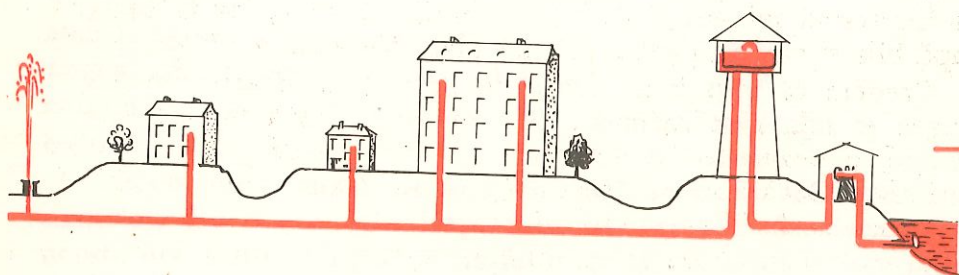
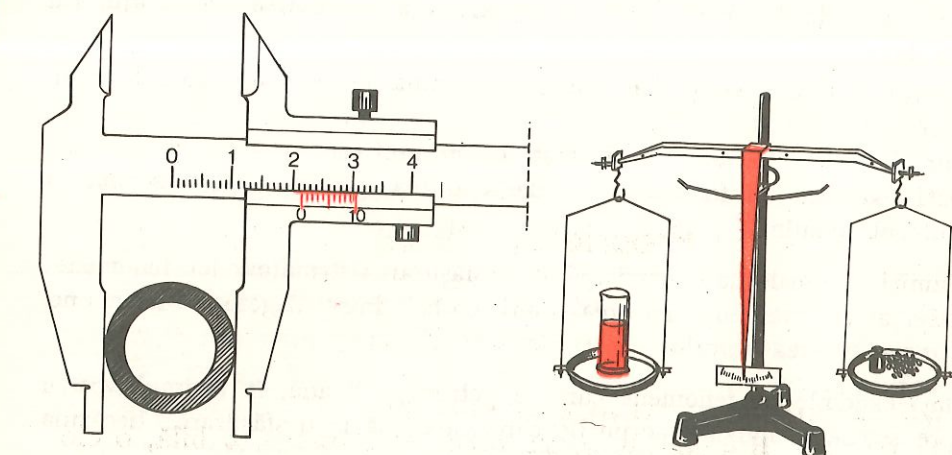
Vă propunem să fiți arbitrii unui joc.

Unor copii li s-au dat patru obiecte: o minge, o bilă, o ciocolată și o carte. Li s-a cerut apoi să grupeze aceste corpuri în două clase și să explice de ce le-au grupat așa. Primul copil a pus într-o clasă mingea și bila, pentru că sînt rotunde, iar în cealaltă clasă cartea și ciocolata, deoarece sînt plate. Al doilea a pus împreună mingea și ciocolata, fiindcă îi plac, iar în cealaltă grupă bila și cartea, pentru că nu-i plac! Voi cum ați fi procedat?

Credem că veți fi de acord cu prima clasificare. Faptul că mingea și bila sînt rotunde, deci au o anumită formă, este o însușire, o *proprietate* a acestora, și este aceeași pentru oricine le privește. Dacă însă un obiect place cuiva sau nu, aceasta depinde nu numai de însușirile obiectului respectiv, ci și de preferințele persoanei în cauză. De aceea, în clasificările pe care le vom face, vom ține seama numai de acele proprietăți ale corpurilor care sînt aceleași pentru oricine le observă.

Cînd facem o *anumită clasificare* a unor corpuri avem în vedere o anumită însușire, o *anumită proprietate*, pe care o are fiecare dintre corpurile încadrate în aceeași clasă. Proprietatea avută în vedere reprezintă pentru noi *criteriul* după care facem clasificarea. De exemplu, dacă într-o clasă de corpuri am cuprins un balon umflat, o minge și o bilă de rulment, am avut în vedere faptul că toate aceste corpuri sînt rotunde (sferice), deci am luat drept criteriu *forma* corpurilor. Proprietatea tuturor corpurilor din clasa respectivă (în exemplul nostru forma rotundă), prin care ele se aseamănă, este o *proprietate comună* a lor.

Încercați să găsiți proprietăți comune pentru unele dintre corpurile reprezentate în figura I.1. Folosiți o asemenea proprie-



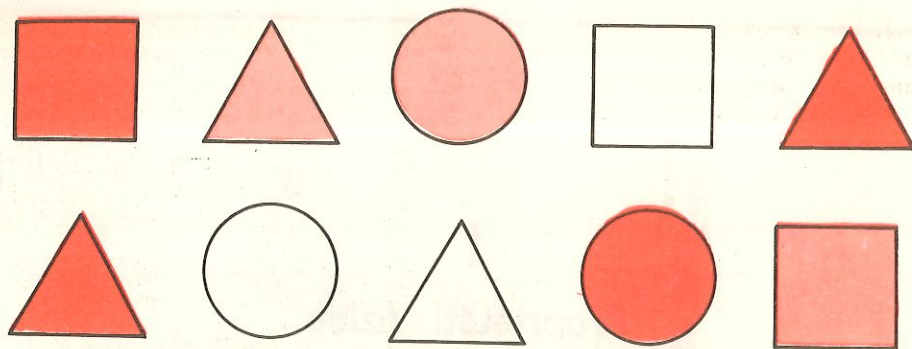


Fig. 1.1. După ce criterii pot fi clasificate aceste corpuri?

tate drept criteriu de clasificare. Observați că aveți mai multe posibilități de a clasifica aceste corpuri. Câte anume?

În figura 1.2 sînt reprezentate cîteva obiecte care intră în componența trusei de laborator pentru studiul fizicii. După ce criterii pot fi clasificate aceste corpuri?

Orice clasificare depinde de criteriul pe baza căruia a fost realizată.

Pe lângă proprietățile pe care le putem observa direct, corpurile au proprietăți care nu pot fi descoperite ușor, la prima vedere, ci în urma efectuării unor experimente. Vă propunem, deci, realizarea unor experimente simple în urma cărora veți putea realiza o clasificare a unor corpuri.

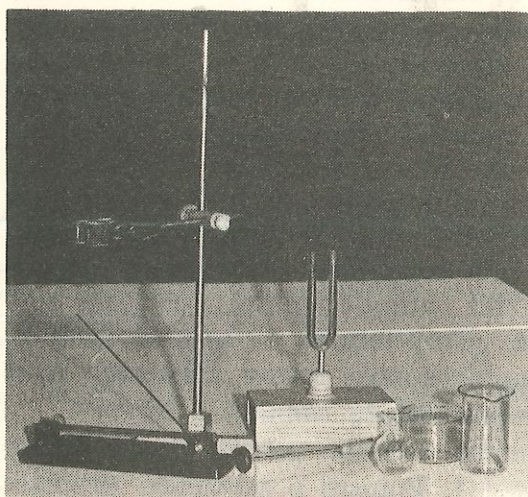
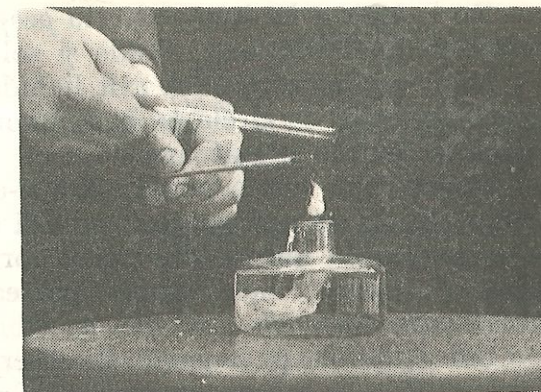


Fig. 1.2. Clasificați corpurile din această ilustrație pe baza unei proprietăți.

Fig. 1.3. Experimentul ilustrat aici permite descoperirea unei anumite proprietăți. Care anume?



1. Țineți o vergea de sticlă cîtva timp cu un capăt într-o flacără! Faceți același lucru cu o vergea de metal (fig. 1.3). Ce observați? Continuați experimentul folosind vergele din metale diferite.

Puteți realiza o clasificare a corpurilor pe care le-ați încercat astfel, folosind drept criteriu proprietatea observată? Are oare importanță practică această proprietate? Puteți spune acum de ce mînerul unor obiecte metalice care trebuie încălzite (fier de călcat, ciocan de lipit) nu se fac tot din metal?

2. Puneți într-un vas cu apă diferite corpuri mici: bucățele de lemn, cioburi de sticlă, pietricele, boabe de grâu, bucățele de hîrtie și altele și realizați o clasificare a acestora pe baza proprietății pe care o observați în urma acestui experiment.

2. Stări de agregare

V-ați jucat, desigur, cu vaporeșe de hîrtie, pe care le-ați pus pe apa unui rîu și v-ați distrat urmărindu-le mișcarea. Împreună cu alte obiecte (frunze) care mai pluteau pe apă ele se deplasau atît față de mal cît și unele față de altele. Ați putut observa, de asemenea, mișcarea unor frunze, fulgi sau bucățele de hîrtie în bătaia vîntului. Mișcarea lor este determinată de mișcarea straturilor de aer.

Aceste observații permit descoperirea unei proprietăți pe care o are atît apa cît și aerul: proprietatea de a *curge*.

Corpurile care au proprietatea de a curge se numesc corpuri fluide (fluid vine de la cuvîntul latin „fluo” — a curge).

Nu toate corpurile au această proprietate. Corpurile care nu au această proprietate se numesc *solide*.

Deci, dacă se ia drept criteriu *proprietatea de curgere* corpurile se împart în două clase: fluide și solide.

În clasa fluidelor intră atât lichidele cât și gazele. Acestea se deosebesc unele de altele pe baza unor proprietăți pe care le veți studia în lecțiile următoare.

Puneți apă într-o sticlă, fără s-o umpleți și astupați-o cu un dop. Sticla cu apă poate fi privită atât ca un singur corp cât și ca un ansamblu format din patru corpuri: sticla, apa din sticlă, dopul și... aerul care umple partea din sticlă în care nu se găsește apă.

Culcați sticla pe o parte și observați schimbările care s-au petrecut la cele patru corpuri: unele nu și-au schimbat forma (sticla, dopul), altele capătă prin curgere alte forme (apa și aerul din sticlă). Sticla și dopul care nu au proprietatea de a curge se găsesc în stare solidă, în timp ce apa și aerul din sticlă se găsesc în stare fluidă.

Stările: solidă, lichidă și gazoasă se numesc stări de agregare.

Creionul, guma, cheia sînt exemple de corpuri solide.

Puteți da exemple de corpuri lichide? Dacă vă grăbiți să spuneți „apa”, dați un răspuns neprecis. Am numit corp un obiect care intervine în desfășurarea unui fenomen. În nici un fenomen nu intervine *toată* apa din natură, ci numai o *anumită cantitate* de apă. Vom putea lua, prin urmare, ca exemple de corpuri lichide: apa dintr-un pahar, oțetul dintr-o sticlă, mercurul dintr-un termometru etc.

Există și corpuri gazoase? Desigur. Aerul dintr-o cameră de bicicletă sau cel dintr-o minge de fotbal, gazul carbonic dintr-o capsulă de autosifon sînt exemple de corpuri gazoase. Puteți da și alte exemple de corpuri gazoase?

3. Proprietăți ale corpurilor lichide

Vom lua drept exemplu de corp lichid apa care umple un balon de sticlă rotund, pînă la gîtul acestuia. Apa din balon are formă de sferă pentru că umple întregul balon. Vom spune că apa are un volum egal cu volumul interior al balonului. Turnați această apă într-un pahar uscat, de forma unui trunchi de con, apoi într-un cilindru uscat și din nou în balon. De fiecare dată apa a luat exact forma pe care o are și vasul de la baza sa pînă la nivelul lichidului (fig. I.4). Forma apei a fost, pe rînd, de



Fig. I.4. Apa și-a schimbat forma după forma vasului.

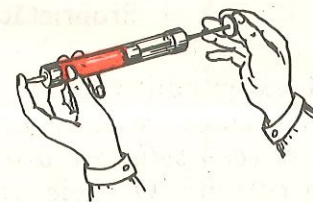


Fig. I.5. Nu putem micșora volumul apei din seringă.

sferă, trunchi de con, cilindru și din nou de sferă. După ce a revenit în balonul în care se găsea la început, l-a umplut din nou aproape pînă la nivelul la care era la începutul experimentului. Oare și-a schimbat apa volumul prin faptul că a fost turnată în diferite vase? Observați cu atenție vasele pe care le-ați folosit. Ele erau la început uscate, acum sînt ude pe dinăuntru. Veți observa chiar că între timp s-a mai adunat cîte puțin lichid pe fundul acestor vase. Turnați și aceste mici cantități în balon; nivelul se va apropia și mai mult de cel de la începutul experimentului. Dacă am reuși să adunăm tot lichidul rămas în aceste vase, apa ar umple balonul exact pînă la nivelul inițial. Deci apa nu-și schimbă volumul prin turnare în vase diferite.

Repetăți experimentul folosind alte lichide: alcool, petrol etc. Veți constata că și aceste lichide își schimbă forma după vasul în care se găsesc, dar nu-și schimbă volumul.

Faptul că un corp lichid își menține volumul se poate pune în evidență și prin experimentele următoare: introduceți apă într-o seringă fără ac, pînă la o anumită diviziune, avînd grijă ca în seringă să nu se găsească și bule de aer. Astupați cu degetul orificiul seringii și apăsați pe piston (fig. I.5). Pistonul nu se va deplasa. Apa umple seringă în continuare la aceeași diviziune, deci nu se observă o micșorare a volumului.

Observațiile făcute în experimentele asupra proprietăților corpurilor lichide precum și concluziile rezultate le-am rezumat în următorul tabel:

	Constatarea (observația)	Concluzia
1.	Forma unui corp lichid poate fi ușor schimbată	Corpurile lichide iau forma pe care o are vasul în care se găsesc, în partea lui inferioară, pînă la nivelul lichidului
2.	Schimbîndu-și forma, corpurile lichide nu-și schimbă și volumul	Volumul corpurilor lichide se conservă

4. Proprietăți ale corpurilor solide

Să examinăm diferite corpuri solide: un creion, o cheie, o eprubetă. După ce le recunoaștem? În primul rând după faptul că *fiecare corp solid are o anumită formă*, prin care se deosebește de alte corpuri. O cheie se confecționează de o anumită formă pentru a putea fi introdusă în broasca respectivă, pentru a putea acționa, prin rotație, asupra mecanismului de deschidere al broaștei. Un corp solid își menține, în general, forma neschimbată. Ce s-ar întâmpla dacă o cheie și-ar schimba forma atunci când o purtăm în buzunar? Evident, n-ar mai putea fi folosită pentru a descuria ușa.

Proprietatea corpurilor solide de a-și menține forma face posibilă folosirea lor pentru a confecționa piesele unei mașini. Încercați să vă imaginați mersul pe o bicicletă ale cărei spițe și-ar schimba mereu forma!

Forma unui corp solid poate fi totuși schimbată, dar cu anumite eforturi, după cum rezultă din experimentele care urmează:

Așezați pe o masă o bucată tăiată dintr-un burete, iar de o parte și de alta a buretelui câte o bucată de plastilină de aceeași formă și mărime. Așezați o riglă cu latul peste cele trei corpuri și apăsați pe riglă (fig. I.6).

După ce îndepărtați rigla, veți observa că bucată de burete (b) are exact forma pe care a avut-o la început, în timp ce bucățile de plastilină (a, c) sînt turtite. Oare buretele nu a fost deformat în timpul apăsării? Așezați din nou rigla peste cele trei corpuri și apăsați încet, pînă ce rigla atinge bucățile de plastilină. Privind lateral, veți putea observa că în timpul apăsării toate cele trei corpuri au fost deformat aproximativ în același fel. Bucata de burete a revenit însă la forma inițială după ce a încetat cauza deformării. Spunem că buretele a suferit o *deformare elastică*. Bucățile de plastilină și-au păstrat forma căpătată și după ce cauza deformării a încetat. Acestea au suferit o *deformare plastică*.

Suspendați un resort din sîrmă de oțel de un suport și fixați în spatele resortului o bucată de carton (fig. I.7). Însemnați pe carton lungimea pe care o are resortul. Trageți apoi de cîrligul resortului. Resortul se va întinde, va suferi o deformare, capătul său va depăși semnul pe care l-ați trasat. Eliberați resortul. Capătul său va reveni în dreptul semnului trasat pe carton, deci

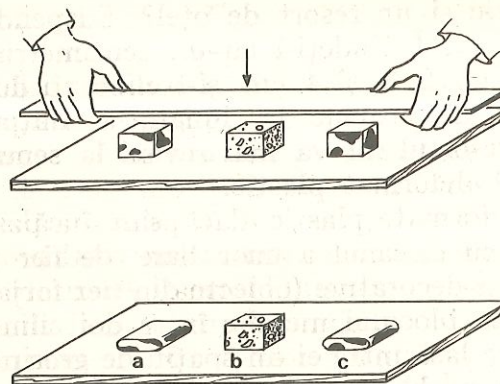


Fig. I.6. Corpurile din plastilină au rămas turtite, iar cel din burete și-a recăpătat forma inițială.

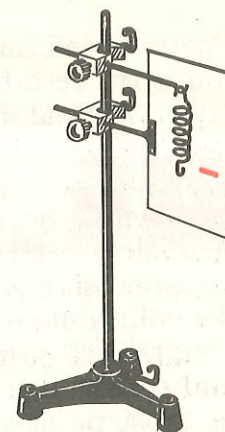


Fig. I.7. Resort de oțel.

resortul își recapătă forma inițială. Deformarea resortului este o *deformare elastică*.

Confecționați un resort de aceeași lungime din sîrmă de cupru, înfășurînd sîrma pe un creion (fig. I.8). Puneți resortul confecționat de voi în locul celui de oțel și repetați experimentul de mai sus. Dacă veți întinde resortul foarte puțin, el își va recăpăta lungimea inițială după ce-l eliberați. Dacă însă resortul din cupru este întins la fel de mult ca și cel din oțel, după ce-l eliberați el se va strînge puțin, dar nu va mai reveni la lungimea pe care a avut-o la început (fig. I.9). Resortul din sîrmă de cupru a suferit în acest caz o *deformare plastică*.

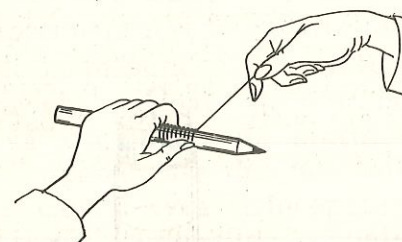


Fig. I.8. Confecționarea unui resort din sîrmă de cupru.

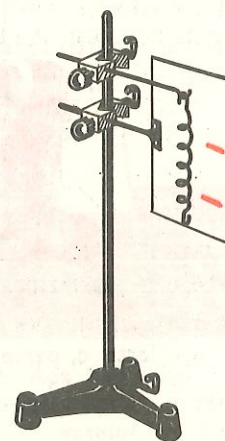


Fig. I.9. Resortul de cupru nu mai revine la lungimea inițială.

Poate fi deformat plastic și un resort de oțel? Suspendați din nou acest resort de suport. Întindeți-l cu un centimetru și eliberați-l. Apoi îl întindeți cu 2, 3 și 4 cm și-l eliberați după fiecare întindere, observînd dacă revine la lungimea inițială. După o anumită întindere, resortul nu va mai reveni la semnul inițial. În acest caz el a fost deformat plastic.

Metalele pot fi ușor deformate plastic dacă sînt încălzite. Prin îndoirea și prelucrarea cu ciocanul a unor bare de fier încălzite se obțin diferite obiecte decorative (obiecte din fier forjat). Tabla se fabrică prin trecerea blocului metalic între doi cilindri de metal care se rotesc și care lasă între ei un spațiu de grosimea foii de tablă pe care vrem s-o obținem. În mod asemănător se fabrică șinele de cale ferată, barele de fier rotunde sau pătrate etc., procedeul fiind numit laminare.

Unele metale, cum ar fi, de exemplu, plumbul, pot fi prelucrate ușor și la rece. Pe o bucată de plumb se cunoaște orice urmă de lovitură de ciocan. O țeavă de plumb sau o bară din aliaj de lipit (care conține plumb și cositor) pot fi ușor îndoite, chiar cu mîna, și își mențin noua formă. Aceste corpuri au suferit deci deformări plastice.

Umpleți pînă sus un pahar cu apă și introduceți în el o cheie legată de un fir de ață. Pe măsură ce introduceți cheia, o parte din apă se revărsă peste marginea paharului (fig. I.10). Scoateți cheia din apă și observați nivelul lichidului rămas în pahar. Apa care s-a scurs „a făcut loc” cheii. Spunem că un corp solid *dezlocuiește* o parte din lichidul în care este introdus.

Dacă dispuneți de doi cilindri de metal, din care unul să încapă exact în interiorul celuilalt (fig. I.11), puteți realiza urmă-

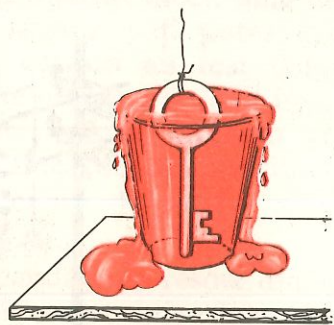


Fig. I.10. Cheia dezlocuiește o parte din apă.

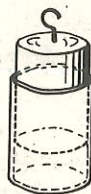


Fig. I.11. Cilindru plin care încapă exact într-un alt cilindru.

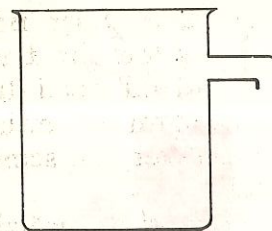


Fig. I.12. Vas cu tub de scurgere.

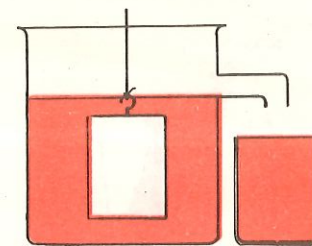


Fig. I.13. Cilindrul a dezlocuit un volum de apă egal cu propriul său volum.

torul experiment: într-un vas de sticlă ca cel reprezentat în figura I.12 puneți apă pînă la nivelul tubului lateral de scurgere. Așezați sub tub cilindrul gol și introduceți în apa din vas cilindrul plin. Apa care se scurge prin tub va umple exact cilindrul gol, care are același volum cu cel introdus în apă (fig. I.13).

5. Proprietăți ale corpurilor gazoase

Într-un vas cu apă introduceți un pahar cu gura în jos. Prin aceasta ați delimitat o parte din aerul aflat în încăperea. Aerul care se găsește în pahar formează un corp gazos, ale cărui proprietăți ne propunem să le studiem. Pe măsură ce introducem mai adînc paharul în vas, apa se ridică în pahar, rămînînd însă întotdeauna sub nivelul apei din restul vasului (fig. I.14). Din faptul că apa poate pătrunde în pahar numai pînă la un anumit nivel, rezultă că și un corp gazos are un anumit volum. Este însă acest volum mereu același, ca în cazul corpurilor solide sau lichide? Repetați experimentul și observați cum volumul aerului din pahar devine mai mic, pe măsură ce paharul se cufundă mai mult în apă. Ridicînd paharul pînă aproape de suprafața apei, vă convingeți de faptul că aerul din pahar are din nou volumul pe care îl avea la început.

Aceeași constatare o putem face folosind o seringă în care închidem o anumită cantitate de aer, astupînd cu degetul orificiul la care se pune acul. Pe măsură ce apăsăm pe tija pistonului, vo-

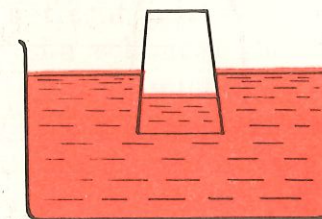


Fig. I.14. Apa din pahar rămîne sub nivelul apei din restul vasului.

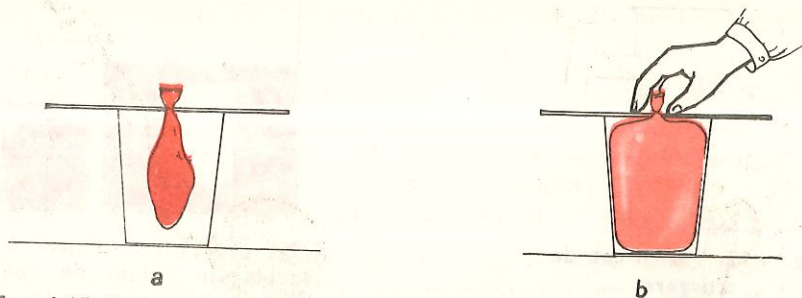


Fig. 1.15. Volumul aerului din balon este limitat la volumul paharului.

lumul aerului închis în seringă se micșorează. Eliberând pistonul aerul revine la volumul inițial.

Operația de micșorare a volumului unui corp se numește comprimare iar proprietatea care permite comprimarea se numește compresibilitate.

Deci corpurile gazoase sînt compresibile. Dar corpurile lichide sînt compresibile?

Treceți gîtul unui balon de cauciuc printr-un orificiu practicat într-o bucată de carton. Introduceți balonul într-un pahar folosind cartonul drept capac (fig. 1.15, a). Suflați, apoi, aer în balon. Oricît de mult ați sufla, nu veți putea face ca balonul să devină mai mare decît interiorul paharului. Legați apoi balonul la gură. Aerul din balon reprezintă un corp gazos care are în acest caz un volum egal cu volumul interior al paharului (fig. 1.15, b).

Scoțînd balonul din pahar veți observa că balonul și, evident, aerul pe care îl conține își mărește volumul.

Procesul de mărire a volumului unui corp gazos se numește destindere.

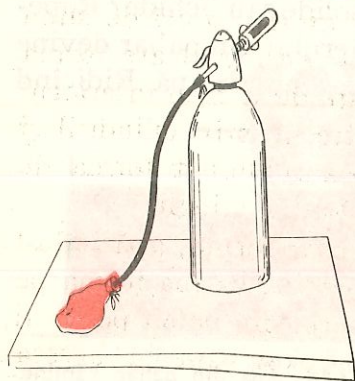


Fig. 1.16. Balonul atașat sticlei de autosifon.

Dacă dispuneți de un autosifon puteți realiza și experimentele următoare:

Înșurubați la o butelie goală de autosifon o capsulă cu gaz carbonic. Zgomotul produs de ieșirea gazului din capsulă arată că acest gaz, care umplea doar capsula, își mărește volumul, umplînd și butelia. Atașați un tub de cauciuc la țeava buteliei. La celălalt capăt al tubului montați un balon de cauciuc (fig. 1.16) pe care-l puneți apoi într-un pahar. Închideți paharul cu palma în

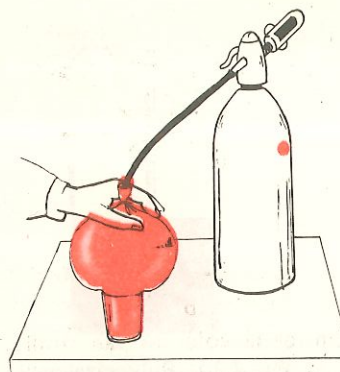


Fig. 1.17. Gazul ocupă volumul sticlei și al balonului, cît îi permit paharul și mîna.

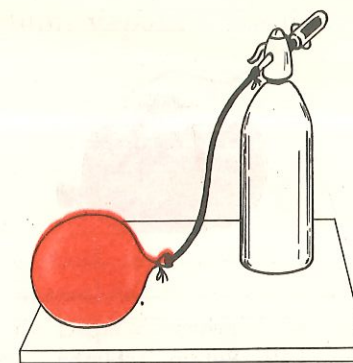


Fig. 1.18. Gazul se destinde mai mult și umflă balonul.

jurul tubului de cauciuc și apăsați pe mînerul autosifonului. Gazul din butelie va umple balonul cît îi permit paharul și mîna (fig. 1.17). Scoateți balonul din pahar și apăsați din nou pe mîner. Gazul se va destinde și mai mult, umflînd balonul (fig. 1.18).

Din experimentele efectuate rezultă că volumul unui corp gazos poate fi ușor mărit, punînd la dispoziția gazului un spațiu mai mare. De fiecare dată gazul umple întregul spațiu care îi stă la dispoziție.

Proprietatea unui corp gazos de a umple întregul spațiu în care poate pătrunde se numește expansibilitate.

Se poate vorbi de forma unui corp gazos? Desigur. Gazul carbonic care se găsește deasupra lichidului dintr-o sticlă de sifon are forma acestei sticle. Aerul dintr-o minge de fotbal are formă de sferă. Dar ce formă avea acest aer înainte de a fi în interiorul mingii? Cînd a fost pompat în minge a trecut prin cilindrul și prin tubul de cauciuc al pompei, deci și-a schimbat forma de cîteva ori înainte de a ajunge să capete forma mingii.

Unui balon umflat îi putem schimba ușor forma, apăsîndu-l cu mîna. De fiecare dată aerul pe care îl conține va lua forma pe care noi o dăm balonului (fig. 1.19), deci aerul din balon poate fi ușor deformat. Luînd mîna de pe balon, observăm că acesta își recapătă forma inițială. Deformarea balonului și a aerului din el, a fost o deformare elastică.

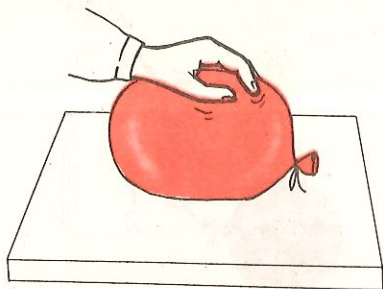


Fig. 1.19. Putem schimba ușor forma aerului dintr-un balon.

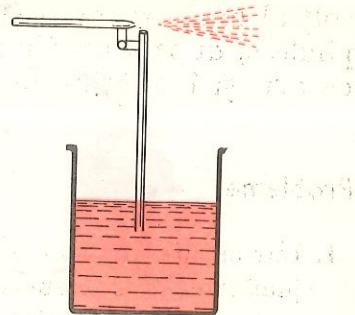


Fig. 1.20. Pulverizatorul realizează divizarea apei în picături fine.

Deci corpurile gazoase pot fi supuse unor deformări elastice, dacă sînt conținute în vase a căror formă poate fi schimbată.

O proprietate importantă a corpurilor. Introduceți o bucătică de zahăr într-un pahar cu apă și amestecați cu o linguriță. Zahărul se dizolvă. Îi simțim gustul dulce dacă bem soluția din pahar, de la prima pînă la ultima înghițitură. Deci zahăr se găsește peste tot în soluția respectivă. Bucata de zahăr nu mai este însă întreagă, ci s-a desfăcut în particule mici care mai păstrează proprietatea zahărului de a avea gust dulce. Și apa este formată din particule mici, iar prin dizolvare, particulele de zahăr s-au amestecat printre particulele de apă.

Acest experiment ne îndreaptă atenția spre o proprietate importantă a corpurilor, aceea că *orice corp poate fi divizat în părți mici*.

Puteți pune în evidență această proprietate, în cazul corpurilor solide, prin sfărîmarea unei bucăți de cretă sau prin pilirea unei bucăți de metal. Divizibilitatea corpurilor solide este folosită în practică la obținerea făinii din cereale sau la obținerea pulberii de aluminiu (folosită la vopsit și zugrăveli).

Cunoașteți și alte exemple?

Și corpurile lichide sînt divizibile. Apa aruncată dintr-un vas se împrășteie sub formă de picături. Cu ajutorul pulverizatorului (fig. 1.20) putem obține picături atît de fine de apă încît abia le vedem.

Gazele constau din particule extrem de mici, care se află într-o continuă mișcare. E suficient să punem la dispoziția unui gaz un spațiu mai mare pentru ca particulele sale să se răspîndească în întregul spațiu. Dacă, de exemplu, destupăm într-un

colț al unei camere o sticlă de parfum, vaporii acestuia se răspîndesc, după scurt timp, în întreaga încăpere, printre particulele de aer, și îi simțim mirosul și în colțul opus al camerei.

Probleme

1. Într-un pahar acoperit cu o placă de sticlă se găsește apă, pînă la jumătate. Cîte corpuri sînt în acest ansamblu? Prin ce se aseamănă și prin ce se deosebesc aceste corpuri? După ce criteriu ar putea fi grupate în două clase? Dar în patru?
2. Fiind date 6 plăcuțe de aceeași formă și mărime, din sticlă, celuloid, tablă, cauciuc, plastilină și lemn, stabiliți prin ce proprietăți se aseamănă acestea și prin ce se deosebesc. Experimentînd puteți găsi o proprietate comună pentru cîte două sau trei din aceste plăcuțe. Grupați-le în clase luînd drept criteriu o asemenea proprietate.
3. Așezați în dreptul unui bec aprins o placă de sticlă apoi o bucată de carton. Veți găsi astfel un criteriu după care cele două corpuri trebuie incluse în clase diferite. Numiți trei corpuri care pot fi cuprinse în aceeași clasă cu sticla și trei corpuri din aceeași clasă cu cartonul ținînd seama de criteriul rezultat în urma experimentului.
4. Așezați în dreptul unei surse de lumină (o lanternă), pe rînd, un pahar cu apă și un pahar cu lapte. Veți găsi în urma acestui experiment, o proprietate prin care se deosebesc două fluide. Numiți și alte fluide care pot fi cuprinse în aceeași clasă cu laptele folosind drept criteriu proprietatea pe care ați descoperit-o.
5. Aveți la dispoziție următoarele corpuri: praf de cretă, sare fină, făină și zahăr praf. Introduceți fiecare din aceste corpuri în cîte un pahar cu apă, amestecînd conținutul. Veți putea descoperi o proprietate conform căreia aceste corpuri pot fi incluse în două clase diferite. Care este această proprietate?
6. Amestecați pilitură de fier și pilitură de cupru. Priviți amestecul printr-o lupă. Puteți deosebi particulele de fier de cele de cupru? Observați cum se comportă particulele amestecului, dacă apropiați un magnet. Folosind lupa, stabiliți dacă s-a realizat, cu ajutorul magnetului, o grupare a particulelor. Repetați experimentul folosind și pilitură din alte metale.
7. Dacă deschidem ușa și o fereastră într-o încăpere, se produce curent. Ce proprietate a aerului este pusă în evidență în acest caz? În ce fel mai poate fi pusă în evidență această proprietate a aerului?

8. Aplicați criteriul curgerii pentru a decide în ce stare de agregare se găsesc: mierea, smoala (într-o zi de vară), aerul din cameră.
9. Numiți cîte cinci corpuri care se găsesc în stare solidă, lichidă, gazoasă.
10. Introduceți un creion în apa dintr-un pahar. Desenați forma pe care o are apa în această situație.
11. Dacă pe o masă se găsesc diferite corpuri solide le putem recunoaște chiar și cu ochii închiși, cu ajutorul pipăitului. Ce proprietate a corpurilor solide face posibilă o asemenea recunoaștere a acestor obiecte?
12. Puneți apă într-un vas cilindric, fără a-l umple, și însemnați nivelul apei. Introduceți apoi încet în apă o piatră legată cu o ață și observați cum crește nivelul apei. Însemnați locul pînă la care a ajuns apa cînd piatra este introdusă complet. Ce legătură presupuneți că există între volumul pietrei și volumul de apă dintre cele două nivele pe care le-ați însemnat pe vas?
13. Dați exemple de corpuri solide a căror formă poate fi schimbată, cu eforturi mici.
14. Însemnați nivelul apei dintr-un cilindru și introduceți în apă un bastonaș din plastilină. Însemnați noul nivel al apei. Scoateți bastonașul, schimbați-i forma și introduceți-l din nou în cilindru (fig. I.21). Stabiliți dacă volumul bastonașului s-a schimbat în urma deformării.
15. Puneți într-un vas un burete îmbibat cu apă, și alături de el o piesă de metal, legată cu ață. Turnați apă în vas, menținînd buretele sub apă cu o baghetă. Însemnați nivelul apei. Așezați apoi obiectul de metal pe burete și observați dacă în urma acestei comprimări a buretelui s-a schimbat nivelul apei din vas (fig. I.22). Comentați cele observate pe baza cunoștințelor înșușite.
16. Ce fel de deformări (elastice sau plastice) provocăm atunci cînd: ne așezăm pe o canapea; întindem un aluat; umblăm prin noroi; umblăm pe o saltea din burete?

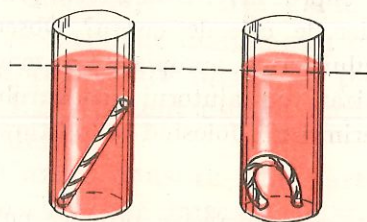


Fig. I.21. Plastilina și-a schimbat forma. Dar volumul?

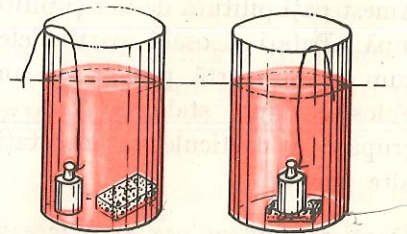


Fig. I.22. Buretele nu și-a schimbat volumul prin comprimare.

17. Arcurile pentru canapele sînt, de obicei, de culoarea cuprului. Pe baza cărei proprietăți a lor putem afirma însă că aceste arcuri sînt din oțel și nu din cupru?
18. Unde există arcuri în construcția unei biciclete și ce rol au acestea?
19. Poate fi umplută o sticlă cu un gaz numai pînă la jumătate?
20. Astupați o sticlă cu un dop de cauciuc perforat iar prin orificiul acestuia introduceți gîtul unei pîlnii. Turnați apă în pîlnie și explicați:
De ce nu se scurge toată apa din pîlnie? De ce, totuși, o anumită cantitate de apă intră în sticlă?
Numiți proprietățile unui corp gazos care au fost puse în evidență prin aceste experimente.
21. Ce avantaje prezintă o roată de bicicletă cu cameră de aer față de una care ar avea anvelopa din cauciuc plin, ca în cazul tricicletei? Ce proprietate a gazelor este folosită în acest caz?
22. Dacă vi se pune la dispoziție o pompă de bicicletă, cu orificiul de ieșire al aerului astupat, în ce fel puteți stabili dacă pompa conține un gaz sau un lichid?
23. Se schimbă nivelul apei dintr-un lac dacă intrați în apă? Ce proprietăți ale corpurilor sînt puse în evidență în acest caz?
24. Întocmiți un tabel în care să înscriseți proprietățile corpurilor solide, lichide și gazoase cu privire la formă și volum. Stabiliți pe baza tabelului, dacă există proprietăți comune pentru cîte două din cele trei stări de agregare.

Mărimi fizice

1. Lungimea

Fiecare dintre voi a măsurat, desigur, o lungime. Ați văzut, de asemenea, și pe alții efectuând diferite măsurători: acasă, în ateliere, în magazine etc. Știți cu toții că *unitatea de măsură pentru lungime este metrul* și cunoașteți chiar câteva instrumente folosite pentru măsurarea lungimii. Bara de un metru, folosită în comerț, panglica, folosită în croitorie, rigla gradată, metrul pliant sînt doar cîteva exemple de asemenea instrumente. Cunoașteți și altele?

Pentru fizică și aplicațiile ei practice măsurătorile prezintă o importanță deosebit de mare, întrucît numai în urma măsurării unor proprietăți ale corpurilor care intervin într-un fenomen pot fi stabilite legile fenomenelor respective. De aceea ne propunem să studiem mai amănunțit operația de măsurare a unei lungimi și să tragem concluzii care să fie utile și în alte măsurători.

Proprietățile corpurilor care pot fi măsurate se numesc mărimi fizice.

Dar ce înseamnă, de fapt, a măsura și ce proprietăți ale corpurilor pot fi măsurate?

Vi s-a întîmplat, desigur, să comparați creionul vostru cu cel al vecinului. Așezînd alături, vertical, cele două creioane sprijinite cu un capăt pe bancă, ați putut stabili dacă creionul vostru este mai lung sau mai scurt decît al vecinului, sau dacă ele sînt egale. În ultimul caz capetele celor două creioane așezate alături coincideau.

Folosind același procedeu puteți clasifica toate creioanele colegilor luînd drept criteriu lungimea. Veți pune în aceeași clasă toate creioanele care au aceeași lungime. Despre creioanele

dintr-o asemenea clasă veți putea stabili ușor dacă sînt mai mari sau mai mici decît creioanele dintr-o altă clasă, luînd cîte un exemplar din cele două clase și așezîndu-le alături.

O proprietate a corpurilor pe baza căreia se poate face o astfel de clasificare este o mărime fizică.

Lungimea este o mărime fizică.

Nu orice proprietate a corpurilor este o mărime fizică, chiar dacă poate fi luată drept criteriu într-o anumită clasificare.

Priviți, de exemplu, cartonașele reprezentate în figura II.1. Le puteți clasifica după mai multe criterii, între altele și după formă. În acest caz vor fi cuprinse în aceeași clasă corpurile care au formă de trapez, în altă clasă corpurile în formă de dreptunghi. Nu aveți însă posibilitatea să comparați între ele corpurile din cele două clase, așa cum ați procedat în cazul comparării a două creioane. Dacă veți grupa însă aceste corpuri luînd drept criteriu lungimea, veți putea stabili, de pildă, că „A” are lungimea mai mare decît „B”.

Să presupunem că vreți să cumpărați un metru de sîrmă. Cum procedează vînzătorul? El așază un capăt al sîrmei alături de un capăt al barei de un metru și o taie în dreptul celuilalt capăt al barei, sîrma fiind întinsă. Bucata de sîrmă are aceeași lungime ca bara de un metru, deoarece, dacă sînt așezate alături (sau suprapuse) capetele lor coincid. Dacă altcineva cumpără un metru de panglică și o așază alături de bucata de sîrmă, capetele lor vor coincide de asemenea. Ele vor face parte din aceeași clasă, clasa corpurilor care au lungimea de un metru. Includerea sîrmei și a panglicii în această clasă s-a făcut folosind un instrument de măsură (bara de un metru).

Să presupunem acum că vreți să măsurați lungimea sălii de clasă. Cum procedați? Luați, desigur, un metru pliant și-l așezați de-a lungul peretelui, începînd dintr-un colț. Trasați apoi un mic semn la celălalt capăt al metrului. Prin aceasta ați delimitat din lungimea de măsurat o porțiune care face parte din aceeași clasă cu sîrma și panglica din exemplul precedent. Cum însă lungimea sălii e mai mare așezați în continuare metrul, pe aceeași linie, trasați un nou

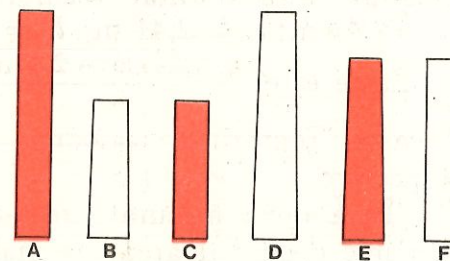


Fig. II.1. Clasificați aceste corpuri după cît mai multe criterii.

semn și așa mai departe, pînă la peretele opus celui de la care ați început.

Să presupunem că la a șaptea așezare a metrului capătul acestuia a ajuns exact la zid. Spunem atunci că sala are o lungime de 7 metri și scriem $L = 7$ m.

Cum trebuie înțeles rezultatul la care ați ajuns? Este evident că lungimea sălii este de 7 ori mai mare decît lungimea unui metru, fapt pe care l-ați descoperit comparînd lungimea de măsurat cu o anumită lungime, care se numește metru și care reprezintă unitatea de măsură.

Să presupunem acum că vrem să cunoaștem lățimea sălii de clasă. Am așezat metrul de patru ori în lungul marginii dușumei și de la ultimul semn pînă la perete a rămas o distanță mai mică decît un metru. Așezăm atunci metrul cu un capăt la perete și observăm, de exemplu, că ultimul dintre semnele trasate pe dușumea se află în dreptul diviziunii 75 de pe metrul pliant. Lățimea sălii este deci de 4 metri și 75 de centimetri, și vom scrie $l = 4,75$ m. Sînt deci situații în care nu este de ajuns să ne folosim de unitatea de măsură (metrul), ci trebuie să recurgem la submultipli acestei unități, pe care i-ați învățat în clasele mai mici.

Sînt oare exacte rezultatele la care ați ajuns? Dacă ați trasat pe dușumea semne cu creta după fiecare așezare a metrului, s-ar putea să nu fi ținut seama de faptul că și linia trasată cu creta are o anumită lățime și, s-ar putea deci ca lungimea clasei să fie ceva mai mică sau ceva mai mare decît rezultatul la care ați ajuns. Repetînd măsurarea cu o atenție mai mare, folosind creionul în locul cretei, veți putea obține un alt rezultat mai bun. Valoarea cea mai probabilă a lungimii sălii respective o vom obține calculînd media aritmetică a rezultatelor obținute la fiecare măsurătoare.

Să presupunem că, efectuînd cinci măsurători ale aceleiași lungimi, s-au obținut rezultatele: $l_1 = 2,41$ m; $l_2 = 2,39$ m; $l_3 = 2,40$ m; $l_4 = 2,41$ m; $l_5 = 2,42$ m. Valoarea medie a acestor rezultate este: $l = \frac{2,41 \text{ m} + 2,39 \text{ m} + 2,40 \text{ m} + 2,41 \text{ m} + 2,42 \text{ m}}{5} = 2,40$ m.

Aceasta reprezintă valoarea cea mai probabilă a mărimii respective.

În a doua măsurătoare s-a obținut un rezultat cu 0,01 m mai mic decît valoarea cea mai probabilă, în timp ce rezultatul în a cincea măsurătoare a fost cu 0,01 m mai mare. Aceste diferențe se numesc *erori* de măsurare.

Prin folosirea unor instrumente pe care să fie marcați și submultipli unității de măsură se pot efectua măsurători cu erori mai mici.

Vă propunem să vă măsurați circumferința capului, pentru a ști ce mărime de șapcă sau bască să vă cumpărați. Pentru o asemenea măsurătoare se folosește panglica de croitorie. Observați cu atenție o asemenea panglică. Nu veți găsi diviziuni care să reprezinte milimetri, decît la începutul ei. Dacă circumferința capului nu reprezintă un număr întreg de centimetri, e suficient să citim rezultatul cu o precizie de o jumătate de centimetru, întrucît pe nimeni nu deranjează dacă basca pe care o poartă are circumferința cu o jumătate de centimetru mai mică sau mai mare decît circumferința capului.

Încercați să măsurați grosimea unui creion, folosind o riglă gradată, pe care să așezați creionul respectiv. Este foarte important, în acest caz, să privim perpendicular pe riglă. Numărul de milimetri acoperiți de creion reprezintă diametrul său (fig. II.2). Încercați apoi să priviți oblic pe riglă. Nu vi se pare că creionul are o altă grosime? De data aceasta eroarea rezultă din faptul că privim oblic instrumentul. Putem evita în mare măsură o astfel de eroare dacă procedăm așa cum se arată în figura II.3 și citim distanța dintre colțurile echerelor după ce îndepărtăm creionul. Oricum, precizia cu care putem citi diametrul creionului este de cel mult o jumătate de milimetru și vom scrie în acest caz:

$$d = 8 \pm 0,5 \text{ mm.}$$

O asemenea precizie, suficientă în cazul grosimii unui creion, nu mai este satisfăcătoare cînd e vorba, de exemplu, de diametrul unui ax care trebuie să intre exact într-o bușă. Pentru ca ase-

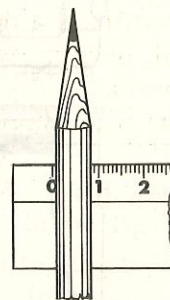


Fig. II.2. Măsurarea grosimii unui creion cu ajutorul riglei.

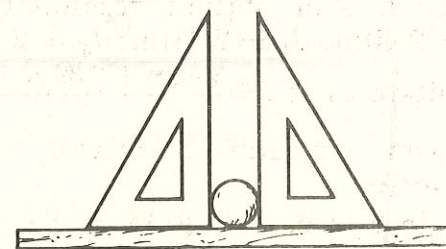


Fig. II.3. Evitarea erorii de măsurare.

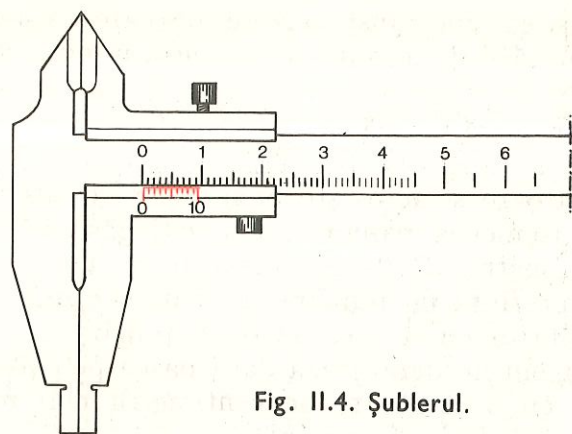


Fig. II.4. Șublerul.

menea măsurători să se poată efectua cu o precizie de $\pm 0,1$ mm, s-a construit instrumentul numit șubler (fig. II.4).

Șublerul are ca parte principală o riglă metalică, gradată în milimetri, care are la un capăt un braț fix (fig. II.5, a) perpendicular pe riglă. De-a lungul riglei poate aluneca o piesă care poartă un al doilea braț, paralel cu cel fix (fig. II.5, b).

Piesa al cărei diametru vrem să-l determinăm se așază între brațele șublerului, așa cum se vede în figura II.6.

Piesa mobilă a șublerului are o deschidere pe marginea căreia sînt trasate zece diviziuni, pe o distanță totală de 9 mm, care formează vernierul (fig. II.5, c). Întrucît cele zece diviziuni ale vernierului atașat de șubler ocupă o porțiune de 9 mm, fiecare diviziune are o lungime de 0,9 mm.

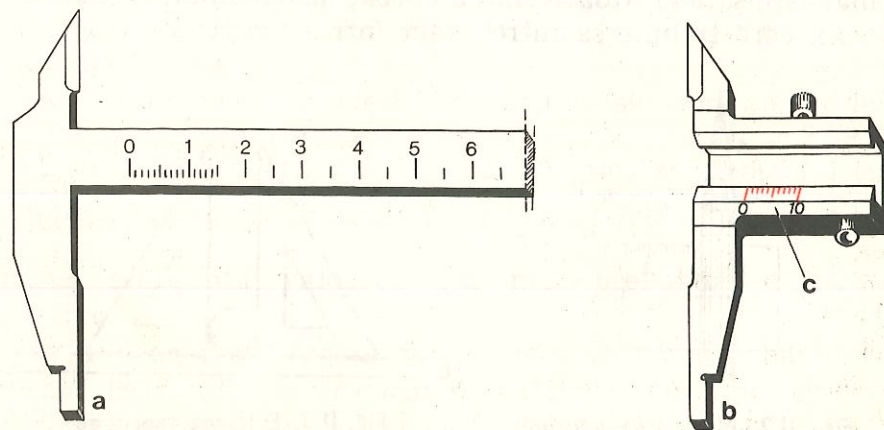
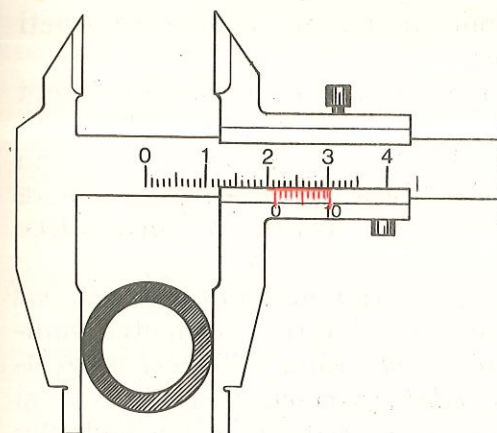
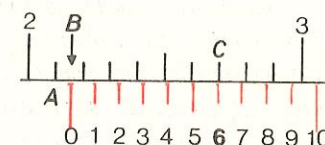


Fig. II.5. Părțile șublerului: brațul fix (a), brațul mobil (b) și vernierul (c).



← Fig. II.6. Așezarea piesei de măsurat între brațele șublerului.

Fig. II.7. O porțiune din rigla șublerului și vernierul.



Pentru a înțelege modul în care se face citirea rezultatului măsurătorii la șubler, am reprezentat în figura II.7 o porțiune din rigla șublerului, precum și vernierul, într-o anumită măsurătoare.

Observăm că linia zero a vernierului (B) depășește linia de 21 mm a riglei (A), cu porțiunea AB. Pentru a afla lungimea acestei porțiuni să observăm că linia 6 de pe vernier ajunge exact în dreptul unei linii de pe riglă (punctul C). Din punctul A pînă în punctul C sînt 6 diviziuni ale riglei, deci o distanță de 6 mm. Dacă din această distanță vom scădea lungimea porțiunii BC, vom găsi lungimea porțiunii AB, care trebuie adăugată la cei 21 mm indicați pe riglă. Distanța BC subîntinde 6 diviziuni ale vernierului, deci are lungimea de $6 \times 0,9$ mm = 5,4 mm. Rezultă:

$$AB = AC - BC = 6 \text{ mm} - 5,4 \text{ mm} = 0,6 \text{ mm}.$$

Grosimea (diametrul) piesei va fi de $21 \text{ mm} + 0,6 \text{ mm} = 21,6 \text{ mm}$.

În practică nu va trebui să efectuăm de fiecare dată aceste calcule, observînd că la numărul de milimetri întregi citați pe rigla șublerului, (21) în cazul nostru, s-au adăugat șase zecimi, în situația cînd a șasea linie de pe vernier a ajuns exact în dreptul unei linii de pe riglă.

Rezultatul măsurătorii la șubler se obține, deci, în felul următor: citim pe riglă numărul de milimetri întregi și adăugăm atîtea zecimi de milimetru cît indică diviziunea de pe vernier care ajunge exact în dreptul unei diviziuni de pe riglă.

Să analizăm acum câteva condiții de care trebuie să Țineți seamă cu ocazia unei măsurători.

Ați avut de măsurat lungimea unei săli și ați luat drept instrument metrul pliant, și nu o riglă de 20 cm. De ce? Pentru că v-ați dat seama că lungimea sălii este de câțiva metri, și nu de câțiva centimetri sau milimetri. Iată deci că înainte de a măsura o lungime o apreciem din ochi, pentru a putea alege instrumentul de măsură potrivit.

La alegerea instrumentului vom ține cont de ordinul de mărime al lungimii de măsurat (dacă e de câțiva metri, centimetri, milimetri), de forma liniei de-a lungul căreia trebuie să facem măsurătoarea (dreaptă sau curbă), de gradul de precizie necesar, cât și de alte condiții (de exemplu, nu se permite folosirea metrului metalic în măsurătorile pe care le fac electricienii).

Text suplimentar*

Cîteva instrumente și procedee de măsurare pentru lungime

Pentru măsurarea dimensiunilor unor terenuri agricole se folosește un instrument de forma unui compas cu o deschidere fixă de 2 m (fig. II.8). Mergînd în lungul liniei pe care o măsurăm, rotim compasul în jurul cîte unuia dintre brațele sale.

La măsurarea dimensiunilor unor clădiri, terenuri de sport etc. se folosește ruleta (fig. II.9), o bandă rezistentă cu o lungime de 10 m sau 20 m, înfășurată pe un ax în interiorul unei cutii. Axul este prevăzut cu o mică manivelă, pentru o mai ușoară strîngere a benzii.

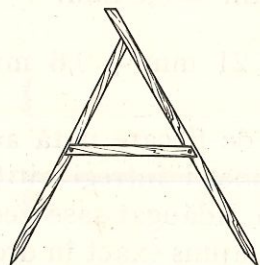


Fig. II.8. Compas pentru teren.

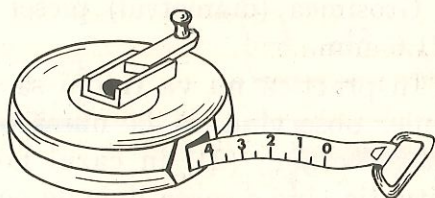


Fig. II.9. Ruleta.

* Textele suplimentare și exercițiile corespunzătoare lor nu sînt obligatorii. Exercițiile corespunzătoare textelor suplimentare sînt notate cu un asterisc.

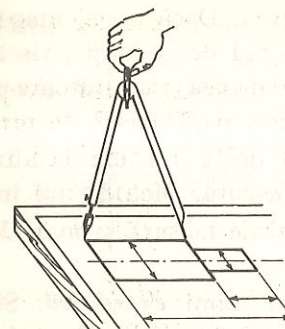


Fig. II.10. Măsurarea lungimii unui segment cu ajutorul compasului.

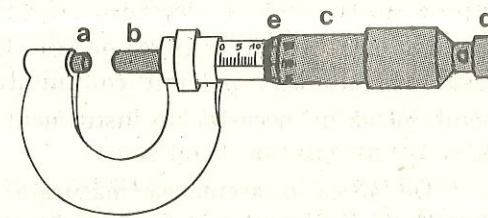


Fig. II.11. Micrometrul.

Pentru a măsura cu precizie mai mare lungimea unui segment de pe un desen (în cazul în care această precizie este necesară), e bine să folosim un compas pe care să-l deschidem în așa fel, încît vîrfurile sale să fie exact în extremitățile segmentului (fig. II. 10), iar apoi să măsurăm cu o riglă deschiderea compasului.

Micrometrul. Pentru măsurarea cu o precizie de sutimi de milimetru a dimensiunilor unor piese se folosește instrumentul numit *micrometru* (fig. II. 11). O asemenea precizie este necesară la măsurarea diametrului unei bile de rulment, a sîrmelor folosite pentru realizarea unor transformatoare sau bobine din aparatura electrică, a diametrului unui ax etc.

Cum se măsoară cu micrometrul? Piesa de măsurat se introduce între nicovala (a) și tija mobilă (b). Prin rotirea tamburului (c), tija mobilă se apropie de piesa de măsurat, pînă o atinge ușor. Din acest moment rotirea se continuă de la piulița de siguranță (d), pînă ce aceasta se rotește în gol, producînd un sunet caracteristic (un țcănit). În felul acesta se evită comprimarea piesei de măsurat între nicovală și tijă și, prin urmare, se evită deformarea piesei. Pentru citirea rezultatului se numără diviziunile de un milimetru și de jumătate de milimetru de pe partea din tijă eliberată de tambur, aflate de o parte și de alta a liniei longitudinale de pe tijă. La acestea se adaugă sutimile de milimetru indicate pe gulerul tamburului (e) în dreptul liniei longitudinale a tijei.

Măsurători expeditiv

Ați auzit, fără îndoială, de măsurători făcute „cu pasul”. Putem să măsurăm și lungimea sălii cu pasul? Desigur, dacă un coleg ne spune că sala lor de clasă e lungă de 10 pași și lată de 5 pași ne

putem face o idee asupra mărimii acestei încăperi. Dacă vom cumpăra însă, pentru dușumeaua respectivă, scânduri lungi de „5 pași”, riscăm ca aceste scânduri să nu fie potrivite. O asemenea măsurătoare nu este destul de precisă, deoarece nimeni nu face pașii la fel de mari, iar lungimea pasului diferă destul de mult de la un om la altul. Pasul nu este deci potrivit ca unitate de măsură. Metoda are însă avantajul că nu necesită un instrument special de măsură și mai ales, că se poate face în timp scurt.

De aceea o asemenea măsurare o vom numi *expeditivă*. Sînt situații cînd recurgem și la măsurători cu pasul: în excursii, la delimitarea unui teren de joc pe cîmp sau dacă vrem să cunoaștem, de exemplu, ce distanță avem de parcurs zilnic pînă la școală. Pentru aceste cazuri este bine să ne facem etalonarea pasului, adică să stabilim ce lungime are pasul nostru. Faceți, de exemplu, un număr de pași în linie dreaptă și măsurați distanța pe care ați parcurs-o. Cum veți afla care e lungimea unui pas al vostru?

Probleme

1. Stabiliți care este instrumentul cel mai potrivit pentru a măsura: lungimea unei mese; lățimea unei foi de caiet; lungimea unei mîneci, diametrul unei bile de rulment, grosimea unei sîrme, diametrul unei bare, circumferința unei bare; înălțimea unui gard.
2. Mărimea unei cămăși, indicată de fabricile de confecții, reprezintă circumferința gîtului persoanei care o va purta. Observați etichetele de la un raion de cămăși și stabiliți cu ce precizie va trebui să măsurăm circumferința gîtului, pentru a putea cumpăra o cămașă potrivită.
3. Determinați lungimea unei diviziuni de pe un cilindru gradat (mensură) de laborator. În ce caz precizia măsurătorii va fi mai mare: dacă măsurați lungimea unei singure diviziuni sau dacă măsurați lungimea totală a unui număr de diviziuni, împărțind apoi rezultatul la acest număr?
4. Confectionați din carton un model de șubler, cu un vernier atașat unei rigle graduate cu care să puteți face măsurători cu o precizie de 1 mm, după modelul din figura II.12.

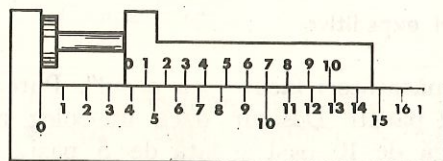


Fig. II.12. Model de șubler.

5. Etalonați-vă pasul și măsurați apoi cu pasul lungimea coridorului. Repetați măsurătoarea folosind un instrument și determinați eroarea pe care ați comis-o.
6. Măsurați cu pasul distanța de acasă pînă la școală. Cum ați putea folosi rezultatul exercițiului precedent, pentru a afla o valoare mai exactă a acestei distanțe?

2. Aria

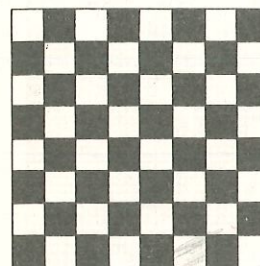
Măsura unei anumite porțiuni dintr-o suprafață se numește *arie*.

Cunoașteți din școala primară unitatea de măsură pentru suprafețe: este aria unui pătrat cu latura de un metru și se numește metru pătrat (m^2).

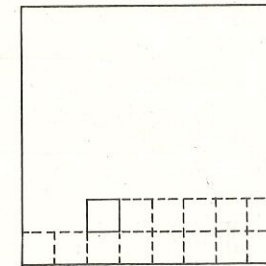
Pentru măsurarea unor suprafețe mai mici se folosesc sub-multipli metrului pătrat: decimetrul pătrat (dm^2), centimetrul pătrat (cm^2) și milimetrul pătrat (mm^2), ultimul fiind aria unui pătrat cu latura de 1 mm. Îi puteți defini și pe primii doi?

Cum se măsoară suprafețele plane?

Suprafața tablei de șah este împărțită în 64 de cîmpuri pătrate, albe și negre (fig. II.13). Spunem că aria suprafeței tablei este de 64 ori mai mare decît aria unui cîmp (pătrat). Dacă vi se dă o foaie albă de mărimea unei table de șah și vi se cere să stabiliți cîte pătrate de mărimea unui cîmp pot fi așezate unul lîngă altul pe această foaie, cum veți proceda? Puteți confectiona din carton un pătrat de mărimea unui cîmp al tablei de șah, pe care să-l așezați pe foaie, astfel încît un colț al său să se suprapună peste un colț al foii, trasați semne pe lîngă laturile libere ale sale, îl așezați din nou lîngă prima poziție și așa mai departe, pînă ați trecut peste întreaga suprafață a foii (în total 64 de așezări). Ați determinat astfel prin *măsurare directă* aria foii (fig. II.14).



II.13. Tabla de șah are aria de 64 de cîmpuri.

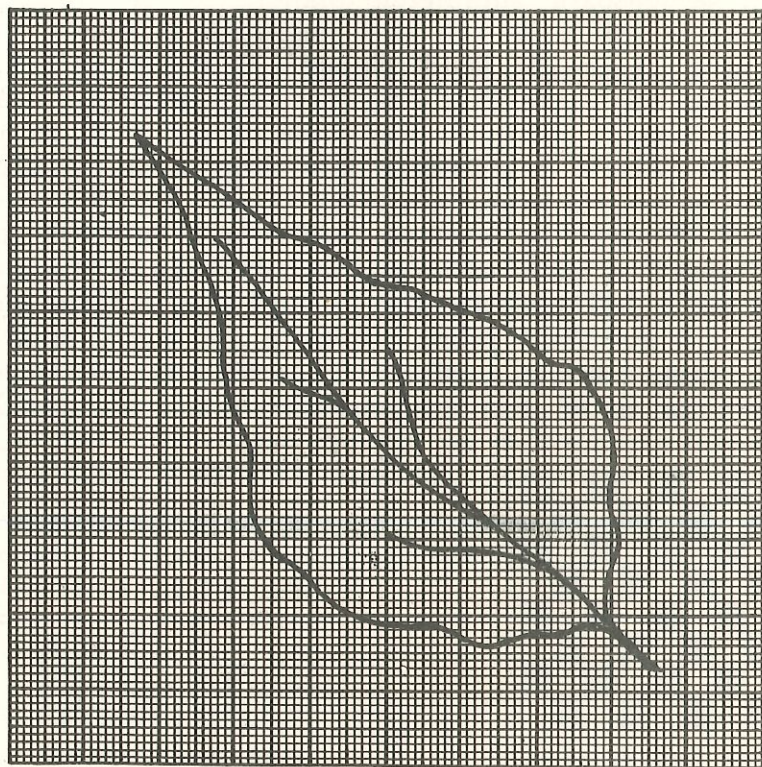


II.14. Cum se măsoară aria unei foi.

Procedeul descris mai sus este destul de incomod și se folosește rar în practică. Operația devine mai simplă dacă observăm că, atît în lungul, cît și în latul foii, putem așeza unul lîngă altul opt cîmpuri. Întreaga suprafață va fi deci acoperită cu opt rînduri de cîte opt cîmpuri, în total $8 \times 8 = 64$ cîmpuri. Am realizat astfel o *măsurare indirectă* a suprafeței, obținînd, evident, același rezultat.

Măsurarea indirectă a suprafețelor o folosim ori de cîte ori ne referim la suprafețe ale căror arii se pot calcula pe baza formulelor din geometrie (pătrat, dreptunghi, triunghi, cerc etc.).

În practică folosim uneori măsurarea directă în cazul unor suprafețe cu formă geometrică neregulată. De exemplu pentru unele experimente din botanică, privitoare la procesele de respirație și de transpirație ale plantelor, este necesar să măsurăm aria unei frunze. În acest caz procedăm în felul următor: așezăm frunza pe hîrtie milimetrică și trasăm pe hîrtie conturul frunzei (fig. II.15). Apoi numărăm pătrățelele de cîte un milimetru pătrat din interiorul conturului. Dacă e nevoie de o precizie mai



II.15. Măsurarea ariei unei frunze.

mare, putem lua în considerare și pătrățelele tăiate de contur, întregite cîte 2—3 la milimetru pătrat, după mărimea porțiunii rămase în interiorul conturului.

Pentru măsurarea suprafețelor mari (grădini, terenuri agricole, păduri, parcuri), se folosesc multiplii metrului pătrat: decimetrul pătrat (dam^2), numit și ar; hectometrul pătrat (hm^2), numit și hectar (ha); și kilometrul pătrat (km^2). La asemenea suprafețe putem efectua doar o măsurare indirectă.

Probleme

1. Numărați cîte pătrățele sînt de-a lungul și de-a latul unei file dintr-un caiet de aritmetică. Cum veți afla cîte pătrățele vor fi pe întreaga filă? Să presupunem că ați găsit 1 107 pătrățele. Puteți spune că aria filei de caiet e mai mare decît aria tablei de șah, care are numai 64 de pătrățele?
2. Decupați din hîrtie milimetrică un pătrat cu latura de un decimetru. Prin dreptele trasate mai accentuat (la distanță de cîte un centimetru), acest decimetru pătrat este împărțit în centimetri pătrați, iar fiecare centimetru pătrat, la rîndul său, în milimetri pătrați. Stabiliți, folosind acest pătrat, ce relații există între dm^2 , cm^2 și mm^2 .
3. Costul lucrărilor de zugrăvire se stabilește cunoscînd aria pereților care trebuie zugrăviți, fără a include suprafețele ocupate de uși și ferestre. Presupunînd că trebuie zugrăvită sala voastră de clasă, stabiliți aria ce se va lua în calcul pentru această lucrare.
4. Un metru pătrat de covor plușat costă 268 lei. Cît va costa un covor lung de 3,4 m și lat de 2,5 m?
5. Un metru dintr-o țesătură cu lățimea de 90 cm costă 18 lei, iar un metru din altă țesătură, cu lățimea de 70 cm, costă 16 lei. Care țesătură e mai scumpă?
6. Desenați un triunghi pe hîrtie milimetrică și determinați aria acestuia prin măsurare directă, măsurînd pătrățelele pe care le cuprinde. Măsurați apoi o latură a triunghiului și înălțimea corespunzătoare și calculați-i aria. Comparați apoi rezultatele. Oare în ambele cazuri rezultatul este afectat de eroare? În ce caz credeți că a fost mai mare eroarea?
7. Calculați cantitatea de vopsea de ulei necesară pentru a vopsi pereții clasei voastre pe o înălțime de 120 cm, știind că, folosind 1 kg de vopsea, se poate vopsi o suprafață de 8 m^2 .
8. Normele agrotehnice recomandă ca la pregătirea terenului pentru semănatul porumbului să se folosească o cantitate de 250 kg de azotat de amoniu la hectar. Ce cantitate va fi necesară pentru un lot de 3 ari?

9. Pentru semănarea unui hectar cu grâu sînt necesare 200 kg de semințe. Ce cantitate de semințe vor fi semănate pe un teren dreptunghiular lung de 20 m și lat de 12 m?
10. Producția medie de grâu la o cooperativă agricolă de producție a fost de 2880 kg la hectar. Ce producție a fost recoltată de pe un lot în formă de pătrat cu latura de 350 m?
11. Pluviometrul unei stații meteorologice a înregistrat într-o zi 60 l/m². Cu ce cantitate de apă ar trebui irigat un teren dreptunghiular, cu laturile de 120 m și 80 m, pentru a obține un efect echivalent cu ploaia din ziua respectivă?

3. Volumul

Priviți cutiile de conserve reprezentate în figura II.16. Care dintre ele este mai mare? Răspunsul nu e atât de simplu. Cutia *b* are înălțimea mai mare decît cutia *a*, iar cutia *c* are diametrul bazei mai mare decît al celorlalte cutii.

Dealtfel, ceea ce ne interesează la o cutie de conserve este conținutul ei. Vom spune că e mai mare cutia care conține cea mai mare cantitate din același aliment, deci cutia care are volumul cel mai mare.

Ca unitate de măsură pentru volum s-a ales volumul unui cub care are laturile de cîte un metru și care se numește metru cub.

Să presupunem că vrem să cunoaștem volumul unei încăperi. Pentru a realiza o măsurare directă a acestui volum, ar trebui să dispunem de mai multe cuburi de cîte un metru cub și să le așezăm așa cum se arată în figura II.17, pînă s-ar umple întreaga încăpere. Eventualele spații mai mici rămase ar trebui umplute folosind cuburi cu latura de 1 dm (dm³), 1 cm (cm³) sau

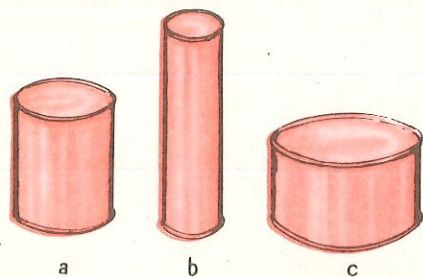


Fig. II.16. Care cutie e mai mare?

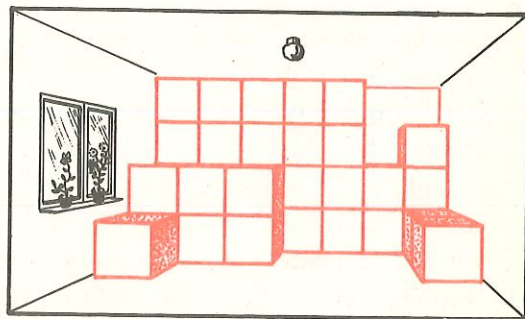


Fig. II.17. Măsurarea directă a volumului unei încăperi.

1 mm (mm³). O asemenea măsurare este foarte greu de realizat, deci, ca și în cazul suprafețelor, vom recurge de cele mai multe ori la o măsurare indirectă, prin calcule.

Calcularea volumului unui corp care are formă paralelipipedică (o cameră) este o operație simplă, pe care o putem înțelege dacă urmărim exemplul dat, de măsurare directă a volumului (fig. II.17). Întrucît cubul ales drept unitate are aria bazei de 1 m², în primul strat vor încăpea unul lîngă altul atîtea cuburi cîți m² are dușumeaua (aria bazei). Peste acest prim strat de cuburi vom așeza alte straturi, pînă la tavan. Evident, vor încăpea atîtea straturi cîți metri măsoară înălțimea camerei. Deci pentru a afla volumul unei încăperi înmulțim aria bazei cu înălțimea.

Măsurarea volumului unui lichid este o operație mai ușoară deoarece lichidele iau forma vasului în care sînt puse. O cutie de tablă în formă de cub, cu laturile de cîte 1 dm (măsurate în interior) va putea cuprinde exact 1 dm³ de apă. Acest volum se numește și litru. Să turnăm această apă într-un cilindru de sticlă, cu pereții drepecți, și să însemnăm pe peretele exterior nivelul apei din cilindru. Ori de cîte ori un lichid va umple cilindrul pînă la acest nivel, vom ști că lichidul respectiv are volumul de 1 dm³. Dacă împărțim distanța de la baza cilindrului pînă la semnul trasat în 10 sau în 100 de părți egale, vom putea măsura cu ajutorul lui zecimi sau sutimi de dm³. Asemenea cilindri sînt folosiți în laboratoare și se numesc cilindri gradați sau mensuri (fig. II.18). În laboratoare se mai folosesc și alte vase gradate în unități de volum, cum ar fi: paharul conic, biureta, pipeta, seringă etc. (fig. II.19).

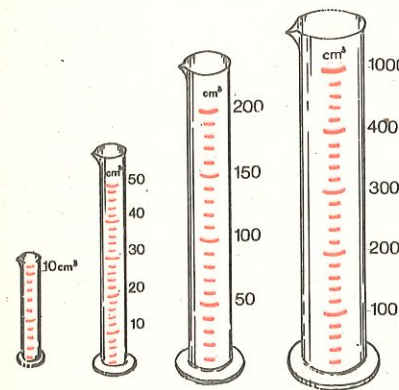


Fig. II.18. Cilindri gradați (mensuri).

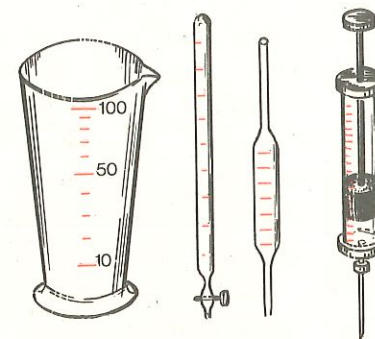
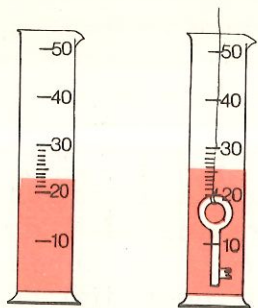


Fig. II.19. Vase gradate pentru măsurarea volumului lichidelor.



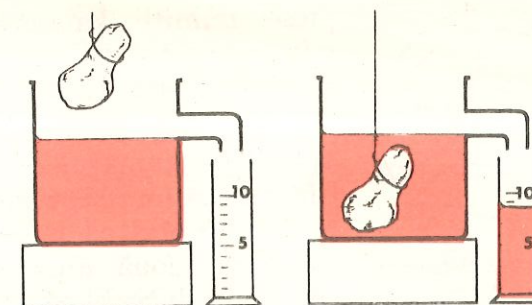
← Fig. II.20. Determinarea volumului unei chei

Pentru a măsura volumul unui corp solid cu o formă geometrică neregulată, putem folosi proprietatea acestuia de a dezlocui un volum de lichid egal cu propriul său volum. Pentru a efectua o asemenea măsurare folosim drept vas un cilindru gradat și citim nivelul apei înainte și după ce am introdus obiectul (fig. II.20).

Probleme

1. Știind că un metru cub este volumul unui cub cu latura de 10 dm și folosind un procedeu ca cel indicat în figura II.17, găsiți relația dintre 1 m^3 și 1 dm^3 .
2. Măsurați volumul aceluiași corp solid, folosind întâi un cilindru gradat mai îngust, apoi unul mai larg. Obțineți același rezultat? În care dintre cele două cazuri eroarea este mai mică?
3. Pentru a stabili consumul de benzină al unei mașini pe o anumită distanță, se parcurge această distanță pornind cu rezervorul plin, iar la sosire se măsoară cantitatea de benzină necesară pentru a umple rezervorul din nou. Ați putea imagina o metodă similară pentru a măsura volumul corpului vostru, folosindu-vă de cada de baie?
4. Se poate clădi un cub folosind zece cubulețe cu latura de 1 cm? Dar din 8 cubulețe? Confectionați asemenea cubulețe și explicați cele constatate.
5. Confectionați un cub din sîrmă cu lungimea de 50 cm. Pentru a uni muchiile la colțuri puteți folosi cartofi în care să înfigeți sîrmele. Cîte asemenea cuburi ar încăpea într-un metru cub? Ce volum are un astfel de cub?
6. Determinați volumul de apă care încape într-o lingură de supă. Cum e mai bine să procedăm: să umplem lingura o singură dată și să turnăm apa în măsură, sau să turnăm de zece ori cîte o lingură de apă în măsură și să citim volumul total, împărțind apoi rezultatul la zece?
7. Folosind măsura, determinați volumul unei chei susținînd-o de un fir subțire, apoi de o sfoară groasă. Care determinare e mai precisă și de ce?
8. Vrem să determinăm cu măsura volumul mediu al unui bob de porumb. Cum e mai bine: să introducem în măsură zece boabe sau mai multe?
9. Pentru a determina volumul unui corp care plutește, acesta trebuie menținut sub apă cu o vergea. Cum trebuie procedat pentru ca eroarea cauzată de volumul propriu al vergelei să fie cît mai mică?

Fig. II.21. Măsurarea volumului unui corp care nu încapă în măsură.



10. Măsurarea volumului unor corpuri care nu încap în cilindru gradat ce-l avem la dispoziție se poate face aplicînd metoda indicată în figura II.21. Pe ce proprietăți ale corpurilor se bazează această metodă?

4. Durata

Toate fenomenele fizice se desfășoară în timp. Urmăriți, de pildă, căderea unei bile. Din momentul în care începe mișcarea și pînă în momentul în care bila ajunge la pămînt trece un anumit interval de timp. Acest interval de timp se numește *durata mișcării*.

Lăsați să cadă în același moment de la aceeași înălțime deasupra unei mese, două bile. Bilele vor ajunge să atingă masa deodată, ceea ce constatăm prin zgomotul produs la lovirea mesei. În acest caz vom spune că cele două fenomene au durate egale.

Reluați experimentul, lăsînd să cadă cele două bile din nou în același moment, însă de la înălțimi diferite. Bila care cade de la înălțimea mai mare va atinge masa mai tîrziu, deci căderea acesteia are o durată mai mare. Iată că avem posibilitatea de a stabili dacă duratele a două procese sînt egale sau dacă o durată e mai mare decît alta, cel puțin pentru fenomenele care încep în același moment. Înseamnă că *durata este măsurabilă*, ea este o *mărime fizică*.

Cînd studiem un fenomen și ne interesează durata fenomenului respectiv va trebui să dispunem de un instrument de măsură, un dispozitiv care marchează intervale egale de timp și să stabilim în cîte asemenea intervale se produce fenomenul pe care îl studiem. Un asemenea instrument este ceasul. El marchează intervale egale de timp prin zgomotul caracteristic pe care îl produce (tictac). Acest zgomot este produs prin mișcările unei

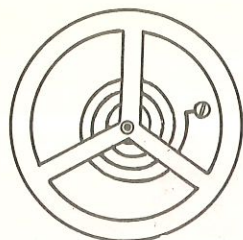


Fig. II.22. Balansierul unui ceas.

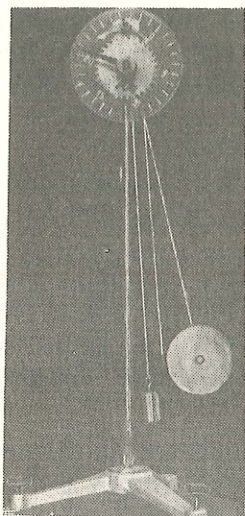


Fig. II.23. Pendulul ceasului execută mișcări în intervale egale de timp.

pieșe numite balansier (fig. II.22) sau de mișcările unui pendul (în cazul unui ceas cu pendul, figura II.23).

Încercați să stabiliți durata căderii unei bile după numărul de tictacuri ale unui ceas. Chiar dacă nu reușiți s-o faceți cu mare precizie, rețineți faptul că în această măsurătoare ați comparat două durate: cea a căderii bilei cu cea a producerii, să zicem, a trei tictacuri ale ceasului.

Dacă veți folosi pentru determinarea duratei căderii bilei, un ceas de masă și apoi un ceas de mână, veți găsi un număr diferit de intervale marcate de ceasurile respective, deoarece intervalul dintre două tictacuri ale ceasului de mână e mai mic decât la ceasul de masă.

Pentru a putea compara între ele diferitele măsurări de durate s-a stabilit prin convenție internațională ca unitate de măsură pentru timp **secunda**. Ceasurile sînt etalonate în secunde (s), minute (1 min = 60 s) și ore (1 h = 60 min), minutul și ora fiind multipli ai secunde.

Cunoașteți ceasul de cînd erați mici. V-ați gîndit însă la faptul că ceasul indică un anumit interval de timp, o anumită durată? Dacă acum, de exemplu, este ora 10, înseamnă că au trecut 10 ore de la miezul nopții, cînd se consideră că este ora zero. Acesta este momentul începînd de la care sînt numerotate orele.

Cum determinați, cu ajutorul ceasului, durata unei anumite activități, de exemplu timpul în care vă faceți lecțiile? Va trebui să notați ora la care ați început (de exemplu, 8 h 40 min) și ora la care ați terminat (să zicem, 11 h 20 min) și să faceți diferența. În cazul nostru 11 h 20 min — 8 h 40 min = 10 h 80 minute — 8 h 40 min = 2 h 40 min.

Ați observat, desigur, că pentru a putea efectua scăderea a trebuit să exprimăm una din cele 11 ore în minute (11 h 20 min = 10 h 80 min).

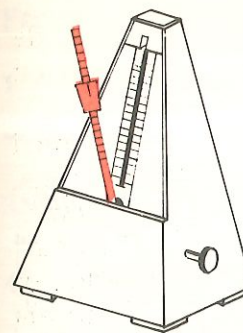


Fig. II.24. Metronomul.

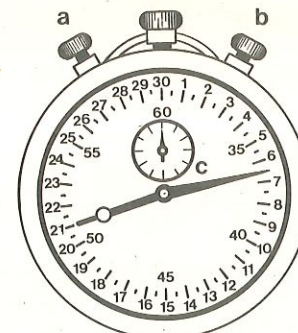


Fig. II.25. Cronometrul.

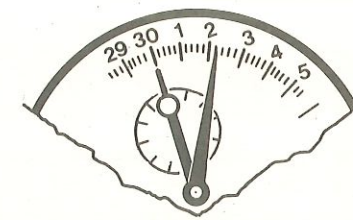


Fig. II.26. Cronometrul a înregistrat 2,2 s.

Un alt instrument folosit în experimentele de fizică este metronomul (fig. II.24). Metronomul marchează prin bătăi intervalele egale de timp în care o lamă elastică își execută mișcările, sub acțiunea unui arc, printr-un mecanism de ceasornic. Prin deplasarea unei pieșe în lungul lamei, durata acestor intervale poate fi reglată la o valoare mai mică (se deplasează piesa în jos). Întrucît metronomul nu are un sistem de înregistrare a bătăilor sale, intervalele de timp în care se desfășoară un anumit fenomen trebuie numărate.

Un instrument folosit în mod curent și care permite măsurarea cu mare precizie a duratei este cronometrul (fig. II.25). Cronometrul este un ceas de construcție specială, care poate fi pornit la începutul fenomenului și oprit la sfîrșit, cu ajutorul unui buton de comandă (a). Prin apăsare pe un alt buton (b), arătătorul cronometrului revine la zero, gata pentru o nouă măsurare.

Arătătorul cronometrului execută o rotație completă nu în decurs de o oră ca la ceasurile obișnuite, ci în decurs de 30 de secunde, ceea ce permite împărțirea cadranelui în mai multe diviziuni și citirea timpului (durata mișcării) cu o precizie de o cincime de secundă (fig. II.26). De aceea cronometrul este folosit mult atît în laboratoarele de fizică, cît și în probele sportive.

Pentru situațiile în care durata pe care o măsurăm e mai mare decât cea în care arătătorul cronometrului efectuează o rotație completă, cronometrele sînt prevăzute cu un al doilea cadran (c), pe care putem citi numărul de minute care au trecut de la pornirea cronometrului. Prin apăsare pe buton (b) ambele arătătoare revin la zero.

Din istoricul măsurării duratei

Observarea unei anumite regularități în succesiunea zilelor și a nopților, în deplasarea umbrei unui obiect vertical luminat de Soare, și alte asemenea fenomene au determinat oamenii să împartă timpul în intervale egale. Cel mai vechi instrument folosit în acest scop este cadranul solar (fig. II.27), cu ajutorul căruia se poate determina cu aproximație ora după poziția umbrei unui indicator.

Utilizarea cadranului solar se bazează pe constatarea că mișcarea relativă față de Pământ a Soarelui pe bolta cerească se repetă în același fel după intervale egale de timp. Un asemenea interval de timp este o zi. Ziua este împărțită în 24 de ore ($1 \text{ zi} = 24 \text{ h}$).

Nu numai mișcarea Pământului în jurul axei proprii, ci orice mișcare care se repetă în același fel poate servi la măsurarea duratei.

Unul dintre cele mai vechi tipuri de ceas, clepsidra (fig. II.28), împărțea timpul în intervale egale, necesare scurgerii nisipului dintr-un compartiment în altul. Prin răsturnarea clepsidrei, nisipul se scurge din nou în primul compartiment, deci fenomenul se repetă în același fel, în același interval de timp.

Deoarece în fizică se studiază adesea fenomene care au durată scurtă, se pune problema măsurării unor asemenea durate. Știți care a fost primul „instrument” folosit în fizică pentru a măsura intervale mici de timp? Pulsul omenesc! Ideea îi aparține lui Galileo Galilei (1564–1642), omul care a introdus experimentul ca metodă de cercetare în fizică. Gândindu-se la faptul că azi se folosesc metode care permit măsurarea duratei cu o precizie care merge până la a treisprezecea zecimală, ne putem da seama de progresul realizat în știință și tehnică.

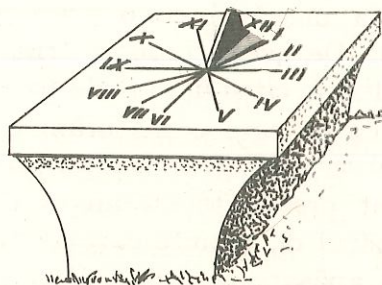


Fig. II.27. Cadranul solar.

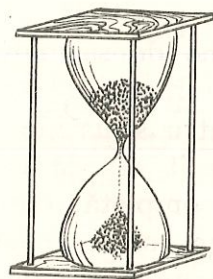


Fig. II.28. Clepsidra.

Probleme

1. Dați exemple de mișcări care ar putea fi folosite la măsurarea timpului.
2. În ziua de 14 septembrie 1975 Soarele a apus la 18 h 28 min și a răsărit în ziua următoare la 5 h 54 min. Cât a durat noaptea?
3. Așezați în ordinea mărimii următoarele intervale de timp: 92 min; 1 h 31 min; 1,51 h.
4. Numărați câte bătăi execută inima voastră în decurs de un minut. Efectuați câteva mișcări de gimnastică și repetați număratoarea. Ce observați? Este inima voastră un „ceasornic” de încredere?

5. Forța

Așezați o bilă de oțel pe o placă de sticlă. Dacă placa de sticlă este orizontală, bila va sta nemișcată, adică în repaus. Ce posibilități aveți de a pune bila în mișcare? O puteți împinge cu mâna sau lovi cu o riglă, puteți sufla asupra ei printr-un tub de cauciuc sau puteți așeza aproape de bilă un magnet. Mai găsiți și alte posibilități?

Observați că în toate cazurile bila a fost pusă în mișcare pentru că a intervenit un al doilea corp care a acționat asupra ei, fie direct (cazul mâinii, al riglei, al curentului de aer), fie indirect (cazul magnetului).

În aceste situații spunem că asupra bilei s-a exercitat o forță, înțelegând prin forță acțiunea unui corp asupra altui corp (fig. II.29).

Să presupunem acum că bila se mișcă pe suprafața plăcii, iar noi vrem s-o oprim. Cum procedăm? Putem folosi, în acest scop, acțiunea acelorași corpuri cu care am pus bila în mișcare: o oprim cu mâna sau cu rigla, îi încetinim mersul, până la oprire, suflând prin tubul de cauciuc în sens contrar celui în care se mișcă sau o urmărim îndeaproape cu magnetul.

Prin urmare, trecerea unui corp (a bilei) din stare de mișcare

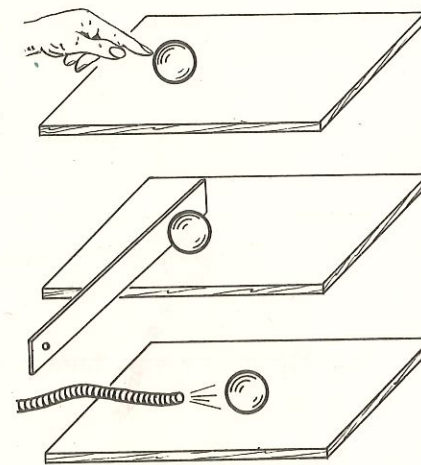


Fig. II.29. Bila poate fi pusă în mișcare sub acțiunea unui alt corp.

în stare de repaus se face tot sub acțiunea altui corp, deci tot prin exercitarea unei forțe.

Bila și-a încetinit mișcarea deoarece, în cazurile descrise, asupra ei s-a exercitat o forță în sens contrar mișcării. Dar dacă am fi suflat asupra bilei în sensul în care se mișcă? Încercați și vă veți convinge că bila se va mișca din ce în ce mai repede.

Dacă acționăm asupra bilei pe o altă direcție, de pildă dacă suflăm lateral, bila nu se va mai mișca în linie dreaptă, ci drumul ei se va curba (fig. II.30). În toate aceste cazuri forța care se exercită asupra bilei din partea curențului de aer i-a modificat mișcarea (a determinat-o să se miște mai încet, mai repede sau pe alt drum).

Există numeroase alte împrejurări în care observăm asemenea schimbări ale mișcării unui corp, fără a ne da seama imediat de cauza acestor schimbări. În toate cazurile însă putem găsi o cauză, de obicei un al doilea corp care a acționat asupra celui care se află în mișcare. De exemplu, dacă placa de sticlă pe care se rostogolește bila este destul de mare, bila își va încetini mișcarea și chiar se va opri.

Care este aici cauza încetinerii? Ce corp a acționat asupra bilei? Pentru a descoperi mai ușor cauza, așezați pe placa de sticlă, în calea bilei, pe rând: o foaie de hîrtie, o foaie de sugativă și apoi o foaie de șmirghel. Veți observa că, trecînd de pe sticlă pe aceste suprafețe, bila își va încetini vizibil mișcarea, mai ales în cazul rostogolirii pe șmirghel (fig. II.31). Deci forța care

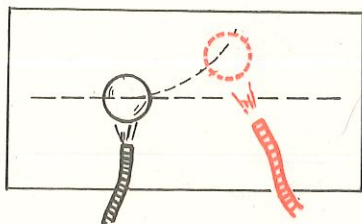


Fig. II.30. Suflînd lateral schimbăm forma drumului pe care se mișcă bila.

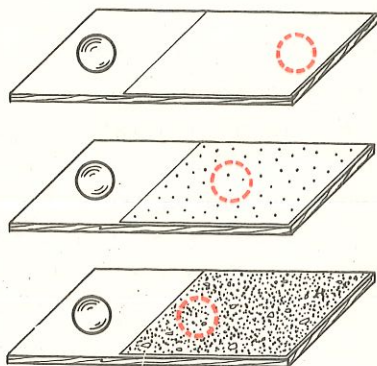


Fig. II.31. Diferite suprafețe (hîrtie, sugativă, șmirghel) frînează bila în mod diferit.

schimbă starea de mișcare a bilei se datorește suprafeței pe care se face mișcarea. O asemenea forță se numește forță de frecare.

Forța de frecare se opune întotdeauna mișcării și de aceea este folosită în frînarea autovehiculelor. Puteți spune, de exemplu, în ce locuri se exercită forța de frecare în cazul frînării bicicletei?

Există situații cînd un corp, asupra căruia se exercită o forță, nu se deplasează în ansamblu; în acest caz se mișcă doar părți ale corpului, unele față de altele. Apăsăți de exemplu, cu o riglă pe un burete așezat pe masă. Deoarece buretele, în ansamblu, nu se poate pune în mișcare, numai o parte a buretelui se va deplasa și anume partea mai apropiată de rigla cu care apăsăm. În acest caz buretele se va deforma (fig. II.32). Același lucru se va întîmpla dacă apăsăm asupra unui resort așezat pe masă (fig. II.33) sau dacă tragem de un resort suspendat de un suport (fig. II.34).

Și deformarea unui corp este o schimbare a stării corpului. După ce încetează acțiunea, aceste corpuri recapătă forma pe care au avut-o la început, deci revin la starea lor inițială. Ele au suferit deci deformări elastice. Deformările plastice sînt provocate, de asemenea, de acțiunea unui al doilea corp: forța de strîngere a mîinii, în cazul în care turtim o bucată de plastilină; forța cu care lovește ciocanul, în cazul unei bucăți de plumb etc. Puteți da și alte exemple?

O forță își manifestă acțiunea asupra unui corp prin modificarea stării corpului asupra căruia se exercită.

Se modifică fie starea de repaus sau de mișcare, fie forma corpului. În multe cazuri se constată ambele efecte (fig. II.35).



Fig. II.32. Buretele a fost deformat.

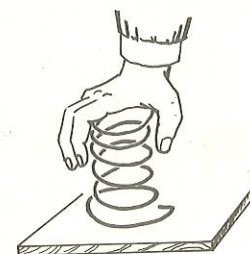


Fig. II.33. Un resort poate fi comprimat.

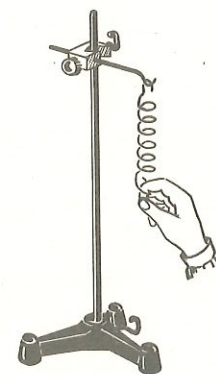


Fig. II.34. Resortul se întinde sub acțiunea unei forțe.

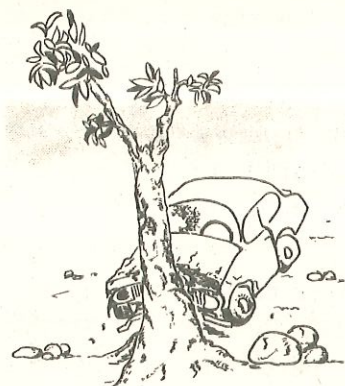


Fig. II.35. Acțiunea copacului a schimbat atât starea de mișcare cât și forma mașinii.

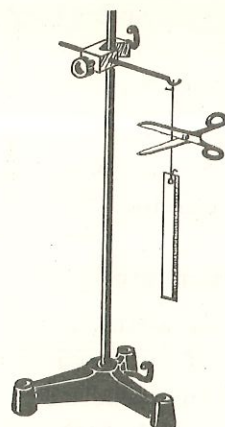


Fig. II.36. Tăind firul rigla trece din stare de repaus în stare de mișcare.

6. Greutatea

Suspendați o riglă de un suport cu ajutorul unui fir de ață. Rigla se află în repaus. Tăiați firul de ață (fig. II.36). Rigla va cădea, va trece din starea de repaus în stare de mișcare, deci asupra ei s-a exercitat o forță. Am văzut însă că orice forță este acțiunea unui corp asupra altui corp. Care este, în acest caz, cel de-al doilea corp? Acest corp este Pământul, care atrage corpurile din jurul său. Forța cu care Pământul atrage rigla este *greutatea* riglei.

Oare greutatea riglei a existat numai după ce am tăiat firul? Pentru a răspunde la această întrebare suspendați alături de riglă un al doilea fir, identic cu cel de care ați legat rigla și comparați cele două fire.

Acțiunea Pământului asupra riglei este tot o acțiune indirectă, ca și în cazul acțiunii magnetului asupra bilei de oțel, cu deosebirea că Pământul acționează asupra tuturor corpurilor, în timp ce magnetul acționează numai asupra unor corpuri anumite.

Efectuați experimente de felul celor de mai sus punând în locul riglei o bilă, un măr, o pietricică. Veți constata că are loc același fenomen ca și în cazul riglei.

Toate corpurile sînt atrase de Pământ. Forța cu care un corp este atras de Pământ se numește greutatea acelui corp.

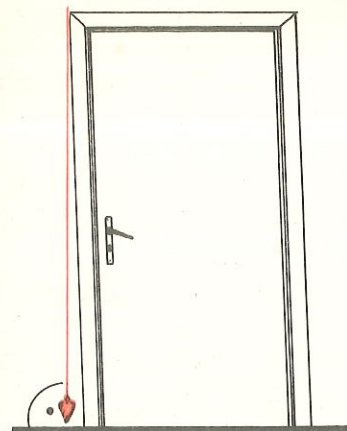


Fig. II.37. a) Tocul acestei uși nu este vertical; b) verticala e perpendiculară pe orizontală.

De existența greutății corpurilor ne dăm seama ori de câte ori ridicăm un obiect. Pentru a ridica un corp trebuie să acționăm asupra lui, de jos în sus, cu o forță mai mare decât greutatea corpului respectiv.

Direcția pe care o arată un fir de care este suspendat un corp este exact direcția pe care ar cădea corpul dacă am tăia firul, adică spre centrul Pământului. Numim această direcție, *direcție verticală*. Direcția perpendiculară pe direcția verticală o numim direcție *orizontală*.

Un fir de care este legată o bucată de plumb sau un obiect mic dintr-un alt metal are totdeauna o direcție verticală. Un astfel de dispozitiv a fost numit „fir cu plumb”. Firul cu plumb este folosit pentru a constata dacă un zid sau tocul unei uși sînt verticale (fig. II.37,a), pentru a verifica verticalitatea stîlpilor montați pe terenurile de sport etc.

Direcția orizontală se verifică la montarea mașinilor, la fundațiile clădirilor etc. Verificarea se face cu nivela cu bulă de aer. Ea se compune dintr-un vas de sticlă puțin curbat, închis la ambele capete. Vasul este umplut aproape în întregime cu alcool (deci conține și aer). Când suportul nivelei este în plan orizontal, bula de aer ocupă partea cea mai înaltă a tubului între două repere trasate pe tub (fig. II.38).

Folosind o nivelă cu bulă de aer și un fir cu plumb, vă puteți convinge că verticala este perpendiculară pe orizontală, procedînd așa cum se vede în figura II.37,b.



Fig. II.38. Nivela cu bulă de aer.

7. Forța elastică

Suspendați o bilă de un resort și eliberați-o încet. Bila se va deplasa în jos, sub acțiunea greutateii și va întinde resortul. La un moment dat bila nu se mai deplasează. Încetarea mișcării bilei se datorește tot unei forțe, care se exercită în sens contrar mișcării, deci în sus. Această forță provine de la arcul care a fost întins (deformat) și se numește *forță elastică*.

Forța elastică, cu care resortul se opune deformării sale devine din ce în ce mai mare, pe măsură ce crește și deformarea resortului. La un moment dat ea devine egală ca valoare cu greutatea bilei și aceasta nu se mai deplasează.

Greutatea bilei a provocat în acest caz schimbarea stării resortului.

Eliberând resortul, deci înlăturând cauza care îl deformează, el revine la starea sa inițială. Mențineți cu mâna resortul întins în starea în care a fost adus sub acțiunea greutateii bilei. Înlocuiți bila cu alta, de greutate mai mică, și eliberați resortul. Veți constata că bila mică este ridicată de resort. Deci un corp deformat poate determina schimbarea stării de mișcare a unui alt corp, deci poate exercita o forță.

Așezați o riglă în punte peste două cărți, iar pe riglă așezați încet o piatră mai mare. Din momentul în care piatra atinge rigla ea se mai deplasează în jos datorită greutateii sale, îndoină rigla. La un moment dat piatra nu se mai deplasează. Oare nu mai este atrasă de Pământ? Nu mai are greutate? Explicația e alta: piatra s-a putut deplasa în jos atâta timp cât forța elastică produsă de riglă datorită deformării acesteia a fost mai mică decât greutatea pietrei. La o anumită înconvoiere a riglei forța elastică a devenit egală cu greutatea pietrei și piatra nu s-a mai deplasat (fig. II.39).

Același lucru se întâmplă în cazul când așezăm piatra pe masă. Piatra deformează masa pînă ce forța elastică devine egală cu greutatea pietrei. Deoarece masa are o rezistență cu mult mai mare decât rigla, deformarea ei este atît de mică încît nu o putem observa fără aparate speciale.



Fig. II.39. Forța elastică din riglă este egală cu greutatea pietrei.

Pe existența forței elastice se bazează și jocul cu o minge de cauciuc. În urma lovirii mingii de perete aceasta se deformează; forța elastică ce ia naștere în mingea deformată determină, apoi, deplasarea, în sens contrar, a mingii.

Trebuie să precizăm că forța elastică ce ia naștere într-o minge se datorește atît deformării cauciucului din care e făcută, cît, mai ales, comprimării aerului din minge.

Vă puteți convinge că și un gaz comprimat poate exercita o forță elastică, apăsînd pe mînerul unei pompe de bicicletă în timp ce țineți cu degetul orificiul de ieșire a aerului (fig. II. 40). Desigur, veți observa cu această ocazie că mînerul pompei se împinge la început ușor, apoi, pe măsură ce acesta avansează, forța necesară este din ce în ce mai mare.

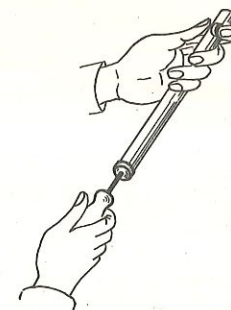


Fig. II.40. Forța elastică a aerului comprimat poate deplasa mînerul pompei.

8. Măsurarea forțelor

O forță pe care o avem oricînd la îndemînă este greutatea unui corp. Vom folosi pentru experimente discuri de metal identice, ca în figura II.41, stînga, care au greutatea egale și pot fi așezate unul peste altul pe platanul suspendat de resortul din figura II.41, dreapta. Paralel cu resortul fixați o riglă gradată, cu diviziunea zero la baza platanului, pe care citiți alungirile resortului sub acțiunea greutateii discurilor.

Așezați pe platan un disc și notați alungirea resortului. Înlocuiți apoi discul cu altul. Veți găsi aceeași alungire a resortului ca în primul caz. Cum discurile au greutatea egale rezultă că forțe egale provoacă deformări egale ale aceluiași resort.

Adăugați un al doilea disc peste cel așezat pe platan și comparați noua alungire cu cea precedentă. Veți găsi o alungire de două ori mai mare. Continuați cu adăugarea de discuri și notați alungirile corespunzătoare într-un tabel ca cel de mai jos:

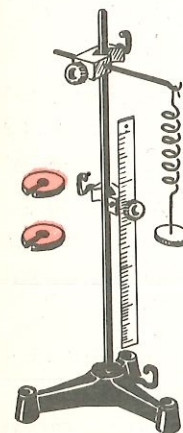


Fig. II.41. Materiale necesare pentru etalonarea unui resort.

Numărul de discuri	1	2	3	4	5
Alungirea în mm	7	14	21	28	35

Se vede ușor că alungirea este proporțională cu forța (greutatea) care întinde resortul.

Prin această operație am realizat o etalonare a resortului pe care l-am putea folosi la măsurarea unor forțe, bazându-ne pe faptul că două forțe sînt egale între ele dacă ele produc același efect, în cazul nostru aceeași deformare a resortului.

Aparatul folosit în practică pentru măsurarea forțelor se numește *dinamometru*. Construcția dinamometrului se bazează tocmai pe proprietatea corpurilor elastice (resorturi sau arcuri de oțel) de a se deforma proporțional cu forța care se exercită asupra lor. Dinamometrele se construiesc de diferite forme și mărimi, potrivit cu destinația lor sau cu mărimea forțelor pe care trebuie să le măsoare.

Să analizăm construcția unui dinamometru de laborator (fig. II.42). Acesta are ca parte principală un resort (*a*) montat într-un tub (*b*), care se poate deplasa ușor în interiorul unui alt tub (*c*). Cele două tuburi sînt legate la cîte un capăt de extremitățile resortului și sînt prevăzute cu cîrlige. Dacă tragem de cele două cîrlige ale dinamometrului, resortul se întinde și o parte din tubul interior iese din cel exterior. Numărul de diviziuni ale porțiunii ieșite ne va indica mărimea forței cu care am tras de cîrlige.

Pentru a putea compara între ele valorile diferitelor forțe s-a stabilit o unitate de măsură pentru forță. Aceasta se numește newton (se pronunță niutn) și se notează cu N.

Denumirea a fost dată în cinstea lui Isaac Newton (1642—1727), fizician, matematician și filozof englez.

Vă puteți da seama de mărimea unei forțe de un newton fie trăgînd de cîrligele unui dinamometru pînă la diviziunea 1 N, fie într-un alt mod: luați o pungă cu 100 g de bomboane și mai adăugați o bomboană mică. Greutatea bomboanelor din pungă este acum de aproximativ 1 N.

Dinamometrele de laborator sînt de obicei etalonate în newtoni și gradate în zecimi de newtoni.

Atenție! Cînd efectuați măsurători cu ajutorul dinamometrului țineți cont de faptul că și un arc de oțel, piesa principală a unui dinamometru, poate suferi deformări plastice, atunci cînd asupra lui se exercită forțe de întindere mari. Rezultă că orice dinamometru are o anumită limită de măsurare, care reprezintă valoarea cea mai mare a forței pe care o poate indica.

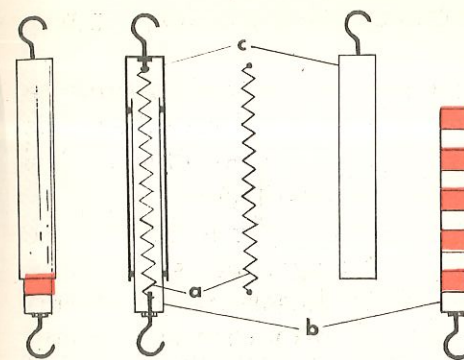


Fig. II.42. Dinamometru de laborator.

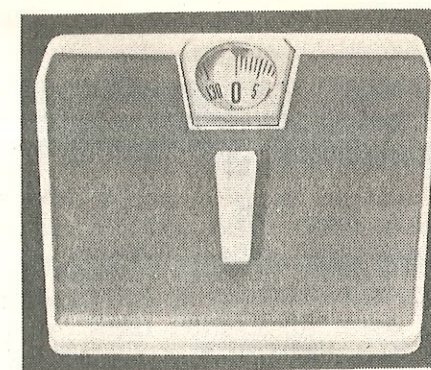


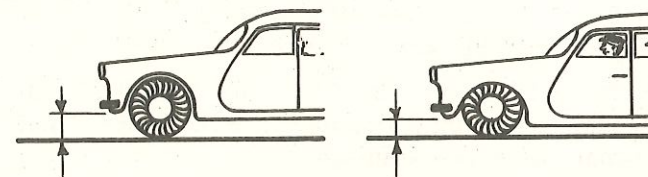
Fig. II.43. Cîntar dinamometric.

Pentru activitatea practică se construiesc dinamometre de diferite forme și mărimi, cu care se pot măsura forțe mari: forța cu care un tractor trage un plug, forța cu care o macara ridică materiale etc. În figura II.43 este reprezentat un cîntar dinamometric folosit pentru cîntărirea persoanelor.

Probleme

1. Precizați din partea căror corpuri provine forța care:
leagănă copacii; oprește o săniuță; deplasează o căruță; pune în mișcare săgeata în cazul tragerii cu arcul.
2. De ce o sîrmă întinsă între doi stîlpi nu este niciodată perfect dreaptă ci puțin curbată în jos?
3. De ce o frînghie de rufe se curbează mai mult atunci cînd se întind rufe pe ea decît atunci cînd este fără rufe?
4. Care este forța care pune în mișcare mecanismul unui ceas?
Dar al unei mașinuțe care se întoarce cu cheia?
5. Explicați de ce o mașină cu pasageri e mai aproape de sol decît aceeași mașină neîncărcată (fig. II. 44). Observați și cauciucurile mașinii în ambele stări.
6. Explicați ce se întîmplă cînd o rachetă de tenis lovește mingea.

Fig. II.44. Mașina cu pasageri e mai aproape de sol.



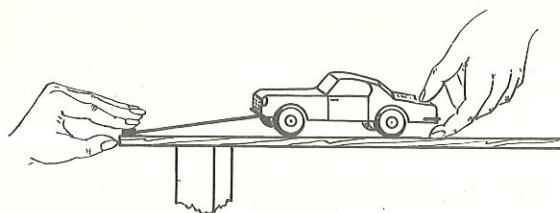


Fig. II.45. Ce forță va mișca mașinuța?

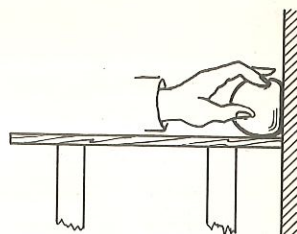


Fig. II.46. Ce forță va rostogoli mingea pe masă?

7. În ce fel vă ajută trambulina la gimnastică, la săriturile peste capră sau peste cal?
8. Legați o bucată de elastic de bara din față a unei mașinuțe jucărie. Fixați celălalt capăt al elasticului pe o masă, apăsându-l cu un deget, și trageți de mașinuța înapoi (fig. II.45), apoi eliberați-o. Puteți explica sub acțiunea cărei forțe s-a pus în mișcare mașinuța?
9. Așezați o masă lângă un perete și puneți o minge de cauciuc în colțul format de perete cu tăblia mesei. Apăsați mingea de perete, ea se deformează (fig. II.46). Eliberând mingea, ea se va rostogoli pe masă. Puteți spune ce forță a pus-o în mișcare?
10. Într-o excursie doi elevi au făcut un pariu: fiecare susținea că rucsacul său e mai greu. Soarta pariului a fost decisă de către Istetiș cu ajutorul unui ... copac. Cum a procedat?
11. Măsurați cu ajutorul dinamometrului forța de tracțiune necesară pentru a deplasa încet un pahar pe suprafața mesei.
12. Am putea folosi o pompă de bicicletă drept dinamometru? În ce fel? Dar dacă în pompă introducem apă în loc de aer?
13. Construiți-vă un dinamometru cu ajutorul unei benzi de elastic, fixată pe o plăcuță de lemn așa cum se arată în figura II.47. Îl puteți etalona apoi prin comparație cu un dinamometru de laborator. Cum veți proceda?
14. O lamă de oțel (pînză de ferăstrău) fixată în poziția orizontală cu un capăt pe masă ar putea servi de asemenea drept dinamometru. Ce formă ar trebui să aibă scara gradată a unui asemenea instrument?
15. În ce fel ne-am da seama de faptul că am supus arcul unui dinamometru la o forță mai mare decât cea admisă?

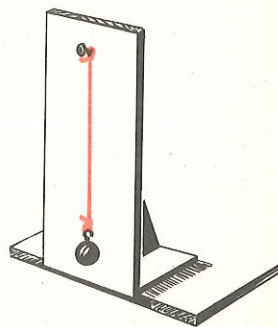


Fig. II.47. Dinamometru cu bandă de elastic.

9. Masa

Jucîndu-vă cu praștia ați observat, desigur, că o pietricică este aruncată cu mult mai departe decât o piatră mare, deși în ambele cazuri ați întins praștia la fel de mult, deși asupra celor două pietre s-au exercitat forțe elastice egale.

Fixați pe o scîndură o bandă de cauciuc între două cuie. Așezați o cutiuță goală de metal în dreptul mijlocului benzii, întindeți banda cu ajutorul cutiei (fig. II.48) și eliberați-o brusc. Banda va pune în mișcare cutia, care, fiind frînată de forța de frecare, se va opri undeva pe scîndură. Însemnați locul pînă la care s-a deplasat cutia în urma destinderii benzii.

Umpleți cutia cu nisip și repetați experimentul, avînd grijă să întindeți banda la fel de mult ca în primul caz. Cutia plină se va deplasa mai încet și pe o distanță mai mică, deși în ambele cazuri asupra cutiei s-au exercitat forțe egale din partea benzii de cauciuc.

Putem trage concluzia că efectul unor forțe egale asupra unor corpuri diferite depinde și de corpul însuși.

Fiecare corp este caracterizat printr-o mărime numită masă.

Masa indică tocmai proprietatea corpurilor de a se comporta diferit atunci cînd asupra lor se exercită forțe.

Un anumit corp are o masă mai mare decât altul, dacă e nevoie de o forță mai mare pentru a-l pune în mișcare sau dacă este mai greu de oprit sau de abătut din drumul său atunci cînd se află în mișcare.

Vom spune că piatra are masa mai mare decât pietricica, o cutie plină are masa mai mare decât aceeași cutie goală etc.

Repetăți experimentul ilustrat în figura II.48, folosind două cutiuțe identice. În prima cutie puneți alicie de plumb și însemnați pe scîndură locul pînă la care se deplasează cutia sub acțiunea benzii de cauciuc. În a doua cutiuță puneți atîta nisip încît aceasta să se deplaseze pînă la același semn (banda de cauciuc fiind întinsă la fel de mult). În acest caz vom spune că cele două cutiuțe au masele egale.

Două corpuri au masele egale dacă forțe egale au asupra lor același efect.

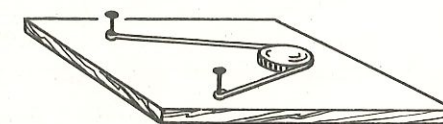


Fig. II.48. Banda de cauciuc, prin destindere, va acționa asupra cutiei.

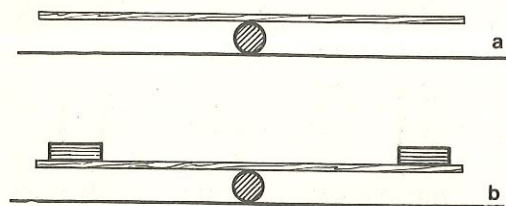


Fig. II.49. Rigla este în echilibru (a) și rămîne în echilibru dacă cele două cutii au masele egale (b).

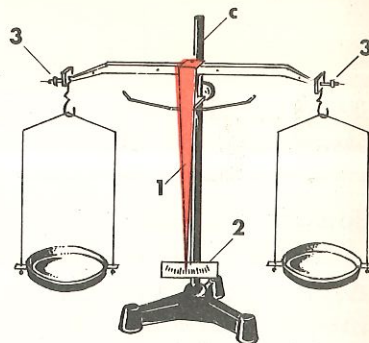


Fig. II. 50. Balanța de laborator.

Pentru a măsura masa unui corp trebuie să dispunem de o unitate de măsură precum și de un instrument cu ajutorul căruia să comparăm masa unui corp cu unitatea de măsură aleasă.

Veți înțelege ușor principiul pe care se bazează măsurarea masei dacă efectuați următorul experiment:

Așezați o riglă în cumpănă peste un creion (fig. II.49). Spunem că rigla este în echilibru. Așezați apoi cele două cutii, despre care știm că au masele egale, la capetele riglei. Rigla va fi și de data aceasta în echilibru.

Puteți proceda și invers: echilibrați rigla cu două cutiute identice, care conțin alicie sau nisip și realizați apoi experimentul la care se referă figura II.48, veți găsi că cele două cutiute au masele egale.

Instrumentul folosit pentru măsurarea masei corpurilor este balanța.

În laboratoarele de fizică se folosește balanța cu brațe egale, reprezentată în figura II.50. Operația de măsurare a masei cu ajutorul balanței se numește cîntărire.

Înainte de a efectua o cîntărire verificăm dacă balanța este așezată orizontal, deci coloana ei de susținere (c) este verticală. Aceasta se face, de regulă, cu ajutorul unui mic fir cu plumb existent la majoritatea balanțelor. Verificăm apoi dacă balanța este în echilibru, adică dacă acul indicator (1) se găsește la mijlocul scalei gradate (2). La nevoie, o echilibrăm, rotind piulița de la extremitățile balanței (3).

Drept unitate de măsură pentru masă s-a stabilit prin convenție internațională masa de un kilogram, masa unui anumit cilindru de metal care se păstrează în laboratoarele de metrologie.

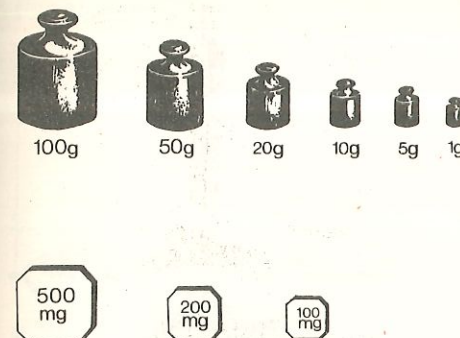


Fig. II.51. Etaloane de masă.

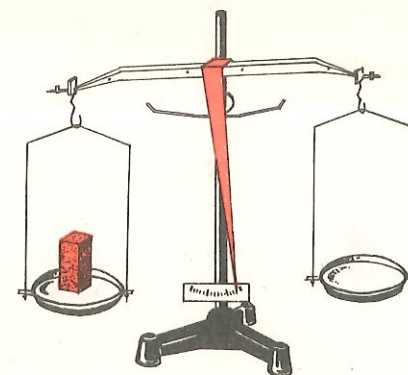


Fig. II.52. Așezînd corpul pe unul din platane, balanța se dezechilibrează.

Pentru uz curent se confecționează corpuri ale căror mase sînt înscrise pe ele, numite etaloane de masă (fig. II.51). Etaloanele de masă folosite în laborator au valoarea înscrisă fie în grame ($1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$), fie în miligrame ($1 \text{ mg} = 0,001 \text{ g}$). Ele sînt așezate într-o cutie, în ordinea descrescătoare a valorii lor. În aceeași cutie se găsește și o pensetă care servește la mînuirea etaloanelor de masă.

Pentru a determina masa unui corp procedăm în felul următor: așezăm corpul respectiv pe un platan al balanței, de pildă pe cel din stînga. Acesta se va lăsa în jos, balanța se dezechilibrează, acul indicator trece în partea dreaptă a scalei (fig. II.52). Pe platanul din dreapta așezăm apoi, cu ajutorul pensetei, unul dintre etaloanele de masă din cutie, care credem că va echilibra balanța. Dacă talerul din dreapta coboară prea mult (acul trece de mijlocul scalei) înlocuim etalonul cu altul din cutie, de valoare mai mică. Dacă de data aceasta acul rămîne în partea dreaptă a scalei așezăm pe platanul din dreapta și următorul etalon de masă din cutie. În funcție de poziția acului indicator vom înlocui etalonul cu unul de valoare mai mică sau vom așeza și a treia piesă lîngă celelalte, repetînd operațiile în același fel pînă la echilibrarea balanței. Masa corpului va fi atunci egală cu suma maselor etaloanelor așezate pe celălalt platan. În cazul corpului din figura II.53 pentru echilibrarea balanței au fost necesare piesele de 100 g , 10 g , 2 g și 200 mg . Masa corpului este:

$$m = 100 \text{ g} + 10 \text{ g} + 2 \text{ g} + 0,2 \text{ g} = 112,2 \text{ g}.$$

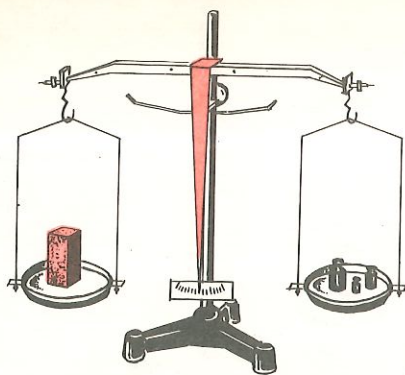


Fig. II.53. Determinarea masei unui corp cu balanța.

Pentru a determina masa unei anumite cantități dintr-un lichid așezăm pe un platan un vas gol și echilibrăm balanța, punând pe celălalt platan alice de plumb, pietricele sau nisip (fig. II.54). Turnăm apoi lichidul în vas și determinăm masa lichidului echilibrând din nou balanța, de data aceasta cu etaloane de masă.

Evident, puteți folosi și etaloane de masă pentru echilibrarea balanței care are pe un platan vasul gol. Masa vasului gol este numită *tară*.

Să folosim acest procedeu pentru a cântări o anumită cantitate de apă. Așezăm pe platanul din stînga un cilindru gradat și echilibrăm balanța cu alice. Turnăm în cilindru 100 cm^3 de apă și așezăm pe celălalt platan etalonul de 100 g . Balanța se echilibrează (fig. II.55). Cît va cântări atunci o cantitate de 1 dm^3 de apă? Desigur, de zece ori mai mult, adică 1 kg .

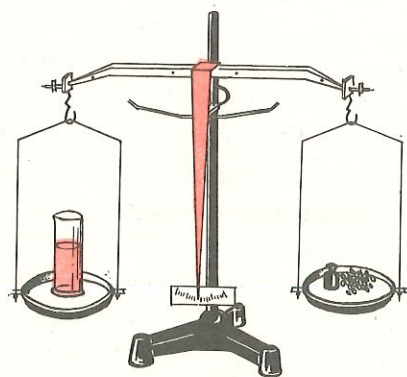


Fig. II.55. 100 cm^3 de apă cântăresc 100 g .

* Veți înțelege mai târziu de ce a fost necesară și precizarea temperaturii.

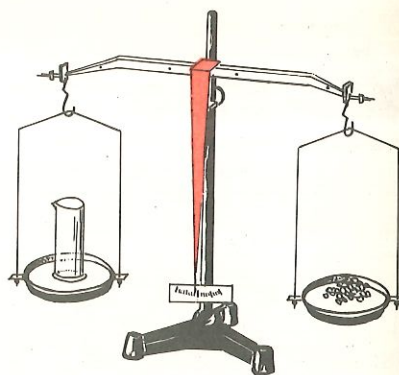


Fig. II.54. Echilibrarea balanței pentru cântărirea unui lichid.

Acest rezultat nu trebuie să ne surprindă, deoarece etalonul de un kilogram a fost construit în așa fel încît să aibă masa egală cu masa unui decimetru cub de apă distilată, la temperatura de 4°C *

Probleme

1. Dacă nu dispunem de etaloane de masă, putem cântări diferite corpuri cu ajutorul balanței, folosind un cilindru gradat în care vom turna apă. Explicați cum vom proceda în acest caz și cântăriți câteva obiecte în acest mod.
2. Care dintre etaloanele de masă reprezentate în figura II.51 vor fi necesare pentru a cântări un corp cu masa de $125,8\text{ g}$, cu condiția să folosim cît mai puține etaloane.
3. Convingeți-vă de exactitatea valorilor indicate pe etaloanele de masă cântărind piesa de 100 g cu ajutorul celorlalte, apoi pe cea de 50 g etc.
4. Dispunem de două mere cu mase diferite. Ce posibilități avem, folosind o balanță și cutia cu etaloane de masă, pentru a determina diferența maselor celor două mere?

Text suplimentar

Variația greutății unui corp

Determinarea greutății aceluiași corp în numeroase locuri de pe suprafața Pămîntului începînd de la Ecuator și pînă la Poli duce la rezultate diferite. S-a constatat că ea crește de la Ecuator la Poli.

Cauzele variației greutății unui corp se datoresc atît mișcării de rotație a Pămîntului cît și faptului că Pămîntul nu are formă perfect sferică, fiind turtit la poli. De aceea distanța de la poli la centrul Pămîntului este mai mică decît distanța de la Ecuator la centru Pămîntului. Ca urmare greutatea unui corp variază cu distanța de la suprafață la centrul Pămîntului.

Greutatea unui corp variază și cu depărtarea sa de suprafața Pămîntului (cu altitudinea) și anume se micșorează cu creșterea depărtării.

Micșorarea greutății unui corp devine importantă dacă îl îndepărtăm foarte mult de suprafața Pămîntului. De exemplu, la o distanță de $6\,370\text{ km}$ deasupra Pămîntului greutatea unui corp este de patru ori mai mică decît la suprafața Pămîntului. La o asemenea distanță ați putea ridica un coleg de-al vostru cu o singură mînă!

La distanțe și mai mari greutatea corpurilor devine chiar nulă, încît corpurile nici nu mai cad spre Pămînt dacă sînt lăsate libere.

Această stare, întâlnită uneori în navele cosmice, se numește stare de imponderabilitate.

Pe alte corpuri cerești greutatea unui obiect (adică forța cu care obiectul e atras spre centrul corpului ceresc respectiv) este diferită de valoarea ei pe Pământ. De exemplu, pe Lună toate corpurile sînt atrase cu forțe de 6 ori mai mici decît pe Pământ.

În tabelul de mai jos am înscris valoarea pe care ar avea-o greutatea unui corp cu masa de un kilogram în diferite locuri de pe Pământ cît și din Univers:

Locul măsurării	Greutatea (valoare aproximativă)
La latitudinea de 45°	9,81 N
La poli	9,84 N
La Ecuator	9,78 N
La altitudinea de 6 370 km	2,45 N
Pe Lună	1,57 N
Pe planeta Jupiter	26 N
În stare de imponderabilitate	zero

Vă propunem ca, pe baza datelor cuprinse în tabel, să răspundeți la următoarele întrebări:

1. Dacă v-ați afla într-o navă cosmică în stare de imponderabilitate ați putea goli un vas care conține grăunțe?
2. Ce record ați stabili la săritura în înălțime, dacă v-ați afla pe Lună?
3. Care dintre jocurile cu mingea ar putea fi jucate și în stare de imponderabilitate?

10. Densitatea

Densitatea lichidelor. Turnați puțin petrol într-o eprubetă și adăugați apoi apă. Cele două lichide nu se amestecă și se poate vedea clar un strat de petrol la suprafața apei (fig. II.56), deși noi am turnat apa deasupra petrolului. Cum se explică acest fapt?

Ați cîntărit apa și v-ați convins că 100 cm³ de apă cîntăresc 100 g, deci masa unui centimetru cub de apă este de un gram.

Așezați din nou pe platanul balanței un cilindru gradat și echilibrați balanța cu alice sau nisip. Turnați apoi în cilindru 100 cm³ de petrol și echilibrați balanța cu etaloane de masă. Veți găsi că 100 cm³ de petrol cîntăresc mai puțin decît același volum de apă, și anume 80 g. Înseamnă că un centimetru cub de petrol are masa de 0,8 g, deci mai mică decît masa unui centimetru cub de apă. Aceasta se exprimă prin afirmația că petrolul are densitatea mai mică decît apa. Densitatea apei este de 1 g/cm³, iar a petrolului de 0,8 g/cm³. Așa se explică plutirea petrolului pe suprafața apei.

Puteam afla densitatea petrolului și dacă am fi avut la dispoziție doar un cilindru gradat de 25 cm³ și nu unul de 100 cm³. Am fi cîntărit cei 25 cm³ de petrol și am fi găsit că au masa de 20 g. Pentru a afla densitatea petrolului trebuie să împărțim masa petrolului cîntărit (20 g) la volumul său (25 cm³). Cîtul lor (densitatea) are aceeași valoare ca în primul caz (0,8 g/cm³).

În general, *pentru a afla densitatea unui lichid împărțim masa unei anumite cantități din acel lichid la volumul acestuia.*

Dacă masa este exprimată în grame și volumul în centimetri cubi, *densitatea* (cîtul lor) *se va exprima în g/cm³*. Putem exprima masa în kilograme și volumul în m³ și vom obține densitatea în kg/m³. Exprimată în această unitate de măsură, densitatea apei va fi de 1 000 kg/m³, iar a petrolului de 800 kg/m³.

În tabelul următor sînt date densitățile unor lichide mai cunoscute:

Lichidul	Densitatea	
	g/cm ³	kg/m ³
Benzină	0,70	700
Petrol	0,80	800
Alcool medicinal	0,85	850
Apă	1,00	1 000
Mercur	13,60	13 600



Fig. II.56.
Stratul de petrol pluteste pe apă.

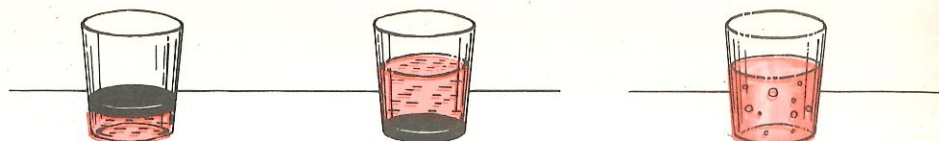


Fig. II.57. Uleiul plutește pe apă dar nu și pe alcool.

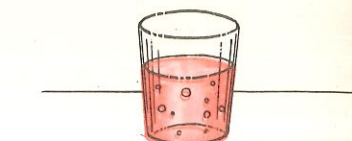


Fig. II.58. Perle de ulei într-un amestec de alcool cu apă.

Temă. Turnați într-un pahar puțină apă și în altul de trei ori mai mult alcool medicinal. Adăugați în fiecare pahărel câteva picături de ulei. Veți observa că uleiul rămîne la suprafața apei, în timp ce în paharul cu alcool el se lasă la fund (fig. II.57). Ce concluzie putem trage de aici privitor la densitatea uleiului?

Amestecați conținutul celor două pahărele. Dacă ați respectat proporțiile, veți observa frumoase perle de ulei plutind în interiorul amestecului de alcool cu apă (fig. II.58). Dacă experimentul v-a reușit înseamnă că ați realizat o soluție de alcool în apă care are aceeași densitate ca uleiul.

S-ar putea ca experimentul să nu vă reușească de prima dată și uleiul să se ridice la suprafață. Ce lichid va trebui să mai adăugați în acest caz? Dar în cazul cînd uleiul rămîne la fundul paharului?

Densitatea corpurilor solide. Puneți într-un vas cu apă bucăți din diferite materiale: lemn, parafină, fier, plută, plastilină, aluminiu etc. Veți vedea că unele se ridică la suprafața apei în timp ce altele rămîn la fundul vasului (fig. II.59). Prin ce proprietate se deosebesc substanțele care plutesc pe apă de celelalte?

Ne amintim că un lichid, de pildă petrolul, plutea pe suprafața apei pentru că are o densitate mai mică decît apa, adică un centimetru cub de petrol are masa mai mică decît un centimetru cub de apă. Vom cerceta acest lucru și în cazul unor substanțe solide (parafină și plastilină). Confectionați un cub cu latura de un centimetru din parafină (dintr-o lumînare) și unul din plastilină și puneți-le într-un vas cu apă.

Cubul de parafină rămîne la suprafață, cel de plastilină cade la fundul vasului (fig. II.60). Scoatem cele două cuburi, le

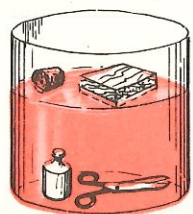


Fig. II.59. Unele corpuri plutesc pe apă, altele cad la fund.

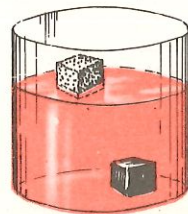
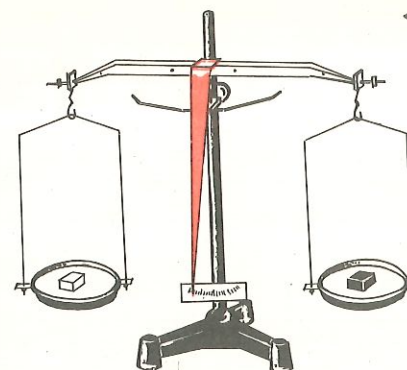


Fig. II.60. Cubul de parafină plutește, cel de plastilină nu.



← Fig. II.61. Cubul de plastilină are masa mai mare.

Fig. II.62. Bara de plastilină are volumul de 7 cm³.



scuturăm de apă și le punem pe platanele unei balanțe. Balanța se va înclina cu talerul cu plastilină în jos (fig. II.61). Deci masa cubului de plastilină este mai mare decît masa celui de parafină, deși ele au același volum. Plastilina are densitatea mai mare decît parafina.

Pentru a afla densitatea plastilinei putem proceda astfel: confectionăm din plastilină o bară cu secțiunea de 1 cm² și cu lungimea, să zicem, de 7 cm. Bara va avea un volum de 7 cm³ (fig. II.62). Cîntărim bara de plastilină. Pentru a-i afla densitatea împărțim masa barei la cei șapte centimetri cubi, cît reprezintă volumul barei. În general:

Pentru a afla densitatea unui corp solid trebuie să determinăm masa și volumul aceluia corp și să împărțim apoi masa la volum.

În cazul în care volumul corpului nu poate fi determinat prin calcul (ca în cazul barei de plastilină), va trebui să determinăm volumul corpului prin cufundarea lui într-un lichid, în cilindrul gradat.

În tabelul de mai jos sînt indicate valorile densității pentru cîteva substanțe:

Substanța	Densitatea
Aluminiu	2,7 g/cm ³
Fier	7,9 g/cm ³
Cupru	8,9 g/cm ³
Plumb	11,3 g/cm ³
Aur	19,3 g/cm ³

Faptul că aluminiul are o densitate mică în comparație cu celelalte materiale determină folosirea lui în construcția de mașini și de avioane: o bară de aluminiu are masa (și deci și greutatea) cu mult mai mică decât o bară cu aceleași dimensiuni, dar din oțel.

Vă propunem acum să determinați densitatea oțelului folosit în confecționarea bilelor de rulment.

Pentru o determinare mai exactă vă recomandăm următorul mod de lucru:

- se determină pe rând masa a 5, 10 și apoi 15 bile;
- se determină, cu ajutorul mensurii, volumul a 5, 10 și 15 bile;
- se calculează densitatea, folosind datele de la punctele a și b pentru 5, 10, 15 bile. Apoi se calculează valoarea medie. Rezultatele se trec într-un tabel:

Numărul de bile	Masa	Volumul	Densitatea	Valoarea medie
5				
10				
15				

În cazul substanțelor care au densitatea mai mică decât a apei (lemn, parafină, ceară), pentru a determina volumul cu ajutorul cilindrului gradat putem folosi un alt lichid, în care aceste substanțe se cufundă (petrol, alcool etc.). În tabelul de mai jos sînt date densitățile unor asemenea materiale:

Substanța	Densitatea
Lemn	0,40—1 g/cm ³
Plută	0,22—0,26 g/cm ³
Ceară	0,87—0,99 g/cm ³
Parafină	0,87—1,02 g/cm ³

Densitatea gazelor. Suflați printr-un pai într-un pahar cu apă. La capătul paiului vor ieși bule de aer, care se ridică imediat la suprafața apei. Aerul are deci o densitate mai mică decât apa. Aceeași constatare o putem face și dacă am folosi alt corp gazos. Încercați să suflați cu paiul și în alte lichide și vă veți convinge că aerul are densitatea mai mică decât orice lichid.

Pe această constatare se bazează construcția nivelei cu bulă de aer.

Determinarea densității gazelor este mai dificilă din cauza dificultăților ce apar atît la măsurarea volumului cît și a masei gazelor. Densitatea aerului din atmosferă este de aproximativ 1,29 kg/m³ la temperatura de înghețare a apei.

Probleme

- Ce sînt picăturile galbene care plutesc pe suprafața supei dintr-o farfurie și de ce plutesc ele?
- Se poate spune că aluminiul este mai ușor decât fierul? Ce trebuie să înțelegem printr-o astfel de afirmație și cum trebuie corectată?
- Turnați peste apa dintr-un vas de sticlă un strat de petrol. Aruncați în vas un capăt de luminare și observați ce se întîmplă. Ce puteți spune, în urma celor observate, despre densitatea luminării?
- Gheața se ridică la suprafața apei. Ce puteți spune cu privire la densitatea gheții? Ce se schimbă la o cantitate de apă cînd îngheață: masa sau volumul?
- Observați că în tabelul de densități de la pagina 62 sînt indicate mai multe valori pentru aceeași substanță. De ce oare?
- Dacă ați fi constructori de aeromodele, ce varietate de lemn ați folosi: cu densitate mai mică sau cu densitate mai mare?

Text suplimentar

Măsurarea în fizică

În paragrafele precedente ați studiat lungimea, volumul, masa, forța și altele. Toate acestea sînt *mărimi fizice*. Fiecare mărime fizică exprimă o anumită însușire, o proprietate a corpului sau a ansamblului

de corpuri la care se referă. De exemplu: lungimea indică proprietatea unui corp de a fi cuprins între două puncte din spațiu; forța caracterizează acțiunea reciprocă dintre două corpuri; masa indică felul în care se comportă un corp atunci când asupra lui se exercită o forță etc.

Pentru ca o anumită proprietate să fie o mărime fizică, aceasta trebuie să fie *măsurabilă*. Cum ne dăm seama dacă o anumită proprietate este măsurabilă? Pentru aceasta se cer îndeplinite câteva condiții, pe care le-am urmărit, de altfel, în lecțiile din acest capitol. Iată două din aceste condiții.

1. Trebuie să avem posibilitatea de a lua proprietatea respectivă drept criteriu care să permită o clasificare. Corpurile incluse în aceeași clasă vor fi considerate egale din punctul de vedere al criteriului stabilit. De exemplu, două creioane sînt egale ca lungime, dacă, fiind alăturate sau suprapuse, capetele lor coincid (fig. II.63); două forțe sînt egale dacă întind la fel de mult un resort etc.

2. Trebuie să putem stabili dacă proprietatea respectivă, prezentă în aceeași măsură la obiectele din aceeași clasă, este mai mare sau mai mică (și de cîte ori) față de aceeași proprietate, a obiectelor dintr-o altă clasă. De exemplu, în cazul creioanelor reprezentate în figura II.64 putem spune că cele din clasa C au lungimea de două ori mai mare decît cele din clasa A.

Există și proprietăți ale corpurilor care nu sînt măsurabile, ca de pildă forma și mirosul. Acestea nu sînt mărimi fizice. Cunoașteți și alte asemenea proprietăți?

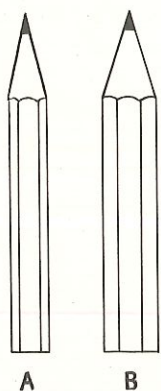


Fig. II.63. Luînd drept criteriu lungimea, creioanele A și B fac parte din aceeași clasă

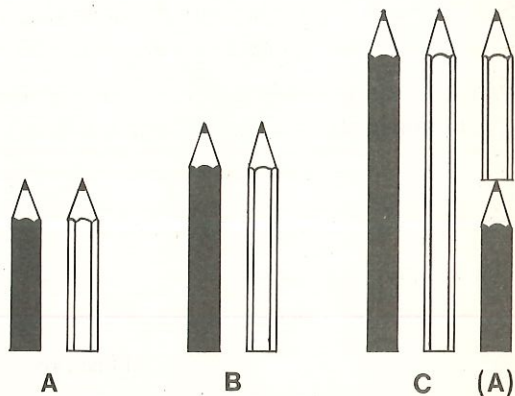


Fig. II.64. Creioanele din clasa C au lungimea de două ori mai mare decît cele din clasa A.

Pentru a putea compara între ele măsurătorile efectuate în locuri diferite, pentru fiecare mărime fizică a fost stabilită cîte o unitate de măsură.

Unele unități de măsură (metrul, kilogramul) au etaloane construite pe baza unor convenții internaționale. Acestea sînt păstrate cu grijă deosebită, pentru a nu suferi schimbări, la institutele de metrologie ale diferitelor țări. Pe baza etalonului pentru metru (fig. II.65) vom putea construi clasa care să cuprindă obiecte cu lungimea de un metru.

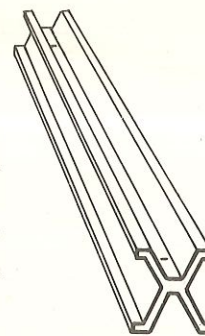


Fig. II.65. Etalonul pentru metru.

Unitățile de măsură ale altor mărimi (suprafețe, volume, forțe, densități) se stabilesc pe baza unor reguli proprii fizicii. Regula care stabilește, de exemplu, drept unitate de măsură pentru densitate „kilogramul pe metru cub” rezultă din faptul că densitatea se determină împărțind masa corpului (exprimată în kilograme) la volumul său (exprimat în metri cubi).

Operația de măsurare a unei mărimi se realizează prin compararea mărimii cu unitatea de măsură corespunzătoare. Aceasta presupune să avem un *procedeu de măsurare*. În cazul lungimilor procedeul constă în suprapunerea etalonului peste lungimea de măsurat; compararea maselor se face prin cîntărire etc.

La unele mărimi fizice compararea se poate face direct. De exemplu în cazul lungimilor, dacă unitatea de măsură aleasă, metrul, se suprapune de 7 ori peste lungimea sălii de clasă spunem că aceasta are lungimea de 7 m. Există însă situații cînd nici lungimile nu pot fi măsurate prin comparare directă, de exemplu, în cazul distanțelor astronomice. În practică majoritatea mărimilor nu pot fi măsurate prin comparare directă.

Pentru aplicarea procedurii de măsurare trebuie să dispunem și de un *instrument de măsură* potrivit: metru pliant, balanța, dinamometrul etc., care să fie *etalonat* în unitățile de măsură corespunzătoare, în multipli sau submultipli ai acestei unități.

Rezultatul măsurătorii este *valoarea mărimii*. Aceasta se exprimă printr-un număr alăturat unității de măsură. Numărul ne indică de cîte ori mărimea este mai mare (sau mai mică) decît unitatea de măsură folosită. Dacă scriem, de pildă, $F = 3 \text{ N}$, înseamnă că forța F este de trei ori mai mare decît forța de un newton.

Cunoașterea valorii unei mărimi este importantă nu numai în studiul fizicii, ci, în primul rînd, pentru activitatea practică. Încercați să vă imaginați cum ar decurge unele activități curente (confecționarea

unui costum, construcția unei mașini etc.) fără să recurgem la măsurători.

Înainte de a trece efectiv la măsurarea unei mărimi fizice este bine să avem în vedere următoarele cerințe:

a) Să cunoaștem scopul pentru care se face măsurarea respectivă. Cunoașterea scopului ne va permite să stabilim gradul de precizie necesar. De exemplu, la lungimea unei panglici este suficientă o precizie de o jumătate de centimetru, în timp ce diametrul unei bile de rulment trebuie cunoscut cu o precizie de sutimi de milimetru. Determinarea masei poate fi mai puțin precisă dacă e vorba de cantitățile de alimente necesare la o rețetă de prăjitură dar trebuie să fie foarte exactă dacă e vorba de o rețetă medicală.

Dacă rezultatul măsurării servește la calcularea valorii altor mărimi precizia depinde de exactitatea cu care vrem să cunoaștem mărimea finală; este cazul determinării masei și a volumului pentru a putea calcula densitatea. Distanța dintre două localități pe o hartă trebuie măsurată și ea foarte exact, întrucât ne va servi la calcularea distanței reale, pe baza scării la care este desenată harta. O eroare de câțiva milimetri pe hartă poate însemna erori de câțiva kilometri pe teren.

b) Să apreciem cu ajutorul simțurilor, valoarea mărimii de măsurat. Aprecierea o facem din ochi, dacă e vorba de lungimi, „cântărind” corpul în mână dacă e posibil, înainte de a-i determina masa etc. Acest lucru e necesar pentru a putea alege instrumentul potrivit. Unele instrumente de măsură (balanțele, dinamometrele) au inscripții

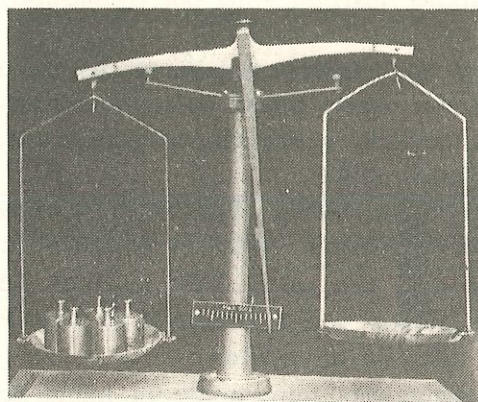


Fig. II.66. Balanța poate cântări corpuri cu masa de cel mult 5 kg.

care indică valoarea maximă a mărimii pe care o pot măsura (fig. II.66). Depășirea acestei valori duce fie la rezultate greșite, fie la distrugerea instrumentului.

c) Să descoperim, dacă e cu putință, cauzele unor erori de măsurare. În general este bine să repetăm orice măsurare de câteva ori și să luăm drept valoare a mărimii respective media aritmetică a rezultatelor obținute.

Probleme

1. Folosind două sau mai multe truse cu etaloane de masă, formați clase de corpuri care au masele egale și așezați-le în ordinea descrescătoare a valorii lor.
2. Întocmiți un tabel cu mărimile fizice cunoscute și scrieți în dreptul fiecăreia unitatea de măsură corespunzătoare.
3. Întocmiți o listă cu instrumentele de măsură cunoscute și scrieți în dreptul fiecăreia ce mărime fizică măsoară.
4. Pe eticheta unei sticle scrie: „Conținut $1\,000\text{ ml} \pm 20\text{ ml}$ ”. Ce înseamnă această inscripție?
5. Pentru determinarea densității unui lichid s-au făcut cinci măsurători ale volumului și masei corespunzătoare obținându-se următoarele valori: $15\text{ cm}^3 \dots 12,3\text{ g}$; $20\text{ cm}^3 \dots 15,8\text{ g}$; $25\text{ cm}^3 \dots 20,4\text{ g}$; $30\text{ cm}^3 \dots 23,7\text{ g}$; $35\text{ cm}^3 \dots 27,2\text{ g}$. Calculați densitatea pentru fiecare măsurătoare și apoi aflați media celor cinci valori.

Fenomene fizice

1. Mișcarea și repausul

Din viața de toate zilele sîntem familiarizați cu mișcările oamenilor, vehiculelor, a corpurilor în general. Iată cîteva exemple: mersul unui om pe stradă, deplasarea unui vehicul pe șosea, zborul unui avion, curgerea apei în albia unui rîu etc. Cum ne dăm seama că un automobil se deplasează pe șosea? Numai dacă observăm că el își schimbă mereu poziția față de casele sau copacii de pe marginea șoselei, deci față de acele corpuri pe care noi le considerăm fixe.

Schimbarea poziției unui corp față de anumite corpuri considerate fixe se numește mișcare mecanică.

Puteți da și alte exemple de mișcare mecanică?

Clădirea sau copacul față de care se măsoară distanța la care se găsește automobilul la un moment dat se numește *reper*.

Mergînd prin clasă, deci deplasîndu-vă, ce corpuri puteți lua drept repere? Dacă poziția unui corp față de mai multe repere nu se schimbă, spunem despre acel corp că este în *repaus* față de acele repere. De exemplu, un stîlp se află în repaus față de casele de pe stradă.

În exemplul prezentat, referitor la mișcarea automobilului am raportat mișcarea automobilului la anumite corpuri (case, copaci) pe care le-am considerat fixe, fără să ținem seama că, la rîndul lor, și casele și copacii se află în mișcare, odată cu Pămîntul.

Dar Pămîntul se mișcă și el în jurul Soarelui, așa cum ați studiat la geografie.

Rezultă deci că și reperul față de care studiem mișcarea unui corp se poate afla, la rîndul său, în mișcare față de alte corpuri.

Precizarea reperului față de care se cercetează mișcarea are o deosebită importanță. Pentru a vă convinge de acest lucru considerăm următoarele exemple:

1) Să presupunem că stați într-un tren care se deplasează și că cineva vă pune întrebarea: vă aflați în mișcare sau în repaus? Răspunsul corect este: *în raport cu vagonul ne aflăm în repaus, dar în raport cu stîlpii de telegraf ne aflăm în mișcare.*

2) Să cercetăm mișcarea a două mașini care merg una după alta la fel de repede pe o șosea. Dacă considerăm ca *reper* una dintre mașini atunci cealaltă mașină este în repaus în raport cu aceasta; dacă considerăm însă ca reper copacii de pe marginea șoselei, atunci ambele mașini sînt în mișcare în raport cu copacii.

3) Un cosmonaut care stă într-o rachetă care se deplasează spre Lună este în mișcare față de Pămînt dar este în repaus față de rachetă.

Dacă stați pe o scară rulantă aflată în mișcare într-un mare magazin sînteți în mișcare sau în repaus?

Traectoria și spațiul. Priviți un patinator care alunecă pe suprafața netedă a gheții. Vă puteți da seama pe unde a trecut? Desigur, după dîra lăsată de patine pe gheață. De asemenea, vă puteți da seama de drumul parcurs de un biciclist pe pămîntul umed, după urma roților bicicletei, iar de cel al unui avion cu reacție, după dîra de ceață lăsată în urma sa.

Drumul străbătut de un corp în mișcare se numește traectorie.

Despre linia trasată pe tablă cu ajutorul unei crete se poate spune că este o traectorie?

În cele mai multe cazuri, corpurile aflate în mișcare nu lasă urme vizibile, ca de exemplu în cazul mișcării unei pietre prin

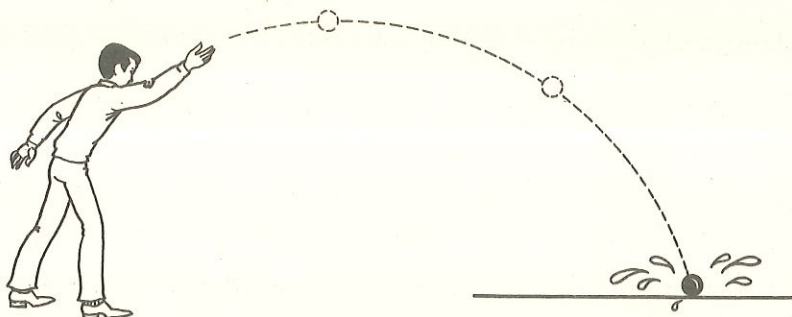


Fig. III.1. O traiectorie curbilinie descrisă de o platră în mișcare.

aer (fig. III.1). Și în aceste situații, linia de-a lungul căreia se mișcă corpul se numește *traiectorie*. Traiectoria poate fi o linie dreaptă, ca în cazul mișcării unui automobil pe o șosea dreaptă, sau o linie curbă, ca în cazul mișcării Pământului în jurul Soarelui.

Mișcarea în care traiectoria este o linie dreaptă se numește mișcare rectilinie.

Ați observat, desigur, pe marginea șoselelor bornele kilometrice care au scopul de a indica lungimea drumului, măsurată în kilometri, din centrul unei anumite localități până la borna respectivă. Aceste borne pot folosi și la măsurarea distanțelor parcurse de un automobil chiar dacă acesta nu pleacă din localitatea de unde începe să se facă numerotarea lor.

Cum procedăm în acest caz? Să presupunem că un automobil a plecat din dreptul bornei care indică kilometrul 12 și se oprește în dreptul kilometrului 27. Pentru a afla drumul parcurs de automobil, va trebui ca din cei 27 km cât reprezintă distanța dintre centrul localității (O) și punctul de sosire (B) să scădem 12 km, adică distanța dintre același punct O și punctul de plecare al automobilului (A) (fig. III.2). Notînd cu s_2 distanța OB și cu s_1 distanța OA vom scrie:

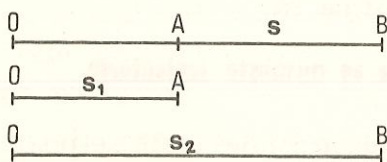


Fig. III.2. Pentru determinarea spațiului străbătut de un automobil între două localități.

automobilului (A) (fig. III.2). Notînd cu s_2 distanța OB și cu s_1 distanța OA vom scrie:

$$s = s_2 - s_1 = 27 \text{ km} - 12 \text{ km} = 15 \text{ km},$$

unde $s = AB$ reprezintă drumul străbătut de automobil.

Lungimea drumului străbătut de un corp pe traiectorie se numește spațiu.

Spațiul se măsoară în unități de lungime, deci în metri. Adeseori se folosesc multipli și submultipli ai acestei unități.

Punctul O față de care au fost măsurate distanțele s_1 și s_2 se numește *originea spațiului*.

Durata mișcării. Să presupunem că începeți cursurile la ora 8 dimineața și vreți să nu întârziati. În acest caz trebuie să știți precis cît timp vă trebuie pentru a parcurge distanța de acasă pînă la școală. Vedeți deci că există situații în care ne interesează și intervalul de timp necesar parcurgerii unui anumit spațiu.

Cum determinăm acest interval de timp?

Revenind la exemplul prezentat mai sus (fig. III.2), să presupunem că automobilul a plecat la ora 9 și 50 de minute din localitatea A și a sosit la ora 10 și 5 minute în localitatea B . Intervalul de timp în care automobilul s-a deplasat este:

$$t = 10 \text{ h } 5 \text{ min} - 9 \text{ h } 50 \text{ min} = 9 \text{ h } 65 \text{ min} - 9 \text{ h } 50 \text{ min} = 15 \text{ min}.$$

Intervalul de timp în care se desfășoară mișcarea oricărui corp poartă numele de durată mișcării.

Am obținut durata mișcării scăzînd ora de plecare din ora de sosire.

Măsurarea duratei unei mișcări este mai comodă, dacă folosim cronometrul. Pornind cronometrul în momentul în care începe mișcarea și oprindu-l în momentul terminării ei, indicația cronometrului va reprezenta chiar durata mișcării. Așa se procedează, de exemplu, în întrecerile sportive.

Probleme

1. Stabiliți dacă șoferul unui autobuz în mers se află în mișcare sau în repaus față de: taxator, pomii de pe stradă, o mașină pe care autobuzul o depășește, o mașină remorcată de autobuz.

2. Care dintre spații sînt egale în tabela de mai jos, unde am notat cu s_1 borna kilometrică din dreptul căreia începe mișcarea unui automobil și cu s_2 cea în dreptul căreia se termină:

s_1 (km)	s_2 (km)
11	25
39	71
35	69
112	126
42	90

3. Un tren pleacă din București la ora 7 h 10 min și ajunge la Simeria la ora 14 h 2 min. În cît timp a fost parcursă distanța București — Simeria?

2. Mișcarea rectilinie și uniformă

Experiment. Luați o măsură de 50 cm³ în care puneți la patru volume alcool medicinal un volum apă. Confectionați din parafină o sferă (cu diametrul de 4—5 mm). Lăsați sfera de parafină să cadă în amestecul de alcool și apă aflat în măsură și urmăriți mișcarea și traiectoria ei (fig. III.3).

În momentul cînd sfera trece prin dreptul unei diviziuni de pe măsură porniți cronometrul. Notați spațiile străbătute de sfera de parafină în amestecul din măsură (folosiți în acest scop gradațiile de pe măsură) în timp de o secundă, de două secunde, de trei secunde etc. Repetați experimentul de două-trei ori și consemnați rezultatele obținute.

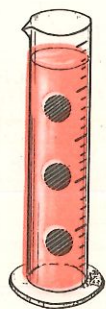


Fig. III.3. Sfera de parafină descrie o mișcare rectilinie și uniformă.

Veți constata că — dacă ați respectat proporțiile recomandate la formarea amestecului — sfera de parafină străbate în prima secundă un spațiu de 2,5 cm, după două secunde un spațiu de 5 cm, după trei secunde un spațiu de 7,5 cm etc. Deci sfera străbate 2,5 cm în fiecare secundă.

Prin urmare din acest experiment deducem că: sfera de parafină parcurge spații egale în intervale de timp egale.

Observație: dacă ați urmărit cu atenție traiectoria sferei v-ați putut da seama că ea este rectilinie.

Tot spații egale în intervale de timp egale străbate și un om care merge pe o șosea (dreaptă) și străbate într-o oră 3 600 m, în fiecare jumătate de oră 1 800 m, în fiecare minut 60 m și în fiecare secundă 1 metru.

Mișcarea în care un corp străbate spații egale în intervale de timp egale se numește mișcare uniformă.

Dacă traiectoria este o linie dreaptă și se străbat spații egale în intervale de timp egale, atunci mișcarea este rectilinie și uniformă.

Deci sfera de parafină a efectuat o mișcare rectilinie și uniformă.

Ca exemple de corpuri care efectuează o mișcare rectilinie uniformă amintim: mișcarea unei benzi transportoare folosită în construcții pentru transportul cărămidilor și al altor materiale; mișcarea unui tren care deplasîndu-se în linie dreaptă străbate distanța dintre doi stîlpi de telegraf consecutivi în același timp. Puteți da și alte exemple?

Observație. Am prezentat cîteva exemple de mișcări rectilinii și uniforme și este firesc să ne întrebăm dacă corpurile care se mișcă pe traiectorii curbilinii pot avea sau nu o mișcare uniformă. Aceste corpuri pot avea și ele o mișcare uniformă dacă străbat tot spații egale în intervale de timp egale.

În figura III.4 vedeți o mașină care se deplasează pe o traiectorie curbilinie și care în fiecare 1 min 30 s străbate un drum lung

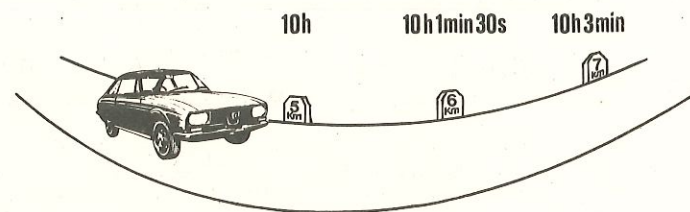


Fig. III.4. Mișcare uniform curbilinie.

de 1 km. Alături de borna kilometrică s-a notat și timpul când mașina a trecut prin fața ei.

Viteza. Experiment. În mensura de 50 cm³ puneți acum la trei volume de alcool medicinal un volum de apă. Introduceți apoi sfera de parafină în amestecul de apă cu alcool și observați mișcarea ei. Cu ajutorul unui cronometru determinați spațiul străbătut de sferă într-o secundă, în două secunde, în trei secunde etc. Repetați experimentul de două-trei ori și notați de fiecare dată spațiile și duratele în care ele au fost parcurse. Veți găsi că sfera străbate un spațiu aproximativ de: 1,5 cm în prima secundă, de 3 cm în două secunde, de 4,5 cm în trei secunde etc.

Concluzie: sfera are o mișcare rectilinie și uniformă.

Comparați rezultatele obținute prin efectuarea celor două experimente. Veți constata că dacă în primul caz sfera a străbătut în fiecare secundă câte 2,5 cm, în al doilea caz a străbătut în fiecare secundă numai câte 1,5 cm.

Prin urmare efectuând o mișcare rectilinie și uniformă *un corp poate străbate într-o secundă un spațiu mai mare sau mai mic*, se poate deplasa mai repede sau mai încet. Pentru a caracteriza din acest punct de vedere mișcarea corpurilor s-a introdus noțiunea de viteză. Viteza este o mărime fizică. Ea se notează cu litera v .

Cum se determină viteza în mișcarea rectilinie și uniformă?

Reluați cele două experimente cu sfera de parafină determinând și într-un caz și în altul timpul în care sfera străbate un anumit spațiu, să zicem 15 cm. Veți găsi 6 secunde pentru primul amestec și 10 secunde pentru cel de al doilea.

Pentru a determina spațiul parcurs de sferă într-o secundă, folosiți regula de trei simplă. Veți găsi:

$$\text{pentru primul amestec } \frac{15 \text{ cm}}{6 \text{ s}} = 2,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}},$$

$$\text{pentru al doilea amestec } \frac{15 \text{ cm}}{10 \text{ s}} = 1,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}},$$

exact valorile determinate pe cale experimentală.

În mișcarea rectilinie și uniformă viteza se află făcând cîțul dintre spațiul străbătut de un corp și timpul în care a fost străbătut acest spațiu.

Cum într-o mișcare rectilinie și uniformă mobilul (corpul aflat în mișcare) străbate spații egale în intervale de timp egale rezultă că într-o astfel de mișcare viteza este constantă.

Din definiția vitezei rezultă că

$$\text{viteza} = \frac{\text{spațiu}}{\text{timp}}.$$

Dacă notăm spațiul cu s și timpul cu t relația de mai sus devine:

$$v = \frac{s}{t}.$$

Exemple. Să presupunem că în cadrul unei probe de alergare pe o pistă dreaptă o fată alergînd mereu la fel a parcurs distanța de 60 m în 10 s iar un băiat a parcurs distanța de 90 m în 15 s. Care a alergat mai repede?

Pentru a răspunde la întrebare calculăm care din cei doi alergători a străbătut un spațiu mai mare în timp de o secundă, adică aflăm vitezele lor și apoi să le comparăm.

Calculînd viteza fetei (v_f) și viteza băiatului (v_b) obținem:

$$v_f = \frac{60 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

$$v_b = \frac{90 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Deci amîndoi au alergat la fel de repede deoarece au aceeași viteză.

Dacă la proba de alergare s-ar fi înregistrat pentru fată pe o distanță de 60 m un timp de 10 s, iar pentru băiat pe o distanță de 80 m un timp de 12 s vitezele lor ar fi:

$$v_f = \frac{60 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$v_b = \frac{80 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 6,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Băiatul avînd de data aceasta o viteză mai mare înseamnă că el este un alergător mai bun.

Unitatea de măsură pentru viteză. Am definit viteza ca fiind cîtul dintre spațiul parcurs de un corp și timpul necesar parcurgerii acestui spațiu, prin urmare unitatea de măsură pentru viteză va fi cîtul dintre unitatea de măsură pentru spațiu adică metrul, și unitatea de măsură pentru timp, secunda.

m/s reprezintă unitatea de măsură pentru viteză.

Viteza autovehiculelor se exprimă de multe ori și în km/h.

Pentru a înțelege relația ce există între m/s și km/h vom considera un exemplu în care vom exprima viteza atît în m/s cît și în km/h.

Exemplu: Să se calculeze viteza de deplasare a unui motociclist știind că el a străbătut distanța de 36 km în 30 minute.

Rezolvare: exprimăm durata mișcării în ore:

$$t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h.}$$

Viteza se obține împărțind spațiul parcurs la durata mișcării:

$$v = \frac{36 \text{ km}}{0,5 \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ (am obținut viteza în km/h).}$$

Viteza aceluiași motociclist poate fi exprimată și în metri pe secundă, dacă ținem seama că 36 km = 36 000 m, iar 30 min = 1 800 s.

$$v = \frac{36\,000}{1\,800} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Rezultatul este același, deoarece:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \cdot \frac{1\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Autovehiculele sînt dotate cu vitezometre, instrumente care măsoară în fiecare moment viteza lor de deplasare.

Viteza autovehiculului se poate afla citind poziția unui ac indicator pe un cadran etalonat în km/h (fig. III.5).

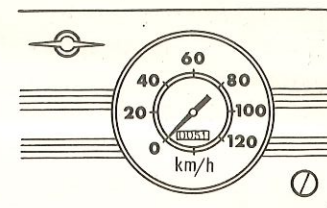


Fig. III.5. Vitezometrul.

Cunoașterea vitezei autovehiculelor în fiecare moment este necesară atît pentru respectarea legilor de circulație rutieră, cît și din motive de ordin tehnic.

În tabelul de mai jos sînt trecute cîteva viteze cu care ne întîlnim foarte des în natură și în tehnică.

Melcul	0,15 cm/s	Vîntul puternic	40 m/s
Pietonul	1,5 m/s	Rîndunica	90 m/s
Calul în galop	5—8 m/s	Avionul cu elice	220 m/s
Trenul personal	15—20 m/s	Avionul cu reacție	660 m/s
Trenul accelerat	25—30 m/s	Sunetul în aer	340 m/s
Vaporul pe Dunăre în jos	6—8 m/s	Racheta	6 000 m/s
Vaporul pe Dunăre în sus	3—4 m/s	Viteza Pămîntului pe orbita lui	30 000 m/s
Automobilul	15—30 m/s		

Aflarea spațiului cînd se cunosc viteza și durata mișcării. Să presupunem că un biciclist merge pe o șosea dreaptă cu viteza constantă $v = 5 \text{ m/s}$. Cum am putea afla spațiul pe care-l străbate biciclistul în timp de 10 minute? Pentru aceasta judecăm astfel: deoarece viteza este de 5 m/s și este constantă, înseamnă că în fiecare secundă el va străbate cîte un spațiu de 5 m. După o secundă de la începerea mișcării spațiul va fi de 5 metri, după două secunde va fi de 10 metri, după trei secunde va fi de 15 metri, iar după cele 600 secunde cît durează mișcarea, spațiul străbătut va fi:

$$5 \text{ m/s} \cdot 600 \text{ s} = 3\,000 \text{ m.}$$

În același fel am putea calcula ce spațiu ar străbate un tren care merge cu viteza constantă de 15 m/s timp de 25 minute pe o porțiune dreaptă a căii ferate și anume: $15 \text{ m/s} \cdot 25 \cdot 60 \text{ s} = 22\,500 \text{ m.}$

Deci:

Pentru a afla spațiul străbătut de un corp în mișcarea rectilinie uniformă, se înmulțește viteza cu care se mișcă acel corp cu durata mișcării.

Dacă notăm cu s spațiul străbătut de mobil, cu v viteza de deplasare și cu t durata mișcării, putem scrie această regulă, pe scurt, în felul următor:

$$s = v \cdot t.$$

Să presupunem că un autobuz se mișcă cu viteza constantă de 40 km/h pe o șosea dreaptă. Înseamnă că într-o oră el străbate un spațiu de 40 km, în două ore 80 km, în trei ore 120 km etc. Observăm că într-un timp de trei ori mai mare autobuzul parcurge un spațiu tot de trei ori mai mare.

Deci: *Într-o mișcare rectilinie uniformă spațiul străbătut de un mobil crește proporțional cu durata mișcării.*

Aflarea duratei mișcării când se cunosc spațiul și viteza. În drum spre școală un elev străbate un spațiu de 90 m cu viteza de 1,5 m/s. Cât timp i-a trebuit pentru a parcurge această distanță? Pentru a afla răspunsul vom raționa astfel: dacă 1,5 m sînt străbătuți într-o secundă, atunci 90 m vor fi străbătuți în atîtea secunde de cîte ori se cuprind 1,5 m/s în 90 m, adică:

$$t = \frac{90 \text{ m}}{1,5 \text{ m/s}} = 60 \text{ s} = 1 \text{ min.}$$

Deci, *într-o mișcare rectilinie uniformă durata mișcării se află împărțind spațiul la viteză.*

Text suplimentar

Studiul unei mișcări rectilinii uniforme

Studiul unei mișcări rectilinii îl putem face în trei etape bazîndu-ne pe datele cunoscute, așa cum veți vedea în exemplul de mai jos.

1. Pe un anumit traseu, în dreptul unor puncte diferite, de exemplu bornele kilometrice, notăm momentul la care vehiculul a trecut pe acolo, așa cum se vede în figura III.6. (Noi vom folosi datele din exemplul cu automobilul de la pagina 70.)

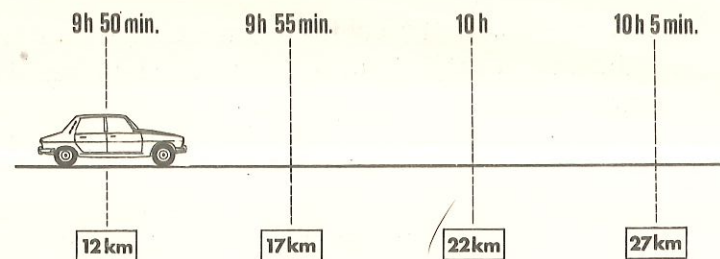


Fig. III.6. Pentru studiul unei mișcări rectilinii uniforme.

2. Distanțele de la locul pornirii se trec împreună cu duratele necesare parcurgerii acestor distanțe într-un tabel, așa cum se vede mai jos:

Timpul t (min)	0	5	10	15
Spațiul parcurs s (km)	0	5	10	15

Pentru măsurarea timpului s-a folosit un cronometru care a fost pornit în momentul când automobilul a început mișcarea.

3. Utilizînd datele numerice din tabelul de mai sus, putem face o reprezentare grafică (o diagramă) a mișcării. Pentru o astfel de reprezentare folosim un sistem de două drepte perpendiculare Ox și Oy , numite axe de coordonate. Axa Ox se numește axa absciselor, iar axa Oy axa ordonatelor. Punctul lor de intersecție se numește originea axelor, O (fig. III.7, a).

Pe axa Ox vom reprezenta duratele menționate, în tabelul de mai sus, alegînd, de exemplu, un segment cu o lungime de 1 cm pentru a reprezenta un interval de 5 minute. Obținem astfel punctele t_1, t_2, t_3 , cărora le corespund 5, 10 și respectiv 15 minute (fig. III.7, b).

Pe axa Oy vom reprezenta spațiile pe care le-a străbătut mobilul în intervalele de timp corespunzătoare, alegînd și în acest caz un segment cu o lungime de 1 cm pentru a reprezenta un spațiu de 5 km. Obținem astfel punctele s_1, s_2, s_3 , cărora le corespund 5, 10 și respectiv 15 km (fig. III.7, b).

Din punctele t_1, t_2, t_3 trasăm paralele la axa Oy , iar din s_1, s_2, s_3 paralele la axa Ox (fig. III.7, c). Dreptele se vor intersecta în punctele M_1, M_2, M_3 . Fiecărui punct M îi corespunde un anumit spațiu și un anumit timp. De exemplu punctul M_2 indică faptul că mobilul a parcurs în timp de 10 min un spațiu de 10 km.

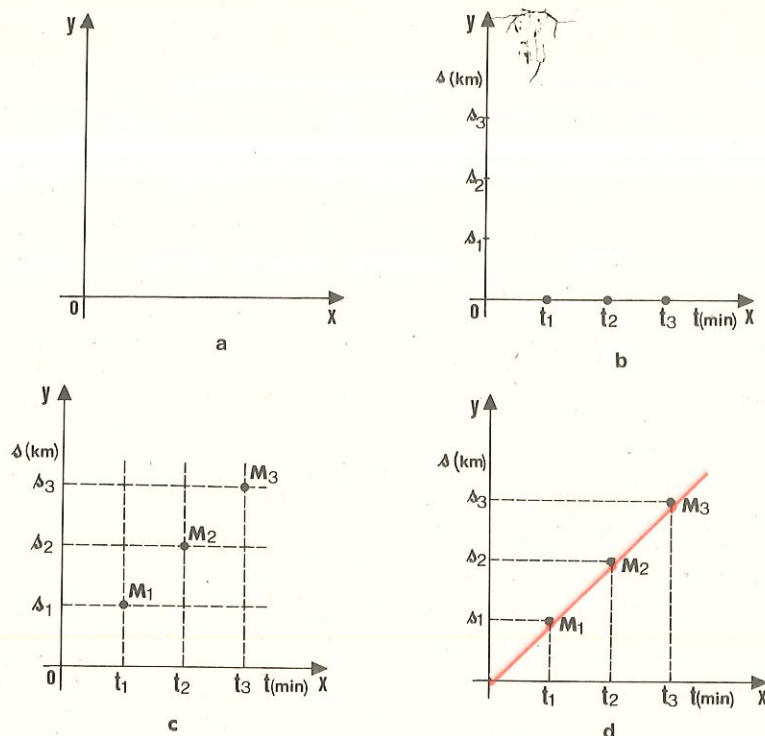


Fig. III.7. a) Un sistem de axe de coordonate ortogonale; b) reprezentarea timpului și spațiului pe axa Ox respectiv Oy ; c) obținerea punctelor corespunzătoare unui anumit spațiu și unei anumite durate; d) trasarea graficului.

Unind punctele M_1, M_2, M_3 cu punctul O obținem o reprezentare grafică a mișcării. Cu ajutorul graficului putem stabili în fiecare moment ce spațiu a străbătut vehiculul precum și timpul necesar străbaterii acestui spațiu. Un astfel de grafic se numește *diagrama spațiu-timp a mișcării* (fig. III. 7,d).

Probleme

1. Când vă aflați pe peronul imobil al unei gări și pe lângă el trece un tren rapid, nu este un lucru simplu să săriți din mers într-un vagon (nici nu vă recomandăm). Imaginați-vă acum că și peronul pe care vă aflați se mișcă cu aceeași viteză și în aceeași direcție cu trenul. Va mai fi greu să intrați în vagon? De ce?
2. Care viteză este mai mare, cea de 1 m/s sau cea de 1 km/h?

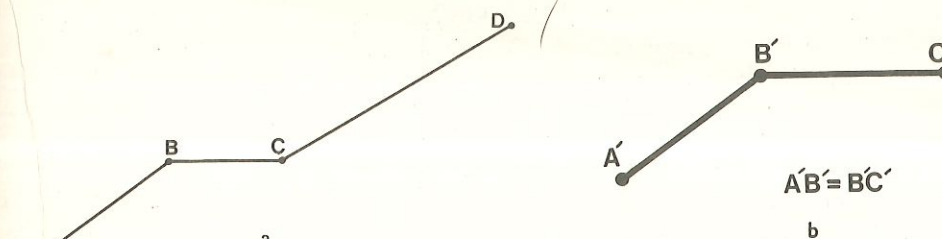


Fig. III.8. Pentru problema 5.

3. Un tren merge cu viteza de 54 km/h, iar o motocicletă cu viteza de 15 m/s. Care dintre cele două vehicule merge mai repede?
4. Exprimați vitezele următoare în km/h și dați exemple de corpuri care se deplasează cu aceste viteze: 1 m/s; 10 m/s; 30 m/s, 250 m/s, 8 000 m/s.
5. a) Un vehicul parcurge fiecare din distanțele de la A la B, de la B la C și de la C la D într-un minut (fig. III.8, a). Pe care din aceste distanțe are viteza cea mai mare și pe care are viteza cea mai mică?
b) Un alt vehicul parcurge distanțele de la A' la B' și de la B' la C' într-un minut și respectiv în 1,2 minute (fig. III.8, b). Pe care din aceste distanțe vehiculul are viteză mai mare?
- 6.* Figura III.9, a și b prezintă diagramele spațiu-timp pentru două mobile A și B care se mișcă uniform și rectiliniu. Analizați aceste diagrame și stabiliți care mobil se mișcă mai repede. De ce?
7. Un biciclist se deplasează uniform cu 5 m/s. Ce distanță va parcurge el în 1,5 h?

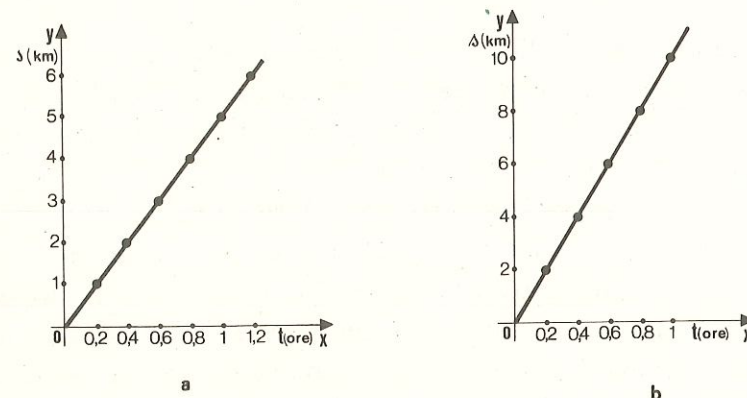


Fig. III.9. Pentru problema 6.

8. Viteza unui automobil este de 50 km/h. Ce spațiu va străbate cu această viteză în timp de 25 minute?

9. Doi atleți participă la o probă de alergare pe distanța de 100 m plat. În momentul în care primul a ajuns la capătul cursei, al doilea se află cu 5 m în urma primului. Timpul înregistrat de primul atlet pe 100 m a fost de 11,2 s. În cât timp a sosit al doilea atlet?

10. Un autoturism parcurge pe o autostradă 0,435 km în 15 secunde. Aflați drumul parcurs de acest autoturism în timp de 0,75 h.

11. Un tub lung de 60—70 cm și cu secțiunea de 1 cm² se umple cu apă, apoi se astupă cu un dop. Se așază apoi tubul într-o poziție înclinată avînd dopul la capătul de jos. Urmăriți cu atenție mișcarea bulei de aer din interiorul tubului și stabiliți dacă ea are sau nu o mișcare uniformă.

12.* În figura III.10 sînt reprezentate diagramele spațiu-timp a trei oameni A, B, C. Urmăriți diagrama și răspundeți:

- 1) Care om se mișcă mai repede?
- 2) Se găsesc vreodată toți trei în același punct pe drum?
- 3) Care dintre oameni este pe bicicletă?

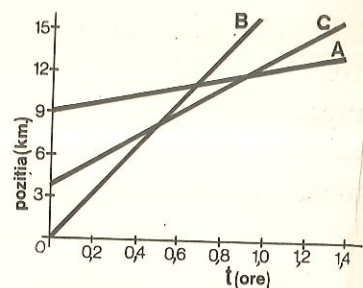


Fig. III.10. Pentru problema 12.

3. Mișcarea variată

Înclinați masa de laborator punînd sub un capăt al ei cîteva cărți. Obțineți în felul acesta un plan înclinat, unghiul planului fiind de cîteva grade. Notați cu creionul pe tăblia mesei, la capătul ridicat, o poziție oarecare. Lăsați liberă din această poziție de pe masă o bilă și priviți mișcarea ei. Oare se mișcă uniform bila? Dacă o urmăriți cu atenție constatați că viteza bilei crește pe măsură ce crește distanța parcursă. Pentru a vă convinge dacă bila se mișcă uniform sau nu trebuie să verificați dacă spațiile parcurse în intervale de timp egale sînt egale, deoarece aceasta a fost proprietatea folosită drept criteriu pentru a decide dacă o mișcare este uniformă sau nu.

Pentru experimentare aveți nevoie de un coleg care să vă ajute. El trebuie să aibă un cronometru pe care îl va porni în momentul în care veți lăsa liberă bila în punctul marcat. Tot el vă va anunța într-un fel, de exemplu printr-o lovitură ușoară în masă, sfîrșitul intervalului de o secundă, iar voi veți încerca să marcați pe masă poziția bilei în acel moment.

Faceți cîteva încercări pentru a stabili cu o precizie cît mai mare poziția bilei după o secundă în mișcarea ei pe planul înclinat. Măsurați distanța străbătută de bilă, cuprinsă între cele două poziții marcate pe masă.

Repuneți apoi bila în poziția de plecare și lăsați-o liberă, să se miște în interval de două secunde. Marcați poziția unde se află bila după două secunde.

Măsurați apoi distanța străbătută de bilă în a doua secundă. Ce veți constata? În secunda a doua spațiul parcurs este mult mai mare decît cel parcurs în prima secundă.

Dacă folosiți, de exemplu, o bilă metalică pe care o lăsați să se rostogolească pe o masă înclinată cu un unghi de 5—6 grade veți constata că în prima secundă bila a parcurs un spațiu de 0,3 m iar în secunda a doua un spațiu de 0,9 m. Aceste rezultate ne conving deci că mișcarea nu este uniformă.

O astfel de mișcare în care se străbat spații neegale, în intervale de timp egale se numește mișcare variată.

Mișcările variate sînt foarte des întîlnite în natură și tehnică.

Fiind într-un autobuz mergeți lîngă șofer și priviți cu atenție acul vitezometrului tot timpul cît vehiculul se deplasează dintr-o stație în alta. La pornire viteza crește mereu iar la oprire scade continuu.

Într-o mișcare variată viteza se modifică mereu.

Să presupunem acum că vă aflați pe o bicicletă și vreți să vă opriți. Reușiți acest lucru acționînd frîna bicicletei, astfel încît să vă deplasați din ce în ce mai încet, pînă la oprire. Tot așa procedează și conducătorul unui automobil atunci cînd se apropie de locul unde trebuie să oprească.

Puteți da și alte exemple?

Forme de mișcare variată. Accelerația. Comparînd între ele mișcările variate putem constata anumite deosebiri. Să presupunem că în același moment pe o șosea pornesc alături o motocicletă și o bicicletă, deplasîndu-se în același sens. Observăm că dacă motociclistului îi sînt necesare doar cîteva secunde pentru a ajunge la viteza de 5 m/s, biciclistului îi este necesar un timp mult mai mare pentru a ajunge la aceeași viteză.

Să analizăm mai amănunțit mișcările variate pentru a învăța să deosebim între ele formele de mișcare variată.

1. Presupunem că un tren pleacă din gară și are la început viteza zero. După o secundă ajunge la 0,2 m/s, după 2 secunde viteza devine 0,4 m/s, după 3 secunde viteza crește la 0,6 m/s; se constată deci o creștere a vitezei cu aceeași cantitate în fiecare secundă, și anume cu 0,2 m/s. O astfel de mișcare în care viteza crește se numește *mișcare accelerată*, iar mărimea care ne arată cu cît crește viteza într-o secundă se numește *accelerație*.

Accelerația se notează cu litera a și se calculează împărțind creșterea vitezei la intervalul de timp în care a avut loc această creștere.

În cazul mișcării trenului, accelerația va fi:

$$a = \frac{0,2 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Se observă că *unitatea de măsură pentru accelerație este m/s²*.

Tabel cu accelerațiile aproximative ale unor mișcări

Corpul care se deplasează	Accelerația în m/s ²
1 Tren de marfă la pornire	0,1
2 Tren de persoane la pornire	0,2
3 Automobil la pornire	1
4 Corp în cădere liberă	9,8

2. Să analizăm mișcarea trenului înainte de a intra într-o gară. Dacă se acționează asupra frînelor atunci viteza trenului începe să scadă pînă în momentul opririi, cînd viteza devine zero. Mișcarea trenului din momentul frînării pînă în momentul opririi este o *mișcare încetinită*.

Presupunem că frînarea începe în momentul cînd viteza trenului este de 15 m/s și că după prima secundă viteza devine 14 m/s, după două secunde 13 m/s, urmînd ca după 15 secunde trenul să se oprească. Observați că viteza scade cu 1 m/s în fiecare secundă. Mărimea care ne arată cu cît scade viteza într-o secundă se numește de asemenea accelerație și se măsoară tot în m/s².

3. Să analizăm acum mișcarea trenului între două gări A și B . La pornirea din gara A viteza trenului crește pînă la o anumită valoare. Pe această porțiune mișcarea este accelerată. Dacă viteza atinsă de tren se păstrează un anumit timp, mișcarea în acest interval de timp este uniformă. Înainte de a intra în gara B , prin frînare viteza trenului începe să scadă și mișcarea devine încetinită pînă la oprire.

Exemplu: Să calculăm accelerația unui automobil care la momentul $t_0 = 8 \text{ h } 30 \text{ min}$ are viteza $v_0 = 10 \text{ m/s}$, iar la momentul $t_1 = 8 \text{ h } 32 \text{ min}$ a atins viteza $v_1 = 22 \text{ m/s}$.

Rezolvare. Aflăm cu cît a crescut viteza automobilului:

$$v = v_1 - v_0 = 22 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}.$$

Determinăm intervalul de timp în care s-a produs această variație:

$$t = t_1 - t_0 = 8 \text{ h } 32 \text{ min} - 8 \text{ h } 30 \text{ min} = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}.$$

Făcînd cîtul acestor două mărimi (creșterea vitezei și durata mișcării) aflăm valoarea accelerației:

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{v}{t} = \frac{12 \text{ m/s}}{120 \text{ s}} = 0,1 \text{ m/s}^2.$$

Deci, pentru a calcula accelerația mișcării unui corp procedăm astfel: calculăm variația vitezei corpului făcînd diferența

între viteza finală (v_f) și cea inițială (v_0), iar rezultatul diferenței îl împărțim la durata mișcării (timpul în care a avut loc variația vitezei).

$$a = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0} = \frac{v}{t}; \text{ unde } v = v_f - v_0, \text{ iar } t = t_f - t_0.$$

Probleme

1. Să se calculeze accelerația unei motociclete care pleacă din repaus și atinge viteza de 18 km/h după un interval de timp de 0,25 minute.
2. Ce fel de mișcare are o piatră lăsată să cadă liber? Dar o piatră aruncată pe verticală în sus?
3. În tabelul de mai jos sînt trecute vitezele pe care le are o mașină la anumite momente. Durata intervalului de timp la care s-a făcut înregistrarea vitezelor este de o secundă. Pe baza datelor din tabel analizați mișcarea mașinii.

Timpul (s)	Viteza (m/s)
0	10,0
1	12,4
2	14,8
3	17,2
4	17,2
5	17,2
6	14,8
7	12,4

4. Mișcarea oscilatorie

O altă mișcare foarte des întâlnită în natură și tehnică este mișcarea oscilatorie. Astfel de mișcări au vîrfurile copacilor în bătaia vîntului, pendulul unui ceasornic de perete în timpul funcționării lui, coardele instrumentelor muzicale cînd sînt atinse etc. Cînd autovehiculele trec peste mici obstacole, ele capătă de

asemenea o mișcare oscilatorie pe verticală, favorizată de faptul că autovehiculele au arcuri.

Experiment. Suspendați la capătul liber al unui resort o bilă (fig. III.11). Așezați în spațele resortului un carton sau o riglă pe care însemnați cu O poziția de repaus a bilei. Această poziție o numim poziție de echilibru. Întindeți resortul trăgînd de bilă, însemnați pe carton noua poziție a bilei (P_2) și apoi dați-i drumul. În momentul în care dați drumul bilei, porniți un cronometru sau în lipsa lui notați ora pe care o indică un ceas. Notați pe carton punctul cel mai îndepărtat la care ajunge bila de cealaltă parte a poziției de echilibru (P_1) și înregistrați de fiecare dată momentul cînd bila ajunge în P_2 .

În acest experiment ne interesează mișcarea bilei între punctele P_2 și P_1 precum și intervalul de timp în care bila plecînd din P_2 trece prin O ajunge în P_1 și se reîntoarce prin O în P_2 . Acest interval îl puteți afla făcînd diferența între momentele a două treceri succesive ale bilei prin P_2 .

Dacă ați experimentat cu atenție veți ajunge la următoarele concluzii:

1. După intervale de timp egale mișcarea bilei se repetă. O astfel de mișcare o numim mișcare *periodică*.
2. Mișcarea bilei se face de o parte și de alta a poziției de echilibru (O).

Mișcarea periodică pe care o execută un corp de o parte și de alta a poziției de echilibru se numește mișcare oscilatorie.

Observație. Resortul cu bilă nu va oscila un timp nelimitat. Cu timpul depărtările bilei față de O se micșorează treptat, pînă cînd resortul și bila, datorită frecării, nu vor mai oscila.

Perioada. Cînd bila a pornit din P_2 , trece prin O , ajunge în P_1 , apoi se întoarce din nou în P_2 , spunem că a efectuat o *oscilație completă*.

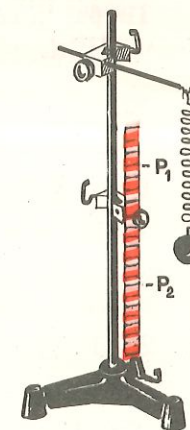


Fig. III.11. Dispozitiv experimental pentru studiul mișcării oscilatorii.

Timpu în care bila efectuează o oscilație completă se numește perioada oscilației.

Ea se notează cu simbolul T .

Perioada fiind o anumită durată se măsoară în secunde.

Pentru a determina perioada de oscilație a resortului cu bilă procedați în felul următor: atârnați de resort o bilă (sau un alt corp) cu masa de 200 g. Puneți corpul în mișcare având grijă ca în momentul eliberării bilei să porniți un cronometru. Numărați 25 de oscilații complete după care opriți cronometrul. El vă va indica 15 s. Puteți afla timpul în care bila a efectuat o oscilație completă, adică perioada, împărțind timpul t în care s-au efectuat oscilațiile, la numărul n al oscilațiilor. În cazul nostru:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{15 \text{ s}}{25} = 0,6 \text{ s.}$$

Frecvența. Reluați experimentul cu resortul cu bilă punând în locul corpului cu masa de 200 g, unul cu o masă mai mare. Veți constata că în același timp (15 s) acest corp va efectua un număr mai mic de oscilații. De exemplu, dacă corpul are masa de 300 g pendulul va efectua 21 oscilații în timp de 15 s.

Experimentați cu corpuri de mase diferite și aflați de fiecare dată numărul de oscilații efectuate în același interval de timp. Determinați apoi numărul de oscilații efectuate în timp de 1 s. Veți găsi că acest număr diferă de la un caz la altul.

Numărul de oscilații efectuate într-o secundă de un corp reprezintă frecvența de oscilație a corpului respectiv.

Ca unitate de măsură pentru frecvență s-a ales frecvența unui corp care efectuează o oscilație în timp de o secundă. Această unitate se numește hertz (Hz).

$$1 \text{ Hz} = \frac{1 \text{ oscilație}}{1 \text{ secundă}}.$$

Să aflăm frecvența resortului cu bilă a cărui perioadă $T = 0,6 \text{ s}$ am determinat-o mai înainte. Dacă ținem seama că în

15 s au fost efectuate 25 de oscilații, atunci într-o secundă se vor efectua

$$\frac{25 \text{ oscilații}}{15 \text{ secunde}} = 1,66 \frac{\text{oscilații}}{\text{secundă}} = 1,66 \text{ Hz.}$$

Observație. Perioada T și frecvența f ale aceluiași corp care oscilează sînt mărimi inverse una alteia. Acest lucru se poate scrie în felul următor:

$$T = \frac{1}{f} \text{ sau } f = \frac{1}{T}.$$

Teme. 1. Suspențați de capătul unui fir de ață subțire și rezistent o bilă, un șurub sau o cheie. Celălalt capăt fixați-l la un stativ (fig. III.12). Dispozitivul astfel realizat constituie un pendul. Când pendulul este în repaus firul indică direcția verticală. Scoateți pendulul din repaus deplasînd bila într-o parte și apoi lăsați-o liberă (fig. III.13).

Observați cu atenție mișcarea acestui pendul. Ce fel de mișcare este?

Determinați perioada și frecvența pendulului.

2. Lama elastică a unui metronom execută o mișcare oscilatorie sub acțiunea unui mecanism de ceasornic. În lungul lamei elastice se poate deplasa și apoi fixa o piesă metalică (un cursor, vezi fig. II.24). Fixați cursorul într-un anumit loc de pe lamă

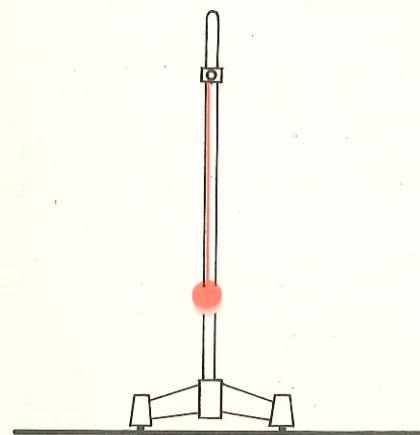


Fig. III.12. Pendul în repaus.

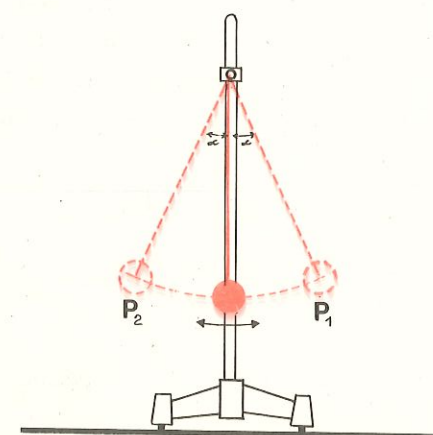
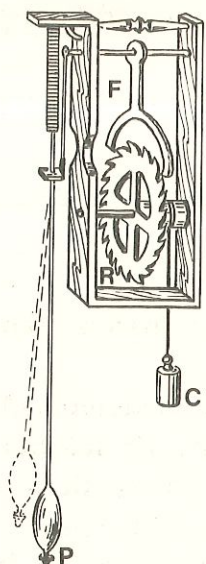
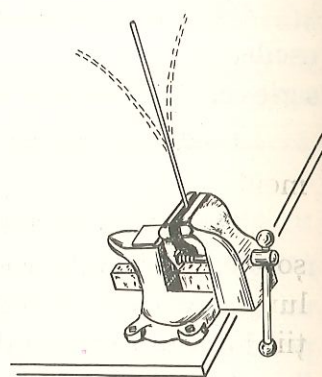


Fig. III.13. Pendul oscilînd.



← Fig. III.14. Mecanismul unui ceas cu pendul.

Fig. III.15. O lamă elastică oscilînd.



și determinați numărul de perioade dintr-un interval de timp de 2 minute. Aflați și frecvența.

Deoarece oscilațiile unui pendul au toate aceeași durată, pendulul este folosit în practică la reglarea mersului ceasornicului. În figura III.14 este reprezentat schematic mecanismul unui ceas cu pendul. Roata dințată R se montează pe un ax orizontal pe care este înfășurat un lănișor de capătul căruia atîrnă un corp C . Corpul C pune roata dințată în mișcare datorită greutății sale. Mișcarea roții dințate R este uniformizată de către oscilațiile pendulului P prin intermediul furcii F . Această furcă lasă să treacă cîte un dinte al roții, la intervale egale de timp. Acele ceasornicului sînt acționate de alte roți dințate care nu sînt reprezentate pe figură, dar care sînt angrenate de roata dințată montată pe axul roții R .

Exerciții și probleme

1. Dați exemple de mișcări periodice (altele decît cele din manual).
2. Fixați capătul unei lame subțiri de oțel într-o menghină. Celălalt capăt al lamei deplasați-l puțin într-o parte, apoi lăsați-l liber (fig. III.15).

Ce fel de mișcare execută lama? Determinați perioada și frecvența mișcării lamei cu care ați experimentat mai sus.

3. Dacă o lamă elastică efectuează 300 de oscilații pe minut, care este frecvența și perioada ei de oscilație?

5. Sunetul

Cum se produce un sunet? Efectuați următoarele experimente:

1. Puneți în oscilație o lamă fixată într-o menghină. Micșorați treptat partea din lamă pusă în oscilație. Pe măsură ce lungimea lamei care oscilează este mai mică, frecvența oscilațiilor va crește. La un moment dat se va auzi un sunet.

2. Loviți ușor un diapazon de marginea mesei, astfel încît diapazonul să producă un sunet. Apropiati un mic pendul de unul din brațele diapazonului (fig. III.16). Veți observa că bila se apropie și se depărtează de brațul diapazonului, ceea ce înseamnă că brațele diapazonului oscilează.

Din aceste experimente rezultă că:

— sunetele se produc datorită oscilațiilor unor corpuri. Corpurile ale căror oscilații produc sunete se numesc *surse sonore*.

Diapazonul, lama de oțel fixată în menghină, clopoțelul sînt exemple de surse sonore. Puteți da și alte exemple?

Cum se propagă sunetul? Experimentele de mai sus au dovedit că sunetele se produc prin oscilațiile surselor sonore.

Pentru a auzi însă un sunet el trebuie să ajungă de la sursa sonoră la urechea noastră.

Aceasta se realizează astfel: oscilațiile sursei sonore se transmit mediului în care se află ea, în cazul nostru aerul, și acesta începe să oscileze. La început oscilează numai aerul din imediata apropiere a sursei, apoi aceste oscilații provoacă oscilațiile păturii de aer

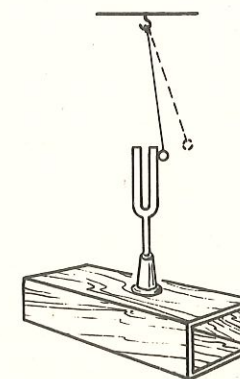


Fig. III.16. Oscilațiile unui diapazon pot fi puse în evidență cu ajutorul unui pendul.

următoare, care se transmit mai departe. Spunem deci că sunetul se propagă prin aer.

Se poate propaga sunetul și prin alte substanțe în afară de aer? Pentru a răspunde la această întrebare, așezați la capătul băncii un ceas și lipiți urechea de bancă, la celălalt capăt al ei. Veți auzi tic-tacul ceasului. Deci sunetul s-a propagat până la urechea noastră prin lemnul băncii. Sunetul se poate propaga și prin apă. Vă puteți convinge de acest lucru dacă vă scufundați în apă și loviți una de alta două pietre.

În lipsa aerului sau a oricărei alte substanțe (adică în vid) sunetul *nu se propagă*.

Viteza sunetului. Priviți de la distanță un om care sparge lemne. În primul rând, vedeți toporul căzînd și de-abia după aceea auziți sunetul. În timpul furtunilor întîi vedeți fulgerul, apoi auziți tunetul. Privind de la distanță pistolul cu care se dă startul într-o competiție sportivă vedeți întîi flacăra și apoi auziți sunetul. Din aceste observații constatăm că pentru a se propaga de la sursă la urechea noastră sunetele au nevoie de timp. Cunoșcînd distanța la care se află sursa sonoră și măsurînd timpul în care sunetul ajunge la urechea noastră, putem calcula viteza de propagare a sunetului, împărțind distanța la timp. Măsurătorile au arătat că viteza sunetului în aer este de aproximativ 340 m/s.

Viteza sunetului prin substanțele lichide și solide este mai mare decît viteza lui prin aer, după cum rezultă din tabelul de mai jos:

Substanța	Viteza sunetului (aproximativ)
aer	340 m/s
alcool	1 170 m/s
apă	1 450 m/s
fier	4 800 m/s
aluminu	5 500 m/s

Reflexia sunetului. Așezați un ceas de buzunar într-un cilindru de sticlă și îndepărtați-vă treptat de el, pînă ce nu mai auziți sunetul produs de ceas. Rugați un coleg să așeze la gura cilindrului o placă de sticlă sau de lemn, înclinată la 45° și îndreptată spre voi (fig. III.17). Veți constata că tic-tacul ceasornicului se va auzi din nou foarte bine. Cum se explică acest lucru? Întîlnind suprafața plăcii, sunetul produs de ceas și-a schimbat direcția de propagare și a ajuns din nou la urechea voastră.

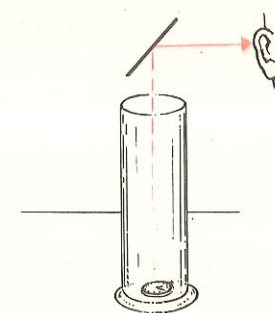


Fig. III.17. Reflexia sunetului.

Schimbarea direcției de propagare a sunetului cînd întîlnește un obstacol poartă numele de reflexia sunetului.

Repetăți experiența de mai sus. După ce ați auzit sunetul reflectat de placă, rugați pe colegul vostru să acopere suprafața plăcii cu o foaie de sugativă sau cu o bucată de stofă, fără a-i schimba poziția. Veți auzi sunetul foarte slab sau chiar deloc. Aceasta se datorește faptului că materialele moi (vata, plușul, buretele, pluta) reflectă în foarte mică măsură sunetele.

Ecou. Vi s-a întîmplat, desigur, să vă aflați la marginea unei păduri sau în apropierea unui perete de stîncă și să auziți repetîndu-se strigătele voastre. Fenomenul se numește *ecou*.

Ecou se explică pe baza fenomenului de reflexie a sunetului. Sunetul emis de voi întîlnind un obstacol (stîncă), se reflectă pe acest obstacol și ajunge din nou la urechea voastră. Pentru ca sunetul reflectat, adică ecoul, să se audă distinct de cel pe care l-ați emis inițial trebuie ca distanța dintre voi și obstacol să fie de cel puțin 17 m.

Reflexia sunetului are numeroase aplicații în practică. Ea se folosește, de exemplu, la măsurarea adîncimii mărilor. Pentru aceasta se emite un sunet scurt în apă și se măsoară timpul care a trecut între momentul emiterii sunetului și momentul auzirii sunetului reflectat de un obstacol aflat sub apă (fundul mării).

Cunoscând acest timp și viteza de propagare a sunetului în apă se poate calcula distanța pînă la obstacolul respectiv.

Fenomenul de reflexie a sunetului trebuie luat în considerație la construcția sălilor de concert, de teatru, de conferințe etc. Pentru a împiedica denaturarea sunetelor ca urmare a reflexiei lor pe pereți, sala este astfel construită încît sunetele reflectate să nu se întâlnească cu cele directe. De asemenea draperiile sînt construite din materiale care absorb puternic sunetele.

Protecția contra zgomotelor. Sunetele se împart în sunete muzicale și zgomote (scîrțîitul unei uși, o detunătură, zgomotul produs de o mașină etc.). Sunetele muzicale impresionează plăcut urechea noastră, pe cînd zgomotele sînt dăunătoare. Ele acționează negativ asupra organului auditiv producînd tulburări și contracții în sistemul circulator, au influență negativă asupra sistemului nervos și a celui osos etc.

Zgomotele dăunează nu numai omului ci și plantelor. Influența zgomotelor asupra plantelor a fost pusă în evidență prin numeroase experiențe realizate în laborator. Printre altele s-a constatat că zgomotele întîrzie simțitor încolțirea semințelor.

Datorită caracterului dăunător și a prezenței sale în toate compartimentele vieții moderne, diminuarea și dacă este posibil eliminarea zgomotului constituie o problemă majoră pentru toate țările.

Statul nostru se preocupă de limitarea zgomotelor (poluarea sonoră) asigurînd oamenilor muncii condiții de viață și muncă corespunzătoare, luînd măsuri de protejare a mediului înconjurător. Astfel, în scopul diminuării zgomotelor din fabrici și uzine, de pe șantiere, din zonele cu circulație rutieră intensă, din locuințe, s-au luat o serie de măsuri printre care amintim:

— înlocuirea mașinilor vechi cu mașini noi care posedă atenuatoare de zgomote;

— montarea unor ecrane izolatoare (numite fonoizolatoare) în vecinătatea surselor de zgomote;

— izolarea acustică a tavanelor și pereților prin folosirea materialelor care absorb zgomotele;

— înzestrarea cu mijloace individuale de protecție contra zgomotelor (antifoane);

— interzicerea claxonatului în anumite localități.

Probleme

1. Cum s-ar putea afla, cu aproximație, distanța la care s-a produs fulgerul?
2. Dați exemple de materiale care reflectă slab sunetul.
3. Realizați un telefon, folosind două capace de cutii de cremă de ghetă și o sfoară sau o sîrmă de aproximativ 20 m, în felul următor: se face în fiecare capac cîte o gaură prin care se trece cîte un capăt al firului, făcîndu-i apoi un nod. Dacă un elev vorbește în fața unuia dintre capace, cel de-al doilea elev îl va putea auzi ținînd capătul celălalt la ureche, în timp ce firul este întins. Prin ce se propagă, în acest caz, sunetele?
4. Un cosmonaut ajuns pe Lună, ar putea auzi zgomotul produs de o rachetă la lansarea ei de pe Pămînt?
5. De ce, așezînd ceasornicul pe o bucată de stofă de lînă, nu mai auzim tic-tacul său atît de tare ca atunci cînd ceasornicul este așezat direct pe masă?
6. De ce cînd vrem să auzim bine, ținem mîna pîlnie, după ureche?
7. De ce în pădure este greu să stabilim direcția din care vine sunetul?
8. Doi înotători sînt martori la o explozie. În timpul producerii acesteia, unul dintre ei se afla cu capul sub apă. După ce o aude scoate capul la suprafață și, imediat, aude o a doua explozie. Discutînd cu cel care-l însoțea îi declară că s-au produs două explozii. Înotătorul care a stat permanent cu capul în aer susține că s-a produs o singură explozie. Care este adevărul?

6. Echilibrul corpurilor solide

Puneți o bilă mică pe marginea unui mojar (un vas din aparatura de laborator de formă semisferică) și lăsați-o liberă. Ce observați? Bila se rostogolește pe pereții mojarului, urcă spre marginea opusă, apoi revine spre fundul vasului. Deplasați puțin



Fig. III.18. „Hopa Mitică”.

bila din acest loc și veți vedea că ea revine din nou la centru. În această ultimă poziție spunem că bila se află în stare de echilibru stabil.

Treceți prin orificiul unei rigle un creion ținut orizontal. Rigla va rămâne suspendată în poziție verticală. Scoateți rigla din această poziție și lăsați-o din nou liberă; ea se oprește în același loc, după ce a efectuat câteva oscilații. Rigla astfel suspendată se află în echilibru stabil.

În general, se spune despre un corp că se află în echilibru stabil atunci când fiind scos din poziția de echilibru revine la aceeași poziție.

Cunoașteți, desigur, jucăria denumită „hopa-mitică” (fig. III.18). În orice poziție am așeza această jucărie pe o masă ea își va relua poziția „în picioare”, deci poziția de echilibru stabil. Tot în poziție de echilibru stabil se găsesc leagănele în repaus și candelabrele. Cunoașteți și alte exemple?

Încercați să țineți vertical, în echilibru pe un deget o vergea lungă. Cu puțină abilitate veți reuși. Vergeaua se va răsturna după un timp destul de scurt (depinzând de dibăcia celui care experimentează), fără a mai reveni la poziția pe care a avut-o. Poziția vergelei sprijinită la un capăt este tot o poziție de echilibru dar de echilibru instabil, deoarece corpul (vergeaua), odată scos din această poziție, nu mai revine la starea inițială. Tot în stare de echilibru instabil se găsește și o minge așezată pe o altă minge.

Starea de echilibru instabil a unui corp este caracterizată de faptul că odată corpul scos din poziția sa nu mai revine de la sine în această poziție.

Să așezăm acum o bilă pe o masă plană și orizontală. Bila poate fi pusă în orice loc de pe masă. Ea își menține de fiecare dată poziția în care am așezat-o. De aceea spunem că această bilă este în echilibru indiferent.

Pe o bucată de carton în formă de dreptunghi trasați diagonalele. Înfigeți un ac în punctul de intersecție al diagonalelor (fig. III.19). Rotiți apoi cartonul în jurul acului așezându-l în diferite poziții. De fiecare dată cartonul își menține poziția în care l-ați așezat. Un asemenea corp se găsește tot în echilibru indiferent. Mai cunoașteți și alte exemple?

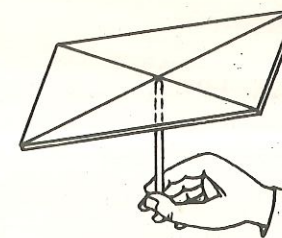


Fig. III.19. Echilibru indiferent.

Probleme

1. Precizați în ce fel de echilibru se găsește bila din figura III.20 în fiecare din pozițiile (a), (b) și (c).

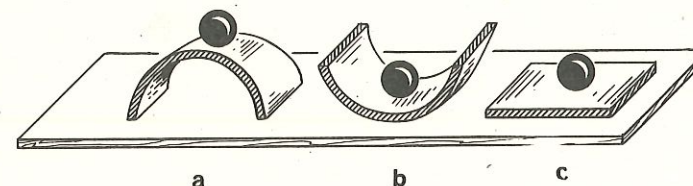


Fig. III.20. Pentru exercițiul 1.

2. În ce poziție ar trebui să așezăm un cub pe masă pentru ca el să fie în stare de echilibru instabil?
3. În ce fel de echilibru se găsește bastonul din figura III.21? Verificați-vă răspunsul realizând experiența ilustrată.
4. În ce echilibru se găsește un pahar ținut ca în figura III.22?
5. Luați o vergea lungă și treceți-o printr-un inel suspendat de un fir de ață. Deplasați vergeaua prin inel până ce aceasta se așază în poziție de echilibru (fig. III.23). Ce fel de echilibru ați realizat?

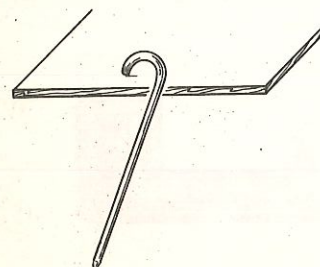


Fig. III.21. Pentru exercițiul 3.

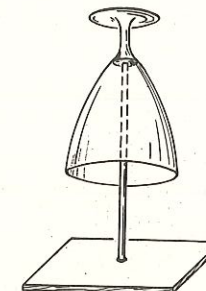


Fig. III.22. Pentru exercițiul 4.

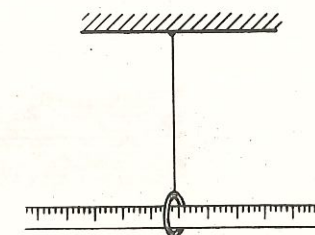


Fig. III.23. Pentru exercițiul 5.

7. Echilibrul lichidelor

Turnați apă într-un vas și așteptați să se liniștească. Cum ați putea să vă convingeți că suprafața lichidului este plană? Vă sugerăm o idee: dacă o masă este plană, atunci muchia unei rigle se poate așterne exact pe masă, în orice direcție.

Aplicați acest procedeu și în cazul apei din vas. Vă veți convinge că suprafața lichidului din vas este plană (dacă lichidul se află în repaus).

Luați un fir cu plumb și introduceți-l ușor în apă astfel încât obiectul legat de fir să pătrundă în apă. După ce apa s-a liniștit, așezați un echer în unghiul format de suprafața apei și fir (fig. III.24). Veți constata că acesta formează un unghi de 90° cu direcția firului cu plumb, prin urmare ea este orizontală.

Mișcați puțin vasul, apa se mișcă într-o parte și alta (oscilează), dar după puțin timp revine la starea inițială.

Despre un lichid a cărui suprafață este plană și orizontală spunem că se află în echilibru.

Puneți lichid într-un tub în formă de U cu ramuri de secțiuni diferite. Veți constata că la echilibru lichidul se află la același nivel în ambele ramuri (fig. III.25).

Presiunea

Ați încercat vreodată să vă explicați de ce un om care stă pe schiuri se afundă foarte puțin în stratul de zăpadă proaspăt, iar dacă își scoate schiurile va intra mai adânc în zăpadă? Desigur

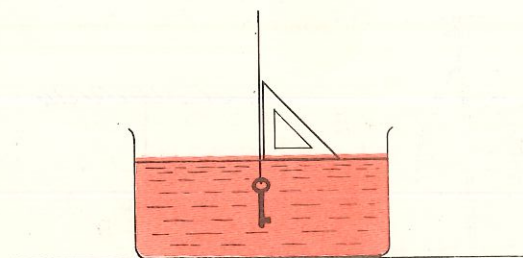


Fig. III.24. Firul cu plumb formează un unghi drept cu suprafața apei.

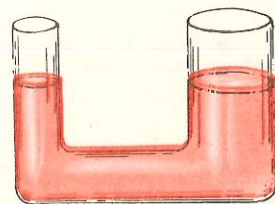


Fig. III.25. La echilibru lichidul se află la același nivel în ambele ramuri.

că vă dați seama ce importanță are acest fapt, mai ales dacă omul vrea să înainteze în omăt. Mersul lui va fi foarte anevoios și deci extrem de obositor. De ce sînt atît de diferite cele două situații? Doar omul nu-și mărește greutatea prin scoaterea schiurilor, ci dimpotrivă, chiar și-o micșorează puțin.

Ați bătut, desigur, nu o dată, un cui într-o scîndură. Nimănui nu i-ar trece prin minte să bată cuiul cu floarea spre scîndură și totuși, ne întrebăm de ce la aceeași lovitură de ciocan cuiul va intra vizibil mai repede în lemn bătîndu-l cu vîrfuș și mult mai greu cînd este pus cu floarea spre lemn?

Bănuți probabil, că aici deosebirea se datorează suprafeței pe care se sprijină omul sau cuiul. Să încercăm un calcul pentru primul caz. Să presupunem că schiorul are o greutate de 600 N. Cînd este pe schiuri această greutate se repartizează pe o suprafață de aproximativ $2 \times 1,80 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} = 0,2880 \text{ m}^2$ (suprafața celor 2 schiuri), iar cînd este fără schiuri suprafața de sprijin este de aproximativ $2 \times 0,27 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} = 0,0432 \text{ m}^2$ (suprafața tălpilor).

Se observă că în al doilea caz suprafața de sprijin este cam de șapte ori mai mică. Aici trebuie să fie cauza afundării.

Să facem cîtuș între forță (greutatea schiorului) și suprafața pe care se exercită forța.

În primul caz:

$$\frac{F}{S} = \frac{600 \text{ N}}{0,2880 \text{ m}^2} \approx 2083 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

Iar în al doilea:

$$\frac{F}{S} = \frac{600 \text{ N}}{0,0432 \text{ m}^2} \approx 13900 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

Procedînd în acest fel, am introdus o nouă mărime fizică numită *presiune*.

Numim presiune cîtuș între forța care acționează asupra unei suprafețe și suprafața pe care se exercită această forță.

Notînd presiunea cu p , putem scrie

$$p = \frac{F}{S}.$$

Unitatea de măsură este, așa cum reiese din calculele anterioare, $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

Presiunea exercitată de cui este imensă în timpul loviturii cu ciocanul, cînd este așezat cu vîrful (o suprafață infimă) și mult mai mică dacă este așezat cu floarea. Introducerea presiunii este importantă în multe probleme de fizică.

Pentru a exercita o presiune asupra unui lichid aflat într-un vas, va trebui să acționăm pe toată suprafața lichidului. Acest lucru se realizează cu ajutorul unui piston care să intre exact în vas. În acest caz forța cu care apăsăm pe piston se repartizează pe întreaga suprafață a lichidului. Dacă pistonul are aria S și forța exercitată este F , asupra lichidului se exercită presiunea $p = \frac{F}{S}$.

Cu studiul transmiterii presiunii prin lichide s-a ocupat fizicianul Blaise Pascal.

Pascal Blaise (1623—1662) matematician, fizician și filozof francez. *Spirit precoce, reușește încă din copilărie, la 16 ani, să scrie lucrări în domeniul geometriei, prin care devine cunoscut. Ulterior se ocupă de fizică și scrie un tratat despre „Echilibrul lichidelor”. El a fost și un remarcabil inventator. A inventat presa hidraulică, roaba, omnibuzul. Toate aceste activități științifice le desfășoară pînă la 30 de ani după care se ocupă de filozofie.*

Transmiterea presiunii prin lichide. În tubul în formă de U cu ramuri de secțiuni diferite turnați un lichid. Lichidul va urca în ambele ramuri la același nivel. Închideți cele două ramuri cu două pistoane, astfel încît acestea să fie în contact direct cu suprafața lichidului (fig. III. 26).

Puneți pe pistonul A un corp cu greutatea F_1 .

Pentru a menține lichidul la același nivel va trebui să așezați pe pistonul din ramura B un corp de greutate F_2 , de atîtea ori mai mare decît greutatea F_1 de cîte ori este mai mare suprafața secțiunii pistonului B (S_2) față de suprafața secțiunii pistonului A (S_1).

De exemplu, dacă $F_1 = 2 \text{ N}$, $S_1 = 2 \text{ cm}^2$, iar $S_2 = 10 \text{ cm}^2$, forța care trebuie să acționeze asupra pistonului B pentru a readuce lichidul la același nivel trebuie să fie de 5 ori mai mare ca F_1 , adică $F_2 = 10 \text{ N}$.

Rezultatul acestui experiment este oarecum surprinzător, deoarece ne-am fi așteptat ca echilibrul lichidului la același nivel să se realizeze cu corpuri de greutate egale. Dar, deși forțele nu sînt egale, presiunile exercitate

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{2 \text{ N}}{0,0002 \text{ m}^2} = 10\,000 \text{ N/m}^2,$$

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{10 \text{ N}}{0,0010 \text{ m}^2} = 10\,000 \text{ N/m}^2$$

sînt egale ($p_1 = p_2$).

Lichidul rămîne în echilibru deoarece presiunea în cele două ramuri este aceeași. Reiese că presiunea exercitată de unul din corpuri se transmite prin lichid pînă la celălalt și anume fără modificare, în mod egal. Acest rezultat este datorat fizicianului Blaise Pascal. El este cunoscut sub numele de *legea lui Pascal*:

Presiunea exercitată asupra unui lichid aflat în echilibru într-un vas închis se transmite în tot lichidul, în mod egal.

Aplicații ale legii lui Pascal. În figura III.27 este prezentată schematic presa hidraulică, construită din doi cilindri C_1 și C_2 ,

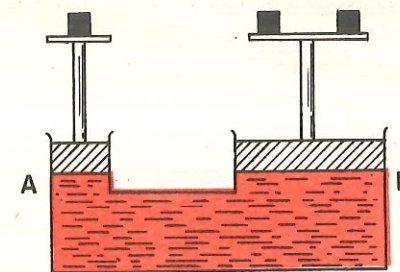


Fig. III.26. Dispozitiv experimental pentru deducerea legii lui Pascal.

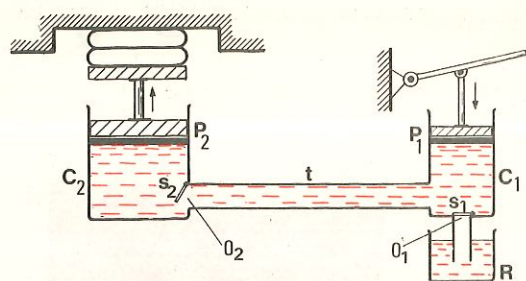


Fig. III.27. Schema de principiu a presei hidraulice.

care comunică printr-un tub t conținând ulei sau apă. Cilindrul C_1 are o secțiune mai mică decât C_2 . În cilindri se găsesc două pistoane P_1 și P_2 . La partea de jos a cilindrilor se află câte o supapă (s_1 și s_2). Când pistonul P_1 este deplasat în jos exercită o presiune asupra lichidului care apasă pe supapa s_1 , deplasând-o pînă închide orificiul O_1 . Astfel lichidul din cilindrul C_1 nu mai poate trece în rezervorul R , ci se scurge prin tubul t în cilindrul C_2 și apasă pe supapa s_2 care deschide orificiul O_2 . Lichidul introdus în cilindrul C_2 transmite complet pistonului P_2 presiunea exercitată de pistonul P_1 , creînd o forță de apăsare de atîtea ori mai mare de cîte ori suprafața sa este mai mare decât a pistonului P_1 . Pistonul P_2 apasă asupra corpului ce urmează a fi presat. Dacă pistonul P_1 se ridică, presiunea exercitată de P_2 împinge lichidul asupra supapei s_2 care se închide, iar supapa s_1 permite lichidului să treacă din rezervorul R în corpul cilindrului C_1 .

Dacă, de exemplu, pistonul P_1 are suprafața de 10 cm^2 și asupra lui se exercită o forță de 100 N , atunci presiunea determinată de această forță va fi $p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{100 \text{ N}}{0,001 \text{ m}^2} = 100\,000 \text{ N/m}^2$. Această presiune se transmite cu aceeași valoare la pistonul P_2 , conform legii lui Pascal. Dacă pistonul P_2 are o suprafață S_2 de 200 cm^2 , presiunea p determină o forță $F_2 = pS_2 = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,02 \text{ m}^2 = 2\,000 \text{ N}$. Forța F_2 este de 20 de ori mai mare ca forța F_1 .

Permițînd exercitarea unor forțe mari, presa hidraulică se folosește:

- în industria siderurgică, la prelucrarea metalelor la rece sau la cald;
- în industria hîrtiei, pentru presarea cartoanelor și a hîrtiei;

- în industria alimentară, la presarea mezelurilor, untului, la obținerea uleiurilor;
- în agricultură, la presarea furajelor în baloturi.

Probleme

1. Încercați să tăiați pîine folosind întîi tăișul cuțitului, apoi partea opusă tăișului, apăsînd la fel de tare. Când folosiți tăișul reușiți să tăiați pîinea, iar în al doilea caz nu. De ce?
2. De ce este necesar ca dalta întrebuintată pentru tăiere să fie cît mai bine ascuțită?
3. Explicați de ce se ascute fierul plugului?
4. Două căruțe avînd aceeași greutate, dar una fiind prevăzută cu roți de lemn, iar alta cu roți de cauciuc se deplasează pe un drum desfundat. Care dintre ele va lăsa o urmă mai adîncă? De ce?
5. Explicați de ce tractoarele și tancurile sînt prevăzute cu șenile, iar camioanele de tonaj mare cu roți duble și multiple.
6. De ce șinele de tren se așază pe traverse și nu direct pe pămînt?
7. Desenul din figura III.28 reprezintă o frînă de automobil care se bazează pe legea lui Pascal. Explicați funcționarea ei.
8. Picioarele băncilor așezate pe aleile grădinilor și parcurilor au baza cu o suprafață mai mare. De ce?
9. În ce poziție ar trebui să stea un cub pentru a exercita cea mai mare presiune asupra mesei.

Vase comunicante. Experiment. Uniți printr-un tub de cauciuc o pîlnie și un tub de sticlă. Turnați apă în pîlnie, mișcați tubul sau pîlnia în sus sau în jos și observați nivelul apei din cele două

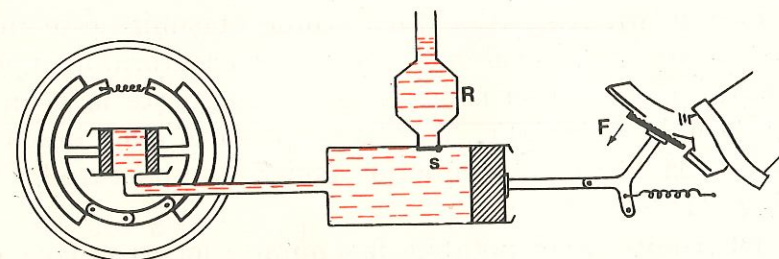


Fig. III.28. Schema de principiu a frînei de automobil.

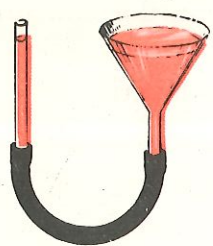


Fig. III.29. În vase comunicante apa se ridică la același nivel.

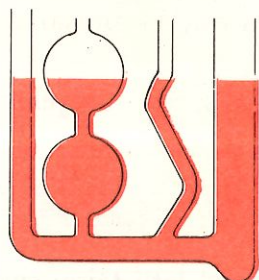


Fig. III.30. Reprezintă acest dispozitiv un sistem de vase comunicante?

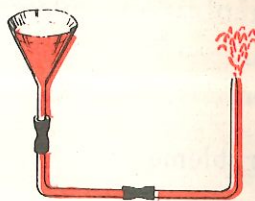


Fig. III.31. Apa țîșnește din tub ajungînd aproape pînă la nivelul celei din pîlnie.

vase (fig. III.29). Apa din cele două vase se găsește mereu la același nivel. Cele două vase (pîlnia și tubul de sticlă) formează un sistem de *vase comunicante*, deoarece comunică între ele prin intermediul tubului de cauciuc.

Observați vasele din figura III. 30. Reprezintă ele un sistem de vase comunicante? Dacă dispuneți de un asemenea sistem de vase turnați apă, treptat, într-unul din ele; lichidul se ridică în toate vasele mereu la același nivel.

În două sau mai multe vase comunicante un lichid se află la același nivel, indiferent de forma sau mărimea vaselor care alcătuiesc sistemul.

Dacă în sistemul de vase comunicante prezentat în figura III.31 se coboară extremitatea tubului din dreapta sub nivelul apei din pîlnie, apa va țîșni din tub. Înălțimea la care ajunge este ceva mai mică decît nivelul apei din pîlnie (datorită frecării ei de pereții tubului).

Acest sistem de vase comunicante își găsește o serie de aplicații în practică.

a) *Fîntîni arteziene*. Apa din fîntînile obișnuite este ridicată la suprafață, fie cu ajutorul unei găleți, fie cu ajutorul unei pompe. În anumite locuri apa se ridică singură și țîșnește la o anumită înălțime față de suprafață. Aceasta se produce dacă deschiderea puțului se află la un nivel inferior pînzei de apă care-l alimentează (fig. III.32). De ce?

b) Distribuția apei potabile în anumite locuri se face astfel: apa scoasă dintr-un rîu sau dintr-un puț este pompată într-un

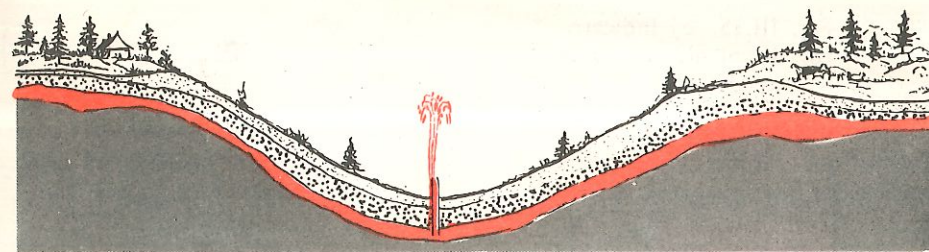


Fig. III.32. Fîntînă arteziană.

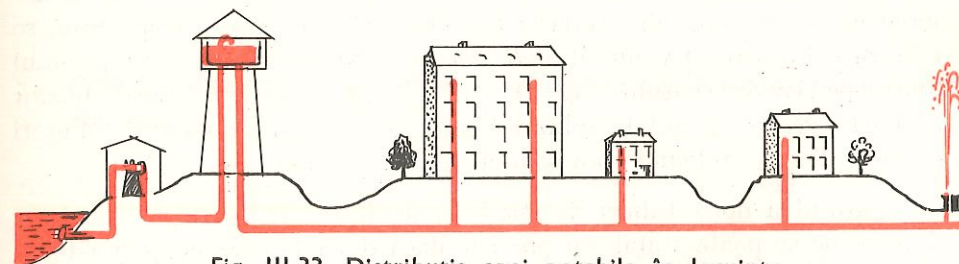


Fig. III.33. Distribuția apei potabile în locuințe.

rezervor mare, construit pe un deal mai ridicat sau pe un postament. Apa din rezervor este distribuită locuințelor cu ajutorul unor conducte la care sînt fixate robinetele. Din momentul deschiderii unuia dintre robinete, apa curge (fig. III.33), deoarece ea are tendința de a se ridica la același nivel cu apa din rezervor.

c) *Sifonul chiuvetelor*. Orice chiuvetă este legată la canalul de scurgere printr-un tub îndoit în formă de U numit *sifon S* (fig. III.34). Rolul lui este de a împiedica, prin prezența lichidului, pătrunderea gazelor din canal în locuințe. Nivelul apei din vasele A și B, comunicante, este același. Dacă nivelul din B crește, o parte din lichidul din A se evacuează.

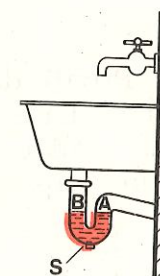
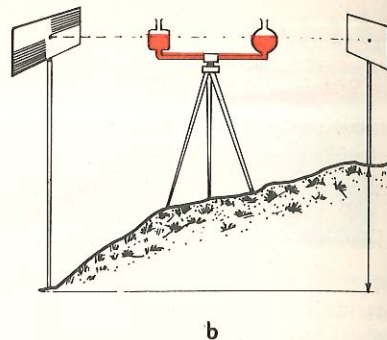
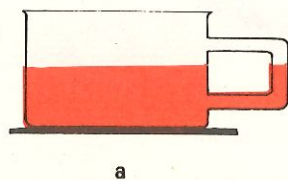


Fig. III.34. Sifonul unei chiuvete.

Probleme

1. Observați apa dintr-o stropitoare de grădină, atît cea din vasul mare cît și cea din tubul sitei. Găsiți vreo asemănare între această stropitoare și vasele comunicante?

Fig. III.35. a) Indicatorul de nivel; b) nivela de apă.



2. La rezervoarele mari, la cisterne, se pune problema cunoașterii în fiecare moment a nivelului din interior. Întrucât ele nu sînt transparente, se folosește un dispozitiv numit *indicator de nivel*, care se fixează pe unul dintre pereții rezervorului (fig. III. 35, a). Cu ajutorul acestui indicator se poate vedea nivelul lichidului din rezervor în orice moment. Puteți explica de ce, aplicînd cunoștințele despre vase comunicante?
3. Cu ajutorul a două tuburi de sticlă legate între ele printr-un tub lung de cauciuc se poate stabili cu precizie dacă două puncte de pe un teren sînt la același nivel. Un asemenea dispozitiv, folosit în operațiile de nivelare a terenurilor, este prezentat, împreună cu o schemă a procedurii, în figura III.35, b. Puteți explica procedeul pe baza proprietății vaselor comunicante?

8. Dilatația corpurilor

Priviți dispozitivul din figura III. 36 numit *pirometru cu cadran*. La o extremitate a pirometrului este fixată cu șurubul S_1 scala gradată. Vergea metalică V este fixată cu un șurub la un capăt, iar celălalt capăt al ei se sprijină pe pragul

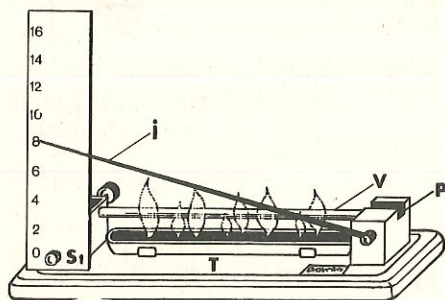


Fig. III.36. Pirometrul cu cadran.

axului P , astfel ca acul indicator I să ne indice diviziunea zero. Sub vergea se află o tăviță T .

Încălziți vergea pe toată lungimea ei, folosind alcoolul pus în tavă. La încălzirea vergelei veți observa că acul indicator urcă pe scala gradată. Aceasta din cauză că vergea metalică s-a alungit, și-a modificat lungimea, împingînd astfel pragul de

fixare care antrenează acul. Lăsînd vergea să se răcească, observăm că acul revine la poziția sa inițială. Deducem deci că și vergea a revenit la lungimea inițială. Din cele observate ajungem la concluzia că prin încălzire, vergea de metal și-a mărit lungimea sau s-a *dilatată*. Vergea și-a mărit în același timp și grosimea, însă acest lucru este foarte greu de observat fără aparate speciale.

Fixînd la pirometru vergele confecționate din metale diferite constatăm că pentru aceeași încălzire (folosind aceeași cantitate de alcool), acul indicator va arăta gradații diferite. De exemplu, cuprul se dilată mai mult decît fierul, iar aluminiul mai mult decît cuprul pentru aceeași încălzire.

Fenomenul de creștere a dimensiunilor unui corp prin încălzire se numește dilatație.

Dilatația depinde și de substanța din care este alcătuit corpul.

În cazul corpurilor a căror lungime este cu mult mai mare decît celelalte dimensiuni, nu ținem seama decît de dilatația în lungime și de aceea fenomenul se numește *dilatație în lungime* sau *dilatație liniară*. Iată cîteva exemple de corpuri la care se ține seama numai de dilatația în lungime: sîrmele telefonice și electrice, barele și conductele metalice etc.

În cazul unor corpuri la care una din dimensiuni este foarte mică în comparație cu celelalte două dimensiuni (o foaie de tablă) se ține seama în practică doar de modificarea celor două dimensiuni mai mari care determină mărimea suprafeței corpurilor; de aceea fenomenul a fost denumit *dilatație în suprafață*.

Treceți o bilă metalică printr-un inel așa cum se arată în figura III. 37, a. Dacă o încălziți, bila nu va mai putea trece prin același inel (fig. III. 37, b), deoarece și-a mărit volumul. Dacă veți lăsa bila să se răcească va putea ea trece din nou prin inel? Desigur, pentru că volumul său s-a micșorat (bila s-a contractat).

Deoarece în acest caz creșterea celor trei dimensiuni este importantă, fenomenul se numește *dilatație în volum*.

Dilatația se observă nu numai la corpurile solide ci și la cele lichide și gazoase. Următoarele experimente dovedesc această afirmație.

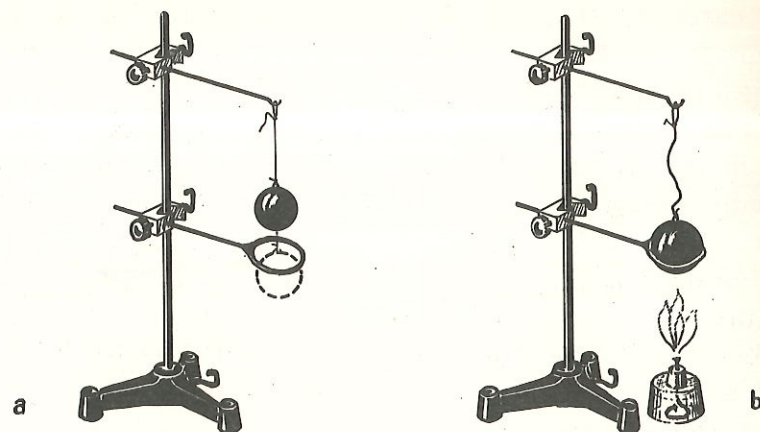


Fig. III. 37. Dilatația în volum: a) bila trece prin inel; b) prin încălzire bila se dilată și nu mai trece prin inel.

1) Un balon plin cu apă colorată este astupat cu un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă (fig. III. 38). Fie *a* nivelul inițial al apei din tub. Introducem balonul în apa caldă dintr-un vas. Procedăm astfel pentru ca balonul și apa din el să fie încălzite uniform. Nivelul apei din tub coboară mai întâi la nivelul *b*, apoi urcă ajungând în punctul *c*.

De ce a scăzut nivelul apei când balonul a fost încălzit? Oare apa din balon s-a contractat? Introducând balonul cu apă în vas, s-a încălzit mai întâi sticla, care și-a mărit volumul înainte ca apa din el să se încălzească. Din acest motiv, apa ocupând locul creat prin mărirea volumului balonului de sticlă a scăzut de la nivelul său inițial. După ce începe să se încălzească, apa aflată în balon, se dilată la rândul ei, depășind nivelul inițial *a*.

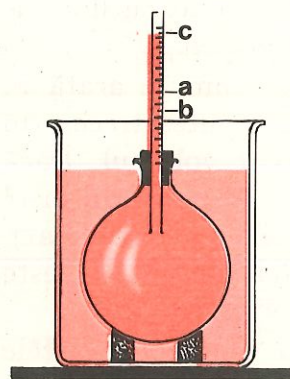


Fig. III.38. Dilatația lichidelor.

Constatăm că în cazul unui lichid, dilatația observată este totdeauna efectul rezultat a două fenomene distincte: dilatația reală a lichidului și dilatația vasului solid care îl conține.

Lăsăm acum apa din vas să se răcească și urmărim nivelul apei din tub. Acesta scade. Aceleași fenomene le vom observa și la alte lichide dacă vom experimenta cu ele.

2) Astupați un balon de sticlă cu un dop de cauciuc prin care trece un tub

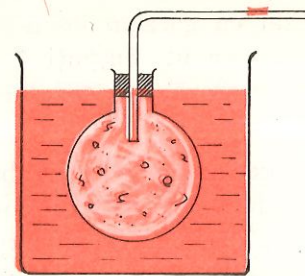


Fig. III.39. Dilatația gazelor.

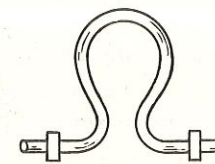


Fig. III.40. Compensator.

de sticlă îndoit în unghi drept. Tubul conține o mică picătură de apă colorată care separă aerul din interiorul balonului de aerul atmosferic (fig. III.39).

Încălziți balonul așezându-l într-un vas cu apă caldă și explicați de ce picătura de apă este deplasată spre exterior. În această experiență s-a pus în evidență că și un corp gazos (aerul) se dilată prin încălzire.

Conductele metalice care servesc la transportul aburilor sau al gazelor la anumite distanțe prezintă niște bucle numite „compensatoare” (fig. III.40). Puteți explica rostul acestora?

Unul dintre capetele podurilor metalice se așază pe role (bile) în timp ce capătul celălalt este fixat în mal (fig. III.41). De ce se recurge la o astfel de construcție a podurilor?

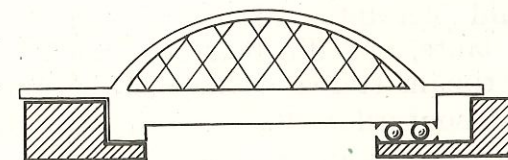


Fig. III.41. Pod pe role.

Fierarul, pentru a fixa cercul de fier pe roata de lemn (obadă) încălzește cercul, iar după ce l-a fixat îl răcește brusc. De ce este necesar acest procedeu?

Probleme

1. Trebuie evitată turnarea apei fierbinți într-un vas de sticlă rece. De ce?
2. Pentru scoaterea cu mai multă ușurință a dopului de sticlă al unui flacon se încălzește puțin gâtul sticlei. De ce?
3. Se lipesc în lungul lor două lame metalice de aceeași lungime, una de cupru, cealaltă de fier și se încălzește acest ansamblu. Ce se va întâmpla? Încercați! Formulați apoi o explicație pe baza cunoștințelor dobândite.

4. Țineți un timp oarecare un pahar așezat cu gura în jos deasupra unei flăcări. Așezați-l apoi în aceeași poziție într-un vas cu puțină apă. Explicați ce observați. Pe acest principiu se bazează aplicarea ventuzelor în tratamentul răcelilor.
5. În ce fel greșeste un lucrător măsurătorile lungimilor unor bare de oțel folosind un șubler făcut din același oțel, dacă face măsurătoarea imediat ce a ieșit din încăperea caldă iar instalația se află în ger puternic?
6. De ce băuturile fierbinți ne strică dinții?
7. De ce diametrul găurii făcute de un glonte într-un metal este mai mic decât diametrul glontelui?
8. Luați un borcan și lăsați-l câteva minute în apă fierbinte, apoi așezați-l cu gura în jos pe o față de masă de mușama. După răcirea borcanului veți observa că mușama s-a bombat puțin spre interiorul borcanului. De ce?
9. În prescripțiile de utilizare a buteliilor de aragaz se arată că este interzis să se țină buteliile în apropierea sobelor, caloriferelor, ori în plin soare sau să se încălzească buteliile cu apă fierbinte. Explicați de ce trebuie respectate aceste măsuri de precauție și care ar fi urmările dacă nu s-ar ține seama de recomandările făcute?

Temperatura și măsurarea ei. În vorbirea curentă folosim cuvintele: rece, cald, fierbinte, calduț. Spunem că zăpada este rece, soba este fierbinte, apa din baie este caldă sau rece. Prin aceste cuvinte exprimăm starea de încălzire a unui corp, constatată cu ajutorul simțurilor. Vi s-a întâmplat, desigur, aflându-vă în aceeași încăpere cu alte persoane să vi se spună de către unii că este cald, iar de către alții că este rece. Înseamnă deci că nu ne putem baza pe simțurile noastre în toate cazurile pentru a aprecia starea de încălzire a unui corp. De aceea pentru a descrie corect starea de încălzire a unui corp este necesar să introducem o mărime fizică măsurabilă cu anumite aparate, deci independentă de simțurile noastre. Pentru a descrie starea de încălzire a unui corp a fost introdusă noțiunea de temperatură.

Numim temperatură mărimea fizică ce caracterizează starea de încălzire a unui corp.

Folosind noțiunea de temperatură vom spune că soba are o temperatură mai mare decât apa din baie, care la rândul ei, are o

temperatură mai mare ca zăpada. Pentru măsurarea temperaturilor se folosește un instrument numit *termometru*. Vergeaua metalică din figura III.36 sau balonul cu lichid din figura III.38 pot măsura temperatura și de aceea ar putea servi ca termometre.

Studiind dilatația s-a observat că dacă un corp este încălzit el se dilată. Lungimea vergelei din figura III.36 a coloanei de lichid din figura III.38 sau a gazului din figura III.39 se modifică în raport cu starea de încălzire. Dacă vergeaua sau lichidul sînt mai calde, lungimile lor sînt mai mari; dacă sînt mai reci, lungimile lor sînt mai mici. Observăm că o proprietate pe care știm s-o măsurăm, și anume lungimea, ne poate folosi și pentru cunoașterea stării de încălzire și deci o putem folosi pentru a descrie starea de încălzire. Termometrele funcționează pe baza dilatării corpurilor în urma încălzirii. Termometrele cel mai des folosite sînt termometrele cu mercur. Mercurul este un metal lichid; el nu udă pereții vasului.

Termometrul cu mercur este format dintr-un rezervor de sticlă subțire, cu volumul aproximativ de 1 cm³. Rezervorul se continuă cu un tub din sticlă avînd diametrul interior cam de 1 mm (fig. III.42). Pentru a putea fi folosit, termometrul trebuie să fie *etalonat*. Etalonarea se face astfel: se introduce termometrul în vaporii formați într-un vas în care fierbe apa (fig. III.43). Mercurul se dilată și urcă în tub pînă la un anumit nivel la care rămîne mereu atîta timp cît apa fierbe. Se notează acest nivel pe tubul termometrului cu numărul 100. Se introduce apoi ter-

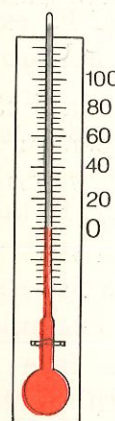


Fig. III.42.
Termometrul
cu mercur.

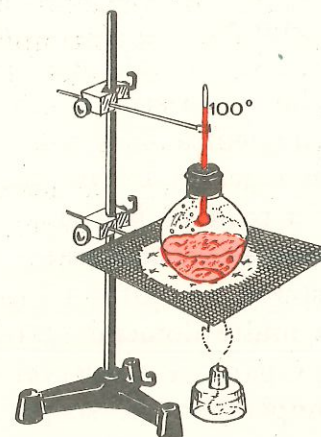


Fig. III.43. Marcarea punctu-
lui 100 la un termometru.

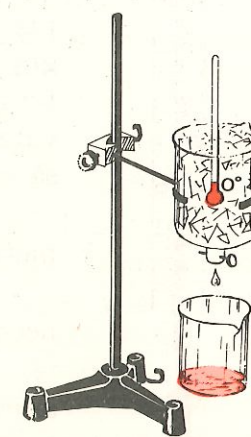


Fig. III.44. Marcarea
punctului 0 la un
termometru.

mometrul într-un vas cu gheață care se topește (fig. III.44). Datorită contractării, nivelul mercurului scade și rămâne constant cît timp se topește gheața. Se marchează pe tub acest nivel cu cifra zero.

Intervalul cuprins între zero (0) și 100 este împărțit în 100 părți egale. Aceleași diviziuni sînt continuate deasupra liniei 100 și sub linia zero. Gradația astfel obținută este numită scara Celsius a termometrului cu mercur, după numele fizicianului Anders Celsius.

Anders Celsius (1704—1744) fizician și astronom suedez, s-a ocupat de magnetism. El a construit un termometru necesar măsurării temperaturii, pe care l-a gradat în grade centezimale. Scara termometrică centezimală propusă de el, se mai numește și scara Celsius.

Pentru activitatea sa științifică este ales membru al Academiei de Știință din Stockholm.

Citirea temperaturii pe termometrul gradat se face astfel: dacă nivelul lichidului din tub este situat la indicația 5 sau 10 sub zero se spune că temperatura este -5°C , -10°C , iar dacă indicațiile arată 5 sau 10 deasupra lui zero spunem că temperatura este de 5°C sau 10°C .

Termometrul medical este un termometru cu mercur construit pentru a servi la măsurarea temperaturilor apropiate de 37°C (fig. III.45). El este gradat între 35°C și 42°C în zecimi de grade. Tubul termometrului are o strangulare deasupra rezervorului, care împiedică mercurul împins prin dilatare să revină în rezervor în timpul răcirii.

Pentru a readuce mercurul în rezervor, termometrul trebuie să fie scuturat.

Cunoașterea anumitor temperaturi precise este necesară în multe domenii. Dăm cîteva exemple:

— la prepararea conservelor care se face la anumite temperaturi în scopul distrugerii micro-organismelor;

— pasteurizarea laptelui se face prin încălzirea lui cam în jurul a 80° și apoi răcirea rapidă la $+4^{\circ}\text{C}$.



Fig. III.45.
Termometrul medical.

— în agricultură este necesar să se cunoască precis temperatura solului în scopul asigurării unor condiții optime pentru înșămînțări. Astfel se știe că porumbul încolțește la o temperatură a solului de $8-9^{\circ}\text{C}$, pe cînd grîul încolțește la $2-3^{\circ}\text{C}$.

Text suplimentar

Coeficientul de dilatație liniară

În lecția privind dilatația corpurilor am arătat că la acele corpuri la care o dimensiune este mult mai mare decît celelalte două putem vorbi de o dilatație liniară. N-am insistat însă asupra factorilor de care depinde dilatația liniară. În cele ce urmează vă vom prezenta doar rezultatele experimentelor efectuate cu un aparat, altul decît piro-metrul cu cadran, care permite determinarea cu precizie a alungirii unei vergele și a temperaturii la care are loc această alungire:

1) Dilatația sau alungirea unui corp depinde de natura substanței din care este confecționat corpul. De exemplu, să considerăm o vergea de aluminiu și una de oțel, de aceleași dimensiuni, încălzite cu același număr de grade; experimentul arată că aluminiul se dilată mai mult decît oțelul.

2) Dilatația este proporțională cu lungimea inițială a vergelei. De exemplu, dacă o bară din oțel cu lungimea inițială de 1 m încălzită cu 1 grad se dilată cu 0,00002 m, o altă bară de 2 m lungime tot din oțel se dilată cu 0,00004 m cînd este încălzită tot cu 1 grad.

3) Dilatația este proporțională cu creșterea temperaturii. Aceasta înseamnă că o vergea avînd o anumită lungime la 0°C se va dilata mai mult atunci cînd este încălzită cu 150°C , de exemplu, decît atunci cînd este încălzită cu 50°C . Dacă notăm cu l_0 lungimea vergelei la 0°C și cu l_t lungimea la $t^{\circ}\text{C}$, putem calcula dilatația liniară scăzînd din lungimea la $t^{\circ}\text{C}$ lungimea la 0°C :

$$l_t - l_0 = \text{dilatația liniară.}$$

Diferența $l_t - l_0$ se mai notează cu Δl unde Δ este litera grecească delta (decî Δl se citește „delta l”).

Mai sus am menționat că dilatația liniară depinde de: natura substanței din care este confecționată vergeaua care se dilată, lungimea inițială a vergelei precum și de temperatură. Matematic acest rezultat poate fi exprimat prin relația

$$l_t - l_0 = \Delta l = \alpha l_0 t,$$

unde α (alfa, literă grecească) — este un factor care depinde de natura substanței din care este confecționată vergeaua și se numește *coeficient de dilatație liniară*, l_0 este lungimea vergelei la 0°C și l_t lungimea ei la temperatura $t^\circ\text{C}$.

Din relația de mai sus deducem:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 t}$$

Cum alungirea și lungimea inițială a vergelei se măsoară în metri iar temperatura în grade înseamnă că α se măsoară în $\frac{1}{\text{grad}}$.

Mai jos vă prezentăm în ordinea dilatării lor câteva metale. Pentru aceeași lungime inițială și pentru aceeași creștere a temperaturii primul metal se dilată cel mai puțin:

- | | |
|-----------|------------|
| 1. Oțel | 5. Aluminu |
| 2. Fier | 6. Plumb |
| 3. Cupru | 7. Zinc |
| 4. Argint | |

Probleme

- De ce este bine ca tubul termometrului să aibă diametrul interior cât mai mic?
- Dispozitivul din figura III.46 este format dintr-o lamă bimetalică (lama bimetalică este formată din două lame de metale diferite, sudate împreună) care are la capătul liber un ac indicator care se mișcă în fața unui cadran gradat. Poate fi folosit un astfel de aparat la măsurarea temperaturilor? Explicați cum anume.

9. Schimbarea stării de agregare

Topirea și solidificarea substanțelor cristaline

Puneți într-o eprubetă cristale de naftalină și un termometru. Introduceți eprubeta într-un vas cu apă pe care îl încălziți la o flacără (fig. III.47). Observați cu atenție termometrul și substanța din eprubetă în timp ce continuați încălzirea. Ce constatați? După un interval de timp, în care temperatura crește, se

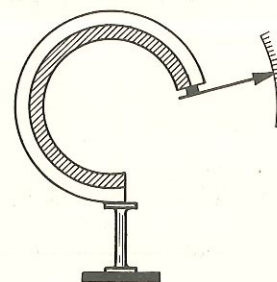


Fig. III.46. Termometrul metalic.

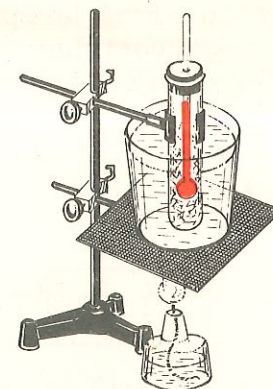


Fig. III.47. Dispozitiv experimental pentru topirea naftalinei.

observă o primă picătură de lichid, apoi toată naftalina se transformă într-o masă lichidă. Starea de agregare s-a schimbat. Substanța a trecut din stare solidă în stare lichidă.

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

După ce se topește toată naftalina, înlăturați flacăra și priviți cu atenție termometrul și substanța din eprubetă. Ce se constată? Cu timpul temperatura scade. La un moment dat apar primele cristale. Apoi din ce în ce mai multe. În sfârșit, toată substanța trece din stare lichidă în cristale. Starea de agregare s-a schimbat din nou, dar în sens invers.

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

Reluați experiența pregătindu-vă acum să observați procesul cu mai mare atenție și să notați temperaturile la intervale egale de timp.

Reîncepeți încălzirea și din jumătate în jumătate de minut citiți temperatura pe care o notați într-o tabelă de felul celei următoare:

Timpul (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Temperatura ($^\circ\text{C}$)	24	44	69	76	78	78,5	80	80	80	86	92

Ce observați? Până la apariția primei picături de lichid temperatura crește continuu. Apoi rămâne constantă (80°C) până la topirea completă a substanței, după care începe iar să crească.

Înlăturați flacăra. Naftalina începe să se răcească. Notați temperaturile la aceleași intervale de timp, ca în tabela următoare:

Timpul (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	110	96	88	84	80	80	80	80	80	80	78	70	66

Dacă analizați cu atenție datele obținute din experimente, pe care le-am trecut în tabelele de mai sus, veți ajunge la următoarele concluzii:

1. Atît în timpul topirii cît și al solidificării temperatura nu se modifică.

2. Temperatura la care începe (se termină) topirea este aceeași cu temperatura la care începe (se termină) solidificarea.

Reluați experimentul. Ce puteți spune despre temperatura la care se topește naftalina și noile voastre determinări?

Încercați să topiți și alte substanțe cristaline, de exemplu, zahăr, sulf. Veți constata că temperaturile de topire sînt diferite pentru diferite substanțe, dar mereu aceleași pentru o aceeași substanță.

Dăm mai jos temperaturile de topire ale unor substanțe:

mercur	-39°C	aluminu	658°C
gheață	0°C	aur	$1\,060^{\circ}\text{C}$
cositor	232°C	cupru	$1\,080^{\circ}\text{C}$
plumb	327°C	platină	$1\,774^{\circ}\text{C}$
zinc	429°C	tungsten	$3\,370^{\circ}\text{C}$

Topind două sau mai multe metale și amestecîndu-le se obțin aliajele. Aliajele sînt folosite în tehnică deoarece au unele proprietăți diferite de ale metalelor din care au fost obținute. Unele aliaje au temperaturi de topire scăzute, ca de exemplu, aliajul format din două părți cositor și o parte plumb, care se topește la 180°C . Această temperatură de topire este mai mică atît decît temperatura de topire a cositorului cît și a plumbului. Un astfel de aliaj din cositor și plumb este folosit la lipirea vaselor din tablă sau a sîrmelor din aparatul de radio.

Prin topirea unui metal și turnarea lui într-un tipar se obțin diverse piese metalice. Metalul topit se toarnă în tiparul care are

pe dinăuntru forma obiectului pe care vrem să-l obținem (fig. III.48). După solidificarea și răcirea metalului se înlătură tiparul, obținîndu-se obiectul dorit.

Probleme

1. Introduceți în apă fierbinte o bucată de luminare. Are loc un fenomen de topire?
2. Luați un tub de sticlă cu diametrul de circa $0,5\text{ cm}$ și țineți-l cu mijlocul deasupra flăcării de la aragaz, rotindu-l încet. După un timp veți observa că tubul se îndoaie. Comparați cele observate în acest experiment cu fenomenele descrise la topirea naftalinei.
3. Luați o bucată de lemn sau un os și încălziți-le. Ce constatați, se topesc?
4. Pentru răcirea motorului unui automobil în timpul iernii nu se folosește apa, ci un amestec din glicerină și alcool denumit „antigel”. Avînd la dispoziție această informație precum și constatarea că un pahar cu apă lăsat în ger crapă, formulați o presupunere privind modificarea volumului apei prin solidificare.

Vaporizare — condensare

Așezați o placă de sticlă rece deasupra unui vas descoperit în care fierbe apă (fig. III.49). Deasupra vasului veți observa vapori de apă iar pe placa de sticlă picături de apă.

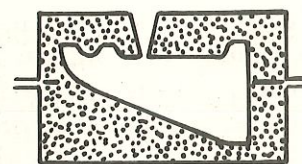


Fig. III.48. Tipar pentru turnarea unui obiect din fontă.

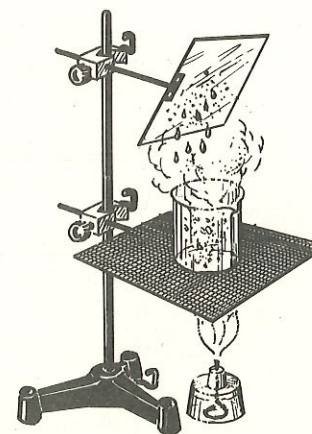


Fig. III.49. Vaporii de apă se condensează pe placa de sticlă rece. →

Trecerea unui lichid în stare de vapori se numește vaporizare iar fenomenul invers de transformare a vaporilor în lichid se numește condensare.

O tablă pe care o ștergeți cu un burete ud se usucă foarte repede, deoarece stratul subțire de apă de pe tablă se transformă în vapori. Vara, vaporii de apă din aerul înconjurător produc roua. Iată cum se întâmplă. În nopțile senine de vară suprafața pământului și obiectele de pe ea se răcesc, iar vaporii de apă din aerul înconjurător venind în contact cu aceste obiecte reci se condensează în picături fine de apă, formînd roua.

Evaporarea. Lichidele se pot transforma în vapori la temperaturi obișnuite, într-o măsură mai mare sau mai mică. Pentru a vă convinge puneți pe o placă de sticlă, de exemplu, aceeași cantitate de eter, de alcool și de apă. Eterul dispare în câteva secunde, alcoolul în câteva minute, iar apa într-un timp mai îndelungat.

Cele trei lichide s-au transformat în vapori, adică s-au vaporizat. Dacă veți păstra aceeași cantitate din lichidele de mai sus (eter, alcool, apă) în cîte o eprubetă, veți constata că vaporizarea se face mai lent. Rezultă că vaporizarea depinde de suprafața lichidului.

Vaporizarea la suprafața lichidului se numește evaporare.

a. Puneți cu o pipetă cîteva picături de acetonă pe o placă metalică, aflată la temperatura camerei, apoi repetați experimentul cînd placa metalică este încălzită. Ce observați? În cazul cînd placa este încălzită evaporarea se produce mai repede. Acetona s-a încălzit și ea de la placă; deci creșterea temperaturii acetonei a favorizat evaporarea.

b. Așezați pe două plăci cantități egale de acetonă și faceți vînt cu un carton deasupra uneia dintre plăci. Ce constatați? Acetona s-a evaporat mai repede de pe placa deasupra căreia s-a făcut vînt cu cartonul. Așa se explică și uscarea rufelor mult mai repede cînd bate vîntul, chiar dacă afară nu este prea cald.

c. Băgați mîna în apă și apoi agitați-o prin aer. Veți avea senzația de rece. Aceasta înseamnă că prin evaporare apa a absorbit o parte din căldura mîinii.

Din experimentele prezentate se pot deduce următoarele concluzii cu privire la evaporare:

— evaporarea depinde de natura lichidului;

— evaporarea se face mai repede dacă suprafața de evaporare este mai mare;

— evaporarea se face mai repede dacă mărim temperatura lichidului;

— evaporarea este însoțită de scăderea temperaturii mediului în care ea se produce.

Cunoașterea factorilor de care depinde evaporarea este importantă pentru multe sectoare ale industriei, agriculturii etc.

De exemplu, sarea de bucătărie se poate obține și prin evaporarea apei de mare. În agricultură se urmărește împiedicarea evaporării apei din sol, cînd este secetă, prin ararea și grăparea terenurilor.

Încercați să răspundeți la următoarele întrebări:

De ce cînd ieșim din baie simțim că ne este frig pînă cînd apa s-a evaporat de pe corp?

În ce scop se stropesc vara străzile?

Cum veți proceda pentru a usca mai repede cerneala de pe hîrtie, dacă nu aveți la îndemînă o sugativă?

Dacă vara puneți apă în vase de pămînt (argilă poroasă), ea va avea o temperatură mai joasă decît aerul înconjurător. De ce?

Fierberea

Așezați pe sita cu azbest un balon de sticlă în care se află apă pînă la jumătate. În balon introduceți un termometru așa cum se vede în figura III.50. Încălziți vasul cu apă la o lampă de spirt și urmăriți ce se întâmplă. Veți constata că pe măsură ce temperatura crește, pe pereții balonului se formează mici bule gazoase. După un timp aceste bule se ridică și se sparg la suprafață, eliminînd aerul pe care-l conține lichidul. Continuînd să încălziți balonul veți observa că pe fundul vasului și pe pereți se formează bule mai mari, care se ridică și dispar înainte să fi ajuns la suprafața lichidului. Aceste bule sînt formate din vapori de apă, care atunci cînd dau de straturile superioare, din ce în ce mai reci, se răcesc și se transformă în apă.

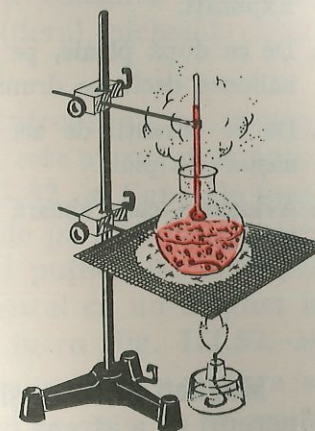


Fig. III.50. Fierberea apei.

Cînd termometrul indică 100°C bulele de vapori nu se mai transformă în apă, ci ajung la suprafață unde se sparg și vaporii se răsîndesc în aer. În acest moment *apa fierbe*.

Fierberea este o vaporizare a lichidului, care are loc în toată masa sa.

În condiții obișnuite fiecare lichid pur fierbe la o temperatură determinată. Așa cum s-a văzut, apa, de exemplu, fierbe la 100°C .

Un alt lichid, de exemplu alcoolul, fierbe la o altă temperatură, și anume la 78°C .

În tabela de mai jos sînt indicate temperaturile de fierbere ale cîtorva lichide:

Substanța	Temperatura de fierbere
alcool	78°C
apă	100°C
mercur	357°C
fier topit	$2\ 450^{\circ}\text{C}$

Întrebări

1. Ce se întîmplă dacă intrați cu ochelarii, de afară pe timp de iarnă într-o cameră caldă?
2. Ce se întîmplă dacă aduceți un pahar cu apă rece într-o cameră caldă? Explicați.
3. De ce după ploaie, pe drumurile care străbat pădurile, sînt mai multe băltoace decît pe drumurile care străbat cîmpiile?
4. De ce curenții de aer cald și umed, dacă întîlnesc munți înalți, dau naștere la ploi?
5. Avioanele care zboară la mari înălțimi lasă o dîră albă în urma lor. De ce?

10. Magnetizarea

Magneți naturali și magneți artificiali. Proprietatea anumitor minereuri de a atrage bucățele de fier se cunoaște de multă vreme. Această proprietate a fost observată pentru prima dată la un

minereu din Magnesia, care a primit denumirea de *magnetită*, după numele localității unde a fost găsită. Deoarece proprietățile magnetice ale acestui minereu sînt slabe, omul a construit magneți mai puternici, și anume magneți artificiali. Acești magneți sînt confecționați din bare de oțel magnetizate și au diferite forme: bară, potcoavă, ac magnetic (fig. III.51). Pentru a observa cîteva proprietăți ale magneților, efectuați următoarele experimente:

1) Apropiati cîteva cuie mici de un magnet în formă de bară și veți observa că magnetul le atrage. Înseamnă deci că magnetul exercită o anumită forță asupra acestor cuie. Forța exercitată de magnet este tot o acțiune indirectă, asemănătoare cu cea întîlnită la greutatea corpurilor.

2) Repetați experimentul punînd între magnet și cuie, pe rînd, cîte o foaie de hîrtie, un geam, o bucată de placaj etc. Se observă că forța de atracție a magnetului se exercită și prin aceste substanțe.

Forța magnetică este deosebită de forța pe care o aplicăm cînd vrem să mișcăm un cărucior. Pentru a împinge căruciorul avem nevoie de o legătură directă între brațele noastre și cărucior, pe cînd în cazul cuielor atrase de magnet, forța magnetică se exercită indirect.

3) Aduceți mai multe substanțe în dreptul unui magnet și observați care dintre ele sînt atrase. Veți constata că numai unele substanțe, de exemplu unele metale (fierul, nichelul, cobaltul) sau unele aliaje sînt atrase de magnet.

Polii unui magnet. *Experiment:* 1) Introduceți un magnet în formă de bară în pilitură de fier. Pilitura este atrasă de magnet distribuindu-se în jurul său ca în figura III.52, a. Capetele magnetului s-au acoperit cu o cantitate mare de pilitură, în timp ce în zona mijlocie s-a prins din ce în ce mai puțin, iar la mijloc ea nu mai apare deloc. Repetînd experimentul cu un magnet în formă de potcoavă veți constata același lucru (fig. III.52, b).

Cele două zone extreme care atrag mai puternic pilitura se numesc *polii magnetului*. Partea din mijloc, în care nu se manifestă nici un fel de acțiune magnetică, se numește *zonă neutră*.

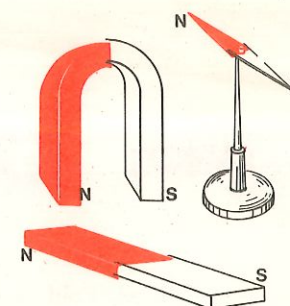


Fig. III.51. Tipuri de magneți: bară, potcoavă, ac magnetic.

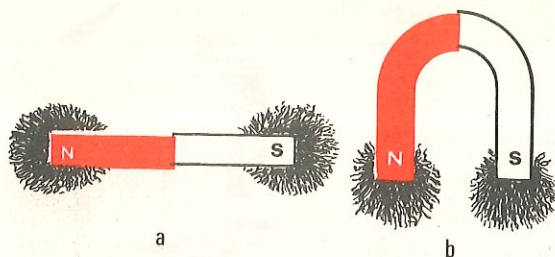


Fig. III.52. Polii unui magnet: a) bară; b) potcoavă.

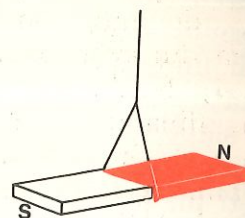


Fig. III.53. Orientarea unui magnet.

2) Suspendați un magnet bară ca în figura III.53 și observați cum se orientează în spațiu când este lăsat liber. Rotind magnetul suspendat cu 90° în jurul firului de suspensie, el revine la direcția inițială după ce a fost lăsat liber. Observați că un pol s-a orientat către polul nord geografic și poartă numele de *polul nord* al magnetului, iar celălalt, numit polul sud, se îndreaptă spre *polul sud* geografic. Polii unui magnet se notează prin literele *N* și *S*.

3) Apropiati de un ac magnetic sprijinit pe un vîrf ascuțit un magnet în formă de bară și urmăriți cum interacționează polii celor doi magneți: sud cu sud și sud cu nord (fig. III.54). Veți ajunge la concluzia următoare:

Polii de același nume se resping, iar cei de nume contrare se atrag.

4) Tăiați un magnet în două părți. Cercetați polaritatea celor două bucăți și veți constata că fiecare are câte un pol nord și unul sud, deci fiecare a devenit un magnet.

Mai tăiați una din bucăți în două părți. Veți obține din nou doi magneți (fig. III.55). Acest experiment ne conduce la următoarea concluzie:

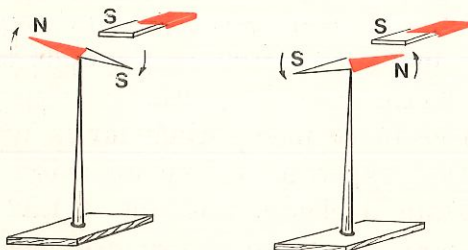


Fig. III.54. Atracția și respingerea polilor magnetici.

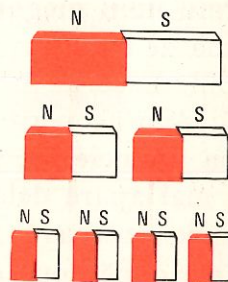


Fig. III.55. Polii unui magnet nu pot fi separați.

Nu putem separa polii unui magnet, oricît de multe ar fi bucățile pe care le tăiem din acel magnet.

5) Fixați un magnet bară de tija unui dinamometru, așa cum se vede în figura III.56. Acul dinamometrului va indica o anumită forță (greutatea magnetului și a cîrligului). Sub magnetul bară, la o distanță de aproximativ 10 cm, așezați un magnet disc astfel ca polii aflați față în față să fie de nume contrar. Veți constata că dinamometrul va indica o forță mai mare. Aceasta datorită faptului că între cei doi poli se exercită o forță de atracție.

Micșorați treptat distanța dintre cei doi magneți, veți constata că forța indicată de dinamometru va fi din ce în ce mai mare.

În tabelul care urmează sînt trecute rezultatele unui șir de măsurători efectuate cu un dinamometru, un magnet bară și un magnet disc din trusa de material didactic executată de întreprinderea Didactica:

Distanța dintre magneți (cm)	10	5	3	2
Forța (N)	0,50	0,70	0,85	1,00

greutatea cîrligului și a magnetului bară fiind de 0,4 N.

Prin urmare forța de atracție dintre doi magneți crește odată cu micșorarea distanței dintre ei.

Repetati experimentul avînd grijă ca de data aceasta polii aflați față în față să fie de același nume.

Veți constata că pe măsură ce distanța dintre magneți se micșorează, dinamometrul va indica forțe din ce în ce mai mici. Aceasta deoarece forța de respingere dintre magneți a crescut odată cu micșorarea distanței.

Așadar, *forța de interacțiune dintre doi magneți depinde de distanța dintre magneți.*

Spectrul magnetic. Experiment: Puneți deasupra unui magnet în formă de bară un carton alb pe care presărați un strat de pilitură de fier. Loviți ușor cartonul cu degetul. Veți observa că pilitura ia forma unor linii curbe închise, care pornesc de la un

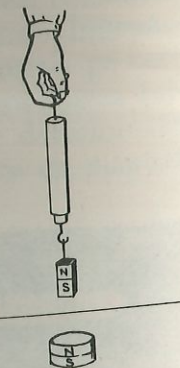


Fig. III.56. Determinarea forței de interacțiune a doi magneți.



Fig. III.57. Spectrul unui magnet bară.

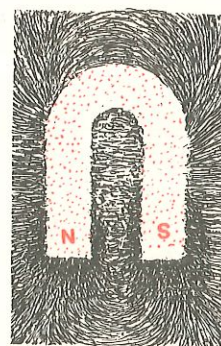


Fig. III.58. Spectrul unui magnet în formă de potcoavă.

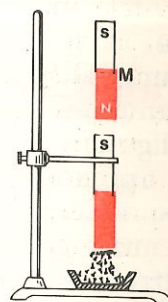


Fig. III.59. Bara de fier s-a magnetizat și atrage cuiele.

pol și ajung la celălalt pol (fig. III.57). Repetați experimentul folosind un magnet în formă de potcoavă. De data aceasta pilitura se va dispune ca în figura III.58.

Totalitatea liniilor după care se dispune pilitura de fier în jurul unui magnet formează *spectrul magnetic* al aceluia magnet.

Magnetizarea substanțelor. 1) Așezați un vas care conține cuie sub o bară de fier suspendată; bara nu atrage cuiele. 2) Apropiți de bara de fier un magnet puternic, cuiele vor fi atrase (fig. III.59), deci bara s-a magnetizat. 3) Îndepărtați magnetul și veți constata că bara de fier nu mai atrage cuiele.

Repetăți experimentele de mai sus înlocuind bara de fier cu una de oțel. Veți observa că bara de oțel continuă să atragă cuiele și după înlăturarea magnetului. Deducem deci că atât fierul cât și oțelul se magnetizează, dar fierul își pierde foarte ușor această proprietate. De aceea magnetii artificiali permanenți sînt din oțel și nu din fier.

Realizînd experimente de genul celor de mai sus cu diferite metale veți constata că nu toate metalele se pot magnetiza.

Magnetismul terestru. Busola. În experimentul al doilea de la pagina 122 ați constatat că un magnet suspendat și lăsat liber se orientează pe o anumită direcție. Repetînd experimentul cu un ac magnetic, veți vedea că și acest magnet se orientează cu un capăt aproximativ spre polul nord geografic al Pămîntului, iar cu celălalt, spre polul sud.

Apropiți de acul magnetic un alt magnet. Ce veți constata? Acul magnetic va fi atras sau respins de acest magnet. Îndepărțînd magnetul se observă că acul magnetic își revine poziția pe care a avut-o înainte de a se acționa asupra lui. Atît orientarea inițială cît și această revenire a acului magnetic este determinată de magnetismul Pămîntului. Pămîntul se comportă ca un magnet uriaș (fig. III.60).

Deoarece magnetii de pe Pămînt, lăsați liberi, se orientează cu polul nord aproximativ spre polul nord geografic, înseamnă că în apropierea acestuia este polul sud magnetic al Pămîntului și invers, lîngă polul sud geografic este polul nord magnetic. Polii magnetici ai Pămîntului nu coincid cu polii geografici. Deci, un ac magnetic lăsat liber se orientează cu polul său nord către polul sud magnetic, și nu către polul nord geografic.

La geografie ați învățat că pentru a vă orienta pe teren se folosește un aparat numit *busolă* (fig. III.61). Partea principală a busolei este un ac magnetic așezat pe un vîrf ascuțit, într-o cutie, pe fundul căreia este desenată roza vînturilor. Pentru ca acest vîrf să nu se tocească, busola este prevăzută cu un dispozitiv care ridică acul de pe vîrf, în cazul cînd busola nu este folosită. Acul magnetic este vopsit: jumătatea dinspre polul nord, cu negru, iar jumătatea dinspre polul sud, cu alb. Pentru a folosi busola procedăm astfel: așezăm busola orizontal, eliberăm acul și rotim cutia busolei în așa fel încît punctul nord de pe roza vînturilor să coincidă cu polul nord al acului magnetic. În acest caz, celelalte puncte cardinale vor fi indicate de semnele corespunzătoare de pe roza vînturilor. Pentru ca orientarea cu busola să

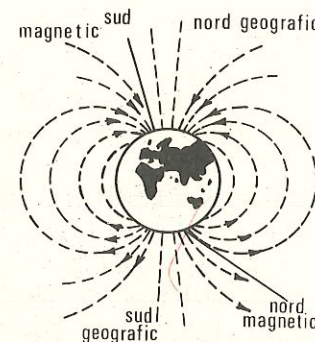


Fig. III.60. Pămîntul se comportă ca un magnet uriaș al cărui pol sud se află în apropierea polului nord geografic.

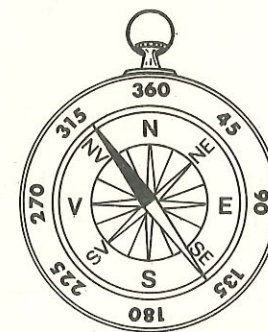


Fig. III.61. Busola.

fie corectă, trebuie să aveți grijă ca în apropierea busolei să nu fie nici un magnet sau alte corpuri confecționate din materiale magnetice, deoarece atunci indicațiile ei vor fi greșite. Puteți spune de ce? Busola este folosită la orientare, atât pe sol, cât și în aer și pe apă. Vapoarele folosesc pentru orientare busole speciale, astfel construite, încât orice înclinație i-ar da valurile vasului, cutia busolei să rămână orizontală.

Probleme

1. Cum se poate afla, având la dispoziție numai două ace, unul magnetic și altul nemagnetic, care este cel nemagnetizat?
2. Puteți să vă construiți și voi o busolă simplă în felul următor: tăiați dintr-un dop de plută o rondelă (felie) și înfigeți în lungul ei un ac de cusut magnetizat. Așezați rondela într-un vas cu apă. Veți constata că acul înfipt în rondelă se orientează în direcția nord-sud.
3. Așezați două bare magnetice, una în prelungirea celeilalte, păstrând între ele o distanță de 2—3 cm. Observați spectrul magnetic din jurul polilor apropiați, când aceștia sînt de același nume și când sînt de nume diferite. În viitor, văzînd un spectru magnetic, vă veți da seama oare, că polii respectivi se atrag, ori se resping?
4. Cum ați putea verifica dacă doi magneți în formă de bară, avînd aceleași dimensiuni, sînt la fel de puternic magnetizați?
5. Cum se poate stabili, fără a folosi nici un alt obiect ajutător, care anume dintr-un grup de mai multe bare, cu aceeași formă și aceleași dimensiuni, este din fier moale și care este din oțel magnetizat?

11. Electrizarea corpurilor

Electrizarea prin frecare. *Experimente.* Frecați o riglă de plastic cu o bucată de postav și apropiați rigla de bucățele mici de hîrtie. Ele vor fi atrase de rigla de plastic.

Luați un pieptene de material plastic, și-l treceți de 2—3 ori prin părul uscat, apoi apropiați-l de bucățele de hîrtie, fire de păr sau fire de lînă. Veți observa că pieptenul va atrage și el bucățelele de hîrtie, firele de păr, de lînă.

Frecați o vergea de sticlă cu o bucată de postav și o vergea de ebonită cu o blană. Și vergelele vor atrage corpurile ușoare

aflate în preajma lor. Nici un obiect nu a avut mai înainte de a fi frecat, proprietatea observată. Aceasta este o proprietate nouă. Se spune că obiectele s-au *electrizat*. Trecute rapid de cîteva ori peste o flacăra obiectele electrizate își vor pierde proprietatea observată.

Fenomenul pus în evidență mai sus a fost probabil observat de multă vreme, fiind menționat în urmă cu aproape 2 500 de ani. Învățatul grec Thales din Milet, a observat proprietatea la chihlimbarul frecat ceea ce explică denumirea, deoarece chihlimbarul în greaca veche era numit *electron*. Fenomenul prin care obiectele obțin această proprietate se numește *electrizare*. Despre corpurile electrizate se spune că au o anumită sarcină electrică. Despre corpurile neelectrizate se spune că sînt *neutre*.

Interacțiunea corpurilor electrizate. a) Electrizați o vergea de sticlă frecînd-o cu o bucată de mătase și suspendați-o orizontal într-o buclă de sîrmă suspendată cu un fir ca în figura III.62. Apropiați de ea alte obiecte electrizate fără ca vergeaua și obiectele să se atingă. Se observă că vergeaua este atrasă de anumite obiecte și respinsă de altele (fig. III.62, a și b).

Prin urmare obiectele electrizate interacționează. Interacțiunea lor este de două feluri sau *atracție* sau *respingere*.

Cu privire la interacțiunea cu vergeaua de sticlă toate corpurile electrizate cu care am experimentat se împart în două clase (grupe) unele care atrag vergeaua de sticlă și altele care o resping.

b) Repetați experimentele suspendînd o vergea de ebonită (sau din plastic) frecată cu o bucată de blană. Veți vedea că la

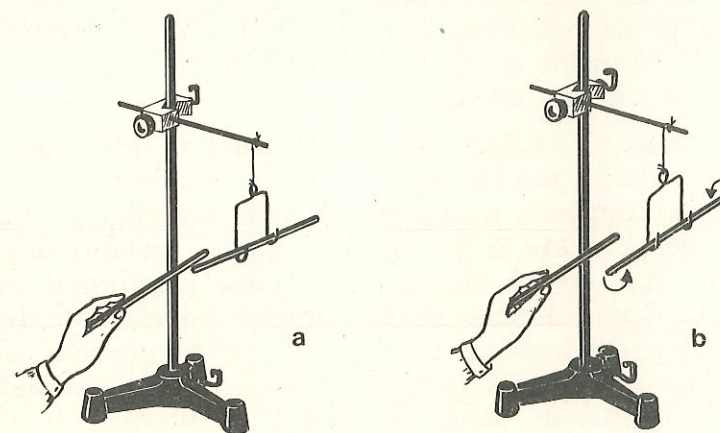


Fig. III.62. a) Vergeaua de sticlă este atrasă de unele obiecte și b) respinsă de altele.

fel ca și în experimentele precedente unele corpuri electrizate atrag vergeaua, iar altele o resping. Mai observăm că obiectele din clasa celor care au respins vergeaua de sticlă atrag vergeaua de ebonită.

Experimente de acest fel nu au putut duce la descoperirea unui obiect care să nu poată fi inclus în una din cele două clase. Adică, orice obiect electrizat sau *atrage vergeaua de sticlă* electrizată și o respinge pe cea de ebonită, sau *respinge vergeaua de sticlă* și o atrage pe cea de ebonită.

Prin convenție se spune despre obiectele din prima categorie că au *sarcină negativă* și le notăm cu semnul $-$ (minus), cele din a doua categorie au *sarcină pozitivă* și le notăm cu semnul $+$ (plus). (Vergeaua de sticlă are sarcină pozitivă, cea de ebonită are sarcină negativă.)

Cu limbajul de mai sus, rezultatele experimentelor precedente se pot exprima astfel:

— două corpuri care au ambele sarcină pozitivă sau ambele sarcină negativă se resping;

— orice corp care are sarcină pozitivă atrage oricare alt corp care are sarcină negativă (și reciproc).

Pe scurt, două corpuri care au aceeași sarcină se resping iar cele care au sarcină de semn contrar se atrag.

Corpurile electrizate exercită forțe asupra altor corpuri, așa cum magnetii exercită forțe asupra corpurilor magnetizabile și magnetizate, iar Pământul asupra tuturor corpurilor.

Electrizarea prin contact. În experiențele care urmează ne vom folosi de un dispozitiv numit pendul electric. El este format dintr-o bobită de polistiren sau de măduvă de soc uscată, care este atârnată cu un fir de ață sau de mătase de un suport montat pe un trepied (fig. III.63, a).

Experimente: 1. Electrizăm prin frecare o vergea de ebonită și apropiăm-o de un pendul electric. Bobița pendulului este atrasă de vergea dar după ce o atinge este respinsă (fig. III.63, b).

Respingerea poate fi interpretată astfel: venind în contact cu vergeaua de ebonită electrizată, bobita pendulului s-a electrizat și ea. Cum imediat după atingere bobita este respinsă, înseamnă că ea s-a electrizat tot negativ ca și vergeaua de ebonită.

Să verificăm această ipoteză: apropiem de pendul astfel electrizat o vergea de sticlă. Pendulul va fi atras.

2. Repetăm experiența cu o vergea de sticlă electrizată. Și de data aceasta bobita este atrasă pînă cînd vine în contact cu

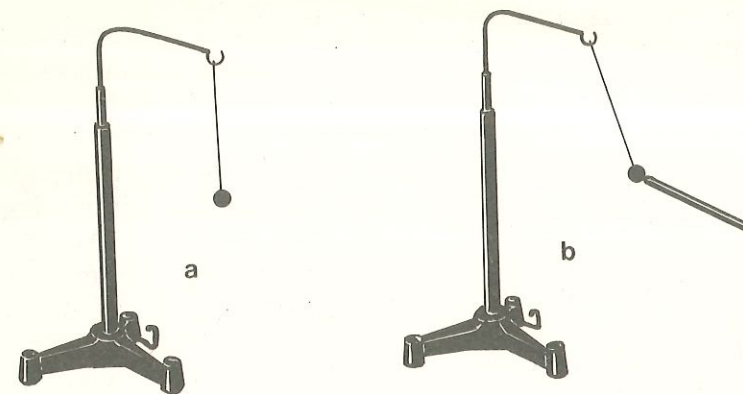


Fig. III.63. a) Pendul electric; b) bobita pendulului interacționează cu corpurile electrizate.

vergeaua, apoi este respinsă. Deci și în acest caz pendulul s-a electrizat și anume pozitiv ca și bagheta de sticlă, altfel bobita nu ar fi fost respinsă.

Din aceste experiențe rezultă următoarele:

— un corp poate fi electrizat cînd vine în contact cu un alt corp electrizat. Acest mod de a electriză un corp poartă numele de *electrizare prin contact*;

— la electrizarea prin contact, corpul se încarcă cu același fel de sarcină electrică ca și corpul cu care a venit în contact;

— pendulul electric ne permite să punem mai ușor în evidență starea de electrizare a unui corp.

Nu am explicat însă de ce pendulul, la început neutru (neelectrizat) este atras de vergeaua electrizată. Vom face acest lucru la pagina 131.

Forța care se exercită între corpurile electrizate. Experiment. Așezați sub un pendul electric foarte lung o riglă gradată astfel ca o diviziune a riglei să fie pe verticala bobitei de soc, metalizată cu o foiță de staniol, aflată în repaus (fig. III.64). Electrizăm o plăcuță din material plastic prin frecare pe mîneca hainei și cu aceasta electrizăm prin contact pendulul electric. Lăsați pendulul

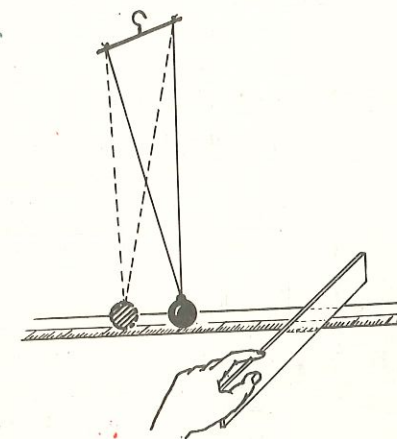


Fig. III.64. Studiul interacțiunii corpurilor electrizate.

să revină în repaus și apropiați plăcuța electrizată de pendul. Pendulul va fi respins datorită interacțiunii electrice.

În acest experiment vom studia cum depinde interacțiunea dintre cele două corpuri de: 1) distanță și 2) starea de electrizare.

1. Menținând aceeași stare de electrizare a riglei și a pendulului observați pe rigla gradată mărimea deviației pendulului de la verticală pe măsură ce apropiați rigla de el. Apropiați rigla la 15 cm de pendul. Veți observa o foarte mică deviere a acestuia. Aduceți apoi rigla la 10 cm, 5 cm și veți constata că și deviația pendulului crește.

2. Pendulul fiind electrizat ca mai sus, electrizați o altă plăcuță de material plastic frecând-o o dată pe mîneca hainei. Așezați-o la 10 cm de pendul și observați cu atenție mărimea deviației pendulului. Mai treceți plăcuța încă o dată pe mîneca hainei. Prin această operație rigla se electricează mai mult. Se spune că sarcina electrică a ei a crescut. Reașezați rigla la aceeași distanță de pendul. Se observă că deviația crește. Mai electrizați-o de câteva ori și procedați ca mai înainte. Veți constata că deviația pendulului este și mai mare.

În concluzie putem spune că forța de respingere dintre corpurile electrizate 1) crește pe măsură ce distanța dintre ele se micșorează și 2) pentru aceeași distanță ea depinde de sarcina electrică, crescînd odată cu creșterea sarcinii electrice.

Electroscopul. Pentru a constata dacă un corp este electrizat sau nu, în laboratoare se folosește un aparat mai sensibil numit *electroscop*.

Un electroscop este alcătuit dintr-o cutie metalică de formă paralelipipedică, care are doi dintre pereții laterali din sticlă. Prin partea de sus a cutiei trece o tijă metalică prevăzută la un capăt cu un disc metalic iar la celălalt cu un ac indicator ce se poate deplasa în fața unui cadran gradat (fig. III.65). Atingeți

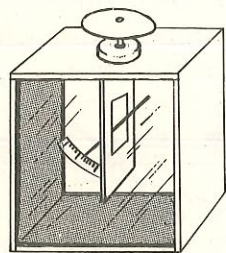


Fig. III.65. Electroscopul produs de Didactica.

discul metalic al electroscopului cu o plăcuță de plastic electrizată. Acul indicator va devia de la poziția inițială. Aceasta deoarece discul, deci și vergeaua și acul s-au electrizat prin contact. Acul a fost respins avînd același fel de sarcină ca și vergeaua de care este prins. Se spune că electroscopul s-a încărcat prin contact. Dacă atingeți discul cu un corp neelectrizat acul electroscopului nu deviază. Prin urmare deviația acului electroscopului este

un indiciu al faptului că corpul cu care am atins discul este electrizat.

Primul electroscop modern a fost construit de fizicianul român Dragomir Hurmuzescu.

Electrizarea prin influență. Figura III.66, *a* arată două vergele metalice neelectrizate sprijinite pe suporturile din sticlă *A* și *B* așezate în contact una cu cealaltă, formînd un singur corp. Apropiem o vergea de sticlă încărcată pozitiv, de o extremitate a corpului (fig. III.66, *a*).

Separăm cele două vergele metalice depărtînd suportul *A*, în timp ce vergeaua de sticlă încărcată pozitiv rămîne în poziția inițială (fig. III.66, *b*). Îndepărtăm apoi vergeaua de sticlă și aducem un pendul electric încărcat pozitiv, în apropierea vergelei metalice aflată pe suportul *A* și apoi aducem pendulul în apropierea vergelei metalice aflată pe suportul *B*. Observăm că vergeaua de pe suportul *B* atrage bobita pendulului, ceea ce înseamnă că această vergea s-a încărcat negativ, iar vergeaua de pe suportul *A* respinge bobita pendulului, deci această vergea s-a încărcat pozitiv (fig. III.66, *c*).

Dacă apropiem suporturile *A* și *B* astfel ca vergelele metalice să se atingă ca la început și aducem pendulul electric încărcat în apropierea extremităților corpului, observăm că bobita de soc nu va mai fi atrasă.

Experimentul acesta ne pune următoarea problemă: de unde apare sarcina electrică pe cele două vergele? La începutul

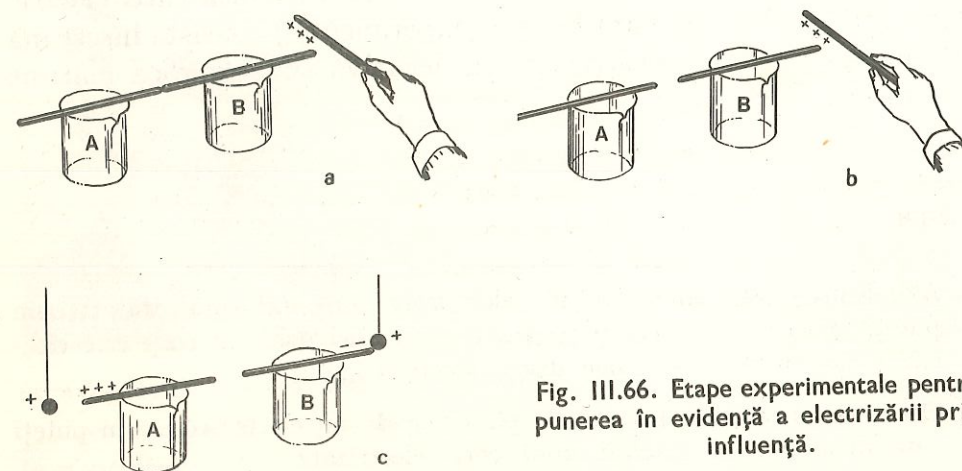


Fig. III.66. Etape experimentale pentru punerea în evidență a electrizării prin influență.

experimentului ele au fost neutre, apoi s-au electrizat și din nou, după atingerea vergelelor, acestea devin neutre.

Întrucât sarcina electrică nu a fost adusă din altă parte corpul neavînd contact cu vergeaua de sticlă, fenomenul nu-l putem explica decît imaginîndu-ne că în corpuri există particule (la pagina 20 am văzut că orice corp poate fi divizat) electrizate care au putut fi separate datorită interacțiunii cu vergeaua electrizată. Sarcina electrică a particulelor electrizate pozitiv este egalată de sarcina electrică a celor electrizate negativ.

Dar de ce nu a putut fi pusă în evidență sarcina electrică mai înainte de separarea particulelor, datorită vergelei electrizate? Probabil că dimensiunile acestor particule și sarcina lor sînt atît de mici încît atunci cînd se află împreună nu se poate pune în evidență existența fiecăreia în parte.

Rezultă că particulele care alcătuiesc corpurile sînt alcătuite la rîndul lor din particule electrizate pozitiv și particule electrizate negativ care se separă sub acțiunea forțelor electrice exercitate de un corp electrizat.

Separarea particulelor purtătoare de sarcină pozitivă și negativă pe un corp, realizată cu ajutorul unui alt corp electrizat, situat în vecinătatea acestuia, se numește *electrizare prin influență*.

După unirea celor două vergele metalice, particulele cu sarcină pozitivă și cele cu sarcină negativă care erau separate interacționează și se așază astfel încît fiecare vergea este acum neutră. Vergelele au devenit neutre, adică neîncărcate electric (așa cum au fost cînd am început experimentul), aceasta înseamnă că sarcina electrică pozitivă și cea negativă sînt egale ca mărime pe un corp neutru.

Teme

1. Avînd în vedere fenomenul de electrizare prin influență arătați cum puteți folosi un electroscoap pentru a determina dacă un corp este electrizat sau nu fără a atinge discul electroscoapului.
2. Dacă dispuneți de o plăcuță de plastic și de un electroscoap cum puteți determina semnul sarcinii unui corp electrizat?

Exerciții și probleme

1. Din ce cauză, la curelele de transmisie, apar adesea scînteii?
2. Aveți 4 obiecte electrizate *A, B, C* și *D*. *A* îl respinge pe *B*, *A* îl atrage pe *C* și *C* îl respinge pe *D*. Știind că *D* este încărcat pozitiv, ce fel de sarcină electrică are *B*?
3. Construiți-vă un electroscoap după indicațiile din figura III.67. Încercați să efectuați cu el experimentele prezentate la acest paragraf.
4. Manuscrisele vechi au filele lipite încît dacă am încerca să le răsfoim s-ar rupe. Fizicienii au electrizat manuscrisele și astfel filele s-au desprins ușor unele de altele. Cum explicați fenomenul?

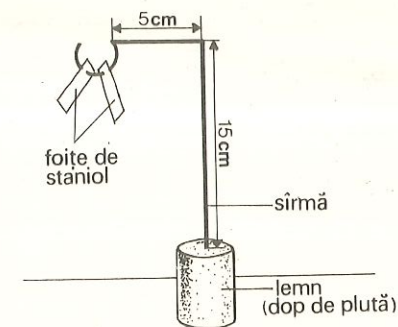


Fig. III.67. Pentru problema 3.

Lectură

Dragomir Hurmuzescu



Dragomir Hurmuzescu (1885–1954) fizician român, fost profesor la Universitățile din Iași și București.

Dragomir Hurmuzescu construiește primul electroscoap modern în cutie metalică, prevăzut cu un izolator de dielectrină (un amestec de sulf și parafină). Electroscoapul lui Hurmuzescu a fost utilizat de soții Marie și Pierre Curie în experiențele lor privind studiul radioactivității.

S-a ocupat și de probleme de optică, obținînd rezultate de prestigiu și în acest domeniu.

În 1912 a înființat Institutul electrotehnic de pe lângă Universitatea din Iași, iar în 1913 Institutul electrotehnic de pe lângă Universitatea din București.

Profesorul Dragomir Hurmuzescu s-a dedicat cercetărilor în domeniul fizicii experimentale elaborând peste 50 de lucrări științifice prin care a contribuit la promovarea pe plan mondial a științei românești.

12. Curentul electric

Una dintre cele mai mari cuceriri ale științei și tehnicii moderne o constituie producerea și folosirea curentului electric. Folosim zilnic aparate electrice dintre cele mai diferite: becurile electrice pentru iluminarea încăperilor, reșourile, mașinile de călcat, frigiderile, mașinile de spălat rufe, soneria, telefonul, aparatul de radio și televizorul etc. Dar curentul electric se folosește nu numai pentru a pune în funcțiune aparatele de uz casnic, ci el este utilizat în industrie, transporturi, agricultură, în cele mai diverse domenii ale activității umane.

Studiul fenomenelor electrice prezintă importanță nu numai pentru înțelegerea funcționării și mînuirii diferitelor aparate și mașini electrice, ci și pentru a descoperi cauzele și desfășurarea diferitelor fenomene din natură.

Sursă electrică. Adeseori se folosește ca sursă de lumină și lanterna de buzunar. Să vedem din ce este formată. Desfaceți o lanternă și vedeți ce conține. Ca piese principale, veți găsi o baterie și un beculeț. Examinați cu atenție beculețul și descrieți părțile care îl alcătuiesc. Apoi, examinați și descrieți bateria. Veți constata că bateria are două lame metalice care ies din carton. Aceste două lame, una mai lungă și alta mai scurtă, se numesc *bornele bateriei*.

Avînd la dispoziție un beculeț de lanternă și o baterie, cum procedați pentru ca becul să lumineze? Va trebui să faceți ca una din lamele bateriei să atingă partea filetată a beculețului, iar cealaltă să atingă contactul pe care-l are becul în partea de jos (fig. III.68).

Becul luminează atît timp cît menținem cele două contacte. Se spune că prin filament trece un *curent electric* (dat de baterie). Filamentul se încălzește ajungînd să emită lumină (devine incandescent). Rolul bateriei este de a produce curentul electric. De aceea, bateria se numește generator electric sau *sursă electrică*.

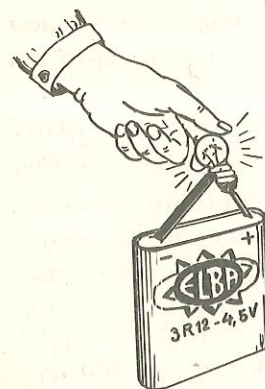


Fig. III.68. Legarea becului la baterie.

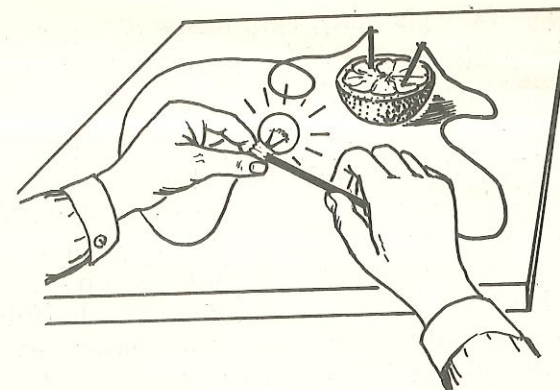


Fig. III.69. Cum se realizează o sursă de curent dintr-o lămîie.

Puteți realiza și voi o sursă de curent electric în felul următor: înfișeți într-o lămîie bine coaptă două sîrme, una din cupru și alta din zinc. Înainte de a introduce sîrmele bateți lămîia de masă, pentru ca sucule să circule liber în interiorul ei. Puneți fiecare sîrmă în legătură cu cîte un contact al becului lanternei de buzunar și veți vedea că becul va lumina slab (fig. III.69). Dacă desfaceți o baterie de buzunar, veți găsi în ea trei părți identice numite elementele bateriei. Fiecare element este format din cîte un cilindru de zinc, din interiorul căruia iese o bară de cărbune (fig. III.70).

Așezați beculețul lanternei cu contactul de jos, pe capătul barei de cărbune din primul cilindru de zinc. Cu ajutorul lamei legate de acest cilindru, faceți legătura cu partea filetată a beculețului. Ce observați? Beculețul luminează slab. De ce? Fiindcă s-a folosit numai un singur element al bateriei (cilindru). Fixați apoi beculețul cu contactul de jos pe cărbunele din cel de-al doilea cilindru, făcînd contact cu borna primului cilindru de zinc, tot pe partea filetată. Veți observa că beculețul va lumina mai intens. El va lumina și mai intens cînd contactele lui se leagă la cele două lame (borne) ale bateriei. În acest caz s-au folosit, ca sursă de curent, toate

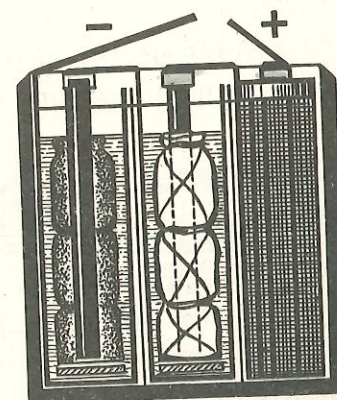


Fig. III.70. Bateria de buzunar este formată din trei elemente.

cele trei elemente ale bateriei. Când becul luminează mai intens, se spune că și curentul electric care trece prin filamentul său are o intensitate mai mare.

O caracteristică a fiecărui generator electric (sursă electrică) este mărimea numită *tensiune electrică*. Valoarea acesteia o găsim însemnată pe generator sub forma unui număr urmat de litera V, simbolul unității de măsură pentru tensiune care se numește *volt*. De exemplu, pe bateria cu care lucrați găsiți însemnat 4,5 volți, iar unul din elementele folosite la alimentarea unor aparate de radio cu tranzistori este de 1,5 volți, aceasta fiind și tensiunea unuia din elementele care alcătuiesc bateria desfăcută.

Acumulatorii sînt tot surse de curent. Ele sînt folosite la autovehicule și au o tensiune de 12 volți. În figura III.71 prezentăm un acumulator pentru autoturisme produs de Întreprinderea Acumulatori din București.

Experiment. Tăiați un cartof în două și introduceți lamele bateriei de buzunar în una din cele două părți. Veți observa că după cîteva minute în jurul lamei mai scurte, în dreptul căreia pe baterie se află semnul (+) se produce o colorație verzuie a cartofului. Ce înseamnă aceasta? Că între cele două lame există o deosebire. Lama mai scurtă, notată cu semnul (+) se numește *borna pozitivă*, iar lama mai lungă, notată cu semnul (—) se numește *borna negativă* (fig. III.68).

Un generator electric are două borne: una pozitivă și alta negativă.

Circuit electric. Ați observat că un bec luminează atît timp cît menținem legătura dintre contactele sale și bornele bateriei.

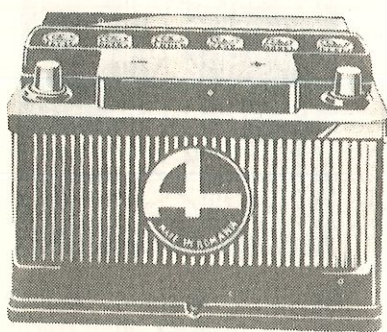


Fig. III.71. Acumulator.

Cînd se desface contactul becul se stinge. Prin filament nu mai trece curent electric. Refaceți experiența, dar așezați, între lama bateriei și bec, diferite materiale ca: o sîrmă de fier, o sfoară, un bețișor de lemn, un baston de sticlă etc. Observați în ce caz luminează becul. Curentul electric trece prin anumite corpuri și nu trece prin altele. Luînd în considerare această proprietate corpurile pot fi

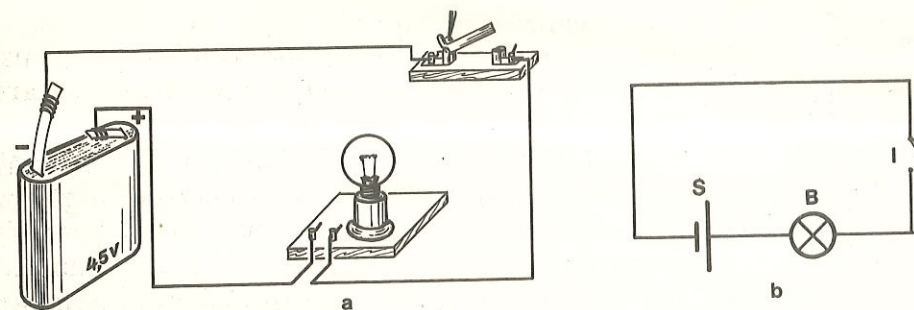


Fig. III.72. a) Circuit electric format din baterie, bec și întrerupător; b) schema circuitului.

grupate în două clase: într-una din clase vom pune toate corpurile care permit trecerea curentului electric; acestea se numesc corpuri *conductoare*, iar în cealaltă pe cele care nu permit trecerea curentului electric (izolatoare). Exemple de corpuri conductoare: metalele, cărbunele, corpul uman. Bumbacul, lemnul uscat, sticla sînt *izolatoare*.

Atenție! Nu neglijați proprietatea corpului uman de a permite trecerea curentului electric, căci veți fi puși în pericol de electrocutare.

Drumul închis, format din conductoare, pe care-l urmează curentul electric se numește *circuit electric*. Orice circuit este format dintr-o sursă de curent (bateria), din consumator sau receptor (becul, aparatele electrice) și din conductoarele de legătură. Conductoarele de legătură sînt sîrme de cupru sau aluminiu, învelite într-un strat izolator. În circuit se introduce și întrerupătorul, care permite trecerea curentului electric numai cînd este necesar. În figura III.72, a este arătat un circuit electric ce cuprinde un bec, bateria (sursa) și un întrerupător. Alături, este reprezentat același circuit, folosindu-ne de semne convenționale (fig. III.72, b). O asemenea reprezentare se numește *schemă a circuitului*. Circuitul este *închis* cînd prin el poate trece curentul electric. Dacă circuitul este întrerupt, curentul nu poate trece; atunci spunem că circuitul este *deschis*.

Pentru a arăta că printr-un circuit trece un curent electric ne folosim de un instrument numit *galvanometru* (fig. III.73). Prin intermediul a două șuruburi (bornele instrumentului) aparatul se leagă în circuit. El are un ac indicator care se mișcă în fața unui cadran gradat. Cînd prin galvanometru trece curent, acul deviază de la zero (0).

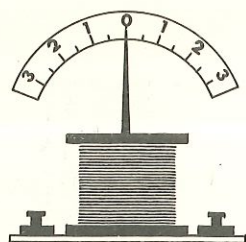


Fig. III.73. Galvanometrul.

Realizați un circuit format dintr-o baterie, un beculeț electric, un întrerupător și un galvanometru ca în figura III.74, *a*. Observați cu atenție sensul în care deviază acul galvanometrului. Inversați apoi legăturile la bornele bateriei și urmăriți din nou sensul de deviație al acului galvanometrului (fig. III.74, *b*). Veți constata că el s-a schimbat. Rezultă că sensul de deviație al acului galvanometrului depinde de modul de legare a sursei în circuit. Într-un circuit electric închis s-a ales în mod convențional, ca *sens al curentului*, sensul de la borna pozitivă la borna negativă a sursei.

Efectele curentului electric. 1. Dacă apropiați mâna de un bec electric care luminează veți simți că becul e cald. De unde provine această căldură? Căldura a fost degajată de filamentul becului care, în urma trecerii curentului prin el, s-a încălzit. Apropiind acum mâna de un reșou electric sau de un fier de călcat aflate în priză veți constata că și ele degajă căldură. Deci nu numai filamentul becului se încălzește la trecerea curentului electric, ci se încălzesc toate conductoarele prin care trece curentul electric.

Acest fenomen poartă numele de *efect termic al curentului*. Pe baza efectului termic al curentului funcționează toate aparatele de încălzit electrice, cuptoarele electrice, ciocanul de lipit etc.

2. Cufundați într-un vas cu soluție de sulfat de cupru (piatră vînată) două bare de cărbune. Legați cu sîrmă cîte o bară de cărbune la fiecare din polii unui acumulator; ați realizat astfel

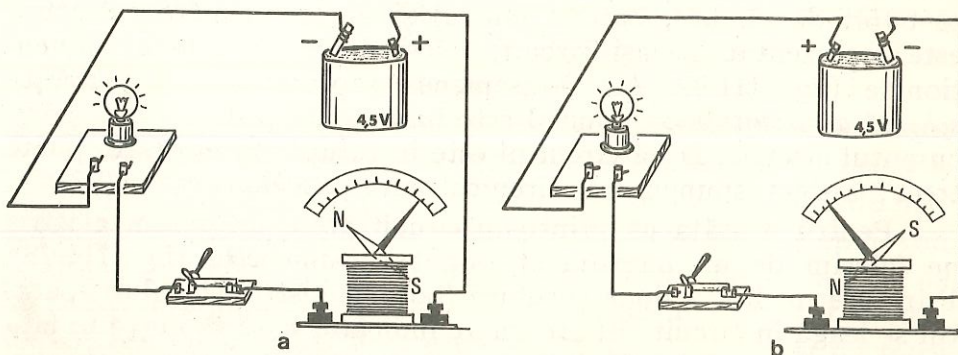


Fig. III.74. Circuite utilizate pentru punerea în evidență a sensului curentului.

un circuit închis (fig. III.75). Veți constata că după cîtva timp bara legată la polul negativ al acumulatorului s-a acoperit cu un strat roșiatic de cupru. Depunerea cuprului pe una din barele de cărbune a fost determinată de curentul electric. Acest fenomen constituie un alt efect al curentului electric numit *efect chimic*.

Nichelarea și cromarea obiectelor, prepararea aluminiului, încărcarea acumulatorilor etc. au la bază efectul chimic al curentului electric.

3. Așezați sub acul magnetic al unei busole și paralel cu acesta, o sîrmă legată la bornele unei baterii (fig. III.76, *a*). La închiderea circuitului, acul magnetic al busolei deviază într-un anumit sens (fig. III.76, *b*). El revine la poziția inițială numai după ce curentul a fost întrerupt. Se schimbă sensul curentului prin inversarea legăturilor la bornele bateriei. Acul magnetic va devia și el în sens invers (fig. III.76, *c*). Deci sensul de deviere al acului magnetic depinde de sensul curentului electric. Această experiență pune în evidență *efectul magnetic* al curentului electric.

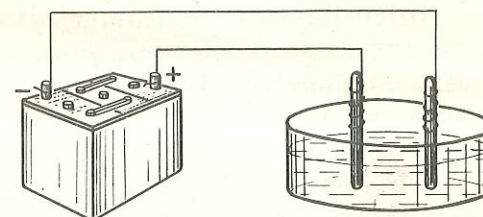


Fig. III.75. Efectul chimic al curentului electric.

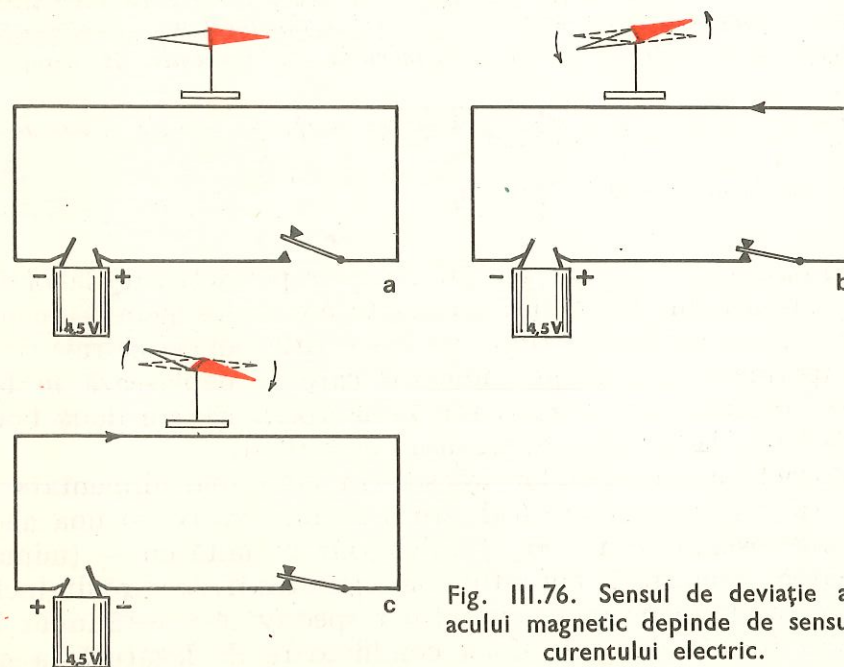


Fig. III.76. Sensul de deviație al acului magnetic depinde de sensul curentului electric.

Intensitatea curentului electric. Ați constatat că la trecerea unui curent electric printr-un conductor acesta se încălzește. Despre un curent care produce o încălzire mai mare a unui conductor, decât un alt curent care trece prin același conductor în același interval de timp, se spune că este mai intens decât al doilea.

Din cele de mai sus deducem că fiecare curent este caracterizat printr-o anumită mărime numită *intensitate*. Unitatea de măsură pentru intensitatea curentului electric se numește *amper* și are simbolul A. Un submultiplu al amperului, mult întâlnit în practică, este miliamperul (mA). El este de o mie de ori mai mic decât amperul:

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}; 1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}.$$

Pentru măsurarea intensității curentului electric se folosesc instrumente numite ampermetre după numele fizicianului francez Ampère. Ele funcționează pe baza unuia dintre efectele curentului electric (termic sau magnetic). Cele mai răspândite sînt ampermetrele bazate pe efectul magnetic.

André-Marie Ampère s-a născut la Lyon în Franța în anul 1775. Încă din copilărie a manifestat o preocupare deosebită pentru matematică și fizică. Devine celebru prin lucrări de electricitate și magnetism. Ca recunoaștere a muncii sale științifice a fost ales membru al Academiei de Științe din Paris.

Paralel cu activitatea științifică el s-a ocupat de poezie, literatură și filosofie.

Moare în anul 1836 la Marsilia.

În figura III.77 este reprezentat un ampermetru de laborator. Dacă curenții sînt de intensități foarte mici folosim instrumentul numit miliampermetru (fig. III.78). Atît ampermetrul cît și miliampermetrul au un ac indicator care se deplasează în fața unei scale gradate în amperi sau miliamperi. Ele au două borne care servesc la legarea aparatului în circuit.

Bornele ampermetrelor folosite în circuitele alimentate de la baterii și acumulatori (care au o bornă pozitivă și una negativă) sînt însemnate una cu + (plus), iar cealaltă cu - (minus). Măsurarea intensității curentului electric dintr-un circuit închis se face astfel: întrerupem circuitul respectiv într-un anumit loc și legăm fiecare din cele două conductoare de legătură la cîte

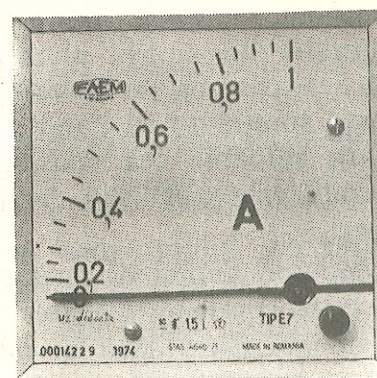


Fig. III.77. Ampermetrul.

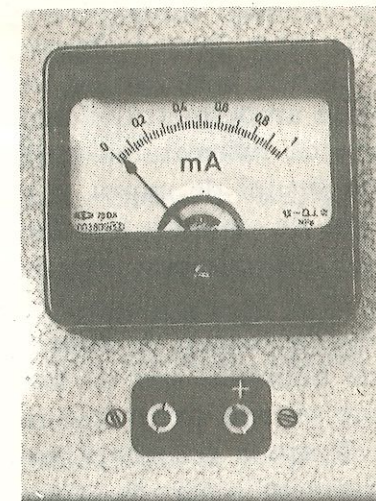


Fig. III.78. Miliampermetrul. →

una din bornele ampermetrului, în așa fel, ca pornind în sensul curentului de la borna + a sursei de curent, de-a lungul circuitului, să ajungem la borna + a ampermetrului (nu la -). În acest fel circuitul va fi din nou închis, însă de data aceasta prin ampermetru, așa că întregul curent pe care-l măsurăm va trece prin instrument (fig. III.79).

Rezistența electrică. Realizați un circuit deschis, care să conțină o baterie și un ampermetru (fig. III.80). Între punctele

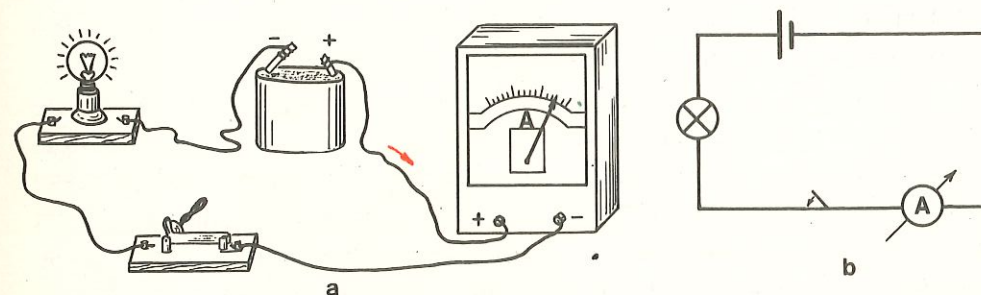


Fig. III.79. a) Legarea ampermetrului într-un circuit; b) Schema de principiu.

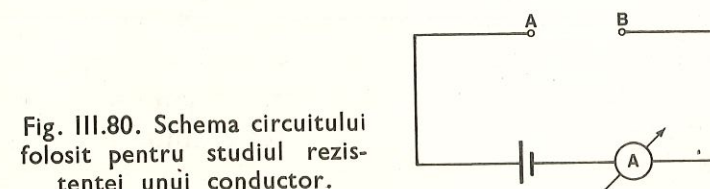


Fig. III.80. Schema circuitului folosit pentru studiul rezistenței unui conductor.

A și B circuitul fiind întrerupt, curentul nu circulă. Intercalăm pe rând, între aceste puncte conductoare din cupru, aluminiu și fier, care să aibă aceeași lungime și aceeași grosime. Urmărind indicațiile ampermetrului pentru fiecare conductor în parte veți constata că intensitatea curentului are valoarea cea mai mare în cazul firului de cupru și cea mai mică în cazul celui de fier, deși sursa de curent a fost mereu aceeași.

Deci intensitatea curentului nu depinde numai de sursa de curent, ci și de conductorul prin care trece curentul. Deoarece în cazul conductorului de cupru, ea a fost mai mare decât în cazul celui de aluminiu sau de fier, înseamnă că dintre toate cuprul se opune cel mai puțin trecerii curentului electric. Spunem despre cupru că are o rezistență mai mică decât aluminiul și fierul.

În general orice conductor are proprietatea de a se opune mai mult sau mai puțin trecerii curentului electric, deci *orice conductor se caracterizează printr-o mărime numită rezistență electrică*.

Unitatea de măsură a rezistenței este ohmul și se notează cu litera grecească Ω (omega).

13. Lumina

Surse de lumină. La lecția despre curentul electric am afirmat că becul electric servește pentru a ilumina încăperile. Dar când se ivește o „pană de curent”? Vă folosiți de un chibrit sau de o lumânare (depinde de timpul cât durează „pana”).

Becul electric, lumânarea, chibritul produc lumină și de aceea se numesc *surse de lumină*. Alte obiecte cum sînt: filele acestei cărți, copacii, clădirile etc. sînt vizibile numai când primesc lumină de la o sursă luminoasă. Astfel de corpuri le numim corpuri *luminate*. Ziua toate corpurile sînt luminate pentru că primesc lumină de la Soare. Tot de la Soare primește lumină și Luna, deci Luna este un corp luminat. O parte din lumina pe care Luna o primește de la Soare o trimite spre Pămînt.

Soarele este cea mai importantă sursă de lumină pentru Pămînt. Lumina are nevoie de timp pentru a ajunge de la sursa luminoasă la ochiul nostru. S-au făcut numeroase măsurători în decursul anilor pînă s-a stabilit că viteza luminii în vid este de 300 000 km/s.

De la Soare lumina ajunge pe Pămînt în $8\frac{1}{3}$ minute, iar de la Lună în $1\frac{1}{4}$ secunde. Calculați

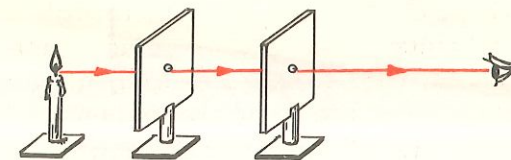


Fig. III.81. Lumina se propagă în linie dreaptă.

care este viteza luminii

știind că distanța de la Pămînt la Soare este de 150 000 000 km.

Care dintre următoarele obiecte sînt luminoase în condiții obișnuite: licurici, bec electric, oglindă, diamant, părțile nichelate ale unei mașini?

Propagarea luminii. Pentru a vedea cum se propagă lumina de la o sursă luminoasă la ochiul nostru să efectuăm următoarea experiență: în fața unei lumînări așezați vertical două paravane (cartoane) de aceleași dimensiuni, prevăzute cu niște deschizături mici și încercați să priviți sursa așezînd convenabil lumînarea sau becul (fig. III.81). Cînd ați reușit, coborîți din centrul orificiilor, perpendiculare pe masă și notați punctele în care ele înțeapă masa. Ridicați paravanele și uniți cele două puncte printr-o linie dreaptă. Veți constata că această linie trece și prin piciorul lumînării.

Acest experiment ne arată că: *lumina se propagă în linie dreaptă*. Prin deschiderile cartoanelor a trecut numai o parte din lumina emisă de lumînare, numită *fascicul de lumină*. Un fascicul foarte îngust de lumină îl numim *rază de lumină*.

Încercați să vedeți o lumînare aprinsă, privind-o printr-un tub de cauciuc. În ce condiții veți putea vedea lumînarea? Numai dacă tubul este drept.

Faptul că lumina se propagă în linie dreaptă se folosește, de exemplu, la alinierea unor stîlpi pe teren. În acest scop, ne folosim de niște bețe indicatoare numite jaloane. Înfîgăm cîte un jalon în punctele între care vrem să trasăm o linie dreaptă, iar între ele așezăm alte jaloane, în așa fel încît, privind în direcția lor, să-l vedem numai pe primul. Acest procedeu este folosit la construcția șoselelor, la așezarea stîlpilor unui gard, la așezarea stîlpilor de înaltă tensiune etc.

Umbra și penumbra. Propagarea luminii în linie dreaptă ne permite să înțelegem cum se formează umbra și penumbra. Să efectuăm în acest sens, cîteva experimente.

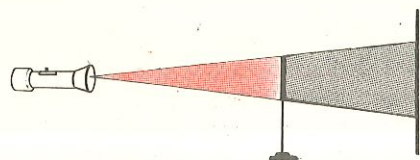


Fig. III.82. Formarea umbrei.

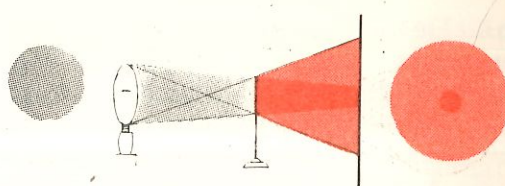


Fig. III.83. Umbra se formează în zona centrală, iar în jurul ei penumbra.

În fața unei surse luminoase cu suprafața foarte mică (punctiformă), ca de exemplu becul de la lanterna de buzunar, așezați un disc metalic. Pe peretele opus sursei se va forma o pată întunecată numită umbră. Forma umbrei seamănă cu forma corpului care i-a dat naștere (fig. III.82). Pe perete ajunge numai lumina care nu a căzut pe disc, pentru că discul nu lasă să treacă lumina prin el. Este un *corp opac*.

Unele substanțe cum sînt: aerul, apa, sticla etc., pe care lumina le străbate cu ușurință și prin care putem vedea clar obiectele, se numesc corpuri *transparente*, iar altele ca sticla mată, ceața, hîrtia subțire, unele mase plastice etc. prin care lumina trece, dar prin care nu putem vedea clar obiectele, se numesc *corpuri translucide*.

Regiunea unde lumina provenită de la o sursă luminoasă nu poate pătrunde poartă numele de *umbră*.

Dacă discul metalic este luminat de la o sursă care are o suprafață mai mare (un bec mat), pe perete se va distinge umbră, în zona centrală, înconjurată de o altă zonă mai puțin întunecată, numită *penumbra* (fig. III.83). În acest caz în zona de umbră nu cade lumina direct de la nici un punct luminos, iar în zona de penumbra ajunge lumina doar de la unele puncte ale izvorului.

Eclipsele de Soare și de Lună. Producerea eclipselor de Soare și de Lună poate fi explicată pe baza fenomenului de formare a umbrei și penumbrei.

Dacă considerăm mișcarea Pămîntului în raport cu Soarele se constată că Pămîntul se rotește în jurul Soarelui, iar în jurul Pămîntului se rotește Luna. Din cauza acestor mișcări, Pămîntul, Luna și Soarele se găsesc cîteodată pe aceeași dreaptă. Sînt două situații:

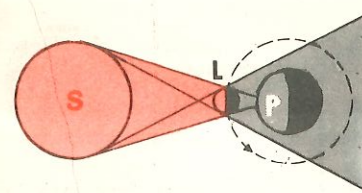


Fig. III.84. Eclipsa de Soare.

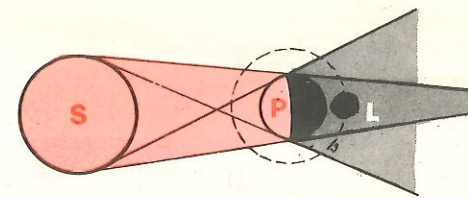


Fig. III.85. Eclipsa de Lună.

1. Cînd Luna se află între Soare și Pămînt (fig. III.84) se produce o *eclipsă de Soare*, și anume:

— în regiunile de pe Pămînt unde cade umbra Lunii, Soarele nu se vede deloc, deci *eclipsa este totală*;

— în regiunile învecinate, unde cade penumbra Lunii, Soarele se vede parțial, deci *eclipsa este parțială*.

Cunoscînd legile mișcării planetelor, oamenii de știință pot prevedea cu mulți ani înainte cînd va avea loc o eclipsă de Soare, și în ce loc de pe Pămînt ea va putea fi observată. Ultima eclipsă de Soare vizibilă în țara noastră a avut loc la 15 februarie 1961. O altă eclipsă de Soare pentru țara noastră va putea fi observată, conform calculelor, la 11 august 1999.

2. Cînd Pămîntul se află între Soare și Lună (fig. III.85) se produce o *eclipsă de Lună* (Luna nu mai primește lumină de la Soare).

Dacă Luna se află în umbra Pămîntului eclipsa este totală, iar dacă Luna se află în zona umbrată numai parțial de Pămînt, eclipsa este parțială.

Formarea eclipsei poate fi pusă în evidență cu ajutorul montajului prezentat în figura III.86. El constă dintr-un banc optic pe care se află lampa de proiecție *L*, tija *T* și ecranul *E* care sînt fixe, precum și tija *T*₁ mobilă. Tijele *T* și *T*₁ sînt prevăzute cu cîte o sferă de plastilină, cea de pe tija *T* fiind mai mare decît cea de pe tija *T*₁.

Se alimentează lampa *L* la 6 V. Pe ecran apare umbra sferei fixe. Se mișcă tija *T*₁ în fața tijei *T* pînă cînd pe sfera mare se formează umbra sferei mici. În acest caz o regiune din sfera mare se află în zona de umbră a sferei mici; această regiune se află în eclipsă. Tot pe sfera mare se constată și formarea

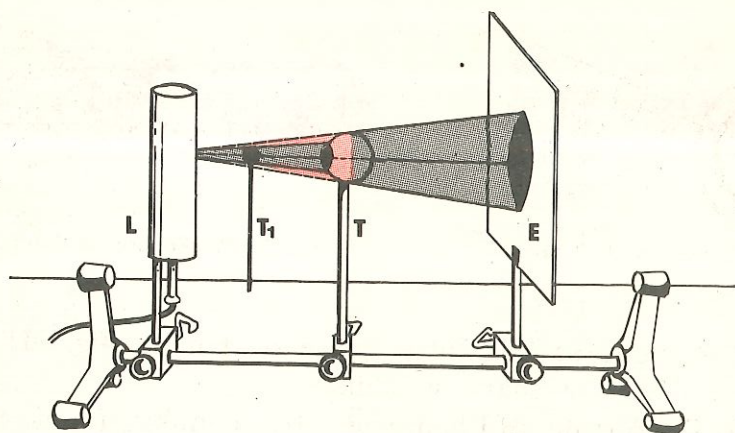


Fig. III.86. Dispozitiv experimental pentru studiul eclipsei.

penumbrei. Pentru această regiune de penumbră eclipsa este numai parțială.

Cînd sfera mică se află în spatele sferei mari, atunci ea se găsește în întregime în umbra sferei mari — are loc o eclipsă totală.

Reflexia luminii

Reflexia luminii pe oglinzi plane. Jucîndu-vă cu o oglindă de buzunar ați observat că, ținînd-o în calea razelor solare și mișcînd-o convenabil, puteți trimite lumina în altă direcție, de exemplu pe un perete, unde veți obține o pată luminoasă. Întîlnind suprafața oglinzii, razele de lumină își schimbă drumul, *se reflectă*.

Pentru a pune în evidență reflexia luminii puteți folosi și o bucată de geam sau un alt obiect lucios, numai că, în acest caz, pata de lumină obținută va fi mai puțin luminoasă.

În apropierea unui perete, așezați un vas cu apă. Cînd suprafața apei din vas s-a liniștit veți putea observa pe perete o pată luminoasă de formă ovală, cu marginile bine conturate. Introduceți apoi mîna în apă și mișcați-o mereu astfel ca suprafața apei să nu mai fie netedă ca mai înainte. Observați că pata de pe perete își pierde conturul precis și lumina este împrăștiată pe o

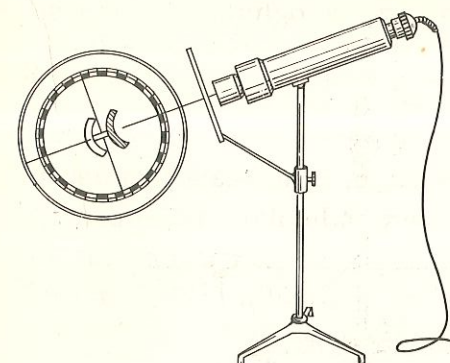


Fig. III.87. Discul gradat (Hartl).

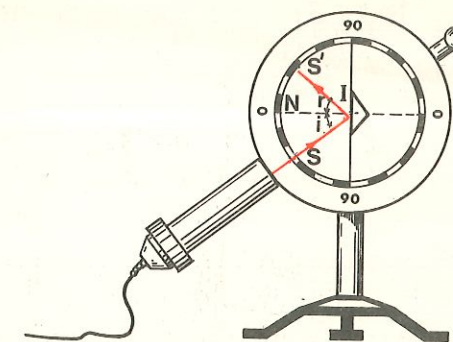


Fig. III.88. Reflexia luminii pe o oglindă plană.

porțiune cu atît mai mare cu cît apa va fi mai agitată. Dacă puneți o hîrtie albă în locul vasului cu apă veți observa o iluminare ceva mai intensă a unei regiuni a peretelui, fără însă a vedea o pată luminoasă cu contur precis.

Toate aceste corpuri (oglinza, geamul, suprafața apei liniștite, apa agitată, hîrtia) reflectă lumina. Corpurile ca oglinda, suprafața apei liniștite, reflectă lumina sosită dintr-o direcție tot într-o singură direcție (reflexie speculară) pe cînd corpurile cu suprafața mai puțin netedă, neregulată, reflectă lumina în toate direcțiile (reflexie difuză).

Legea* unghiurilor. Fenomenul de reflexie a luminii prezintă o importanță mare pentru practică și de aceea îl studiem pentru a-i cunoaște legile. Aceasta se poate face cel mai simplu folosind discul lui Hartl (disc gradat). Discul gradat (fig. III.87) este un disc alb, a cărui circumferință este prevăzută cu diviziuni pentru a putea măsura un unghi la centru. Pe disc se pot fixa oglinzi de forme diferite pentru studiul reflexiei. De la o lampă specială se trimite pe o oglindă plană un fascicul de lumină care va putea fi observat pe suprafața discului (fig. III.88).

* Legea fizică exprimă o legătură între mărimile care definesc fenomenul (v. pagina 155).

Raza SI , care vine de la sursă și cade pe oglindă, se numește *rază incidentă*, iar raza IS' , care pleacă de la oglindă după reflexie, se numește *rază reflectată*.

Punctul I în care raza incidentă atinge oglinda se numește *punct de incidență* iar dreapta NI se numește normala în punctul de incidență. Normala este direcția perpendiculară pe suprafața pe care are loc reflexia. Raza incidentă formează cu normala un unghi i numit *unghi de incidență*, iar raza reflectată formează cu normala un unghi r numit *unghi de reflexie*.

Măsurînd diferite unghiuri de incidență și unghiurile de reflexie corespunzătoare acestora vom descoperi că întotdeauna:

unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență ($r = i$).

Acest adevăr reprezintă o *lege a reflexiei*.

Dacă unghiul de incidență este egal cu zero, și unghiul de reflexie este egal cu zero, și deci raza reflectată se întoarce pe același drum cu raza incidentă.

Cînd un fascicul de raze paralele cade pe o suprafață cu asperități (hîrtie, lemn, perete) razele reflectate nu mai sînt paralele, așa cum sînt dacă ar cădea pe o suprafață netedă, deși fiecare rază în parte se reflectă după aceeași lege a reflexiei. Așa se explică fenomenul de reflexie difuză (fig. III.89).

Orice suprafață netedă, lucioasă, se numește *oglină*. O placă de metal șlefuită, suprafața mercurului, suprafața apei liniștite etc. pot fi considerate oglinzi. Oglinzile plane obișnuite sînt formate dintr-o placă de sticlă pe care s-a depus un strat subțire de argint. Acest strat se acoperă cu o vopsea de protecție. Stratul de argint formează oglinda propriu-zisă.

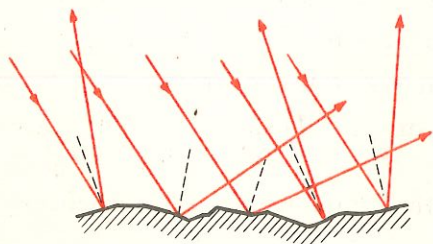


Fig. III.89. Reflexia difuză.

Oglinzile plane își găsesc foarte multe aplicații, atît în viața de toate zilele, cît și în tehnică. Ele intră în construcția unor aparate de fotografiat, a unor aparate de proiecție etc.

Exerciții

1. La iluminarea indirectă a unei camere, lumina de la sursă cade întîi pe tavan și pe părțile superioare ale camerei. Cum se realizează iluminarea întregii camere și ce avantaj are acest procedeu?
2. Dacă pe o oglindă cade o rază sub un unghi de incidență de 5° , iar alta sub un unghi de 20° , ce unghi se formează între prima rază incidentă și raza a doua reflectată?
3. De ce lucește mai tare un obiect bine lustruit decît unul cu asperități?
4. Cum este mai ușor de citit: pe hîrtie lucioasă sau pe hîrtie mată?
5. Ne putem vedea oare în întregime fața într-o oglindă oricît de mică sau trebuie ca oglinda să aibă cel puțin aceeași mărime ca fața?
6. De ce se luminează mai bine o masă dacă deasupra becului lămpii s-a așezat un abajur alb?

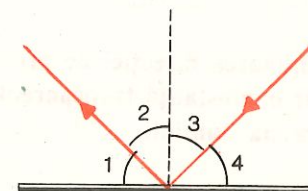


Fig. III.90. Pentru problema 7.

7. Care este unghiul de incidență și care este unghiul de reflexie în figura III.90?

Refracția luminii

Introduceți o riglă cu un capăt în apă, ținînd-o perpendicular la suprafața apei. O vedeți dreaptă cum este ea. Înclinați-o încet. Pe măsură ce o înclinați observați că ea apare tot mai frîntă, îndoită în locul unde intră în apă.

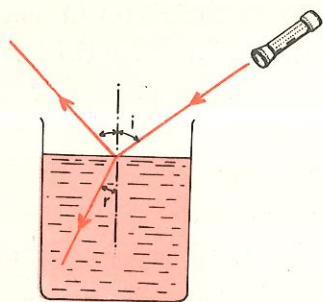


Fig. III.91. Refracția luminii la trecerea din aer în apă.

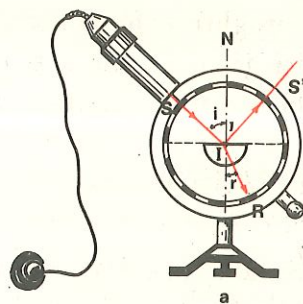


Fig. III.92. Studiul fenomenului de refracție cu discul gradat.



Priviți de la o distanță oarecare apa limpede a unui râu, apoi veniți chiar lângă apă. Cu cât stați mai aproape și cu cât o priviți mai de sus apa va părea mai adâncă. În realitate, nici rigla nu este frântă și nici râul nu-și modifică adâncimea. Care este atunci cauza celor observate? Pentru a găsi răspunsul, realizați următorul experiment:

Lăsați să cadă oblic pe suprafața apei, dintr-un vas de sticlă, un fascicul de lumină îngust, provenit de la o lanternă (fig. III. 91). Observați că o parte din fasciculul de lumină este reflectat de suprafața apei, iar cea mai mare parte trece în apă, fiind deviat de la direcția inițială.

Schimbarea direcției de propagare a unui fascicul de lumină la trecerea dintr-o substanță transparentă în altă substanță transparentă se numește refracția luminii.

Raza de lumină din substanța în care a intrat lumina se numește *rază refractată*. Dacă în locul vasului cu lichid ar fi un bloc de sticlă credeți oare că s-ar întâmpla un fenomen asemănător cu cel descris mai sus? De ce?

Studiul fenomenului de refracție cu ajutorul discului gradat. Se fixează pe discul gradat o piesă de sticlă de forma unei jumătăți de disc (cilindric) și se trimite o rază de lumină de la lampa aparatului, astfel încât raza incidentă SI să cadă în centrul semicilindrului de sticlă, pe fața plană (fig. III.92, a). Raza incidentă formează cu normala NI , la suprafața de separare

dintre aer și sticlă, unghiul de incidență i . O parte din lumină este reflectată pe direcția IS' , iar o parte intră în sticlă formând raza refractată IR .

Ce constatăm în urma acestei experiențe?

Raza incidentă SI își schimbă direcția de propagare când intră în sticlă. Unghiul r pe care-l face raza refractată cu normala se numește *unghi de refracție*. Unghiul de refracție este în cazul de față mai mic decât unghiul de incidență. Dacă raza incidentă ar trece din aer în apă, tot sub același unghi i ca în cazul descris mai sus, s-ar observa că unghiul de refracție ar fi mai mare decât în cazul sticlei, dar tot mai mic decât unghiul i .

Aceasta înseamnă că în sticlă raza refractată este deviată mai mult și de aceea spunem că sticla este un mediu mai refringent decât apa. Urmărind raza refractată constatăm că la ieșirea din cilindrul de sticlă nu se mai refractă. Care este cauza acestui fapt? Raza refractată a căzut pe fața rotundă a semicilindrului venind din direcția razei sale de-a lungul normalei acestei fețe și de aceea nu s-a mai refractat.

Cu ajutorul experienței prezentate în figura III.92, b, se poate observa cum se face trecerea luminii din sticlă în aer.

Pe disc s-a fixat un semicilindru astfel ca lumina să cadă pe fața rotundă, de-a lungul normalei sale. În acest caz, raza incidentă nu se refractă la intrarea în sticlă. La ieșirea din sticlă, în schimb, constatăm că unghiul de refracție este mai mare decât unghiul de incidență, deoarece aerul este mai puțin refringent decât sticla.

Experiențele de mai sus ne conduc la următoarele concluzii:

a) Dacă lumina trece dintr-un mediu mai puțin refringent într-un mediu mai refringent, unghiul de refracție este mai mic decât unghiul de incidență.

b) Dacă lumina trece dintr-un mediu mai refringent într-un mediu mai puțin refringent, unghiul de refracție este mai mare decât unghiul de incidență.

c) Dacă raza incidentă cade pe suprafața ce separă două medii transparente, venind de-a lungul normalei la suprafață, ea nu-și schimbă direcția.

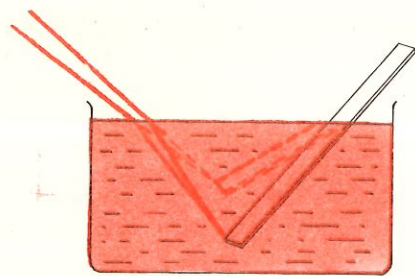


Fig. III.93. Din cauza refracției luminii rigla introdusă oblic în apă pare frântă.

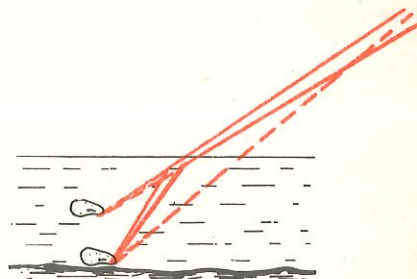


Fig. III.94. Pietrele din apa unui râu limpede se văd mai sus decât în realitate.

Acum putem explica de ce rigla introdusă oblic în apă pare frântă (fig. III.93) și pietrele de pe albia unui râu limpede se văd mai sus decât în realitate (fig. III.94). În ambele cazuri lumina care vine de la aceste obiecte aflate în apă se refractă la trecerea în aer, îndepărtându-se de normală. Noi vedem deci obiectele în prelungirea razelor refractate și nu acolo unde se află ele de fapt.

Exerciții

1. De ce ar fi imposibil să împușcăm un pește aflat în apă, când noi stăm pe mal?
2. Priviți cu atenție de-a curmezișul, prin apa unui acvariu, la diferite obiecte situate dincolo de acesta, mai sus ori mai jos. Diferă oare pozițiile observate față de cele din realitate?
3. Care sînt unghiurile de refracție și de incidență în figura III.95?

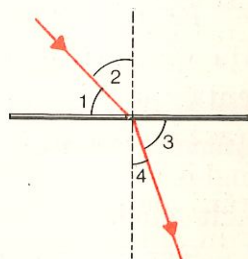


Fig. III.95. Pentru problema 3.

IV

Obiectul și metodele fizicii

1. Fizica — știință a naturii. Metoda experimentală

Numele fizicii vine de la cuvîntul grecesc „fizis”, care înseamnă natură. Natura și fenomenele care se produc în natură au fost cercetate cu interes, în scopuri pur practice dar și dintr-o curiozitate firească cu care este înzestrat omul.

Observația directă a constituit la început singura posibilitate de a afla ceva despre mediul înconjurător în care se desfășoară viața. Cunoașterea fenomenelor de ploaie, de îngheț, succesiunea anotimpurilor, aprinderea focului, tot ceea ce era în legătură cu existența sa, l-a interesat pe om, fiind de mare importanță pentru viața lui.

Dar fizica studiază numai o parte din fenomenele naturii, adică numai *fenomenele fizice*. A cerceta aceste fenomene înseamnă a face fizică.

La începuturile dezvoltării acestei științe, examinarea desfășurării unui fenomen fizic se făcea în condițiile în care el avea loc în natură, în mod firesc, fără a interveni în desfășurarea lui.

Pentru studierea unui fenomen nu se poate aștepta momentul cînd el se produce în natură, noi trebuie să fim în stare să-l reproducem, să facem *un experiment*.

Într-un experiment fenomenul poate fi urmărit de repetate ori și cercetat sistematic. De exemplu, studiul mișcării rectilinii și uniforme l-am făcut producînd experimental o astfel de mișcare și măsurînd de cîteva ori mărimile fizice care intervin în desfășurarea fenomenului pentru a putea găsi o legătură între ele. De asemenea studiul topirii corpurilor s-a făcut prin topirea mai multor substanțe, repetarea topirii și înregistrarea anumitor date. Prin experiment înțelegem așadar reproducerea unui fenomen în condiții impuse de om, în scopul cercetării lui sistematice. Într-un

experiment se face o observare amănunțită a desfășurării unui fenomen fizic și se obțin pe această cale date exacte în privința factorilor care îl influențează.

Observarea este o cale, o *metodă* prin care se obțin informații și constituie primul pas în acțiunea de cercetare.

Simpla observare nu este însă suficientă pentru cunoașterea unui fenomen. Fizica nu se poate rezuma numai la observarea, descrierea și înregistrarea faptelor. Este necesar să se găsească o anumită legătură între fapte pentru a putea să se dea o explicație a lor. Fenomenele fizice au anumite cauze și produc la rândul lor anumite efecte. Rolul fizicii este acela de a descoperi această legătură.

De exemplu, experimentând topirea unei substanțe, am putut să ne dăm seama că topirea este determinată de încălzire. Încălzirea este o cauză. Repetind experimentul și notând temperatura, am constatat că din procesul de topire se desprind anumite concluzii care au putut fi generalizate. S-au descoperit câteva legi după care se desfășoară întotdeauna fenomenul, în anumite condiții. Cu aceasta, cunoașterea fenomenului de topire este mai completă. De asemenea la studiul reflexiei luminii, modificând unghiurile de incidență ale luminii pe o oglindă plană și măsurând unghiurile de reflexie corespunzătoare acestora se poate stabili o legătură între ele, legătură ce constituie o lege a reflexiei.

Stabilirea legilor de desfășurare a unui fenomen este un scop al cercetării în fizică.

Cunoașterea legilor fizicii este importantă pentru a ne explica lumea în care trăim și, mai ales, pentru a aplica legile în construirea unor dispozitive tehnice. Ne amintim, de pildă, că presa hidraulică, dispozitivele de frânare sînt aplicații ale legii lui Pascal, becul și reșoul electric sînt aplicații ale efectului termic al curențului etc.

Fizica este o știință care contribuie la îmbogățirea cunoștințelor noastre și prin aceasta ne face mai pregătiți pentru a înțelege și a folosi mai bine natura. În același timp fizica este știința care ne ajută să înțelegem și să dezvoltăm tehnica fără de care nu ar fi posibilă viața omului.

Progresul rapid al tehnicii, a determinat la rândul său un ritm mai accelerat de dezvoltare a fizicii prin punerea la dispoziția fizicienilor a unei aparaturi de cercetare mai perfecționate și prin introducerea în cercetare a unor probleme tehnice, care au descoperit noi legi fundamentale ale naturii.

2. Fenomen fizic. Lege fizică

Am văzut că prin observație atentă și sistematică am descoperit anumite proprietăți ale corpurilor, iar unele dintre ele le-am putut măsura. De exemplu, o vergea metalică are o anumită lungime, dar această lungime se modifică dacă temperatura vergelei se schimbă. Deși vergeaua este alcătuită din același metal ca la început, lungimea și temperatura ei s-au modificat. Spunem că starea vergelei s-a schimbat.

Să luăm alt exemplu. Suspendați un resort de un suport, în lungul unei rigle gradate sau unui carton, și trageți de acest resort în jos, cu ajutorul unui dinamometru (fig. IV.1). Supuneți acest resort unor forțe de întindere din ce în ce mai mari.

Mărimile forțelor vor fi indicate de dinamometru. Pe rigla gradată veți putea citi de fiecare dată numărul de milimetri cu care s-a alungit resortul pentru o anumită forță. Cu rezultatele acestor măsurători, deduse dintr-un experiment, întocmiți un tabel după modelul celui de mai jos:

Forța (în N)	0	0,1	0,2	0,3	0,4
Alungirea (în mm)	0	2	4	6	8
Lungimea (mm)	50	52	54	56	58

O concluzie se deduce: dacă forța se modifică lungimea resortului se schimbă. Cu fiecare modificare a forței starea resortului se schimbă. Modificarea stării poate fi descrisă prin modificarea lungimii: 50 mm, 52 mm, 54 mm, 56 mm, 58 mm.

Schimbarea stării unui corp se numește fenomen. În fizică studiem stările corpurilor și modificările acestor stări căutînd să găsim o legătură între mărimile fizice care caracterizează starea unui corp și schimbările petrecute în starea lui.

În cazul vergelei ne interesează dacă există o legătură între schimbarea temperaturii și schimbarea lungimii; în cazul resortului dacă observăm o legătură între schimbarea forței și mărimea lungimii resortului.

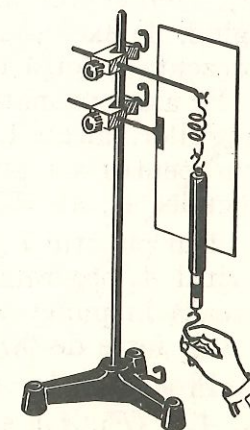


Fig. IV.1. Pentru studiul alungirii unui resort.

De exemplu în cel de-al doilea caz.

Datele înscrise în tabel ne arată că o dublare a forței de întindere (de exemplu, de la 0,2 N la 0,4 N) a determinat o dublare a alungirii (de la 4 mm la 8 mm). Observați că și unei forțe de trei ori mai mare îi corespunde o alungire tot de trei ori mai mare. Există deci o anumită regularitate în datele înscrise în tabel, care ne permite să tragem concluzia că:

Alungirea unui resort elastic este proporțională cu mărimea forței de întindere la care e supus resortul respectiv.

Concluzia la care am ajuns reprezintă o lege fizică. Legea este formulată printr-o propoziție (cea de mai sus) și exprimă legătura care există între o anumită cauză (acțiunea unei forțe de întindere) și un anumit efect (alungirea resortului).

Există și alte posibilități de exprimare a legii fizice. Știm că dacă două mărimi sînt proporționale, raportul lor este constant. Deci vom putea scrie că raportul dintre forța F și alungirea resortului a este egal cu o anumită cantitate c care are pentru același resort aceeași valoare $\frac{F}{a} = c$. Am exprimat legea fizică printr-o relație matematică.

Pentru exprimarea aceleiași legi mai avem posibilitatea de a folosi o reprezentare grafică.

Pentru o asemenea reprezentare folosim un sistem de două drepte perpendiculare Ox și Oy (fig. IV.2). Pe axa absciselor (Ox), vom reprezenta diferitele valori ale forței, luate din tabel, alegînd, de exemplu, un segment cu o lungime de 1 cm pentru a reprezenta o forță de 0,1 N. Obținem astfel punctele F_1, F_2, F_3, F_4 . Pe axa ordonatelor (Oy), vom reprezenta diferitele valori ale alungirilor, alegînd, de exemplu, un segment cu o lungime de 1 cm pentru a reprezenta o alungire de 2 mm. Obținem astfel punctele A_1, A_2, A_3, A_4 .

Din punctul F_1 trasăm o paralelă la axa ordonatelor, iar din punctul A_1 o paralelă la axa absciselor. Cele două drepte se intersectează în punctul G_1 . Acest punct ilustrează pentru noi faptul că unei forțe de 0,1 N îi corespunde o alungire de 2 mm.

Procedăm în același mod cu perechile de puncte (F_2, A_2) , (F_3, A_3) , (F_4, A_4) și obținem în continuare punctele G_2, G_3, G_4 . Trasarea graficului se face unind printr-o linie aceste puncte, așa cum se vede în figura IV.3.

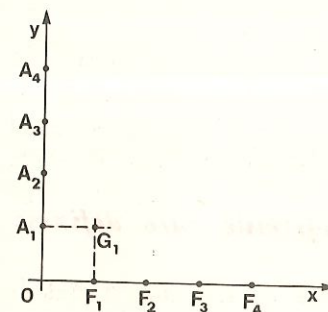


Fig. IV.2. Punctul G_1 ilustrează faptul că forței F_1 îi corespunde alungirea A_1 .

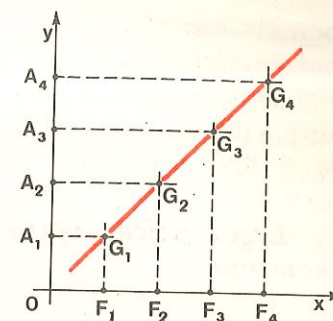


Fig. IV.3. Trasarea graficului.

Din tabelul de valori mai rezultă și faptul că unei forțe de 0 N îi corespunde o alungire de 0 mm. Puteți spune ce punct al sistemului de axe corespunde acestei situații? Dacă prelungim graficul pe care l-am trasat, trece el oare și prin acest punct?

Reprezentarea grafică a legii ne permite să stabilim și valoarea alungirii resortului care corespunde unei forțe de 0,25 N, deși noi nu am măsurat, în cadrul experimentului, o asemenea alungire. Pentru aceasta e suficient să trasăm o paralelă la axa ordonatelor prin punctul de pe axa absciselor corespunzător unei forțe de 0,25 N, care se află exact la jumătatea distanței dintre punctele F_2 și F_3 (punctul F din figura IV.4). În punctul în care această dreaptă întâlnește graficul trasat (punctul G) vom duce o paralelă la axa absciselor. Pe axa ordonatelor putem citi valoarea alungirii corespunzătoare forței de 0,25 N, și anume 3 mm.

Pentru a avea siguranța că legea dedusă este valabilă e necesar să ne convingem prin măsurare că într-adevăr acest resort se va întinde cu 3 mm dacă asupra lui acționează o forță de întindere de 0,25 N. Verificarea oricărei legi fizice se face deci în cadrul experimentului în practică.

Să luăm și alte exemple:

La studiul mișcării rectilinii uniforme am găsit o legătură între spațiul parcurs de un mobil pe traiectoria sa și durata mișcării și anume: într-o mișcare rectilie și uniformă spațiul parcurs este direct proporțional cu durata mișcării. Aceasta este

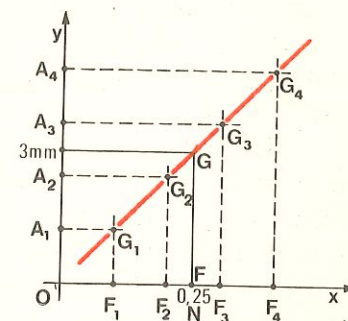


Fig. IV.4. Forței de 0,25 N îi corespunde o alungire de 3 mm.

tocmai *legea de mișcare*. Ea poate fi exprimată și printr-o relație matematică $s = vt$.

De asemenea la studiul reflexiei luminii am stabilit o legătură între unghiul de reflexie și unghiul de incidență: unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență. Acest adevăr constituie o lege a reflexiei.

Legea fizică exprimă legătura dintre mărimile care definesc fenomenul.

Observarea fenomenelor ne duce deci la concluzia că desfășurarea unui fenomen nu se produce la întâmplare ci după o lege care trebuie descoperită.

Cu fiecare lege nouă natura, care este foarte variată și complicată, își dezvăluie tainele. Fizica își propune tocmai descoperirea anumitor legi ale naturii. Fizica este o știință a naturii. Prin acest efort fizica, alături de celelalte științe, contribuie la cunoașterea naturii și la dezvoltarea tehnicii.

Nr. colilor de tipar : 10
Tiraj 87 080 ex.
Bur. de tipar : 1.XII.1976



Com. nr. 60 514/23 138
Combinatul Poligrafic
„CASA SCÎNTEII“
București — R.S.R.