

VIRGIL ATANASIU

FIZICA DISTRAGA



EDITURA
DIDACTICA
SI PEDAGOGICA

C U V Î N T I N T R O D U C T I V

În lucrarea de față sunt adunate o serie de experiențe distractive prin modul lor de prezentare, prin efectul pe care-l produc, prin caracterul lor aparent neverosimil, dar totodată și deosebit de instructive prin explicarea lor științifică, prin curiozitatea de cunoaștere pe care o determină, prin contribuția pe care o aduce la formarea priceperilor și a deprinderilor de lucru, prin dezvoltarea gîndirii logice, prin dezvoltarea cunoștințelor cu privire la legile fizice care se manifestă în multitudinea fenomenelor din lumea înconjurătoare, din natură.

Materialul variat expus în această lucrare se referă la toate capitolele fizicii clasice: mecanică, fizică moleculară și căldură, electricitate și optică. În cadrul unui capitol, aproape fiecare fenomen își găsește ilustrarea prin una sau mai multe experiențe diferite ca realizare, dar avînd la bază manifestarea aceleiași legi. Efectuarea unei experiențe sau a unui grup de experiențe în care avem de-a face cu un același fenomen fizic duce la dezvăluirea legii respective, iar explicarea fenomenului include demonstrarea acestei legi. În lucrare se găsesc materiale atât pentru nivelul de cunoștințe al elevilor din școală de 8 ani cât și pentru nivelul elevilor din școală medie. Înțind seama însă de ușurința efectuării experiențelor, ele pot fi realizate în majoritate de către oricine, iar explicarea lor, deși în unele cazuri este mai dificilă și necesitând cunoștințe mai avansate, totuși poate fi înțeleasă, deoarece expunerea include toate datele necesare unei demonstrații. Explicarea nu pornește deci de la enunțarea unor fenomene sau unor legi, pentru că, mai departe, pe baza lor, să se continue explicarea experienței efectuate, ci de la însâși explicarea fenomenului sau a legii respective. În felul acesta, chiar elevul care n-a ajuns încă, în cadrul școlii, la studierea fenomenului sau a legii pe baza căreia se aplică experiența efectuată poate să-și însușească cunoștințele necesare. Așa de exemplu, plutirea unui ac pe suprafața unei ape liniștite se explică pe baza fenomenului de tensiune superficială. Acest fenomen nu este studiat în școală de 8 ani, însă el poate fi înțeles din expunerea prezentată, deoarece este explicat la nivelul de înțelegere a acestor elevi.

De subliniat că, aproape în totalitatea lor, aceste experiențe pot fi efectuate cu mijloace simple, la îndemâna oricui. O bară de lemn, un pahar cu apă, o sticlă de lampă, un degetar, o lampă cu spirt, un paie de secară, un drep de plută, un ac, o soluție de săpun etc. sunt materialele necesare efectuării diferitelor experiențe, iar rezultatul acestor experiențe este satisfacerea unei curiozități, cunoașterea unui fenomen, înșușirea unei legi fizice, într-un cuvînt, acest rezultat constituie un prețios bagaj de cunoștințe, de priceperi și de deprinderi pentru toți acei care vor efectua experiențele descrise și se vor strădui să înțeleagă explicațiile date. Procedind în acest fel, adică experimentând, dar totodată căutând să-și explică fenomenul respectiv, experimentatorul va reuși să-și reîmprospăteze unele cunoștințe căpătate în școală, să-și înșușească alte cunoștințe din domeniul fizicii și toate acestea fără a depune un efort deosebit, fără a i se impune. Experiențele descrise pot fi efectuate acasă, în cercurile de fizică, pot constitui un material prețios pentru seratele științifice și un mijloc pentru a cultiva la elevi preocupările de muncă independentă.

Lucrînd cu grijă, datorită interesului pe care experiența îl determină, datorită curiozității stimulată prin rezultatele la care nu se așteaptă și rațiunea de moment nu le acceptă, elevul capătă deprinderea de a cerceta fenomenele, capătă gustul de a lucra în laborator, face primii pași pe calea activității tehnico-științifice. Înșușindu-și tehnică de lucru, dezvoltîndu-și orizontul de cunoaștere și puterea de gîndire, elevii vor putea să aducă unele modificări sau inovații lărgind astfel cercul lucrărilor accesibile și, în raport cu gradul lor de pregătire, să realizeze o muncă creațoare. Cu cât mai multe vor fi preocupările de acest gen, cu atât mai multe vor fi succesele înregistrate, cu atât mai cu folos va fi dusă activitatea desfășurată, nu din obligație, ci din plăcere, din amuzament.

AUTORUL



Capitolul I MECANICA

Cuprinde :

I. MECANICA SOLIDELOR

ECHILIBRUL CORPURILOR
LEG LE DINAMICII
MIȘCAREA CIRCULARĂ. FORȚE CENTRALE
MIȘCAREA DE ROTATIE A CORPULUI RIGID
MAȘIN EPLE

II. MECANICA LICHIDELOR ȘI A GAZELOR

TRANSMITEREA PRESIUNILOR
PRESIUNEA LICHIDELOR
LEGEA LUI ARHIMEDE. APLICAȚII
PLUTIREA CORPURILOR
DENSITĂȚI
PRESIUNEA ATMOSFERICĂ
CURGEREA FLUIDELOR — LEGEA LUI BERNOULLI

I. MECANICA SOLI DE LOR ECHILIBRUL CORPURILOR

Corpul care se rostogolește la deal

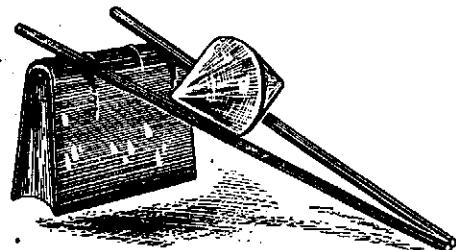


FIG. 1.

Confectionăm din hârtie groasă sau din carton două conuri identice; le lipim prin bazele lor unul de altul. Legăm două rîgle la un capăt și le sprijinim pe masă. Capetele libere ale celor două rîgle le depărțăm una de alta și le sprijinim pe o carte (fig. 1).

Așezăm corpul confectionat pe rîgle, în apropierea capetelor legate; acesta se va rostogoli în sus, spre capetele libere ale rîgilelor sprijinite pe carte.

EXPLICATIE

Un corp avînd o bază de susținere este în echilibru stabil, dacă verticala coborită din centrul de greutate se află în interiorul bazei de susținere. Echilibrul devine cu atît mai stabil, cu cît centrul de greutate al corpului este mai aproape de baza de susținere. În consecință, un corp tinde să ia poziția cea mai avantajoasă, poziția în care se îndeplinesc condițiile celui mai stabil echilibrului.

În experiența descrisă, corpul confectionat are centrul de greutate în punctul în care axa ce trece prin vîrfuri străpunge baza comună, adică în centrul acestei baze. Baza de susținere o formează conturul care mărginește cele două sprijine ale corpului pe rîgle. Rîglele formează un plan înclinat; centrul de greutate căutind să coboare, corpul urcă. Dacă am presupune situația inversă, cînd corpul ar veni la vale, centrul de greutate ar trebui să urce, deci este împotriva legilor echilibrului. Pe de altă parte, prin urcare, baza de susținere devine din ce în ce mai mare, deoarece depărtarea dintre rîgle devenind tot mai mare, punctele de sprijin ale corpului se depărtează. Și în acest caz, dacă am presupune situația inversă, cînd corpul ar veni la vale, baza de susținere ar trebui să se micșoreze, deci corpul ar trebui să tindă să ia o poziție mai puțin stabilă, fapt care, de asemenea, este împotriva legilor echilibrului.

Un cerc urcă pe un plan înclinat

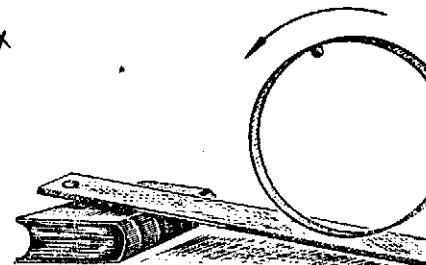


FIG. 2.

Confectionăm din carton un cerc, iar în partea dinspre interior lipim într-un loc un nasture metalic sau chiar un grăunte de ceară roșie.

Așezăm acum cercul în poziție verticală pe un plan înclinat, avînd grijă ca greutatea atașată să fie foarte aproape de diametrul vertical, însă în afara acestuia și către partea mai ridicată a planului (fig. 2). Dacă vom lăsa acum liber cercul, vom constata că el pornește singur la deal. Cînd greutatea adițională ajunge în punctul cel mai de jos al cursei, cercul se va opri. Experiența poate fi mai de efect asupra spectatorilor, dacă în loc de cerc se folosește o cutie cilindrică închisă cu un capac, după ce s-a fixat în interiorul ei greutatea adițională. În acest caz, greutatea este ascunsă vederii spectatorilor.

EXPLICATIE

Prin lipirea greutății s-a schimbat poziția centrului de greutate al cercului spre acea greutate. Așezând cercul pe planul înclinat, cu greutatea în apropierea diametrului vertical, dar în afara lui, spre partea ridicată a planului, cercul se rotește urcind, deoarece, tinzind să aibă o poziție mai stabilă, centrul de greutate trebuie să se plaseze cât mai jos.

Pozitia cercului trebuie să fie verticală, deoarece altfel se răstoarnă; răsturnarea se datorează faptului că verticala coborâtă din centrul de greutate este în afara sprijinului și, în acest caz, forța de atracție a pământului acționează pe direcția verticalei și deci produce răsturnarea.

În cazul cutiei cilindrice explicația este aceeași.

Problema barei

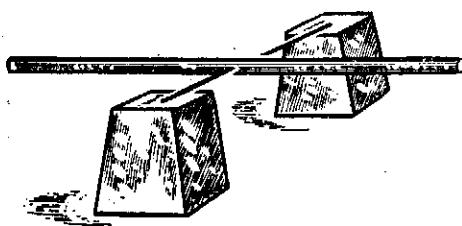


FIG. 3.

Se pune întrebarea: în ce poziție se va opri bara, dacă o vom invîrti? Adesea se răspunde că bara se va opri în poziție orizontală, deoarece în această poziție ea este în echilibru. Cu greu se va crede că bara se poate opri în orice poziție.

De ce soluția corectă a unei probleme atât de simple se prezintă multora ca neverosimilă?

EXPLICATIE

De obicei, în mintea celor întrebați persistă experiența cu o bară suspendată la mijloc (fig. 4). O astfel de bară se oprește în adevarat în poziție orizontală. De aici se face deducția grăbită că bara trebuie

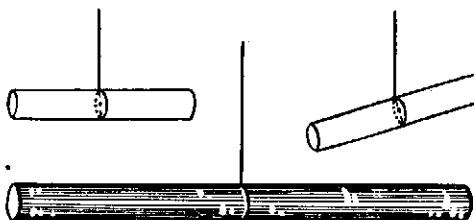


FIG. 4.

să-și păstreze poziția de echilibru numai cînd este orizontală. Bară suspendată și bara sprijinită nu se găsesc însă în condiții identice. Bară suspendată de un fir are punctul de suspensie deasupra centrului de greutate, pe cînd bara care se sprijină pe axă este sprijinită exact în centrul de greutate. În cazul barei suspendate se obține echilibru numai atunci cînd centrul de greutate se va afla pe aceeași verticală cu punctul de suspensie, or, acest lucru nu se realizează decit dacă bara stă orizontală. În orice altă poziție, înclinată spre stînga ori spre dreapta, centrul de greutate părăsește direcția verticală. În cazul barei sprijinite pe o axă ce trece prin centrul de greutate, cele două puncte (centrul de greutate și punctul de sprijin) coincid. În orice poziție a barei există această coincidență și, în consecință, bara se află în echilibru, și anume în echilibru indiferent.

Greșeala în răspuns se datorează deci faptului că în primul moment se identifică cele două situații pe care le poate avea bara.

Un motor original

Procurăm o luminare și facem ca la ambele capete să existe cîte un fil. Aflăm cu exactitate mijlocul luminării și însigem, perpendicular pe axul luminării, din două părți opuse, gămăliile încălzite a două ace. Aceste două ace vor constitui axul de sprijin al luminării. Sprijinim capetele acestui ax pe marginea a două pahare de aceeași înălțime (fig. 5). Luminarea trebuie să stea în echilibru în orice poziție am așeza-o. Aprindem filul la ambele capete ale luminării. După puțin timp, luminarea începe să oscileze din ce în ce mai rapid în jurul axului. Această mișcare va continua pînă cînd luminarea va arde complet.

Experiența devine mai atractivă, dacă de capetele unei sîrmă, mai lungi decît luminarea, și legate fix de aceasta, am prins două figurine. Oscilarea luminării, în acest caz, se asemăna foarte mult cu jocul bine cunoscut al copiilor care se balanseză pe o scindură așezată pe un butuc.



FIG. 5.

EXPLICATIE

Avem de-a face aici cu echilibrul corpurilor suspendate, în cazul cînd centrul de greutate coincide cu punctul de suspensie (axul de suspensie trece prin centrul de greutate), adică avem de-a face cu *echilibrul indiferent*.

De la un capăt al lumînării, datorită faptului că fitilul este aprins, va cădea o picătură de ceară. În acest moment s-a stricat echilibrul lumînării, deoarece una din cele două jumătăți de lumînare a devenit mai ușoară. Acest fapt a determinat schimbarea centrului de greutate spre jumătatea de lumînare mai grea, adică spre capătul lumînării din care nu a căzut încă o picătură de ceară. În consecință, capătul din care a căzut prima picătură de ceară se urcă, iar cealaltă coboară. Din capătul care coboară vor cădea cîteva picături și în felul acesta jumătatea de lumînare corespunzătoare devine mai ușoară decît cealaltă jumătate.

Prin urmare, capătul din care au căzut cele cîteva picături se urcă, iar celălalt coboară. Acum, din capătul care coboară vor cădea cîteva picături, el va deveni mai ușor, deci va urca ș.a.m.d.

Un caz special de echilibru

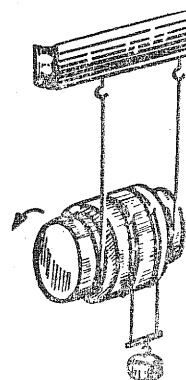


FIG. 6.

Confectionăm un cilindru care să fie la mijloc mai gros decît la capete. Pentru precizarea dimensiunilor se recomandă ca diametrul părții mijlocii a cilindrului să fie de 2,4 cm, iar diametrul la capetele cilindrului să fie de 1,9 cm. Un asemenea cilindru poate fi confectionat din lemn sau chiar din hîrtie groasă de desen. În acest scop vom înfășura pe un corp rotund, băț de lemn, pahar Berzelius, o fișie de hîrtie de circa 50 cm lungime și 5 pînă la 10 cm lățime, capetele hîrtiei se lipesc. Pe deasupra se înfășoară altă fișie de hîrtie, avînd o lungime de 80 pînă la 200 cm, în funcție de grosimea ei; lățimea celei de-a doua fișii va fi jumătate din prima. Lipim și în acest caz capetele fișiei. La capetele mai subțiri ale cilindrului se fixează prin ace cu gămălie sau piuneze cîte un fir de ață sau se face cu acul cîte o gaură prin care firul de ață este fixat printr-un nod. Se înfășoară apoi firele de cîteva ori pe capetele cilindrului și se leagă de niște cîrlige care sunt fixate de tocul ușii. Alte două fire se înfășoară pe partea mai groasă a cilindrului, după ce le-am fixat, ea și în primul caz, de cilindru; înfășurarea se face în sens invers de cum am înfășurat celelalte fire pe capetele subțiri ale cilindrului. De capetele acestor fire se leagă în poziție orizontală un betișor (fig. 6). Dacă cilindrul este lăsat liber, el va cobori, firele de la capete se desfășoară, iar cele de la mijloc se înfășoară. Deoarece diametrul părții mijlocii a cilindrului este mai mare decît diametrul capetelor, firele înfășurate la mijlocul cilindrului vor fi mai lungi decît cele înfășurate la capete. Betișorul de care sunt legate firele de la mijloc se va urca. Prin încercări se poate găsi o greutate care, suspendată la mijlocul betișorului, împiedică atît urcarea betisorului cît și coborârea cilindrului. Se poate găsi, de asemenea, o altă greutate mai mare care determină coborârea betișorului și urcarea cilindrului.

EXPLICATIE

Datorită înfășurării de la capete, cilindrul va cobori cînd este lăsat liber, deoarece firul se desfășoară sub acțiunea greutății cilindrului. Pe partea mijlocie a cilindrului, firele se vor înfășura în timpul căderii cilindrului în sens invers, deoarece rotația acestuia în cădere coincide cu o astfel de înfășurare, în consecință, betișorul urcă, greutatea lui fiind neînsemnată față de aceea a cilindrului.

Pentru o anumită greutate suspendată de bețișor, sistemul rămîne în echilibru, deoarece se egalează cele două forțe de sens contrar care acionează asupra cilindrului: greutatea cilindrului care determină desfășurarea firelor de la capete și deci căderea cilindrului; greutatea suspendată de bețișor care se opune înfășurării firelor pe partea mijlocie a cilindrului.

Rezultanta acestor două forțe opuse și egale este zero și deci sistemul este echilibrat.

Pentru o altă greutate, mai mare decât aceea care determină starea de echilibru, suspendată de bețișor, cele două forțe dau o rezultantă egală cu diferența dintre forțe și având sensul forței mari, adică a greutății suspendate de bețișor. În acest caz, bețișorul, coborînd firele pe partea mijlocie a cilindrului, se desfășoară. Aceasta înseamnă că firele de la capetele cilindrului se înfășoară și deci cilindrul urcă.

Observație. Cele două forțe, deși paralele și de sens contrar, nu constituie un cuplu, deoarece ele acționează pe aceeași direcție, și anume în centrul de greutate al cilindrului.

LEGILE DINAMICII

Căderea monedei

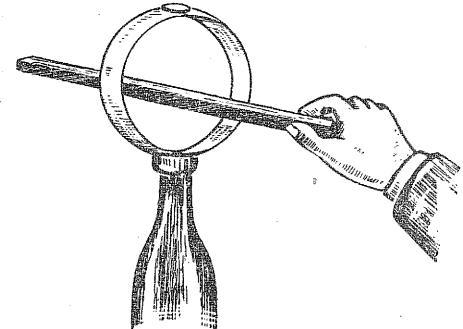


FIG. 7.

Așezăm pe o sticlă obișnuită un cere confectionat din carton, avînd diametrul de 10—12 cm. Deasupra cercului așezăm o monedă mică, astfel încît să se afle exact deasupra gurii sticlei (fig. 7). Cu ajutorul unui bastonaș introdus în interiorul cercului lovim cu viteză și lateral cercul; acesta va zbură imediat într-o parte, iar moneda va cădea în sticlă.

EXPLICATIE

Legea întâi a dinamicii exprimă principiul inerției: orice corp își păstrează starea de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă, atât timp cât acțiunea altor corpuși nu-l va obliga să-și schimbe această stare. Proprietatea corpurilor de a-și păstra starea de repaus sau starea de mișcare rectilinie și uniformă se numește *inerție*.

Această lege nu poate fi verificată pe calea experiențelor directe, deoarece în mediul real care ne înconjură, corpurile nu se pot afla în astfel de condiții, adică să nu suferă acțiunea altor corpuși. Totuși, această lege se confirmă prin consecințele ei, care pot fi verificate experimental.

În cazul experienței descrise se verifică consecințele acestei legi. Moneda nu ia parte la mișcarea bruscă pe care o execută cercul datorită lovirii. Înlăturîndu-se în felul acesta sprijinul, moneda cade pe verticală, ajungînd în interiorul sticlei.

Flacăra mișcă paharul?

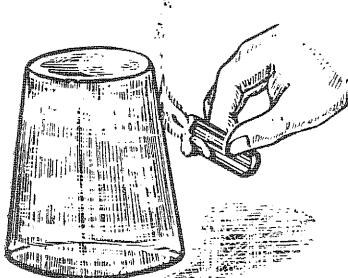


FIG. 8.

EXPLICATIE

În paharul răsturnat se află aer, care prin încălzire se dilată, dar nu poate ieși pe la marginea paharului, deoarece aceasta — prin intermediul apei — realizează o închidere etanșă. În schimb, datorită dilatării aerului, paharul este ridicat puțin și în felul acesta el nu se mai sprijină direct pe placă de sticlă, ci prin intermediul unui strat subțire de apă. Datorită acestui fapt, paharul alunecă cu ușurință, coborînd pe pantă realizată de placă de sticlă așezată pe masă. Această experiență ne arată că frecarea dintre două piese este minimă, dacă între ele există un strat subțire de lichid. De asemenea, frecarea este cu atît mai mică, cu cît apăsarea dintre corpurile în contact este mai mică. Relația cunoscută din fizică arată acest lucru.

$$F = \mu F_n$$

Prin încălzirea aerului, presiunea lui crește; datorită acestei presiuni, paharul este ridicat puțin. Aceasta înseamnă că apăsarea exercitată

de pahar F_n este în acest caz mai mică, deci și forța de frecare F este mai mică.

În experiență descrisă intervin deci doi factori care micșorează frecarea: stratul de lichid interpus între cele două corpură, pahar și geam, micșorarea apăsării dintre pahar și geam.

Mișcare înainte și înapoi

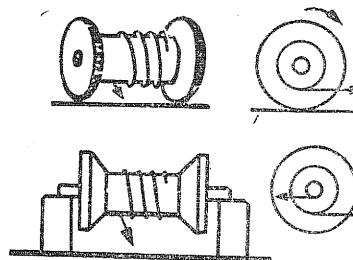


FIG. 9.

Procurăm un mosor mare de ață și înfășurăm pe el un fir nu prea lung. Așezăm mosorul pe masă și tragem de fir. Prin tragerea firului, acesta se desfășoară de pe mosor, iar mosorul se deplasează în sensul tragerii (fig. 9, a).

Introducem prin canalul mosorului un creion rotund, iar capetele acestuia le sprijinim pe două rîgle. Înfășurăm din nou firul pe mosor și tragem de fir. Vom observa că firul se desfășoară, însă mosorul se deplasează în sens invers tragerii (fig. 9, b).

EXPLICATIE

În primul caz, prin desfășurarea firului se determină învîrtirea mosorului în sensul tragerii, deoarece forța de tractiune și forța de frecare prin rostogolire a cilindrului creează un cuplu al cărui sens de rotație determină înaintarea mosorului pe masă.

În al doilea caz, prin desfășurarea firului, se determină învîrtirea mosorului în sens invers tragerii, deoarece momentul forței de tractiune față de axul cilindrului are ca efect rotația cilindrului în sens invers decît în primul caz; în consecință, cilindrul se deplasează în sens invers tragerii, axul (creionul) rostogolindu-se pe două rîgle.

MIŞCAREA CIRCULARĂ. FORTE CENTRALE

Mişcările bilei

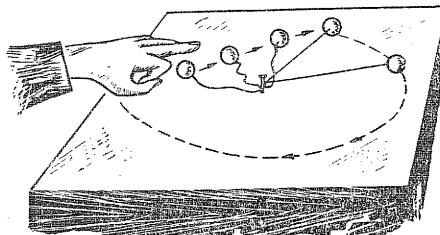


FIG. 10.

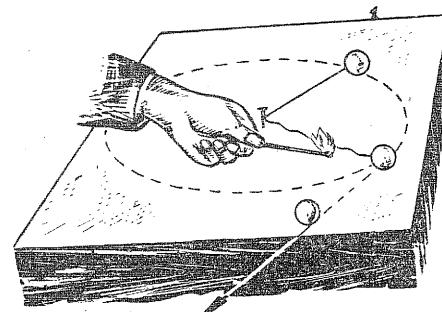


FIG. 11.

Procurăm o bilă de lemn în care înfigem un mic cîrlig. De cîrlig legăm o sfoară subțire. Capătul liber al sfiorii îl fixăm cu un cui în mijlocul unei mese netede. Prin lovire cu degetul imprimăm bilei o viteză v . Cît timp bila nu va întinde sfoara, ea se va mișca rectiliniu. De îndată însă ce sfoara se va întinde, bila va începe să se miște circular (fig. 10). Dacă în acest timp ardem sfoara, bila va înceta să se miște circular și își va continua mișcarea în linie dreaptă, și anume după tangentă la cerc (fig. 11).

EXPLICATIE

La început, cînd sfoara nu este întinsă, bila se mișcă rectiliniu, datorită inerției, adică datorită proprietății pe care o au corpurile de a-și păstra starea de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă.

Din momentul în care sfoara s-a întins, bila este silită să se miște circular, datorită forței exercitate de sfoara de legătură asupra bilei. Această forță scoate deci bila din starea de mișcare rectilinie și uniformă.

Conform celei de-a doua legi a mecanicii, forța este proporțională cu acceleratia și este orientată în același sens cu aceasta. Forța exercitată de sfoara de legătură va imprima bilei o acceleratie care va fi orientată în sensul acțiunii forței, adică spre centrul mișcării. Datorită inerției, bila tinde să se depareze de centru, iar forța exercitată de sfoara de legătură caută să-o îndrepte spre centru; de aceea, această forță se numește centripetă, iar acceleratia corespunzătoare—acceleratie centripetă.

Dacă se cunoaște viteza v de mișcare pe cerc și raza circumferinței R , acceleratia centripetă a se calculează după formula

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

Conform celei de-a doua legi a mecanicii, forța centripetă este

$$F = m \frac{v^2}{R}.$$

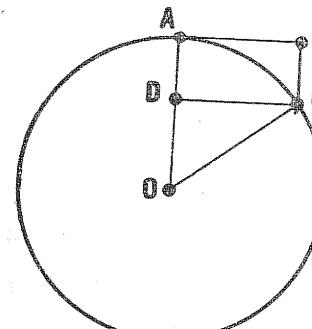


FIG. 12.

Cum putem deduce formula accelerării centripete? Să presupunem că bila, la un moment oarecare, se află în punctul A (bila se află în mișcare circulară). Dacă am arde sfoara, bila, în decursul unui

mic interval de timp t , mișcindu-se în virtutea inerției pe tangentă la cerc, va ajunge în punctul B (fig. 12), străbătînd drumul $AB = vt$; în același timp t , în care forța centripetă obligă bila să efectueze o mișcare circulară, aceasta ajunge în punctul C de pe circumferință, în cazul în care nu ardem sfoara. Dacă se coboară din punctul C o perpendiculară CD pe OA , segmentul va fi egal numeric cu drumul pe care bila l-ar fi străbătut dacă s-ar fi mișcat numai sub acțiunea unei forțe egale cu forța centripetă. Acest drum se calculează din formula mișcării uniform accelerate fără viteza inițială,

$$AD = \frac{at^2}{2},$$

unde a este acceleratia centripetă.

Aplicind teorema lui Pitagora, avem

$$OC^2 = OD^2 + DC^2,$$

dar

$$DC = AB = vt,$$

$$OD = OA - AD = R - \frac{at^2}{2}; (OA=R),$$

$$OC = R.$$

Înlocuind aceste date în relația obținută pe baza teoremei lui Pitagora, avem

$$R^2 = \left(R - \frac{at^2}{2}\right)^2 + (vt)^2$$

sau

$$R^2 = R^2 - Rat^2 + \frac{a^2t^4}{4} + v^2t^2.$$

De unde :

$$Ra = v^2 + \frac{a^2t^2}{4}.$$

Noi am considerat însă mișcarea bilei într-un mic interval de timp t ; de aceea termenul care conține pe t^2 , adică $\frac{a^2t^2}{4}$, se poate neglijă în raport cu Ra și v^2 . Neglijind această mărime, care este foarte mică, obținem

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

Scoaterea rondelei

Luăm o sticlă pe jumătate plină cu apă. O astupăm cu un dop după ce am însăpt mai înainte o sîrmă la partea dinspre interior a dopului. Cealaltă extremitate a sîrmei trebuie să intre în apă și să ajungă pînă la 5 cm deasupra fundului sticlei. O rotilă de lemn, înconjurată pe margine de un cerc de tablă, pentru a fi mai grea, este străbătută de sîrmă și plutește la



FIG. 13, a.

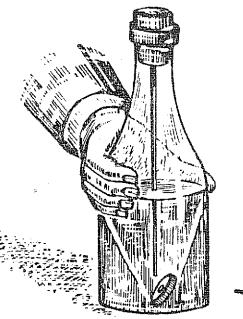


FIG. 13, b.

suprafața lichidului. Rotila trebuie să aibă o deschidere largă circulară (fig. 13, a).

Se poate scoate rotila din tijă (sîrmă) fără a atinge dopul care astupă sticla? Da. Pentru aceasta însă, trebuie să învîrtim cu putere sticla făcînd-o să descrie pe masă patru sau cinci cercuri, apoi ne oprim. Vom constata că rotila a ieșit din tijă și plutește la suprafața apei.

Această experiență ne formează totodată o imagine despre ceea ce se poate întîmpla cu o navă cuprinsă de un ciclon.

EXPLICATIE

Prin învîrtirea sticlei se învîrtește și lichidul și în felul acesta apare forța centrifugă de inerție care se manifestă asupra lichidului învîrtit. Datorită acestei forțe, apa din sticla este împinsă pe margine, și astfel partea centrală a lichidului se afundă tot mai mult, pe măsură ce viteza de învîrtire crește.

În lichidul supus învîrtirii, suprafața lui nu mai rămîne orizontală, ci se afundă, luînd forma unui con al cărui vîrf se găseste aproape de fundul sticlei. Împreună cu suprafața apei coboară și rotila de-a lungul tijei șiiese din ea cînd ajunge la partea inferioară a acesteia (fig. 13, b).

Dacă viteza de învîrtire crește și mai mult, atunci forma conică a suprafeței lichidului se transformă într-o formă cilindrică, apa formînd în interiorul sticlei o pătură inelară lipită de peretele acesteia.

Vîrtejuri de cerneală

Confectionăm din carton alb un disc cu diametrul de circa 4 cm. Îl găurim în centru și apoi introducem prin acest orificiu un băt de chibrit ascuțit la un capăt. Am obținut astfel o sfîrlează (fig. 14).

Pentru a o face să se învîrtească, desigur nu este nevoie de multă îndemînare: este destul să învîrtești între degete capătul neascuțit al sfîrlezei și apoi să-i dai drumul pe un loc neted, de exemplu pe suprafața mesei.

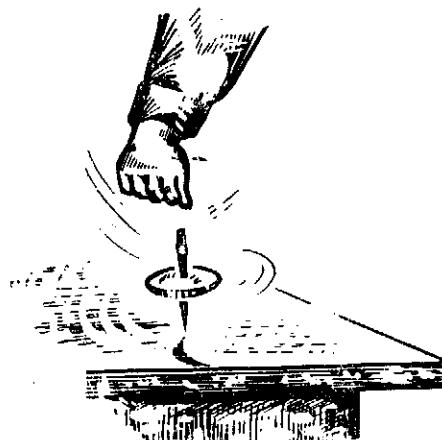


FIG. 14.

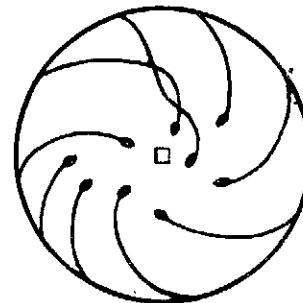


FIG. 15

Cu o astfel de sfirlează se poate efectua o experiență interesantă. Înainte de a se învîrti să picurăm pe partea de deasupra a discului cîteva picături de cerneală. Înainte de a se usca vom face sfirleaza să se învirtească. După ce s-a oprit, să observăm ce s-a întîmplat. Fiecare dintre picăturile de cerneală aflate pe discul sfirlezei s-au prelins după niște linii spirale și toate aceste linii formează împreună ceva asemănător cu un vîrtej (fig. 15).

EXPLICATIE

Asemănarea dîrclor de cerneală cu vîrtejul nu este întâmplătoare. Despre ce ne vorbesc aceste linii de cerneală de pe discul de carton? Aceste linii sunt urmele mișcării picăturilor de cerneală. Datorită forței centrifuge de inerție care se exercită asupra picăturilor de cerneală, în timpul mișcării de rotație a discului, cerneala este împinsă spre periferia discului. Forma spirală a dîrelor de cerneală se datorează faptului că discul de sub picătură o ia înaintea acesteia. Totul se petrece astfel de parcă picătura ar rămîne în urma discului, depărțindu-se în același timp de centrul de rotație și astfel dîră cerneală capătă forma spirală.

Același fenomen se întâmplă și cu curenții de aer care se deplasează îndepărțindu-se de locul cu presiune atmosferică mare, adică în cazul anticicloului, sau care se adună spre locul cu depresiune atmosferică, adică în cazul ciclonului.

Buclele de cerneală sunt copia micșorată a acestor uriașe vîrtejuri aeriene.

Aplatizarea si uscarea argilei



FIG. 16

Facem din argilă frămîntată cu apă un corp de formă sferică. Vom coase capetele unei fișii de aproximativ 1,5 m și vom aranja apoi fișia pe masă în formă de 8. Așezăm sferă de argilă pe crucea formată de fișie. Apucăm de ambele ochiuri ale lui 8 și ridicăm astfel sferă de argilă. Suspendăm apoi sferă în cîrligul șaibei dispozitivului de învîrtire denumit „Sloanes“, folosind pentru aceasta fișia de susținere. Fișia se aranjează astfel încît cele patru părți ale ei să cuprindă în mod egal sfera (fig. 16). Punem încet în funcțiune dispozitivul de învîrtire. Observăm că în timpul învîrtirii sferă capătă o formă plată. După ce aplatizarea s-a pronunțat, învîrtirea trebuie să devină din ce în ce mai înceată, iar apoi să inceteze complet. O învîrtire cu viteză prea mare ar putea provoca desprinderea și împărtăierea argilei care intră în compoziția sferei. O învîrtire mai rapidă poate avea loc numai când diametrul vertical al sferei a devenit jumătate din cel orizontal. În timpul învîrtirii, argila nu numai că se aplatizează, dar se și usucă.

EXPLICATIE

Cind un corp execută o mișcare de rotație în jurul axei sale, asupra diferitelor particule care intră în alcătuirea corpului se exercită forța centrifugă de inerție. Mărimea acestei forțe este proporțională cu masa particulei considerate, cu pătratul vitezei unghiulare și cu distanța particulei față de axa de rotație ($F = m \omega^2 r$).

În experiență descrisă, particulele constitutive ale sferei de argilă care suferă acțiunea cea mai intensă a forței centrifuge de inertie sunt particulele de pe linia ecuatorială a sferei. Din această cauză, sfera se aplatizează. Uscare argilei se datorează tot forței centrifuge de inertie care îndepărtează apa din argilă.

MIȘCAREA DE ROTATIE A CORPULUI RIGID

Un joc cunoscut

Prin două găuri ale unui nasture trecem cele două capete ale unui fir de ață și înnodăm apoi capetele. Apucăm apoi firul dublu între degetul mare și arătător al ambelor mîini și dăm nasturelui o mișcare de rotație prin mișcarea uneia din mîini. După cîteva rotații ne oprim și depărtăm mîinile una de alta. Se formează un dublu con aparent, prin învîrtirea firului, de o parte și de alta a nasturelui. Cu cît întindem mai mult firul, adică depărtăm mai mult mîinile, cu atît vîrfurile conurilor devin mai ascuțite și viteza de rotație a nasturelui devine mai mare, cu toate că nu mai învîrtim dispozitivul cu mîna (fig.17). Apropind mîinile, nasturele se rotesc mai încet, pentru ca apoi, prin îndepărțarea mîinilor, viteza de rotație să crească deo-dată.

EXPLICĂȚIE

În mecanică se cunoaște mărimea denumită moment cinetic, care se referă la un corp ce se rotește în jurul unei axe. Dacă se notează cu m masa unui punct material din acest corp aflat la distanța r de axă și cu v viteza liniară cu care se rotește punctul, atunci momentul cinetic al punctului considerat, în raport cu axa, este $M = mv^2$. Se știe însă că $v = r\omega$ și deci $M = mr^2\omega$, iar momentul cinetic al întregului corp este

$$M = \sum_i m_i r_i^2 \omega.$$

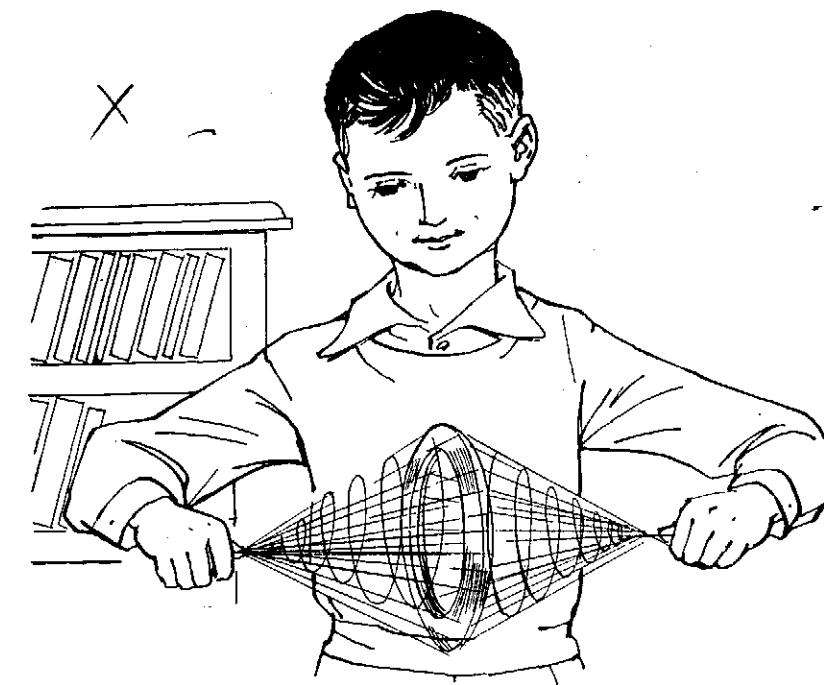


FIG. 17.

Deoarece viteza unghiulară ω are aceeași valoare pentru toate punctele corpului, avem

$$M = \omega \sum_i m_i r_i^2 = \omega I,$$

în care $I = \sum_i m_i r_i^2$, reprezintă momentul de inerție al corpului în raport cu axa dată. Deci, pentru un corp care se poate roti în jurul unei axe, momentul cinetic este egal cu produsul dintre momentul de inerție al corpului și viteza unghiulară.
Se mai demonstrează, de asemenea, că la un sistem izolat care se poate roti în jurul unei axe, momentul cinetic în raport cu axa se conservă în decursul mișcării, adică

$$I\omega = \text{const.}$$

Aceasta este *legea conservării* momentului cinetic pentru un sistem de puncte, adică pentru un corp.

Dacă la un moment dat se modifică repartiția maselor din cuprinsul sistemului, adică se micșorează, de exemplu, depărtarea r de axă a unor mase, atunci momentul de inerție $I = \sum_i m_i r_i^2$ al sistemului întreg se micșorează. Dar, momentul cinetic al sistemului trebuie să rămână constant, în consecință, viteza unghiulară crește. Dacă,

dimpotrivă, modificarea repartiției maselor din sistem face ca depărtarea r a unor mase față de axă să crească, atunci momentul de inerție al sistemului întreg crește; momentul cinetic rămâind constant, urmează că viteza unghiulară descrește.

Pentru o mai bună înțelegere vom da un exemplu. Un om cu două greutăți în mîini se află pe un disc căruia î se poate imprima din afară o anumită viteză unghiulară. Omul împreună cu discul și cu greutățile formează un sistem de puncte materiale. Atât timp cât omul are mîinile și greutățile în lungul corpului, viteza unghiulară care i-a fost imprimată se menține constantă (se neglijeză frecările, fiind foarte mici). Dacă omul întinde brațele orizontal,

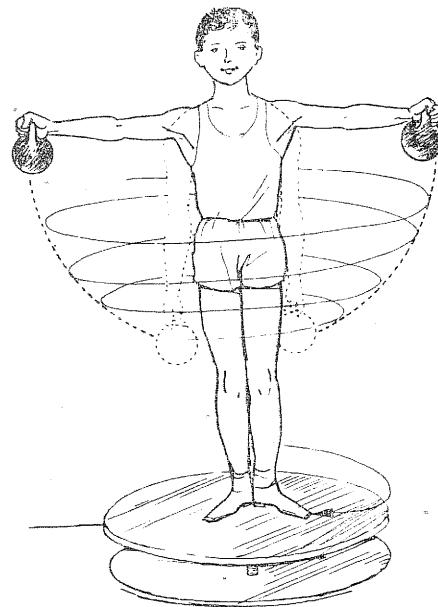


FIG. 18.

momentul de inerție al întregului sistem crește, deoarece greutățile ținute în mîini sunt acum la o depărtare r mai mare față de axul de rotație, decât atunci cînd brațele erau în lungul corpului (fig. 18). Momentul cinetic rămînind constant, înseamnă că viteza unghiulară se micșorează. Lăsînd mîinile să cadă în lungul corpului, momentul de inerție revine la valoarea inițială, iar discul împreună cu omul își accelerează rotația, ajungînd din nou la viteza unghiulară de la început.

În experiența descrisă, cînd rotim nasturele, depărtarea lui r față de axa de rotație este mare, deci momentul de inerție este mare. În consecință, viteza unghiulară este mică. Cînd depărtăm mîinile, depărtarea nastrelui față de axa de rotație se micșorează

și deci se micșorează și momentul de inerție. Conform legii conservării momentului cinetic, urmează că viteza unghiulară trebuie să crească. Creșterea vitezei unghiulare este foarte accentuată, deoarece din examinarea expresiei momentului de inerție se vede că variația acestuia este în funcție de pătratul distanței față de ax. Aceasta înseamnă că, dacă distanța față de ax se micșorează de 2 ori, de 3 ori, valoarea momentului de inerție se micșorează de 4 ori, de 9 ori. Produsul dintre momentul de inerție și viteza unghiulară trebuie să rămână constant, urmează că viteza unghiulară trebuie să crească de 4 ori, de 9 ori.

Rotația inelului

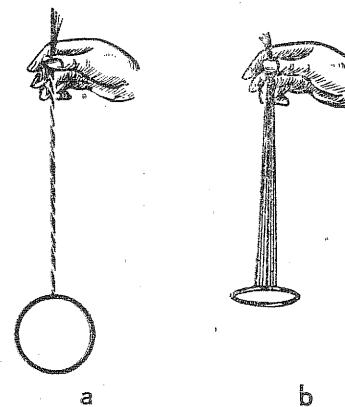


FIG. 19.

Procurăm un inel metalic sau confectionăm unul din sîrmă. La nevoie putem folosi o verighetă sau un inel de chei. Legăm inelul cu un fir de ață, iar după aceea răsucim cît mai mult firul între degete (fig. 19, a). Dind acum drumul firului ca să se dezrăsucescă, inelul este antrenat într-o mișcare de rotație. Ceea ce este curios însă, inelul nu se rotește păstrîndu-și poziția verticală, ci în timpul rotației își schimbă poziția verticală în orizontală (fig. 19, b).

EXPLICATIE

Că și în experiența precedentă se aplică aici principiul inerției în mișcarea de rotație, și anume: cînd legătura cu axa o permite, corporile în rotație se orientează astfel încît momentul de inerție să fie maxim.

În experiența descrisă, masele distribuite pe inel caută să ia poziția cea mai depărtată de axă, ca să capete momentul de inerție maxim. Deoarece momentul de inerție îndeplinește în rotație rolul masei, deducem că, o dată cu creșterea lui, corporile au proprietatea de a opune rezistență maximă la orice variație a vitezei unghiulare. Acesta nu este altceva decît principiul inerției aplicat la mișcarea de rotație.

Mișcări neobișnuite

Vom confectiona mai întii un dispozitiv de învîrtire. Pentru aceasta procurăm o sfoară de 1,8 m lungime pe care o îndoim de la mijloc, dublind-o. Legăm apoi capetele ei de obiectul pe care dorim să-l rotim. Înțind cu mîna de mijlocul sfârșii, corpul va rămîne suspendat. Răsucim apoi sfoara, învîrtind obiectul.

Cu ajutorul unui creion rotund, așezat între sfuri, acolo unde se termină răsucirea lor, provocăm rotirea rapidă a obiectului, prin deplasarea în jos a creionului (fig. 20). Cind s-a terminat cursa creionului începează pentru un moment și rotirea obiectului, sfoara s-a desfăcut. Îndepărțind creionul, obiectul începe din nou să se rotească, însă în sens invers, și provoacă astfel răsucirea sfârșii. Reluind operația cu creionul, repetăm rotirea obiectului și.a.m.d. Dispozitivul de învîrtire se numește dispozitiv „Sloanes“.

Putem îmbunătăți procedeul în felul următor: ne procurăm o șaiarbă de lemn cu diametrul de 15–20 cm și grosimea de aproximativ 2,5 cm, în care fixăm la distanțe egale trei urechi. În mijlocul șaibei formăm prin tăiere un orificiu în care introducem un dop. Legăm de urechi fire de ată și suspendăm șaiba la partea de jos a sfârșii de răsucit. Obiectele de rotit se suspendă printr-un fir fixat de dop (fig. 21).

Mijlocul sfârșii îl trecem pe după capătul unei scinduri fixate între tocul ușii și ușa întredeschisă (fig. 22). În acest fel, miinile experimentatorului sunt libere. Dacă dorim ca sensul de rotire să nu se schimbe prea des trecem sfoara de rotit, înainte de fixarea ei pe scindură, printr-un învîrtitor mobil de formă circulară, bine uns.

Impulsionăm șaiba de lemn pentru a se roti și o lăsăm să oscileze în acest timp ca un pendul. Ea va executa mișcări foarte curioase. De șaiba dispozitivului de învîrtire se pot suspenda diferite corpuși, și exemplu un inel. Acest dispozitiv de învîrtire ne permite să efectuăm o serie de experiențe interesante.

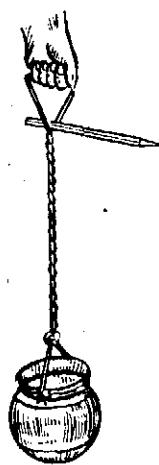


FIG. 20.



FIG. 21.

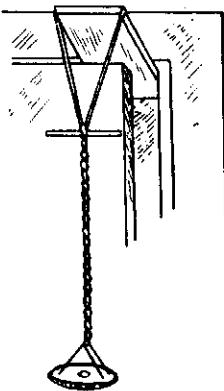


FIG. 22.

Experiențe interesante bazate pe învîrtire

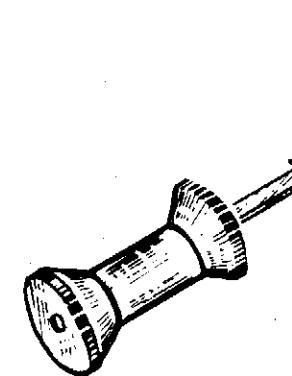


FIG. 23.

Îndoim un ac cu gămălie la capătul ascuțit, după ce a străbătut dopul din șaiarbă dispozitivului „Sloanes“. De cărligul format prin îndoirea acului legăm un fir de ată. De capătul liber al firului suspendăm capacul unei cutii de tablă, în marginea căreia s-a făcut o gaură, prin care este petrecut firul și innodat. Provocăm învîrtirea capacului suspendat. Vom observa că prin învîrtire capacul își schimbă poziția din verticală în orizontală. Dacă în timpul învîrtirii aruncăm o monedă pe capac, moneda va rămîne în repaus atât timp cât va dura învîrtirea.

Confectionăm din carton un disc cu diametrul de 25 cm și grosimea de aproximativ 3–4 mm. La mijlocul discului fixăm o ureche din sîrmă subțire. Vom suspenda acum discul de șaiarbă

dispozitivului de învîrtire „Sloanes“, prin intermediul unei sîrme groase de 1,5 mm și cu lungimea de 60 cm. Sîrma de suspensie va avea la capete cîte un inel prin care se realizează legătura cu cărligile, diametrul fiecărui inel va fi de 1 cm. Provocăm învîrtirea discului suspendat. Vom observa că, prin învîrtire, discul ia mai întîi o poziție oblică, iar imediat după aceea capătă poziția orizontală. Să fixăm acum sîrma într-un orificiu foarte apropiat de marginea discului. Provocăm și de astă dată învîrtirea discului suspendat. Vom observa că la începutul învîrtirii poziția discului este verticală, însă pe măsură ce crește viteza de învîrtire poziția discului tinde să devină oblică și apoi orizontală.

Să introducem un creion într-un mosor de ată. Înfigem o întărire la un capăt al creionului pentru ca să nu poată ieși mosorul. La celălalt capăt al creionului legăm un fir de ată și suspendăm prin el mosorul de șaiarbă dispozitivului de învîrtire „Sloanes“ (fig. 23). În timpul învîrtirii, întreg dispozitivul, mosor și creion, capătă o poziție orizontală.

Să astupăm cu un dop un pahar Berzelius. Vom trece prin dop o sîrmă pe care o îndoim la ambele capete sub formă de urechi. Înainte de a introduce dopul, vom umple pe jumătate paharul cu apă sau cu alice. Pentru a asigura o închidere etanșă a paharului vom picura de jur împrejurul dopului ceară roșie. Cu ajutorul unui fir rezistent legat de urechea exterioară a dopului suspendăm paharul de șaiarbă dispozitivului de învîrtire. Prin învîrtire, paharul va lua poziția orizontală.

Să fixăm două bile de aluminiu de dimensiuni diferite la capetele unei vergele de sticla. Marcăm centrul de greutate al sistemului. Legăm cu un fir rezistent vergeaua

de stică într-un loc diferit de centrul de greutate și prin intermediul lui suspendăm sistemul de șaiba dispozitivului de invirtire (fig. 24). Vom observa că în timpul invirtirii, sistemul se va rota în jurul centrului de greutate.

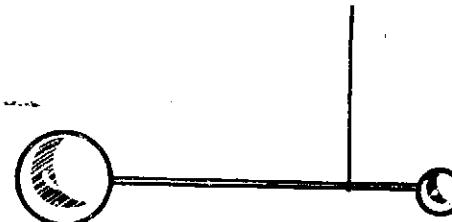


FIG. 24.

Suspendăm printr-un fir, de șaiba dispozitivului de invirtire, un inel de metal, iar de acesta o bilă metallică. În timpul invirtirii, inelul va lua la început o poziție verticală, iar apoi atât inelul cât și bila se vor rota în jurul centrului de greutate comun.

EXPLICATIE

Ca și în experiențele precedente, și în cazul de față masele distribuite pe corpurile aflate în rotație caută să ia poziția cea mai îndepărțată de axă, pentru a avea momentul de inerție maxim. Poziția intermedie, adică poziția oblică (inclinată) față de axa de rotație nu poate să se permanentizeze, deoarece forțele centrifuge egale crează un cuplu care aduce corpurile respective, aflate în mișcare de rotație, în poziția perpendiculară pe axă. În felul acesta, regiunile actionante de cuplu se îndepărtează de axă și momentul de inerție crește, devenind maxim.

Experiențe cu sfirleaza

Confectionăm la strung o sfirleazăă și căruia ax se termină cu vîrfuri, iar discul este mare și greu. Axa sfirleazei va trebui să se sprijine pe două suporturi-surub fixate diametral opus pe o șină circulară. Fiecare din suruburi va avea capătul interior, adică acela în care se sprijină axul sfirleazei, prevăzut cu o adâncitură. Capătul exterior pentru unul din suruburi este constituit dintr-o sferă prevăzută cu un șanț, iar celălalt surub dintr-o sferă prevăzută cu o adâncitură. Pentru a pune sfirleaza în stare de rotație, se va folosi o ată rezistentă, însă nu prea groasă, de aproximativ 60 cm lungime.

a) Așezăm sfirleaza pe o masă, după ce am pus-o în stare de rotație; ea va fi sprijinită prin sferă prevăzută cu adâncitură. Apăsind cu un creion asupra sprijinului, vom observa că sfirleaza se deplasează de la un punct la altul, însă axul ei va rămine mereu paralel cu el însuși.

b) Să înfigem în dopul unei sticle un ac de cusut astfel încât vîrful acului să fie în afară. Pe vîrful acului se va așeza sfirleaza în stare de rotație, ea va fi sprijinită prin sferă prevăzută cu adâncitură. Vom observa că axul sfirleazei va avea o poziție puțin oblică. De asemenea vom observa că, în timp ce capătul axului corespunzător sprijinului își păstrează locul, celălalt capăt al axului descrie un cerc în timpul

rotirii sfirleazei, fără ca sfirleaza să cadă de pe ac.

c) Să legăm o ată subțire cercuită de clanță ușii. Celălalt capăt al atei îl ținem în mână. Așezăm sfirleaza, în stare de rotație, pe ată, sprijinind-o prin sferă prevăzută cu șanț (fig. 25, a). Vom observa că sfirleaza rămîne fixă pe axă. Dacă vom ridica sau coborî capătul atei ținut în mână, vom observa că sfirleaza se deplasează pe ată într-un sens sau altul. Dacă sfirleaza este destul de

greu și viteza de rotație este mare, vom putea, lăsând o ată de cîțiva metri, să plimbăm sfirleaza prin toată camera.

d) Fixăm sfirleaza, în stare de rotație, în poziție oblică, într-o carcăsă (cutie) de formă cubică. Sprijinind carcăsa în vîrful degetului sau pe fundul unui pahar răsturnat, prin colțul corespunzător axului, vom observa că sistemul carcăsă-sfirleazăă stă în echilibru (fig. 25, b).

e) Legăm sfirleaza de unul din suruburi cu o ată subțire. Atât timp cât sfirleaza este în repaus, ea va rămîne suspendată în poziție verticală și nemișcată. Dacă vom pune sfirleaza în stare de rotație, axul sfirleazei va urmări poziția discului, putind avea orice poziție (fig. 25, c).

EXPLICATIE

Corpurile rigide în mișcare de rotație au proprietatea de a-și păstra direcția axei de rotație și, de asemenea, caracterul forțelor care acționează din partea axei corpului pe punctele de sprijin, în urma unor acțiuni exterioare. Această proprietate este folosită pentru diferite scopuri tehnice. Corpurile simetrice, masive, folosite în

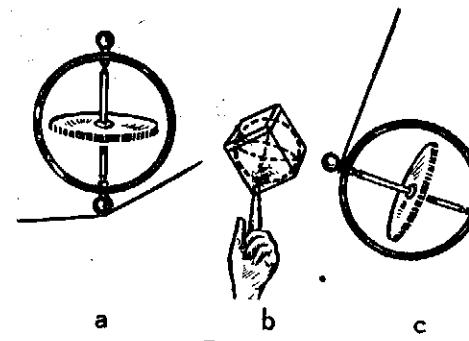


FIG. 25.

tehnică, care se rotesc cu o viteză unghiulară mare părță denu-mirea de sfîrleze sau de giroscopă.

Bazat pe această proprietate pe care o are sfîrleaza, de a-și păstra direcția axei de rotație, ne explicăm de ce cînd apăsăm cu un creion asupra sprijinului, sfîrleaza se deplasează, dar axul ei rămîne paralel cu el însuși.

Menținerea invariabilă a orientării axei are loc dacă axa este verticală; cînd axa este înclinată, sfîrleaza capătă o mișcare de rotație lentă, descriind o suprafață conică cu vîrful în jos; se spune în acest caz că sfîrleaza a căpătat o mișcare de precesie.

În cazul experienței descrise, cînd sfîrleaza se sprijină prin sferă prevăzută cu adâncitură, în vîrful acului, adâncitura împiedică alunecările laterale, iar axa de rotație are o poziție înclinată. Sistemul se află atunci sub acțiunea a două impulsuri de rotație suprapuse: unul din ele este impulsul inițial, orientat în lungul axei discului; celălalt provine din faptul că greutatea proprie încearcă să-l răstoarne, rotindu-l într-un plan vertical.

Rezultanta acestor impulsuri este un impuls care-și schimbă mereu orientarea și obligă axa giroscopului să descrie o mișcare de precesie, după o pînză de con cu vîrful în jos.

Cînd axa este verticală, momentul de răsturnare este practic nul, precesia nu mai apare atunci și axa se menține verticală, cîtă vreme frecările nu au ajuns încă să frîneze rotația.

O ușoară atingere a axei, în scopul de a o înclina, face să apară precesia, dar se simte atunci cum sistemul dezvoltă o forță de reacție care se opune înclinării. Cînd capătul de jos poate să lunece liber pe o suprafață lucio sau cum este în cazul experienței descrise, sfîrleaza în stare de rotoare poate să lunece pe ață, sistemul se deplasează lateral și axa rămîne mai departe verticală. În cazul experienței descrise, tendința de înclinare a axei provine din faptul că ridicăm sau coborîm ața.

Dacă un giroscop este construit astfel încît vîrful axei să se găsească în centrul de greutate, acțiunea de răsturnare a unei forțe dispare și sistemul stă în echilibru indiferent, sub orice orientare. Acest efect stabilizator al rotației ne explică de ce, sprijinind carcasa pe vîrful degetului sau pe fundul unui pahar, prin colțul corespunzător al axei, sistemul stă în echilibru. Tot datorită acestui efect, sfîrleaza, urmărind poziția discului, poate avea orice poziție.

MAȘINI SIMPLE

Unul contra patru învinge

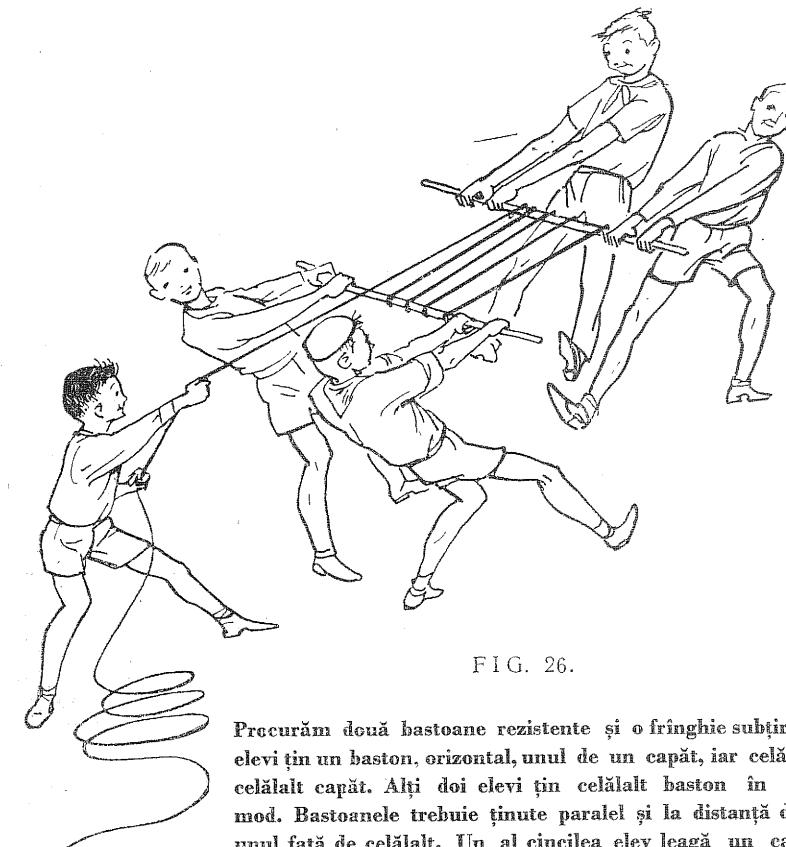


FIG. 26.

Precurăm două bastoane rezistente și o frînghe subțire. Doi elevi țin un baston, orizontal, unul de un capăt, iar celălalt de celălalt capăt. Alți doi elevi țin celălalt baston în același mod. Bastoanele trebuie ținute paralele și la distanță de 1 m unul față de celălalt. Un al cincilea elev leagă un capăt al

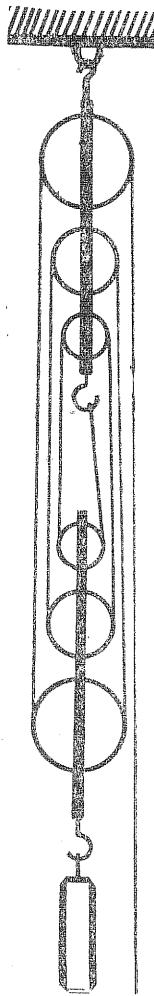


FIG. 27.

În cazul celor două bastoane, unul din ele joacă rolul de muflă cu scripte și fice, iar celălalt, de muflă cu scripte mobili. Frânghea înfășurată în spirală în jurul ambelor bastoane constituie cablul petrecut pe după scripte și celor două muflă ale palanului. Dacă am înfășurat, de exemplu, de patru ori frânghea în jurul bastoanelor, înseamnă că am realizat opt părți de frângie care sustin bastonul ce joacă rolul de muflă cu scripte mobili. Forța rezistentă o constituie forța cu care trag doi elevi într-un sens, iar celalți doi în sens opus. Această forță rezistentă se repartizează în mod egal pe cele opt părți de frângie. În consecință, forța activă dezvoltată de cel de-al cincilea elev este

$$F = \frac{R}{8}.$$

frânghei la extremitatea unuia din bastoane și înfășoară cu această frângie ambele bastoane de 4–5 ori (în spirală), fără a încrucișa frânghia (fig. 26). Oricit s-ar strădui cei patru elevi să mențină bastoanele depărtate între ele, ei nu vor izbuti, deoarece cel de-al cincilea, trăgind singur de capătul liber al frânghei, va apropia bastoanele.

EXPLICATIE

Sistemul realizat prin înfășurarea bastoanelor se asemănă cu sistemul de scripte fice și mobili numit *palan* (fig. 27). Numărul scriptelor fice este egal cu al scriptelor mobili. Pentru a determina valoarea forței active la un palan la care muflă de jos și cu cea de sus conțin cîte trei scripte, se observă că forța rezistentă *R* este repartizată în mod egal pe cele șase părți de cablu care susțin cei trei scripte mobili. Aceasta înseamnă că la palan, toate părțile cablului sunt întinse de aceeași forță, în cazul de față de forță

$$F = \frac{R}{6}.$$

În general, pentru *n* scripte fice și mobili, asociati în palan, forța activă este

$$F = \frac{R}{n}.$$

În cazul celor două bastoane, unul din ele joacă rolul de muflă cu scripte fice, iar celălalt, de muflă cu scripte mobili. Frânghea înfășurată în spirală în jurul ambelor bastoane constituie cablul petrecut pe după scripte și celor două muflă ale palanului. Dacă am înfășurat, de exemplu, de patru ori frânghea în jurul bastoanelor, înseamnă că am realizat opt părți de frângie care sustin bastonul ce joacă rolul de muflă cu scripte mobili. Forța rezistentă o constituie forța cu care trag doi elevi într-un sens, iar celalți doi în sens opus. Această forță rezistentă se repartizează în mod egal pe cele opt părți de frângie.

Deci, cu o forță de opt ori mai mică decît forța celor patru elevi, cel de-al cincilea elev poate echilibra acțiunea celorlați. Pentru a învinge acțiunea lor trebuie ca el să dezvolte o forță cu ceva mai mare decît o optimă din valoarea forței intrunite a acestora.

Pana întoarsă

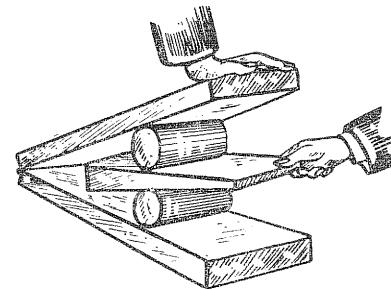


FIG. 28.

Procurăm două scindurile dreptunghiulare pe care le articulăm după laturile mici cu ajutorul unei fișii de piele hătătă în tinte pe marginile scindurilor respective. Ne confectionăm o pană din lemn cu fețele netede. Ne mai procurăm doi cilindri, care pot fi două role sau chiar două creioane. Asamblăm aceste piese după cum se vede în figura 28, adică introducem în deschizătura dintre cele două scinduri eci doi cilindri, iar între cilindri introducem pană, astfel încît partea ascuțită a acesteia să fie scindurile. Pana va trebui să fie introdusă între scindurile atât, încît unghiuul dintre scindurile să fie mai mic decît unghiu penei. Să apucăm cu o mînă de partea subțire a penei, pentru a o susține, iar cu cealaltă mînă vom apăsa pe scindurica de sus. Vom observa că pană se mișcă spre partea din afară.

EXPLICATIE

Forța de apăsare exercitată asupra scindurii se transmite prin intermediu cilindrilor asupra fețelor laterale ale penei. Aceste forțe se compun dînd o rezultantă care acționează pe direcția axului penei și în sensul părții subțiri a acesteia.

II. MECANICA LICHIDELOR ŞI A GAZELOR

TRANSMITEREA PRESIUNILOR

La același nivel

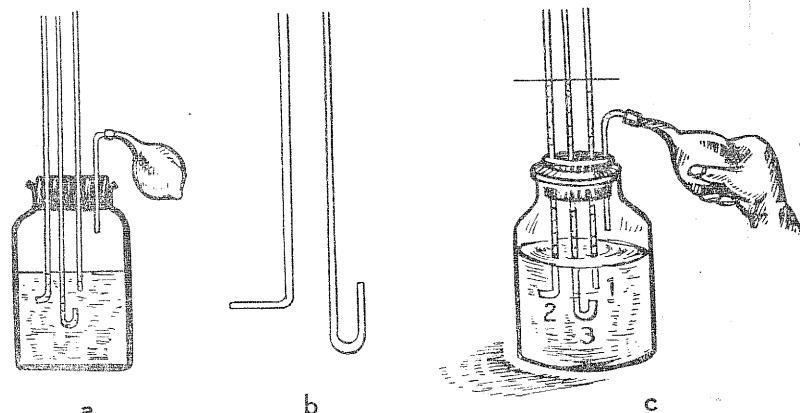


FIG. 29.

Luăm un borcan de sticlă în care turnăm apă pînă la $\frac{3}{4}$ din înălțimea lui. Vom astupa apoi borcanul cu un dop de plută prin care să străbată patru tuburi de sticlă (fig. 29, a). Trei dintre aceste tuburi, avînd același diametru, sunt introduse cu un capăt în apă, iar celelalte capete ies afară din borcan. Cel de al patrulea tub este introdus cu un capăt în spațiul liber din borcan, iar de celălalt capăt, careiese din borcan, vom lega o pară de cauciuc. Două dintre capetele tuburilor eare se află în apă trebuie să fie îndoite, după cum se arată în figura 29, b. Dacă vom apăsa pe para de cauciuc, vom observa că în cele trei tuburi apa se ridică mai sus de nivelul apei din borcan, însă la același nivel (fig. 29, c).

EXPLICATIE

Aerul comprimat apasă suprafaței apei din borcan. Apa transmite această apăsare în tuburi. Unul dintre tuburi (1) este drept, al doilea (2) este îndoit lateral în unghi drept, iar al treilea (3) este îndoit în formă de U. Înseamnă deci că presiunea a fost transmisă de apă în toate direcțiile: de jos în sus (1), lateral (2) și de sus în jos (3). Deoarece coloana de apă în tuburi are aceeași înălțime față de nivelul apei din borcan, înseamnă că presiunea transmisă este aceeași.

Prin urmare, presiunea exercitată asupra unui lichid se transmite în toate direcțiile uniform (legea lui Pascal).

Prin experiența descrisă s-a demonstrat deci legea lui Pascal.

Morișcă hidraulică

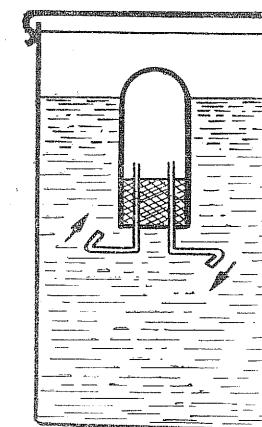


FIG. 30.

Procurăm o eprubetă mai largă, cu pereti groși și un dop de plută care să astupe cît mai bine gura eprubetei. Cu ajutorul unui perforator sau cu un cui înroșit executăm două canale în lungul dopului. Prin aceste canale introducem două tuburi de sticlă. Portiunile din tuburi ce vor ieși afară din eprubetă, cînd vom pune dopul, le îndoim la flacără în unghi drept; capetele acestor tuburi le îndoim după cum se vede în figura 30. Pentru ca aceste capete să aibă o deschidere cît mai mică, le astupăm cu ceară, iar apoi cu un ac subțire găurim aceste dopuri de ceară. Introducem în eprubetă atîta apă încît, montîndu-i dopul cu cele două tuburi de sticlă care îl străbat, să plutească într-un cilindru cu apă, astfel ca fundul eprubetei să fie aproape tangent la suprafața apei din cilindru. Prin răsucire, facem ca portiunile din tuburi îndoite a două oară și prevăzute cu deschideri mici să fie îndreptate în sens opus. Pentru ca să asigurăm etanșitatea dopului, picurăm cu ceară roșie locurile pe unde patrund tuburile în dop, precum și marginile dopului aflate în atingere cu pereti eprubetei.

Introduceam acum dispozitivul astfel construit într-un cilindru de sticlă în care am pus apă pînă la două treimi din înălțimea lui. Gura cilindrului o acoperim cu o membrană bine întinsă, legînd-o cu o sfoară.

Apăsînd cu palma pe membrană, eprubeta se duce spre fundul cilindrului. Slăbind apăsarea pe membrană, eprubeta se ridică, rotindu-se în jurul ei.

EXPLICATIE

Prin apăsarea membranei se exercită o presiune asupra apei din cilindru; această presiune se transmite prin masa de apă, conform legii lui Pascal, în toate direcțiile cu aceeași intensitate. Datorită acestei presiuni, o cantitate de apă pătrunde în eprubetă, peste aceea introdusă inițial. Slăbind apăsarea asupra membranei, această cantitate de apă ieșe din eprubetă tîșnind în sensuri opuse prin deschiderile mici ale capetelor celor două tuburi îndoite. În acest timp, eprubeta se urcă și se rotește în jurul axului ei longitudinal. Urcarea se explică prin faptul că eprubeta devine mai ușoară, datorită apei care ieșe din ea, iar rotirea se explică prin faptul că asupra celor doi pereti ai tuburilor îndoite se exercită, conform legii a treia a lui Newton, două forțe paralele, egale și de sens contrar, formînd un cuplu. Rotirea se face în sens opus tîșnirii jeturilor de apă. Experiența se poate repeta ori de câte ori dorim.

PRESIUNEA LICHIDELOR

*Cum putem păstra apă
într-o sticlă de lampă*

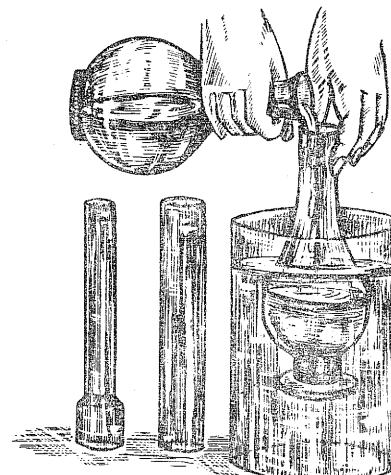


FIG. 31.

Luăm un borcan cu apă și o sticlă de lampă. Tăiem un disc din carton care să poată acoperi sticla de lampă la baza ei (diametrul discului va fi mai mare decît al deschiderii sticlei).

Cufundăm sticla în apă din borcan avînd grijă ca la introducerea ei în apă să ținem cu un deget discul de carton care acoperă baza sticlei. După aceea îndepărtem degetul și putem să cufundăm mai adînc sticla în apă, discul nu va cădea și nu va pătrunde nici apă în interiorul sticlei.

Turnăm cu încetul apă în sticla de lampă (fig. 31). Discul va rămîne mai departe lipit de baza sticlei. Cind însă nivelul apei din stică va fi aproape egal cu acela al apei din borcan, el se va desprinde și va cădea.

EXPLICATIE

În masa oricărui lichid se exercită presiuni de sus în jos, de jos în sus și lateral. Aceste presiuni se exercită normal pe orice suprafață considerată undeva în masa lichidului. Valoarea presiunii este

proporțională cu greutatea coloanei de lichid, a cărei înălțime este distanța de la această suprafață pînă la nivelul lichidului din vas. În cazul experienței descrise, asupra discului se exercită o presiune de jos în sus, care susține discul. Turnînd apă în stică, asupra discului se exercită o presiune de sus în jos. Discul cade în momentul în care coloana de lichid din interiorul sticlei a ajuns la nivelul apei din vas, deoarece în acest moment se egalează presiunea de jos în sus cu cea de sus în jos și discul cade datorită greutății sale. În porii cartonului din care este confectionat discul a intrat apă, greutatea lui crește și deci se scufundă.

LEGEA LUI ARHIMEDE. APLICAȚII

Să verificăm legea lui Arhimede

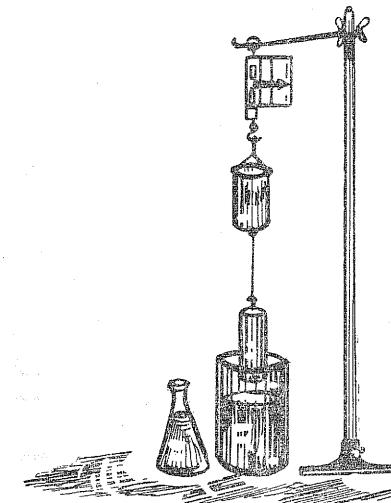


FIG. 32.

Indicator care se poate deplasa pe marginea lui ca o clema. Un vas cu apă de capacitate mai mare se aşază sub cei doi cilindri. Se coboară sistemul dinamometru-cilindri, astfel încît cilindrul plin să intre complet în apa din vas. Indicatorul dinamometrului va arăta o greutate mai mică. Turnăm apă în cilindrul gol de sus pînă se umple. Indicatorul dinamometrului va reveni la poziția initială.

EXPLICATIE

Prin introducerea cilindrului plin în apa din vas, acesta dezlocuiește o cantitate de apă egală cu volumul lui. Indicatorul dinamometrului arată o greutate mai mică, deoarece asupra cilindrului plin se exercită o apăsare de jos în sus. Indicatorul dinamometrului revine la poziția inițială cind umplem cu apă cilindrul gol, deoarece greutatea apei introduse egalează apăsarea de jos în sus exercitată asupra cilindrului plin aflat în apă. Concluzia care rezultă din această experiență este tocmai legea lui Arhimede aplicată la lichide (experiența se poate executa și cu alte lichide) : un corp cufundat într-un lichid este apăsat de jos în sus cu o forță egală cu greutatea lichidului dezlocuit de corp.

O altă experiență

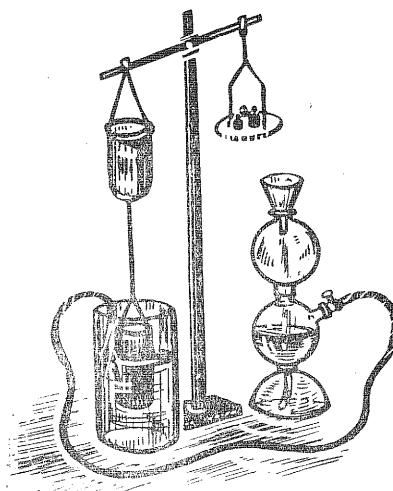


FIG. 33.

tabilește echilibrul balanței. Prezența bioxidului de carbon o putem controla cu ajutorul unei luminări aprinse; aceasta se stinge.

* Bioxidul de carbon îl putem obține și răsturnînd un sifon cu apă gazoasă, apăsând apoi pe pîrghia de funcționare.

EXPLICATIE

Ca și în cazul precedent avem de-a face aici cu legea lui Arhimede aplicată însă la gaze: un corp cufundat într-un gaz este împins de jos în sus cu o forță egală cu greutatea gazului dezlocuit de corp.

De ce s-a dezechilibrat balanța?

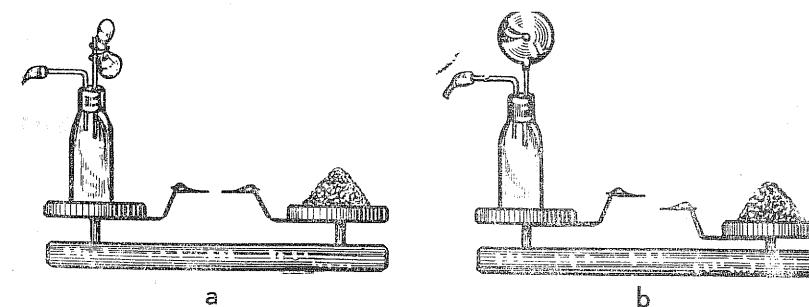


FIG. 34.

Dacă avem o balanță obișnuită cu talere, putem efectua o experiență interesantă. Pentru aceasta ne mai trebuie o sticlă — cum sunt cele pentru lapte, un balon de cauciuc — din acele pentru copii și două tuburi mici de sticlă: unul drept, iar celălalt îndoit. Astupăm sticla cu un dop de plută prin care treccem cele două tuburi de sticlă. De capătul exterior al tubului îndoit legăm un mic tub de cauciuc. Capătul tubului drept careiese afară din sticla îl introducem în gâtul balonului de cauciuc, apoi cu o sfosoră legăm strîns membrana haloului de tub, astfel încît să nu poată intra aer în balon. Prin intermediul tubului îndoit suflăm aer în sticla, comprimîndu-l cît mai mult. Legăm apoi cu atâta tubul de cauciuc. Așezăm acum sticla pe unul din talerele balanței pe care o echilibrăm printr-o tară oarecare alice, nisip etc. (fig. 34, a).

După ce-am realizat echilibrul balanței,dezlegăm gâtul balonului, fără a înlătura însă sfosora. Vom constata că balonul s-a umflat, dar totodată s-a stricat și echilibrul balanței — talerul care conține tara se înclină (fig. 34, b).

EXPLICATIE

Aerul comprimat în stică pătrunde în balon după ce acesta a fost dezlegat de tub. Astfel se explică umflarea balonului.

Legea lui Arhimede aplicată la gaze arată că un corp situat într-un gaz este împins de jos în sus de o forță egală cu greutatea gazului dezlocuit de corp.

În prima fază a experienței, aerul se găsea comprimat în stică, iar balonul neumflat dezlocuia atât aer cît era volumul ocupat de el. Forța de apăsare de jos în sus asupra balonului neumflat era egală cu greutatea aerului dezlocuit de balonul aflat în această formă.

În a doua fază a experienței o parte din aerul aflat în stică pătrunde în balon umflându-l. În această stare, volumul balonului a crescut, deci și forța de apăsare de jos în sus asupra balonului a crescut, deoarece balonul dezlocuește acum mai mult aer, și anume atât cît este volumul lui.

În concluzie putem spune că, deși corpurile au rămas aceleași pe ambele talere, totuși, talerul conținând sticla și balonul cintăresc mai puțin, deoarece forța de susținere a balonului este mai mare în faza a doua a experienței decât în prima fază.

Această experiență ne demonstrează legea lui Arhimede aplicată la gaze.

Măsurarea greutății și a greutății specifice cu rigla

Alegem, de exemplu, o bucată de lemn de formă paralelipipedică căreia vom să-i determinăm greutatea și greutatea specifică. Îi măsurăm dimensiunile cu rigla. Așezăm apoi această bucată de lemn într-un vas cu apă; va pluti, cu o anumită porțiune cufundată în apă (fig. 35). Scoatem apoi bucată de lemn din apă și măsurăm înălțimea h a părții ude. Facem produsul dintre lungimea și lățimea bucătii de lemn și aflăm baza ei. Înmulțim suprafața bazei cu înălțimea h și aflăm volumul părții cufundate în apă și totodată volumul apei dezlocuite. Cunoscind volumul apei dezlocuite și greutatea specifică a apei aflăm greutatea apei dezlocuite. Greutatea specifică a apei fiind 1, rezultă că numărul care exprimă volumul în centimetri cubi este și numărul care exprimă greutatea apei dezlocuite în grame. Greutatea apei dezlocuite este totodată și greutatea bucătii de lemn.

Pentru a afla greutatea specifică a lemnului împărțim greutatea bucătii de lemn la volumul respectiv.

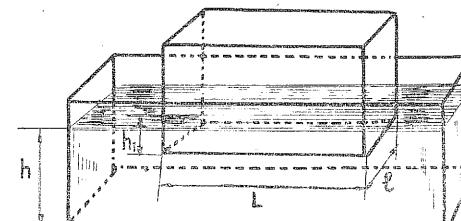


FIG. 35.

Dacă dorim acum să determinăm și greutatea specifică a unui lichid oarecare, petrol, ulei etc., vom reține, ca fiind determinată greutatea G a bucătii de lemn. Așteptăm ca lemnul să se usuce, după ce l-am sters cu o cărpă.

Înlocuim apă din vas cu lichidul a cărui greutate specifică dorim să-o aflăm. Așezăm

apoi bucată de lemn în acest lichid; ea va pluti, de asemenea, afundându-se de data aceasta cu o porțiune diferită față de cazul precedent. La fel procedăm și acum, adică scoatem bucată de lemn din lichid și măsurăm înălțimea h_1 până la care s-a cufundat. Cu datele pe care le avem putem afla volumul V al lichidului dezlocuit. Greutatea lichidului dezlocuit G_1 este dată de produsul dintre volumul lichidului dezlocuit și greutatea lui specifică γ , adică

$$G_1 = V\gamma.$$

Dar, greutatea lichidului dezlocuit este egală și cu greutatea G a bucătii de lemn, adică

$$G_1 = G.$$

Din aceste două egalități rezultă

$$G = V\gamma$$

de unde :

$$\gamma = \frac{G}{V}.$$

EXPLICATIE

Acstea determinări au fost posibile, deoarece ele au la bază legea lui Arhimede. Plutirea corpurilor la suprafața apei este o aplicație a acestei legi. Corpul se cufundă atât cît este necesar ca greutatea lichidului dezlocuit să egaleze greutatea corpului.

Pe baza acestor considerente s-a putut deci egala greutatea apei dezlocuite de bucată de lemn cu greutatea bucătii de lemn.

Pe aceleași considerente s-a putut egala greutatea unui lichid oarecare dezlocuit de bucată de lemn cu greutatea bucătii de lemn. Datele obținute pe calea măsurătorii cu rigla și considerentele scoase din legea lui Arhimede ne-au permis deci să facem determinările respective.

PLUTIREA CORPURILOR

*Parafina stă la fundul apei,
dar și plutește*

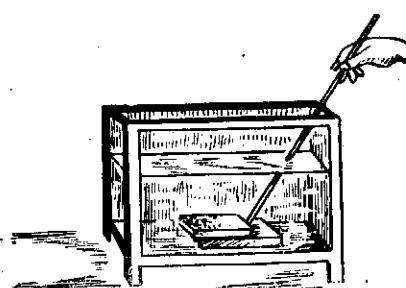


FIG. 36.

Confectionăm apoi o a doua placă din parafină. Pentru aceasta construim mai întâi o formă din placaj sau carton de dimensiuni $80 \times 50 \times 20$ mm. Pereții interiori a acestei forme se ung cu ulei, iar apoi se umple forma cu parafină topită. După răcirea parafinei, deci după solidificarea ei, se poate scoate din formă placă de parafină care să se formată. Suprafața inferioară a acestei plăci trebuie să fie perfect plană, ea trebuie să adere la suprafața superioară a primei plăci, adică la suprafața găurii de pe placă de lemn.

Procurăm un acvariu (cuvă) și plasăm pe fundul acestuia placă grea, iar deasupra acesteia, pe față slefuită sau formată din geam, așezăm placă de parafină cu față plană în jos. Fețele plăcilor trebuie să adere bine, astfel încât apa să nu pătrundă între ele.

Procurăm o placă grea de sticlă groasă sau de marmură cu o suprafață slefuită de dimensiuni 100×60 mm. Dacă nu putem găsi astfel de plăci, atunci ne confectionăm o placă din lemn, iar pe față inferioară a acesteia fixăm o placă de fier, astfel încit ea să se poate scufunda în apă. La suprafața superioară a plăcii, cu ajutorul unei paste de lipit se fixează o bucată de geam de dimensiunile plăcii. Lemnul și fierul se acoperă cu vopsea de ulei.

Apăsând cu ajutorul unui bețișor placă de parafină, turnăm apă în cuvă pînă la două treimi din înălțimea sa. După aceasta îndepărtem bețișorul. Placa de parafină nu se va ridica, deși greutatea ei specifică este mai mică decît a apei.

Observăm că apa apasă asupra plăcii de parafină numai de sus în jos și lateral, dar nu și de jos în sus, deoarece fața de jos nu este în contact cu apa. Deplasăm apoi cu ajutorul bețișorului placă de parafină (fig. 36). La un moment dat, placă de parafină se va dezlipi de placă grea și se va ridica la suprafața apei.

EXPLICĂȚIE

Legea lui Arhimede și consecințele ei stau la baza desfășurării acestui fenomen. Cind un corp se află într-un lichid, asupra lui se exercită de jos în sus forță arhimedică, care este egală cu greutatea lichidului dezlocuit de corp. Dacă această forță este mai mare decît greutatea corpului, atunci corpul se va ridica la suprafața lichidului și va ieși din lichid atât cît va fi necesar pentru egalarea forței arhimedice cu greutatea corpului, în acest caz corpul plutește la suprafața lichidului.

În experiența descrisă, atât timp cît placă de parafină formează corp comun cu placă pe care este așezată, fiind lipită de aceasta prin față ei inferioară, forța arhimedică nu poate acționa asupra ei (fața inferioară a plăcii de parafină nu este în contact cu apa). În consecință, placă de parafină rămîne cufundată în apă.

Prin deplasarea plăcii de parafină treptat, treptat, se mărește porțiunea din față inferioară a acestei plăci care vine în contact cu apa. Putem deci spune că treptat, treptat, forța arhimedică crește. În momentul cind placă de parafină va fi deplasată destul de mult față de placă pe care este așezată și forța arhimedică va ajunge la o valoare superioară greutății plăcii de parafină, această placă se va ridica la suprafața apei și va ieși din apă atât cît este necesar pentru egalarea celor două forțe: forța arhimedică și greutatea plăcii.

Submarin de cameră

Dintr-o sticluță mică de tuș, în jurul căreia se modelează din ceară o formă de submarin, putem confectiona un submarin asemănător ca infățișare cu cel real. Lingă gâtul sticlei, care trebuie să fie întors în jos, se introduc în ceară, de ambele



FIG. 37.

părți, niște greutăți de plumb (fig. 37). Aceste greutăți sunt astfel alese încit vasul să plutească mereu în aceeași poziție, adică cu gura sticluței în jos și la cea mai mică izbitură să se poată cufunda în apă.

Luăm un borcan înalt de sticlă, punem apă în el pînă aproape de gură și introducem „submarinul“ care va pluti la suprafața apei, fiind cu foarte puțin mai ușor decît greutatea apei pe care o dezlocuiește. Este de ajuns să se mărească puțin greutatea lui și el se va lăsa la fund imediat.

Legăm apoi bine gura borcanului cu o membrană subțire de cauciuc. Dacă vom apăsa cu degetul pe membrana de cauciuc, „submarinul“ se va lăsa încet la fund. Îndată ce se ia degetul, „submarinul“ ieșe la suprafață. Operația se poate repeta ori de câte ori dorim.

EXPLICATIE

Conform legii lui Arhimede, un corp plutește la suprafața apei cînd greutatea lui este mai mică decît greutatea lichidului dezlocuit. Pe măsură ce corpul ieșe din lichid, volumul lichidului dezlocuit scade, forța arhimedică se micșorează pînă cînd la un moment dat ea devine egală cu greutatea corpului. În acest moment se realizează condiția de plutire a corpurilor parțial cufundate : greutatea corpului este egală cu greutatea lichidului dezlocuit de către partea corpului aflată sub suprafața liberă a lichidului. Cînd greutatea corpului este mai mare decît greutatea lichidului dezlocuit, corpul se duce la fundul lichidului.

În cazul experienței descrise, prin apăsarea membranei, presiunea aerului asupra apei din borcan crește, apa va intra parțial în sticla și va mări astfel greutatea vasului, comprimînd aerul închis înăuntru și „submarinul“ se scufundă.

Cînd se ia degetul, presiunea aerului asupra apei din borcan se micșorează, apa intrată în sticluță se retrage, „submarinul“ devine mai ușor decît greutatea lichidului dezlocuit și se ridică la suprafață.

Cufundătorul automat

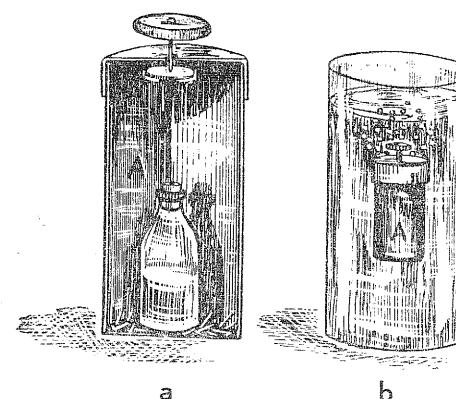


FIG. 38.

Luăm o cutie mică cilindrică de carton. Practicăm un număr mare de găurile pe fundul cutiei, iar în capacul ei un orificiu circular, plasat în centru. La acest orificiu vom adapta o supapă dublă, confecționată dintr-o rondelă ceva mai groasă, tăiată dintr-un dop de plută, spre partea exterioară a cutiei, și o rondelă mai mică și mai subțire, tăiată din carton, spre partea interioară. Aceste două rondele le unim printr-o tija de lemn (fig. 38, a).

Între cele două rondele trebuie să existe un spațiu de grosimea degetului. Pe fundul cutiei punem un număr de cuișoare de fier, drept leșt. În interiorul cutiei așezăm o sticluță conținînd un amestec de praf fin de bicarbonat de sodiu și sare de lămâie. Astupăm sticluță cu un dop perforat de un orificiu larg. Punem capacul la cutie după ce am adaptat supapele.

Întroducem cutia într-un borcan cu apă. Vom observa că imediat ea se scufundă. După puțin timp însă, ea urcă la suprafață (fig. 38, b), pentru ca apoi să se scufunde din nou și apoi iarăși să uree și tot așa de câteva zeci de ori.

EXPLICATIE

La început, cutia se scufundă, deoarece apa pătrunde prin găurile practicate pe fundul ei. Apa intrată în cutie va pătrunde apoi și în sticluță, deoarece dopul prezintă un orificiu.

Apă ajungînd la amestecul de bicarbonat și sare de lămâie, se produce o reacție chimică din care rezultă o mare cantitate de bioxid de carbon, acest gaz ieșe prin orificiul dopului și evacuează apa din cutie. Cutia se urcă, fiind acum usoară. Presiunea gazului acționează asupra rondelei de carton, iar aceasta prin tija de legătură asupra rondelei de plută și provoacă ridicarea acesteia. De îndată ce capacul cutiei ajunge la suprafața apei din borcan, rondela de plută nemaifiind susținută de apă, coboară, datorită greutății

sale. Rondela de carton impinsă prin tija supapei părăsește orificiul capacului și gazul scapă afară. Iată deci dispozitivul în aceeași situație ca la început. Apa intră din nou în cutie, aceasta se scufundă și fenomenul se repetă.

O nivelă de apă originală



FIG. 39.

Nivelele cu bulă de aer sunt instrumente costisitoare și delicate; mai mult, pentru a să te servești de ele trebuie formată o anumită deprimare, deoarece nu indică nivelul decât pentru o singură direcție. Nivela a cărei descriere urmează este ușor de realizat de oricine și ușor de folosit, deoarece ea indică nivelul în toate sensurile.

Pentru confectionarea acestei nivale ne trebuie o sticlă și o rondelă tăiată dintr-un

dop de plută. Străpungeam rondela în centrul ei cu un ac cu gămălie și legăm de gămălia acestui ac un fir de ată. Introducem rondela în sticla și fixăm, cu puțină ceară, extremitatea liberă a firului de fundul sticlei (în centru). Turnăm apoi apă în sticla pînă ce rondela plutește, firul fiind bine întins. Virful acului care a străpuns rondela va ieși din lichid și cînd apa va fi în repaus, adică se va linisti, el va lua o poziție fixă. Astupăm acum sticla cu un dop străpuns de o tijă rigidă (de exemplu, un ac lung) și reglăm inclinarea acestui dop astfel încît, dacă sticla este asezată pe o suprafață orizontală, virful acului rondelci plutitoare și acela al tijei să fie exact unul în fața celuilalt (fig. 39).

Nivelul fiind astfel reglat, vom fixa, cu ceară roșie, dopul, în gîtușul sticlei, pentru a împiedica deplasarea tijei.

EXPLICATIE

Nivelul apei dintr-un vas este întotdeauna orizontal. Un corp care plutește este supus acțiunii a două forțe: forță arhimedică și greutatea corpului; prima acționând de jos în sus, a doua de sus în jos.

Pe măsură ce corpul ieșe din lichid, volumul lichidului dezlocuit scade, forța arhimedică se micșorează, pînă cînd, la un moment dat, ea devine egală cu greutatea corpului. În acest moment se realizează condiția de plutire a corporilor parțial cufundate în lichide. Direcția după care acționează cele două forțe este direcția verticală; forța arhimedică în centrul de presiune (centrul de greutate al lichidului dezlocuit), iar greutatea în centrul de greutate al corpului.

În cazul confeționării dispozitivului „nivela de apă“, rondela plutitoare este fixată de fundul sticlei, în centru, pentru ca, atunci cînd sticla este asezată pe o suprafață orizontală, direcția verticală după care acționează cele două forțe să treacă prin axa de simetrie a sticlei (linia ce unește centrul bazei cu centrul gurii sticlei). Potrivirea tijei în dop are rostul de a fixa și poziția ei pe aceeași direcție pe care o are firul și acul care străpunge rondela. La o inclinare oarecare a suprafeței pe care este asezată sticla, direcția tijei nu poate să mai coincidă cu direcția firului și acului. Pe măsură însă ce unghiul de înclinare al suprafeței se micșorează și cele două direcții sănătătoare deplasate una față de alta, pînă cînd, unghiul de înclinare devine zero, direcțiile coincid; deci suprafața pe care este asezată sticla este perfect orizontală.

DENSITĂȚI

Cum măsurăm volumul cu balanța

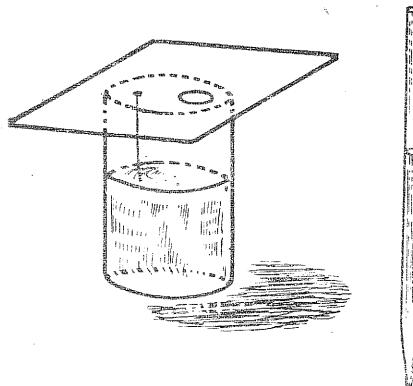


FIG. 40.

crescut. Prin orificiul practicat în capace introducem un tub cu ajutorul cărnii sugeam atita apă, pînă cînd nivelul ei va fi din nou în contact cu vîrful acului. Cintărîm apa pe care am îndepărtat-o din pahar. Numărul de grame de apă reprezintă numărul de centimetri cubi care măsoară volumul corpului.

EXPLICATIE

Volumul apei dezlocuite de corp este egal cu volumul corpului. Un centimetru cub de apă cintărește un gram.

În experiența descrisă, vîrful acului ne permite să separăm cu precizie volumul de apă dezlocuit de către corp. Cintărind apa

dezlocuită, aflăm masa apei exprimată în grame. Numărul care exprimă masa apei în grame este și numărul care exprimă volumul apei dezlocuite în centimetri cubi. Această afirmație se bazează pe faptul că densitatea apei distilate la temperatura de 4°C este egală cu 1. Conform relației dintre masă, volum și densitate, adică a relației $M = \rho V$, avem $M = V$, deoarece $\rho = 1$. (Prin M și V trebuie să se înțeleagă numărul care exprimă masa, respectiv volumul.)

Lucrînd cu apă obișnuită, la temperatura camerei, densitatea ei nu mai este 1, însă eroarea este mică.

Un pahar cu lichid tricolor

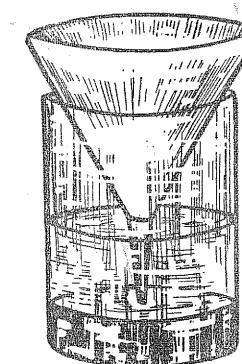


FIG. 41.

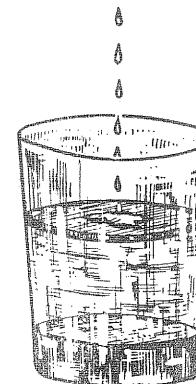


FIG. 42.

Folosim un pahar obișnuit, în care vom pune apă foarte fierbințe, aproape de fierbere. Pentru a nu se sparge paharul, vom avea grija să turnăm la început puțin și apoi să clătim paharul astfel încît să se ude toată partea lui interioară. Introducem apoi în pahar o pîlnie care să ajungă pînă la fund (fig. 41). Turnăm prin această pîlnie o cantitate de apă colorată în roșu pe care a m răcit-o cît se poate de mult (eu gheăț sau în frigider). Dacă se lucrează cu grijă, adică se toarnă cu încetul, vom observa că se formează la fundul paharului un strat roșu, suprafață de separație între apa necolorată și cea colorată fiind foarte distinctă.

Vom scoate acum încet pîlnia și vom turna la suprafață apei o cantitate de alcool colorată în albastru cu cerneală (fig. 42). Vom observa acum formarea unui strat albastru de lichid deasupra apei din pahar.

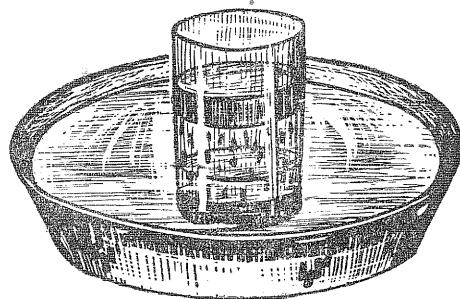


FIG. 43.

albastre coboară printre ele, fenomenul prezentându-se ca un frumos joc de artificii realizat într-un pahar (fig. 43).

EXPLICATIE

În prima fază a experienței avem de-a face cu o separare de lichide cu densități diferite: apa fierbinte are o densitate mai mică decât apa rece colorată în roșu și de aceea se formează stratul roșu la bază. Alcoolul are o densitate mult mai mică decât apa și de aceea se formează stratul albastru superior.

În a doua fază a experienței avem de-a face cu fenomenul de difuziune datorită căruia lichidele de densități diferite se amestecă între ele.

Vulcan în apă

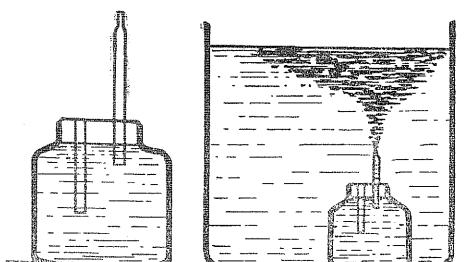


FIG. 44.

Procurăm o sticluță cu gât larg. Astupăm ermetic gâtele sticluței cu un dop de plută străbătut de două tuburi de sticlă. Unul dintre tuburi, efilat la un capăt, va trebui să depășească suprafața exterioară a dopului cu circa 5 cm, iar celălalt capăt al tubului (partea nesubțiată) va depăși doar cu jumătate de centimetru suprafața

Am obținut astfel un pahar plin cu un lichid în care se disting trei straturi diferit colorate. Dacă vom proiecta un fascicul de lumină albă asupra paharului, vom putea obține pe un ecran alb (perete) trei benzi: albastru, alb, roșu. Desigur putem obține și alte culori, după dorință și în funcție de coloranții de care dispunem. Așezând acum paharul într-un vas de sticlă cu apă rece (răcăită cu gheăță), vom observa în curînd cum numeroase vinisoare roșii urcă, iar altele



FIG. 45.

înteroară a dopului. Cel de-al doilea tub va porni de la suprafața exterioară a dopului și va ajunge cu celălalt capăt pînă aproape de fundul sticluței (fig. 44). Înainte de a fixa dopul astfel pregătit, vom umple sticluța cu apă fierbinte și colorată intens cu cerneală. Sticluța astfel pregătită vom introduce cu rapiditate într-un borcan de sticlă umplut cu apă rece. Înainte însă de a introduce sticluța în vasul cu apă rece, o vom spăla bine cu apă, pentru a o curățî de cerneala care s-a prelins pe margini când am introdus dopul. Vom observa în curînd cum prin vîrful efilat se ridică o coloană de lichid colorat și, pe măsură ce se urcă lichidul colorat, se răspindește pe un spațiu tot mai larg pînă ajunge la suprafața apei din borcan.

EXPLICATIE

Datorită diferenței de densitate, lichidele în contact se separă, cel cu densitate mai mică plasîndu-se deasupra celuilalt.

În experiența descrisă, apa fierbinte din sticluță are densitatea mai mică decât apa rece din borcan. Datorită acestui fapt, apa fierbinte ieșe din sticluță prin tubul efilat și urcă spre suprafața apei din borcan. În locul apei care ieșe din sticluță pătrunde prim celălalt tub apa rece din borcan. Avem de-a face în acest caz cu formarea curentilor de convecție în lichide.

Putem face experiență mai distractivă dacă în jurul sticluței vom forma, folosind ipsos, macheta unui vulcan, având grijă ca la partea superioară să existe un orificiu asemenea craterului de vulcan. Bineînțeles, în felul acesta, sticluța nu se va mai vedea, deoarece se află în mijlocul vulcanului construit de noi. În acest caz vom observa că prin orificiul practicat, adică prin craterul vulcanului, începe să urce străbătînd stratul de apă de deasupra un curent colorat care ajunge pînă la suprafața apei din vas (fig. 45). Fenomenul observat este întru totul asemănător cu erupția unui vulcan. Reproducerea erupției este mai aproape de realitate, dacă vom agita apa din vas. În acest caz, fenomenul reproduce o erupție vulcanică pe timpul unei furtuni.

Transfer automat de lichide

Din coaja unei portocale confectionăm un fel de castronă sau cupă. Acest lucru se poate realiza ușor, dacă vom tăia portocală în două părți egale. Fiecare jumătate de portocală, după consumarea conținutului, a devenit un fel de cupă. Cu o pană de giscă găurim în două locuri, apropriate unul de altul, fundul cupei (fig. 46). Ne procurăm, de asemenea, un pahar de un astfel de diametru, incit cupa confectionată să poată fi introdusă pînă la mijlocul paharului, avînd partea galbenă dedesubt, astfel încit să rămînă suspendată prin presiune pe peretei paharului. Pentru aceasta trebuie ca diametrul paharului să fie cu ceva mai mic decît diametrul cupei, datorită elasticității cojii de portocală, aceasta se va putea introduce în pahar și se menține fixată de pereti fără a cădea. Deși experiența poate fi realizată folosind cupa așa cum a fost confectionată, totuși, pentru o mai bună desfășurare a experienței, vom introduce din una din găuri un tub de sticlă sau o



FIG. 46.



FIG. 47.

pană de giscă care să meargă de la fundul cupei pînă la fundul paharului, prin cealaltă gaură vom introduce, de asemenea, un tub care să meargă de la fundul cupei pînă la nivelul marginii superioare a cupei.

Vom turna acum în cupă alcool medicinal pînă cînd nivelul alcoolului pătruns în pahar prin tubul de comunicație ajunge la baza cupei. Vom turna apoi în pahar apă pînă aproape de marginea lui. Vom observa în curînd cum o suviță de alcool colorat urcă prin tubul care merge de la fundul cupei pînă la marginea ei, alcoolul astfel transportat se răspindește la suprafața apei din pahar. În același timp, prin celălalt tub care unește fundul cupei cu al paharului, apa coboară spre fundul paharului (fig. 47).

După puțin timp, locul alcoolului este luat de către apă, iar al apei de către alcool, astfel încît apa se va afla în partea de jos a paharului, iar alcoolul în partea de sus.

EXPLICATIE

Cînd într-un vas se găsesc două lichide suprapuse, ele pot sta în echilibru numai dacă sunt așezate în ordinea descreșcîndă a densității : lichidul cu densitate mai mare fiind în partea de jos a vasului, iar cel cu densitatea mai mică deasupra acestuia. În experiență descrisă, alcoolul a fost așezat la fundul paharului, iar apa deasupra alcoolului. Întrucît densitatea alcoolului este mai mică decît a apei, aceste două lichide suprapuse nu pot rămîne în echilibru. În consecință, alcoolul se urcă printr-unul din tuburi, iar apa coboară prin celălalt și astfel se realizează echilibrul stabil al celor două lichide de densități diferite.

PRESIUNEA ATMOSFERICĂ

Cine le susține?

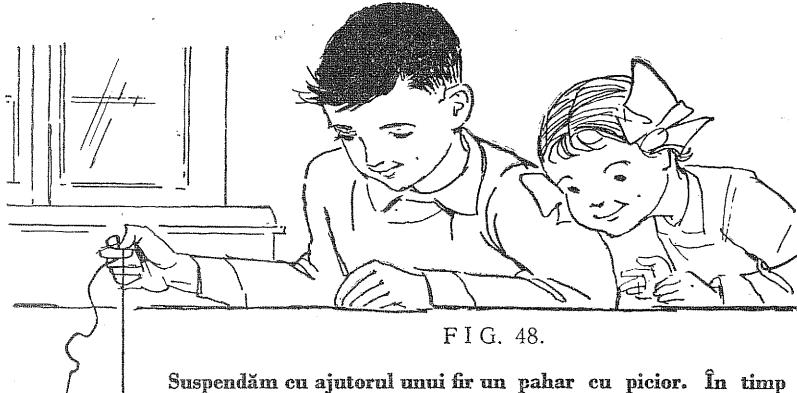


FIG. 48.

Suspendăm cu ajutorul unui fir un pahar cu picior. În timp ce paharul stă suspendat cu gura în jos, ardem sub el o bucată de hîrtie. După ce s-a terminat arderea hîrtiei, atingem de gura paharului fundul unei farfurii apăsind bine pe marginea paharului. Pentru a realiza un contact etanș între farfurie și pahar, este bine să ungem în prealabil marginea paharului ușor cu vaselină. Dind drumul din mînă farfuriei, vom constata că ea nu cade, ci rămîne susținută de marginea paharului (fig. 48). Să ținem acum cîteva minute cu gura în jos o stică, deasupra unui vas cu apă care fierbe. Presăm apoi gura sticlei de fundul unei farfurii, după ce în prealabil marginile ei au fost unse. Așteptăm ca sticla să se răcească. Ridicînd acum farfuria, vom constata că sticla rămîne lipită de farfurie (fig. 49).

Dacă sticla are fundul prevăzut cu o adîncitură spre interior, putem face experiența și în alt fel. Menținem fundul sticlei cîteva minute deasupra

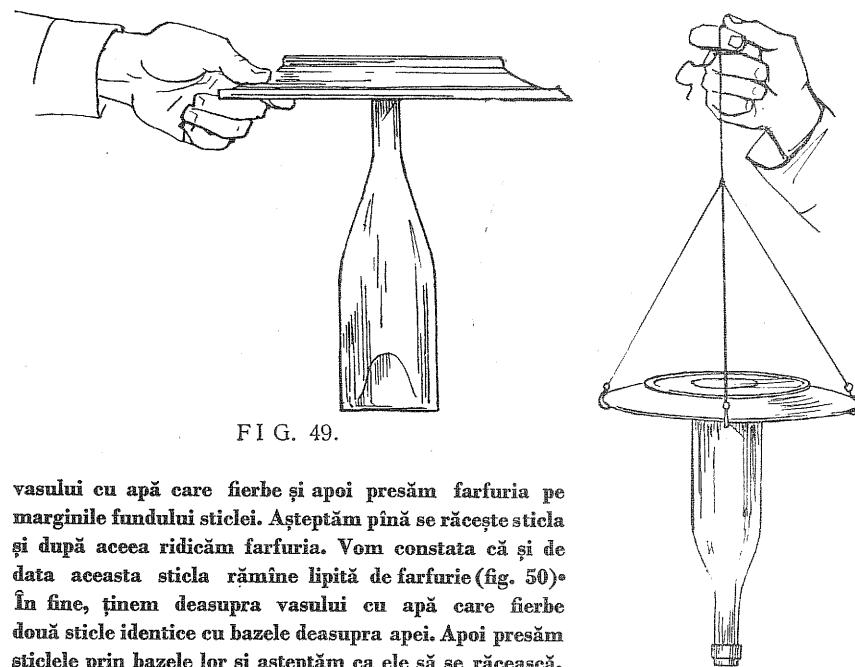
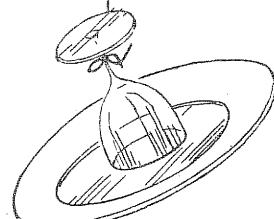


FIG. 49.

FIG. 50.

vasului cu apă care fierbe și apoi presăm farfurie pe marginile fundului sticlei. Așteptăm pînă se răcește sticla și după aceea ridicăm farfurie. Vom constata că și de data aceasta sticla rămîne lipită de farfurie (fig. 50). În fine, ținem deasupra vasului cu apă care fierbe două sticle identice cu bazele deasupra apei. Apoi presăm sticile prin bazele lor și așteptăm ca ele să se răcească. Suspendînd una din sticile, cealaltă rămîne lipită de ea (fig. 51).

EXPLICATIE

Toate aceste experiențe nu sunt altceva decît variante ale experienței clasice cu emisferele de Magdeburg. Numai că, în aceste experiențe, nu am folosit o mașină pneumatică pentru a realiza vid. Desigur că nici vidul nu a fost decît parțial realizat, însă suficient pentru reușita experiențelor.

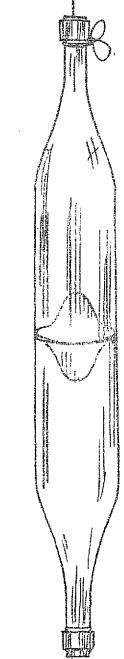
Arzînd hîrtia sub gura paharului suspendat, aerul din pahar s-a încălzit, s-a dilatat și în parte a ieșit din pahar. Presind farfurie pe marginea paharului, ea rămîne lipită de pahar, deoarece în interiorul paharului aerul rămas devine rarefiat prin răcire. El are deci o presiune mai mică decît presiunea atmosferică din exteriorul lui. Datorită acestei diferențe de presiune, farfurie rămîne lipită de gura paharului, fiind susținută de presiunea atmosferică. Dacă



FIG. 51.

lipirea nu ar fi etanșă ar pătrunde aer în pahar, presiunile din interior și exterior s-ar egala și farfurie s-ar desprinde și ar cădea. În experiențele următoare, vaporii de apă pătrund în sticlă, respectiv în adâncitura bazei, dezlocuind aerul. Prin răcire, vaporii se condensează, deci se creează un vid parțial, pentru că s-a rarefiat aerul.

Sticla rămîne lipită de farfurie fie prin gura, fie prin baza ei, deoarece presiunea atmosferică, fiind mai mare decît presiunea din interiorul bazei sticlei, poate să o susțină. Aceeași explicație pentru cazul lipirii celor două sticle prin bazele lor. Reamintim că presiunea atmosferică este de 1,033 kgf pe centimetru pătrat. Dacă ținem seama că baza sticlei oferă o suprafață de circa 30 cm^2 , urmează că, realizându-se un vid înaintat în acest spațiu, s-ar putea suspenda de acest fund o greutate de circa 30 kgf. Desigur, vidul realizat în cadrul experienței este relativ mic, totuși cîteva kilograme vor putea fi susținute.



În loc să cadă, urcă

Procurăm două eprubete, astfel încît una din ele să aibă un diametru ceva mai mic decît celalătă. Turnăm apă în eprubeta mare, cam trei sferturi din capacitatea ei, și apoi introducem în ea eprubeta mică. Răsturnăm apoi cele două eprubete, fixînd într-un stativ eprubeta mare (fig. 52). Vom observa că apa, pătrunzînd printre peretiile celor două eprubete, începe să curgă sub formă de picături. În timp ce apa curge în afară, eprubeta interioară se urcă în interiorul celei mari; se pare că mișcarea eprubetei contrazice acțiunea gravitației, deoarece, deși este în situația unei căderi libere, totuși urcă.

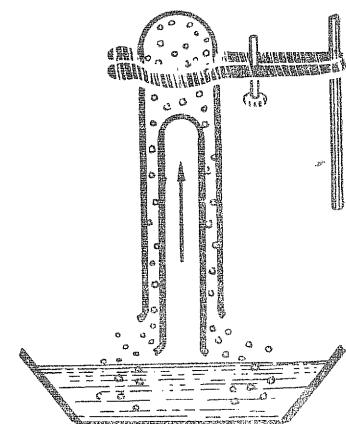


FIG. 52.

EXPLICĂȚIE

Prin curgerea apei din eprubeta mare se creează în aceasta un gol. În acest gol pătrunde eprubeta mică, datorită apăsării de jos în sus pe care o exercită presiunea atmosferică asupra ei.

Uscat din apă

Așezăm o monedă într-o farfurie mare întinsă și apoi turnăm atîta apă încît să acoperim moneda. Putem propune unor prieteni să scoată, dacă pot, moneda direct cu mîinile fără să-și ude degetele. Acest lucru pare desigur imposibil. Totuși, puteți demonstra că moneda poate fi scoasă direct cu degetele fără să ne udăm. Pentru aceasta luăm un pahar și ardem o bucată de hîrtie în interiorul lui. După aceea, repede așezăm paharul cu gura în jos în farfurie, lîngă monedă. Hîrtia se va stinge, paharul se va umple cu un fum alb, iar apoi după puțin timp, toată apa din farfurie va pătrunde în pahar. Moneda nu mai este acoperită cu apă și după un minut o putem lua uscată, deci fără a ne uda degetele.

În loc de hîrtie pot fi folosite chibrituri însipite într-un dop de plută, cu gămăliile în sus pe care apoi le aprindem (fig. 53).

Ce forță a impins apa din farfurie în pahar și o menține apoi la un anumit nivel?

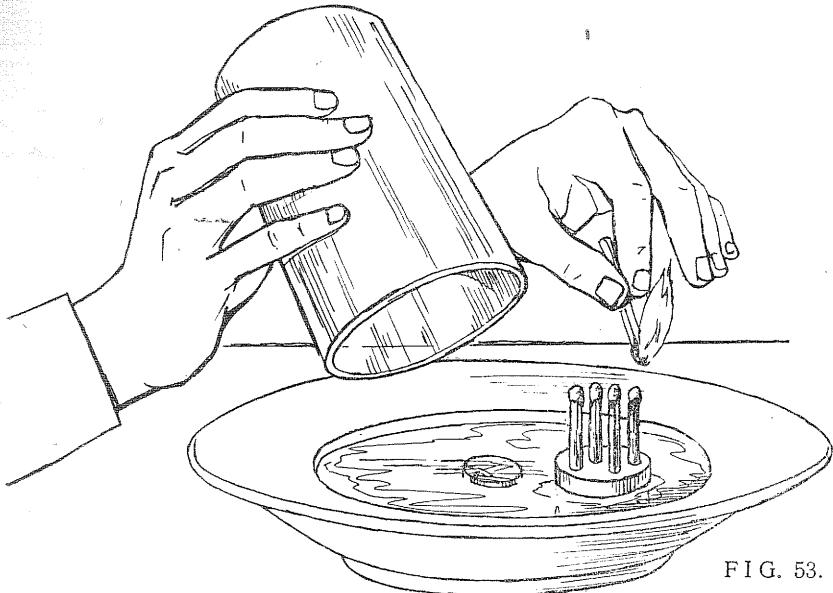


FIG. 53.

EXPLICATIE

Prin încălzire, un gaz își mărește foarte mult volumul, dar în același timp se și rarefiază foarte mult.

În experiența descrisă, prin arderea hîrtiei sau a chibriturilor, aerul aflat în pahar s-a încălzit, iar prin încălzire s-a mărit mult volumul, adică s-a dilatat mult și totodată s-a rarefiat mult. După ce hîrtia sau chibriturile s-au stins, aerul rarefiat aflat în pahar se răcește, iar presiunea exercitată de el scade. Presiunea atmosferică din exteriorul paharului este mult mai mare și se exercită asupra apei din farfurie pe care o împinge în interiorul paharului, unde presiunea este mult mai mică.

Adesea se poate auzi sau citi o explicație cu totul eronată a acestei vechi experiențe, și anume că apa ar intra în pahar, deoarece prin arderea hîrtiei sau a chibriturilor s-ar consuma oxigenul din aer și locul lui este ocupat de către apă.

Cauza principală constă numai în încălzirea aerului și nicidcum în consumul unei părți din oxigen prin arderea hîrtiei sau a chibriturilor. Că așa stau lucrurile ne putem convinge dacă, în loc să ardem hîrtie sau chibrituri, încălzim paharul cu apă cloicotită sau dacă în loc de hîrtie vom folosi vată muiată în spirt, care arde mai mult și încălzește mai puternic aerul. În acest din urmă caz, apa se ridică pînă la aproape jumătate din înălțimea paharului.

Între altele se știe că oxigenul formează doar 1/5 din volumul aerului. În afară de aceasta trebuie să ținem seama că prin ardere se formează bioxid de carbon și vaporii de apă. Desigur, bioxidul de carbon se dizolvă în apă, dar vaporii rămîn și ocupă în parte locul oxigenului.

În concluzie deci, pătrunderea apei în pahar se datorește faptului că aerul rarefiat din pahar, în urma încălzirii, exercită o presiune mult mai mică decît presiunea aerului din afară paharului. Datorită acestei diferențe de presiune se explică pătrunderea apei în pahar.

Automatizarea la îndemîna oricui

Păsările din curte în afară de mîncare au nevoie și de apă. Desigur este obositor și plăcitor să tot umple mereu vasul din care ele trebuie să bea. În timpul verii apa se evaporă destul de repede, datorită căldurii solare, apoi ea este mereu vărsată și murdărită de păsări, care intră cu picioarele în vas. Pentru toate aceste motive trebuie să se reinnoiască mereu apa.

Vom descrie un dispozitiv simplu, leșne de realizat, care efectuează această operație. El asigură umplerea cu apă a unui vas, atunci cînd nivelul ei a scăzut sub o anumită limită.

Pentru realizarea acestui dispozitiv este de ajuns să fixăm la un perete, un zid, un gard sau la un stîlp aflat în curte, într-un loc umbros, o sticlă plină cu apă, răsturnată cu gura în jos, deasupra unui vas plat (fig. 54). Gura sticlei nu trebuie să atingă fundul plat al vasului, însă trebuie avut grija ca ea să fie sub nivelul apei pe care o introducem de la început în vas. Îndeplinind această condiție, adică gura sticlei să fie sub nivelul apei din vas, apa din sticlă nu curge. Dacă apa din vas scade sub nivelul la care se află gura sticlei, datorită consumului sau evaporării, atunci va curge atâtă apă pînă cînd gura sticlei va atinge nivelul apei din vas. Din acest moment curgerea apei din sticlă începează.

EXPLICATIE

Presiunea atmosferică se exercită asupra corpurilor cu o forță de 1,033 kgf pe centimetru pătrat. Deci, la suprafața apei din vas se exercită normal presiunea atmosferică. Această presiune, conform legii lui Pascal, se transmite integral prin masa apei. În cazul dispozitivului prezentat, atîta timp cît gura sticlei atinge suprafața apei din vas, presiunea exercitată la suprafața apei din vas se transmite prin masa de apă; la gura sticlei acționează de jos în sus o



FIG. 54.

forță proporțională cu aria pe care o prezintă suprafața de la gura sticlei, adică pentru fiecare centimetru pătrat cîte o forță de 1,033 kgf. Apa din sticlă acionează și ea de sus în jos cu o forță egală cu greutatea coloanei de apă care are drept bază gura sticlei, iar ca înălțime distanța de la nivelul apei din vas pînă la nivelul apei din sticlă. Se înțelege ușor că forță datorită presiunii atmosferice, adică forță care se exercită de jos în sus la gura sticlei, este cu mult mai mare decît greutatea coloanei de apă despre care am vorbit. Este deajuns să spunem că presiunea atmosferică echilibrează o coloană de apă cu baza de 1 cm^2 și cu înălțimea de peste 10 m! Așa se explică faptul că apă din sticlă nu curge atîta timp cît gura sticlei este în contact cu apă din vas.

Cînd nivelul apei din vas scade sub nivelul la care se află gura sticlei, apă începe să curgă, deoarece în acest caz pe la gura sticlei intră aer în sticlă. Avem de-a face aici cu presiunea atmosferică exercitată asupra apei din sticlă. La această presiune adăugindu-se și greutatea coloanei de apă, înseamnă că la gura sticlei se exercită o forță de sus în jos mai mare decît forță de jos în sus, datorită presiunii atmosferice. În consecință, apă curge. Cînd nivelul apei din vas ajunge la gura sticlei, raportul dintre forțe se schimbă, curgerea încetează și.m.d.

Fîntînă arteziană

Umplem cu apă pînă la trei sferturi o sticlă farmaceutică obișnuită. Astupăm ermetic sticla cu un dop străbătut de un tub de sticlă subțiat la capătul din afară. Capătul interior al tubului trebuie să ajungă pînă aproape de fundul sticlei. Așezăm sticla într-o farfurie cu fundul plat, după ce în prealabil am aşternut pe fundul farfuriei o hîrtie de filtru udată sau o sugativă îmbibată cu apă.

Ne procurăm un cilindru sau un borcan cu gura perfect netedă avînd înălțimea cu 10—12 cm mai mare decît a sticlei, iar baza astfel incit să poată fi așezat pe fundul plat al farfuriei.

Tinem cîteva minute cilindrul cu gura deasupra unei flăcări. După ce s-a încălzit, acoperim cu el sticla, presindu-l bine cu gura pe hîrtia de filtru de pe fundul farfuriei. Hîrtia fiind umedă, iar gura cilindrului perfect plană, se asigură prin apăsare o izolare a interiorului cilindrului față de mediul exterior. După puțin timp se constată că apa din sticla țîșnește cu forță prin capătul subțiat al tubului care străbate dopul, întocmai ca o fintină arteziană (fig. 55).

EXPLICATIE

Aerul cald este mai puțin dens, deci mai ușor decît aerul la temperatură obișnuită. În consecință și presiunea lui este mai mică decît a aerului mai rece.

În cazul experientei efectuate, în interiorul cilindrului avem aer cald, deci cu o presiune mică, iar în sticluță aer mai rece, deci cu o presiune mai mare, adică are o presiune egală cu presiunea

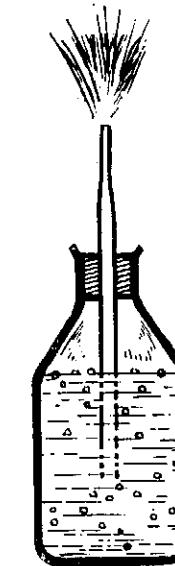


FIG. 55.

atmosferică. Diferența de presiune dintre aerul din sticlă și aerul din cilindru determină țășnirea apei.

Observație. În cazul fintinilor arteziene naturale, țășnirea apei se datorează diferenței de nivel a apei din stratul nisipos. Acest strat așezat între două straturi argiloase prezintă o adâncitură, în care, săpîndu-se o fintină, apa țășnește, căutind să ajungă la același nivel cu apa din părțile superioare ale stratului nisipos.

În cazul fintinilor arteziene naturale avem de-a face deci cu un fenomen bazat pe principiul vaselor comunicante, pe cind în experiența descrisă fenomenul este bazat pe diferența de presiune a aerului, obținută prin încălzire.

Fierbere aparentă



FIG. 56.

Procurăm un pahar de apă fără picior pe care îl umplem pe trei sferturi cu apă rece și-l acoperim cu o batistă de pînză. Netezim batista pe marginile paharului astfel încât mijlocul acesteia, pătrunzînd în pahar, să atingă suprafața lichidului. Să aplicăm acum palma mîinii stîngi peste deschiderea paharului și, răsturnindu-l, să-l ținem cu mîna dreaptă cu gura în jos, marginile batistei vor fi ținute cu această mînă, iar pentru a evita un accident vom opera deasupra ușui lighean (fig. 56). Înlăturînd mîna stîngă vom constata, nu numai că nu cade nici o picătură de apă dar că batista își păstrează formă concavă spre interiorul paharului (fig. 57).

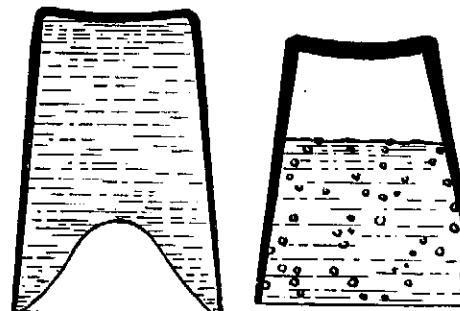


FIG. 57.

FIG. 58.

Fenomenul se aseamănă mult cu acela al fierberii, după ce străbat masa de lichid, se sparg la suprafața acestuia, răspîndindu-se sub formă de vapori în spațiul înconjurător.

EXPLICATIE

Experiența lui Torricelli arată că presiunea atmosferică la nivelul mării este egală cu presiunea exercitată de o coloană de mercur cu înălțimea de 76 cm.

În experiența descrisă, apa din pahar este susținută de presiunea atmosferică care se exercită de jos în sus asupra batistei ce acoperă gura paharului. Pentru ca apa să curgă din pahar, ar trebui ca greutatea ei să fie mai mare decît greutatea unei coloane de mercur de 76 cm înălțime și cu baza căt gura paharului, ceea ce nu este cazul. Apa din pahar apasă de sus în jos asupra batistei cu o forță mult mai mică decît forța care se exercită de jos în sus, datorită atmosferei.

Faptul că batista își păstrează formă concavă la gura paharului răsturnat se datorează forței de adeziune dintre apă și batistă. De aceea se are grija ca vîrful concavității batistei să atingă suprafața apei din pahar.

Întinzînd batista pe gura paharului, apa capătă poziția orizontală, dar nu curge, deoarece presiunea atmosferică continuă să se exerce și în această situație.

Bulele care se ridică prin masa de apă nu sunt bile formate din vaporii de apă cum se întîmplă în cazul fierberii, ci bile de aer care provin din aerul dizolvat în apă, precum și din aerul aderat la suprafața interioară a batistei. Cînd forma batistei care acoperă gura paharului era concavă, acest aer nu ieșea din apă pentru a se urca în

Dacă vom trage acum marginile batistei astfel încît să intindem bine pînza pe deschiderea paharului, lichidul va relua poziția orizontală, însă între fundul paharului și suprafața superioară a lichidului se va forma un gol (fig. 58).

Se vor observa numeroase bule care străbat lichidul și ajungind la suprafața lui se sparg, pentru a se răspîndi sub formă gazoasă în interiorul paharului.

spațiul liber din pahar, deoarece acolo mai există aer, deci presiunea asupra apei din pahar. După trecerea de la forma concavă la forma orizontală, prin întinderea batistei, spațiul liber din pahar se mărește, în schimb presiunea scade. Datorită acestei scăderi de presiune, aerul despre care s-a amintit se ridică sub formă de bule prin masa de apă, dând impresia de apă care fierbe.

De ce curge apa?

Luăm o cutie de tănichea, de exemplu, din acelea de cafea sau de bomboane, care au un capac ce poate să inchidă etanș cutia. Menționăm că aceasta este condiția fără de care experiența nu reușește. În acest scop se va controla închiderea etanșă a cutiei, umplind-o cu apă, astupind-o cu capacul și apoi răsturnind-o cu gura în jos. Dacă nu picură apă, înseamnă că este închisă etanș. Dacă picură, va trebui să se interpuñă între capace și cutie o membrană elastică, de exemplu, de la un balon de copii.

O dată asigurată etanșitatea vom găuri în multe locuri fundul cutiei cu vîrful unui cui ascuțit sau cu o sulă subțire de cizmărie. Vom eufunda apoi cutia într-un vas cu apă și după ce se umple o astupăm cu capacul ei. Scoțind cutia din vas, o vom șterge cu o cîrpă, pentru a nu se mai securge apă care a aderat pe pereții exteriori. Se va putea observa că, deși fundul cutiei este perforat de numeroase găuri, totuși nici o picătură de apă nu se securge din cutie. Dacă vom scoate însă capacul, imediat apă din cutie începe să curgă prin găurile practicate pe fundul ei (fig. 59).

EXPLICATIE

Presiunea atmosferică se exercită asupra unui corp de sus în jos, de jos în sus și lateral cu 1,033 kgf pe centimetru pătrat. În experiență descrisă, apă din cutie nu curge prin găurile practicate pe fundul ei, deoarece presiunea atmosferică exercitată de jos în

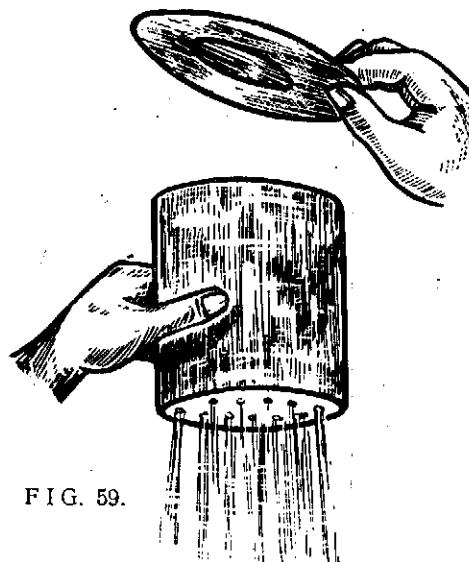


FIG. 59.

sus împiedică ieșirea apei. Din momentul în care s-a scos capacul intervine și exercitarea presiunii atmosferice de sus în jos, asupra apei din cutie. Presiunea de jos în sus este egalată de aceea de sus în jos și apă curge, datorită greutății ei proprii.

Vasul lui Tantal

Pentru a realiza acest dispozitiv, putem să ne folosim foarte bine de o coajă de ou și un tub de sticlă (eventual un pai de secară). Găurim extremitatea inferioară a cojii de ou în partea opusă deschiderii ei, deschidere care trebuie să fie destul de mare. În orificiu executat introducem tubul de sticlă. Acoperim cu un degetări capătul tubului care pătrunde în ou, astfel încât fundul degetarului să fie foarte aproape de gura tubului fără a o atinge însă. Partea tubului ceiese din ou străbate un dop perforat. Acest dop va avea baza superioară puțin scobită, în formă de cupă, pentru ca oul să se poată sprijini în el. Dacă vom însigă în dop trei andrele, vom forma un trepied care servește ca suport (fig. 60, a).

Modul cum este construit dispozitivul se vede clar în figura 60, b. Așezăm un pahar sub dispozitivul astfel construit. Turnăm apă în coaja de ou pînă ce nivelul ei urcă la înălțimea degetarului; din acest moment se

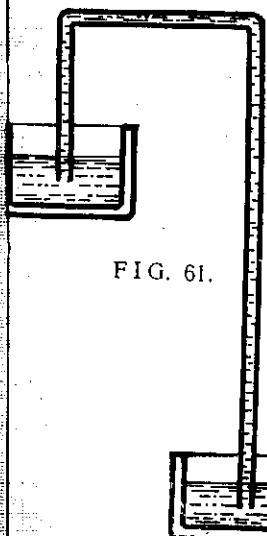


FIG. 61.

produce o curgere bruscă de apă și oul se va goli de toată apa pe care o conține. Continuind să turnăm apă în coaja de ou, constatăm că oul se golește printr-o curgere intermitentă și periodică. În industrie sunt aparate care reproduc vasul lui Tantal; ele sunt folosite pentru antrenarea unor nămoluri care se depozitează pe fundul rezervoarelor respective. O cantitate mică de apă curgind în mod continuu umple treptat rezervorul; cînd apa a atins un anumit nivel, un clopot este amorsat și rezervorul este golit în cîteva seconde, producind în mod periodic captarea apei destinate să măture toate depunerile solide de pe fundul rezervorului.

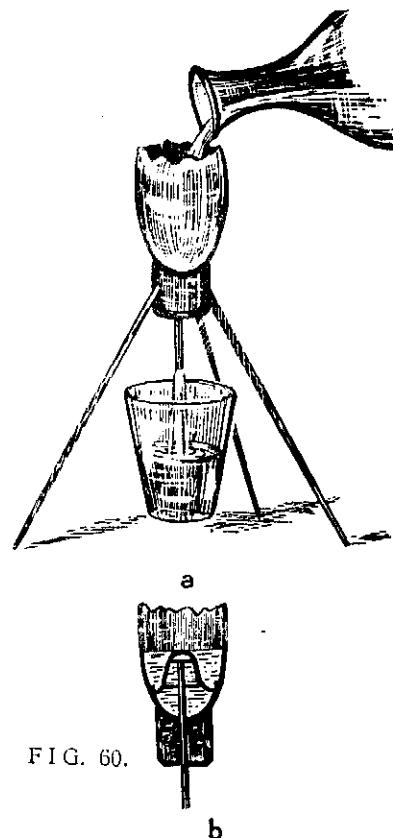


FIG. 60.

EXPLICATIE

Funcționarea acestui dispozitiv se asemăna cu aceea a sifonului. Un sifon poate fi și un tub de cauciuc cu care se scoate un lichid dintr-un vas (fig. 61). Un capăt al tubului este introdus în lichid, iar prin celălalt se aspiră aerul pînă începe să vină lichidul. Din acest moment, lichidul curge în continuu pînă se termină. Condiția care mai trebuie îndeplinită este ca să existe o diferență de nivel între locul de pornire a lichidului și cel de curgere.

Prin aspirarea aerului se creează un vid în tub; la capătul tubului aflat în lichid se exercită o forță proporțională cu presiunea atmosferică din valoarea căreia se scade greutatea coloanei de lichid aflată în portiunea de tub de deasupra vasului; la celălalt capăt al tubului, de asemenea, se exercită o forță proporțională cu presiunea atmosferică din valoarea căreia se scade greutatea coloanei de lichid aflată în portiunea de tub prin care se face curgerea în jos. Această de două forță este mai mică decât prima, deoarece greutatea coloanei de lichid care se scade este mai mare decât în cazul primului; observăm că înălțimea coloanei de lichid este mai mare. În cazul dispozitivului denumit „vasul lui Tantal“, sub degetar se creează o depresiune datorită curgerii lichidului prin tub. Presiunea atmosferică, acționând asupra lichidului conținut în coaja de ou în afara degetarului, determină împingerea lichidului pe sub baza degetarului în regiunea cu depresiune și de aici intră prin gura tubului și curge pe la cealaltă extremitate a lui. Turnind din nou apă în coaja de ou pînă ce nivelul ei se urcă la înălțimea degetarului, fenomenul se repetă.

Sifonul intermitent

Acest sifon constă dintr-un sifon obișnuit care se află într-un vas situat mai sus decât capătul sifonului (fig. 62). Umplem înainte vasul cu apă. Vom observa că din momentul în care nivelul apei ajunge la nivelul curburii de sus a sifonului, apa începe să curgă. Curgerea continuă pînă cînd vasul se golește, apoi procesul se repetă dacă umplem din nou vasul pînă la nivelul de sus al sifonului.

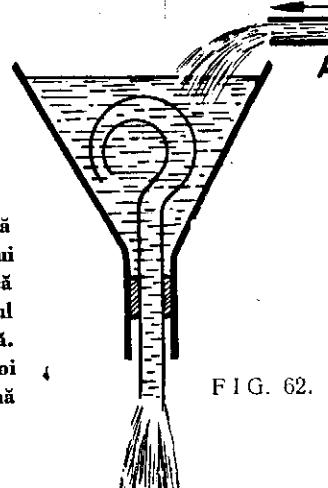


FIG. 62.

EXPLICATIE

Cînd turnăm apă în vas, apa intră și în ramura scurtă a sifonului. Apa, ajungînd în vas la nivelul curburii de sus a sifonului, intră în același timp și în ramura scurtă, ajungînd pînă la aceeași curbă. Prin pătrunderea apei în ramura scurtă, aerul aflat acolo a fost împins în afară prin celălalt capăt al sifonului. O dată ajunsă în partea cea mai de sus a curburii sifonului, apa începe să se scurgă prin ramura mai lungă. Continuarea scurgerii apei și atunci cînd nivelul ei din vas scade se dătoarește faptului că în urma coloanei de apă care curge se creează un spațiu vid care este ocupat de apa din vas ce intră prin ramura scurtă, fiind împinsă de către presiunea atmosferică.

Un pahar cu apă poate fi golit cu ajutorul unei sticle pline

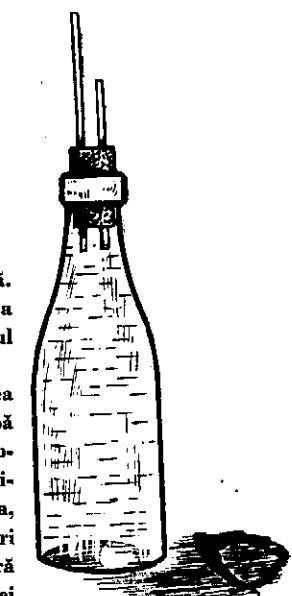


FIG. 63.

Avem un pahar plin cu apă și, de asemenea, o stică plină cu apă. Se pun probleme golirii paharului cu ajutorul sticlei, fără însă a goli sticla. S-ar părea că acest lucru este imposibil. Totuși lucrul este posibil și încă deosebit de simplu.

Procedeul folosit pentru golirea paharului constă în următoarea operație: într-un dop care ne va servi să astupăm sticla cu apă facem două găuri. Printr-o din găuri introducem un tub subțire de stică sau un păi a cărui lungime să fie egală cu adâncimea paharului. Prin cealaltă gaură introducem, de asemenea, un tub de stică sau un păi a cărui lungime să fie de două ori mai mare decât a primului (fig. 63). Cu miez de pînă sau cu ceară închidem orificiul tubului mic. Introducem dopul în gura sticlei pline cu apă, pînă cînd prin capătul tubului mai lung țîșnește apă din stică.

Pentru a goli paharul este suficient să răsturnăm sticla, astfel încît tubul mic să ajungă cu capătul la fundul paharului. Dezlipim miezul de pînă sau ceară de la capătul tubului sau tăiem cu foarfecile capătul păiului și îndată din pahar va începe să curgă apă prin tubul mai lung, pînă cînd paharul se golește complet, în timp ce sticla rămîne tot plină (fig. 64).

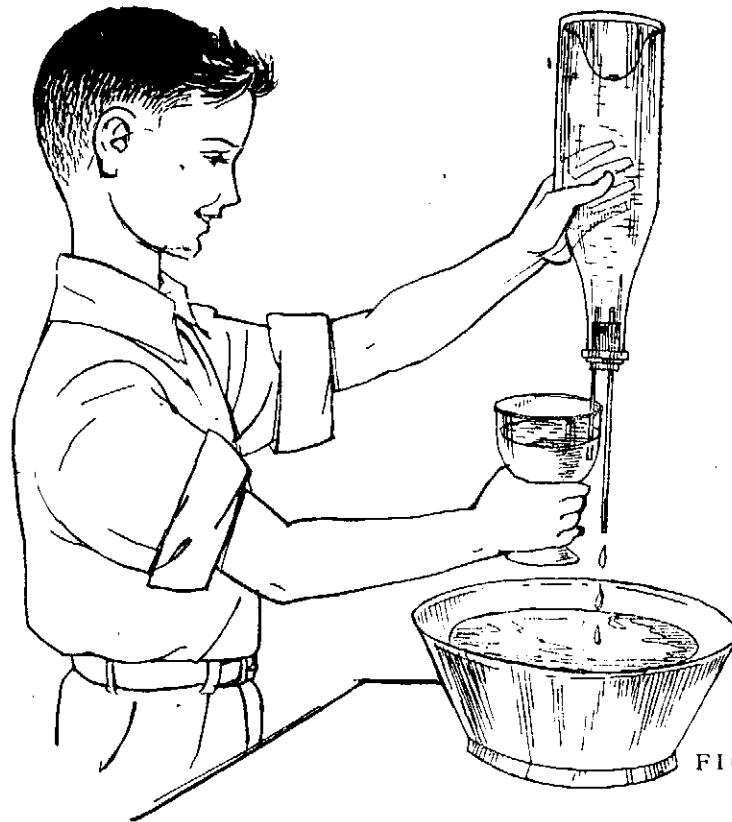


FIG. 64.

EXPLICATIE

Cele două tuburi formează ramurile unui sifon care nu trebuie amorsat, deoarece ramurile sale sănătățile sunt pline cu lichid. În timp ce o cantitate de apă se scurge din sticlă prin tubul mai lung, altă cantitate de apă egală cu aceea care se scurge intră din pahar în sticlă prin tubul mic. Apa este impinsă prin tubul mic de către presiunea atmosferică care se exercită asupra apei din pahar, transmitindu-se la gura tubului mic. După cum s-a mai arătat și la gura tubului lung se exercită presiunea atmosferică însă, deoarece coloana de lichid are în acest tub o lungime mai mare decât în tubul care comunică cu paharul, înseamnă că și greutatea acestei coloane de apă este mai mare decât a celeilalte coloane; în consecință, la gura tubului mare se exercită o presiune mai mică decât la gura tubului mic și de aceea apa curge în sensul menționat.

Sifon automat

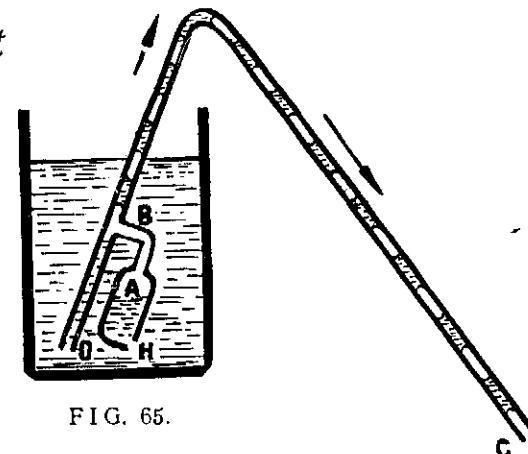


FIG. 65.

Un dispozitiv ingenios pentru amorsarea automată a unui sifon este acela pe care îl vom descrie. Construcția este dificilă pentru cineva neinițiat în prelucrarea sticlei, însă este foarte simplă pentru un sticlar. Dispozitivul constă dintr-un tub înalt, având o ramură mai lungă decât cealaltă. Ramura scurtă prezintă, în apropiere de capătul ei, un braț lateral *B*, care se continuă cu un glob *A*, prevăzut cu un mic orificiu *H* (fig. 65).

Să introducem ramura scurtă în apă așezată pe masă, iar sub ramura mai lungă vom așeza, pe podea, un alt vas gol. După puțin timp vom observa că prin capătul *C* al ramurii lungi începe să curgă apă în vasul gol. Curgerea are loc pînă cînd se scurge aproape întreaga cantitate de apă aflată în vasul așezat pe masă.

EXPLICATIE

Cînd se introduce ramura scurtă în apă, aceasta pătrunde în dispozitiv atât prin capătul *O* al ramurii cit și prin orificiul *H* al globului *A*. Aerul aflat în acest glob este forțat să iasă prin brațul lateral *B*, datorită pătrunderii apei în glob. La început, prin dispozitiv va circula o coloană de aer și apă care va ieși prin capătul *C*. Din momentul în care tot aerul este expulzat din glob, fluxul sifonului devine continuu și constant.

Fără ajutorul globului lateral, apa s-ar fi ridicat prin ramura scurtă pînă la nivelul apei din vas, de aici încolo însă, pentru a urca pînă la nivelul cotului, ar trebui să sugem aerul din această porțiune prin capătul *C* și apa va continua să curgă de la sine prin tub. Operația de sugere a apei se realizează, în cazul dispozitivului descris, datorită curentului de aer provocat de apa care intră prin orificiul globului lateral.



FIG. 66.

Sifon și fântână arteziană

Procurăm un balon de sticlă și un dop de cauciuc care să astupe ermetic gura balonului. Cu ajutorul unui perforator de dopuri vom face două găuri în acest dop. Printr-una din aceste găuri vom introduce un tub de sticlă efilat la capătul care pătrunde în balon. Capătul efilat al tubului va trebui să ajungă aproape de centrul balonului. Celălalt capăt al tubului va trebui să iasă cu aproximativ 2 cm în afara dopului. Prin cea de-a doua gaură vom introduce un mic tub de sticlă, astfel încit capătul lui interior să pătrundă doar puțin deasupra feței interioare a dopului, iar capătul celălalt să iasă tot cu 2 cm în afara dopului, ca și în cazul primului tub. Să adaptăm un furtun de cauciuc de circa 20 cm lungime la capătul exterior al tubului efilat și alt furtun de aproximativ 1 m lungime la capătul exterior al celui de-al doilea tub care a fost introdus în dop. Înainte de a astupa cu dopul, pregătit după cum s-a arătat, vom turna în acest balon o cantitate de apă, cam o treime din volumul lui. Astupăm apoi balonul cu dopul și introducem capătul furtunului scurt într-un vas cu apă așezat pe masă. Capătul furtunului lung îl vom lăsa suspendat deasupra unui alt vas așezat pe podea lîngă masă. După aceea răsturnăm balonul cu gura în jos (fig. 66.). Vom observa că prin tubul lung începe să curgă apă în vasul de jos. După puțin timp, prin tubul efilat ieșe un jet de apă asemănător unei fântâni arteziene. Dacă apa conținută în vasul așezat pe masă este colorată cu puțină cerneală, jetul va apărea mult mai vizibil.

EXPLICĂȚIE

Curgînd apă din balon se realizează în interiorul acestuia o presiune scăzută, deoarece aerul aflat în balon va trebui să ocupe acum un volum mai mare. Datorită presiunii atmosferice exercitatate asupra apei din vasul așezat pe masă, apa pătrunde prin furtun, ajunge în tubul efilat și formează jetul. Presiunea scăzută se menține în balon, deoarece tot timpul apa care se adună aici se scurge prin furtunul cel lung.

Morișcă hidraulică de un tip special

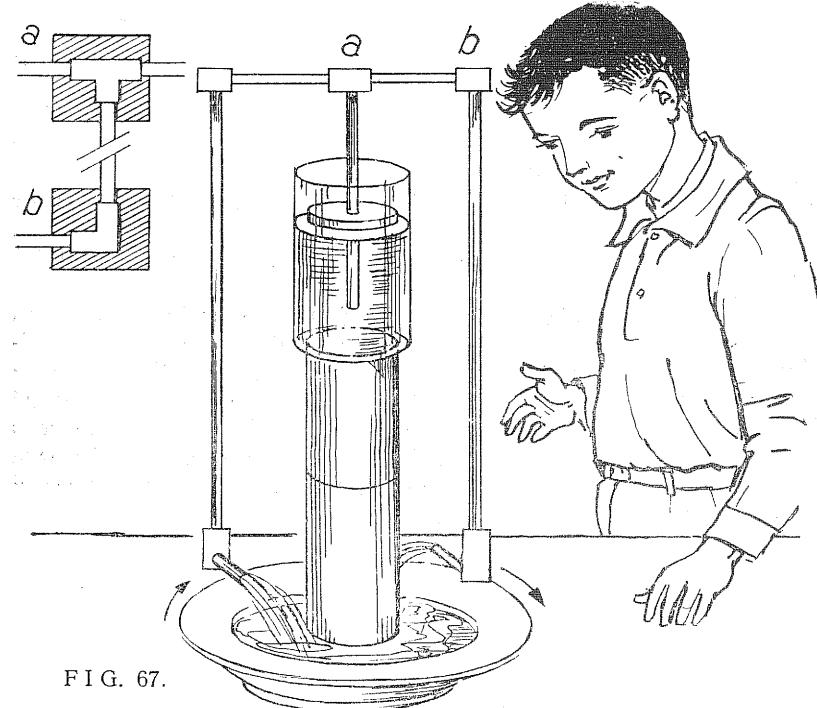


FIG. 67.

Cu ajutorul unor paie de secără, a unor dopuri de plută și a unui horcan de mustar putem confectiona o morișcă hidraulică diferită de cea cunoscută din manualele de fizică. Asamblajul se poate înțelege cu ușurință din figura 67, fapt care ne scutește de o descriere amănunțită. Paiele suspendate vertical trebuie să fie mai

subțiri decât cel orizontal și central. Paiul central, după cum se vede din figură, străbate o rondelă de plută care se aşază pe suprafața apei din borcan. Dopurile de plută prin care se realizează legătura dintre tuburi, precum și coturile de jos ale tuburilor verticale se găresc cu un cui înroșit în foc, după cum se arată în stînga figurii. După ce am confectionat dispozitivul de tuburi, îl așezăm prin intermediul rondelei de plută pe suprafața apei din borcan. Apoi se va aspira concomitent aerul, de către două persoane, pe la cele două capete ale tuburilor verticale. După ce aerul a fost scos, prin ambele tuburi va începe să curgă apă și totodată dispozitivul va începe să se învîrtească.

Dacă vom alimenta cu apă borcanul, pentru a-i menține un nivel constant, dispozitivul va funcționa un timp nedefinit.

EXPLICATIE

În experiența descrisă sînt aplicate două fenomene fizice distincte : curgerea unui lichid bazată pe principiul funcționării sifonului și învîrtirea dispozitivului pe baza legii a treia a dinamicii.

Aspirînd aerul din tuburi, apa se urcă prin tubul central fiind împinsă de presiunea atmosferică, trece în tubul orizontal, iar de aici curge prin cele două tuburi verticale. Curgerea continuă atît timp cît există apă în borcan, deoarece presiunea la gura celor două tuburi verticale este mai mică decît la gura tubului central. Explicația este aceeași care a fost dată la experiența „vasul lui Tantal“.

Învîrtirea dispozitivului se datoră forței de acțiune reciprocă a jetului. Această forță apasă asupra peretelui tubului opus deschiderii și astfel tubul este împins în sensul acestei forțe, adică în partea opusă jetului. Existînd două tuburi verticale avem de-a face cu două asemenea forțe. Aceste două forțe sînt paralele, egale și de sens contrar, deci formează un cuplu. Efectul unui cuplu care acționează asupra unui corp este un efect de rotație. Explicația este aceeași ca la experiența „morișca hidraulică“.

Fîntînă intermitentă

Procurăm o stică de lampă care va servi drept rezervor. Două dopuri de plută vor servi pentru astuparea celor două extremități ale sticlei. Vom răsturna sticla cu partea îngustă în jos și o vom fixa pe un trepied confectionat dintr-un inel de plută în care se însigă trei tije de aceeași lungime, la egală distanță în jurul circumferinței inelului.



FIG. 68.

Într-o farfurie mare și adâncă vom aseza pe trei dopuri identice un capac de cutie de tinichea găurit în centru cu ajutorul unui cui. În acest capac vom aseza trepiedul care sustine sticla de lampă (fig. 68).

Dopul care astupă baza rezervorului, adică dopul care este fixat în extremitatea îngustă a sticlei de lampă, trebuie încă dinainte perforat în patru locuri : un orificiu central prin care va pătrunde un tub de stică sau chiar un tub de macaroane, a cărei extremitate superioară va ieși deasupra nivelului apei pe care o vom turna în sticla de lampă, în timp ce extremitatea inferioară va trebui să ajungă destul de aproape de capacul metalic, fără însă a-l atinge, celealte trei orificii vor fi efectuate la marginea dopului. Prin aceste trei orificii pătrund trei tuburi mici, puțin curbată în afară, din stică sau macaroane (tuburile de macaroane le putem îndoii în apă caldă, iar apoi le ușcăm la cald).

Apa din rezervor, adică din sticla de lampă, curge cu intermitență (cu întrerupere) prin cele trei tuburi curbată, în capacul metalic, iar de aici prin orificiul central, în farfurie adâncă. Dispozitivul funcționează atît timp cît va exista lichid în rezervor.

EXPLICATIE

Aerul care pătrunde prin tubul central ajunge deasupra nivelului apei din sticla de lampă și, prin presiunea pe care o exercită, determină curgerea apei prin cele trei tuburi curbate. Deoarece orificiul central practicat în capacul de cutie are o secțiune mult mai mică decât suma secțiunilor celor trei orificii străbătute de tuburile curbate care alimentează cu apă capacul de cutie, nivelul apei în capacul metalic ajunge la un moment dat la baza tubului central și urcă chiar ceva mai sus. Capătul tubului central, fiind acum cufundat în lichid, nu mai poate pătrunde aerul prin el în rezervor. Aerul aflat în rezervor se rarefiază pe măsură ce curgerea apei continuă și se ajunge la un moment când presiunea exercitată de aerul din rezervor, plus presiunea exercitată de coloana de apă aflată în sticla de lampă, să fie egală cu presiunea atmosferică exterioară care se exercită la gura celor trei tuburi curbate. În acest moment, curgerea apei din rezervor încetează pentru câteva momente. În acest interval de timp, din capacul metalic, apa continuă să curgă prin orificiul central în farfurie de jos. Când nivelul apei din capac a scăzut atât încât capătul tubului central nu mai este cufundat în lichid, aerul pătrunde iarăși prin acest tub în rezervor și astfel curgerea prin cele trei tuburi curbate reîncepe.

Fenomenul se repetă atât timp cât în rezervor va exista apă.

Un barometru original

Procurăm un bec ars. Dacă becul are o prelungire, se va proceda astfel: se înfășoară becul într-o pînză, pentru a ne feri de o răpire eventuală, apoi îl introducem în apă și cu un clește tăiem prelungirea de sticla de la capătul de jos careiese prin pînză (fig. 69). Lampa se va umple imediat cu apă, deoarece în interiorul ei nefind aer presiunea este foarte scăzută. Dacă becul nu are o prelungire, atunci, lăsând aceeași măsură de precauție — învelirea cu pînză —, se introduce becul în apă și cu ajutorul unei pile zgîriem partea de jos a becului, pînă se produce tăierea sticlei. În acest caz se umple lampa cu apă.

FIG. 69.

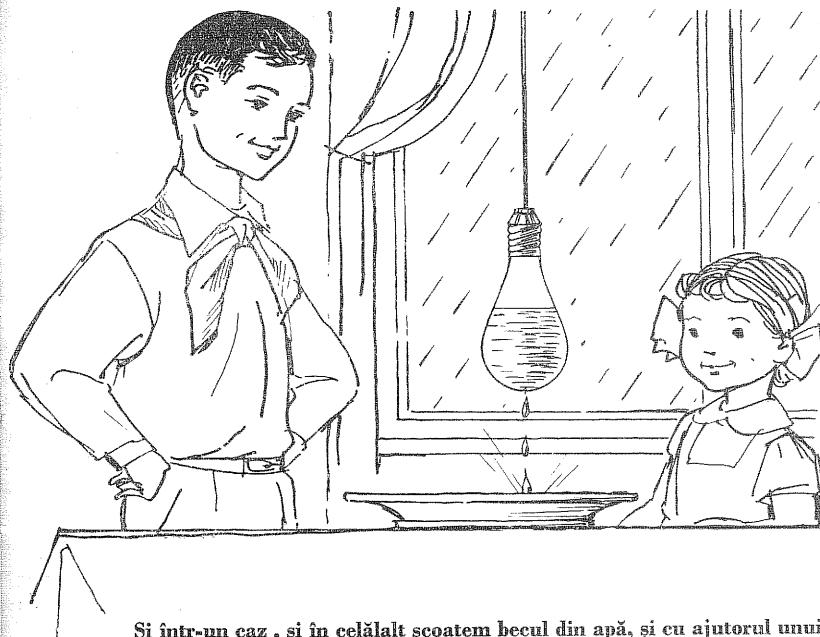


FIG. 70.

Și într-un caz, și în celăllalt scoatem becul din apă, și cu ajutorul unui fir îl atîrnăm de un suport. Am construit astfel un barometru (fig. 70). Când vremea rămîne frumoasă apa nu va picura prin deschizătura practicată la capătul lămpii. Dacă însă apa din lampă tinde să picure sau chiar picură, este semn că vremea se va strica, adică în curînd va ploua.

EXPLICATIE

Când vremea este și rămîne frumoasă, presiunea atmosferică este constantă sau crește, iar când vremea tinde să se înrăutățească — vine vînt, ploaie —, presiunea atmosferică este în descreștere. Această dependență dintre variația presiunii atmosferice și schimbarea vremii este folosită în cazul dispozitivului barometric realizat. La creșterea presiunii atmosferice, deci când vremea rămîne sau devine frumoasă, apa nu picură, deoarece în acest caz aerul exercită o presiune puternică asupra orificiului lămpii. Când presiunea atmosferică este în scădere, deci când vremea tinde să se înrăutățească, apa tinde să iasă din lampă, se bombează prin orificiu în afară sau chiar picură, deoarece în acest caz aerul exercită o presiune mai mică asupra orificiului lămpii.

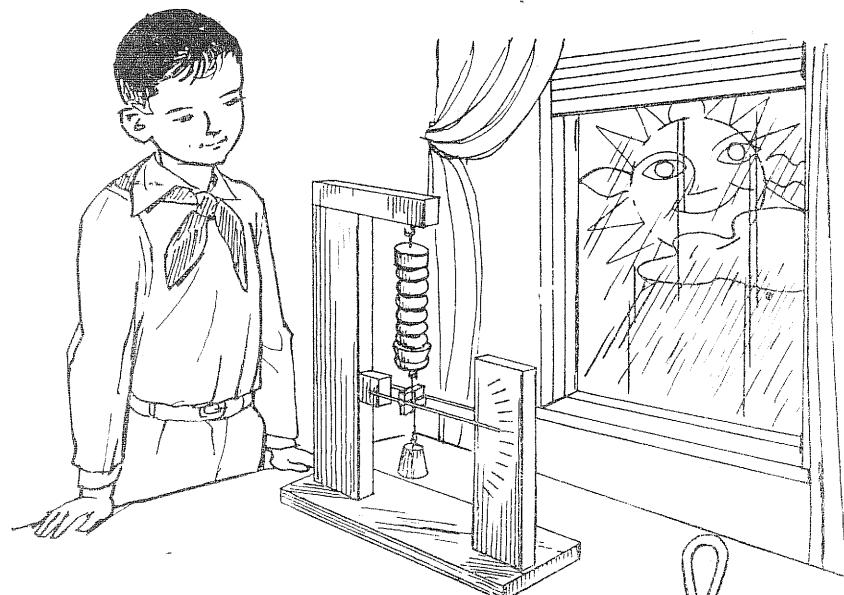
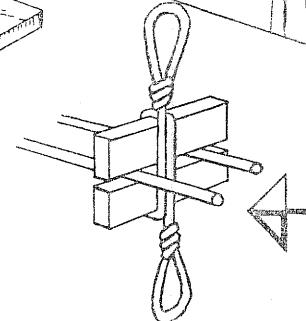


FIG. 71.

Un barometru aneroid original

Putem să construim un barometru, dacă dispunem de un tub de cauciuc inelat, de exemplu un tub de la o mască de gaze sau un mîner de cauciuc de la ghidonul de bicicletă. Desigur nu vom obține un instrument de mare precizie, deoarece cauzele erorilor sunt multiple.

Două dopuri bune de plută sau de lemn nepores ne vor permite să astupăm extremitățile tubului care va ține loc de cutie vidată. Înainte de a astupa tuburile, vom comprima cu putere tubul, pentru a îndepărta cea mai mare parte din aerul aflat în interiorul lui. Menținând tubul comprimat, vom introduce dopurile; pentru ca închiderea să fie ermetică, vom picura ceară pe marginile lor sau vom face un bandaj strins în jurul tubului, în dreptul dopurilor. Vom suspenda apoi de dopul inferior o greutate care va compensa parțial efectul presiunii atmosferice. (fig. 71). Variatiile presiunii atmosferice pot fi puse în evidență și amplificate prin intermediul unui ac indicator, lung, montat cum se vede sus în dreapta figurii, care se mișcă în jurul unui cadran.



EXPLICĂȚIE

În interiorul tubului de cauciuc inelat s-a realizat o presiune scăzută. Datorită formei inelare se mărește suprafața pe care se exercită presiunea atmosferică. Mărirea suprafetei se datorează formei ondulate. Întocmai ca și la barometrul aneroid, care este format dintr-o cutie metalică cu capacul ondulat și în interiorul căreia avem o presiune scăzută, variația presiunii atmosferice determină o variație a poziției suprafetei. Cind presiunea atmosferică crește, capacul ondulat se deplasează spre interiorul cutiei, iar în cazul tubului inelat are loc o comprimare a volumului acestuia. Cind presiunea atmosferică scade, capacul ondulat se deplasează spre exteriorul cutiei, iar în cazul tubului inelat are loc o destindere a volumului acestuia. Atât capacul, în cazul barometrului aneroid, cât și suprafața ondulată a tubului, în cazul barometrului construit de noi, transmit variațiile presiunii atmosferice unui ac indicator. Gradațiile scalei sunt determinate prin comparație cu un barometru obișnuit, metalic sau cu mercur. Presiunile indicate de un astfel de barometru, în diferite timpuri, le înscriem pe scala barometrului construit de noi.

Se poate ridica apa singură la un nivel mai ridicat decât cel inițial?

Procurăm un tub de sticlă cu bazele de secțiuni diferite, una cu diametrul mai mare, și alta cu diametrul mai mic, adică de forma sticlelor de lampă. Confectionăm trei dopuri drepte, unul pentru extremitatea îngustă a cilindrului, altul pentru extremitatea cu secțiunea mai mare și altul tot pentru cilindrul îngust, și anume pentru partea unde începe să crească diametrul cilindrului.

Aceste trei dopuri trebuie să realizeze o închidere etanșă. În dopul intermedian se perforează două găuri prin care se introduc două tuburi de sticlă A și B (eventual două paie mai groase de secară). Extremitatea de sus a tubului Biese puțin deasupra dopului intermedian, iar extremitatea lui inferioară trebuie să ajungă pînă la 2 cm de baza cilindrului (fig. 72). Aici trebuie un dublu cot, pe care îl obținem cu ajutorul a două dopuri mai mici. Detaliul este desenat în partea din stînga a figurii. Tubul orizontal are același diametru ca și tubul B, iar distanța dintre dopuri este aproape 1 cm. Tubul vertical care formează al doilea cot are 2 cm lungime și un diametru foarte mic. Tubul A este de aceeași grosime cu tubul B, el străbate dopul intermedian, sprindu-se în apropierea dopului superior.

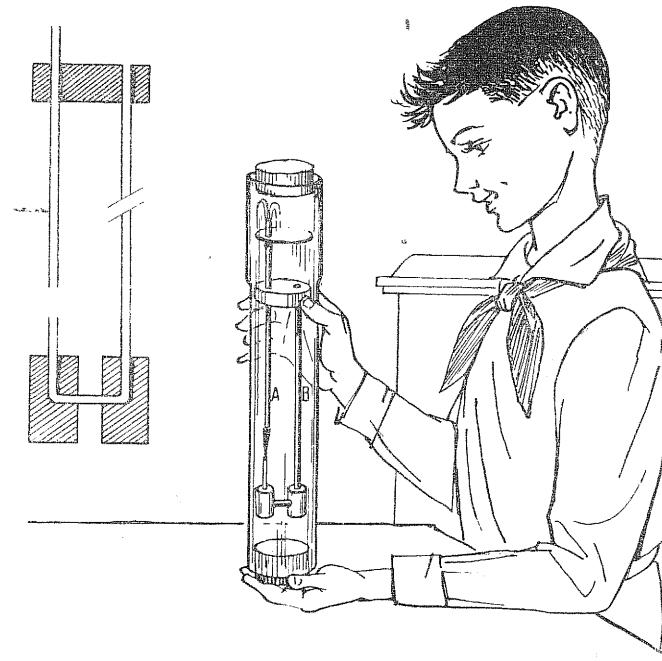


FIG. 72.

Pentru a realiza montarea acestui dispozitiv trebuie să se respecte o anumită ordine de lucru. Se va fixa întii dopul inferior la extremitatea îngustă a cilindrului; se găurește dopul intermediar și se introduc tuburile *A* și *B* prin cele două orificii, se construiește cotul dublu cu ajutorul celor două dopuri mici, introducindu-se în unul din dopuri (cel din dreapta figurii) capătul inferior al tubului *B*; se coboară totul în cilindru, fixându-se bine dopul intermediar cu ceară roșie. Se umple pe trei sferturi cu apă micul rezervor superior și se fixează dopul de sus.

Ținând cilindrul în poziție verticală, vom observa un mic jet de apă la capătul tubușorului care formează în partea de jos al doilea cot. Apa nu cade însă la fundul cilindrului, cum am presupune, ci este absorbită de către tubul *A* și încă pînă la extremitatea sa superioară, pentru a reveni apoi în micul rezervor.

Apă a ieșit deci din rezervor prin gura tubului *B* și a revenit în rezervor prin gura tubului *A*, aflată la un nivel mai ridicat. Se pare că acest fenomen răstoarnă legile referitoare la curgerea lichidelor care nu pot să se ridice mai sus decît punctul lor de plecare.

Acest fenomen curios durează cîteva minute, timp în care lichidul coboară, urcă în parte, pentru a coborî din nou ș.a.m.d.

Cînd fenomenul a incetat de a se mai produce, se scoate dopul inferior, pentru a evacua lichidul, apoi se fixează la loc; se toarnă din nou apă în rezervorul superior, se astupă la fel ca la început și dispozitivul este pregătit pentru o nouă experiență

EXPLICĂȚIE

Apa, curgind prin tubul *B*, creează în rezervor o depresiune. Datorită acestui fapt, o parte din apă care ieșe sub formă de jet la capătul tubușorului ce formează în partea de jos al doilea cot este absorbită prin tubul *A* și ajunge astfel în rezervor; altă parte cade însă la baza cilindrului. Fenomenul durează un anumit timp, deoarece prin curgerea apei din rezervor mereu se creează o depresiune, adică o presiune mai mică decît presiunea atmosferică la care se află aerul dintre dopul intermediar și cel de jos. Fenomenul nu poate dura la infinit, deci nu poate fi vorba de o mișcare perpetuă a lichidului, deoarece nu toată apa care ieșe sub formă de jet este absorbită, ci o parte din ea cade la fundul cilindrului. În felul acesta, treptat, treptat, apa din rezervor se împuținează, adunîndu-se în partea de jos a cilindrului și astfel fenomenul încetează.

Acest fenomen este curios, dar nu contrazice legile naturii referitoare la curgerea lichidelor, deoarece curgerea apei la un nivel mai ridicat decît cel de la care a pornit se datorează diferenței de presiune dintre partea cilindrului de sub dopul intermediar și partea de deasupra acestui dop.

CURGEREA FLUIDELOR — LEGEA LUI BERNOULLI

Cine susține hîrtia?

Dintr-ocoală de hîrtie tăiem de-a curmezișul o bandă de 3 cm lățime. Apucăm cu degetul mare și cel arătător un capăt al benzii și ținem astfel hîrtia. Deoarece hîrtia nu este rigidă, ea se va indoii, aplindu-se cu celălalt capăt în jos. Ne apropiem cu gura de capătul benzii pe care îl ținem cu mîna și suflăm un curent îngust de aer în direcție orizontală, însă pe deasupra benzii de hîrtie. Vom observa imediat cum partea benzii îndoită în jos se ridică, astfel încît întreaga bandă de hîrtie ia o poziție orizontală (fig. 73).

Banda de hîrtie rămîne în această poziție, parcă ar fi susținută de cineva, atât timp cît continuăm să suflăm deasupra ei. Dacă nu mai suflăm, hîrtia se apieacă iarăși cu capătul liber în jos. Suflind din nou, fenomenul se repetă.

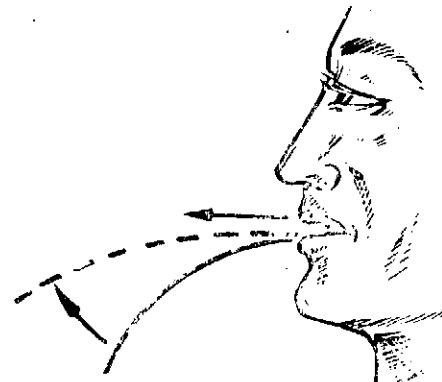


FIG. 73.

EXPLICATIE

Din hidrodinamică se știe că, dacă printr-un tub care prezintă în lungul său diferite secțiuni curge un lichid, atunci printr-o secțiune, în unitatea de timp, va curge un volum de lichid egal cu acela care curge printr-o altă secțiune a tubului. Se poate deci scrie

$$S_1 v_1 = S_2 v_2,$$

unde S_1 și S_2 sunt cele două secțiuni considerate, iar v_1 și v_2 sunt vitezele lichidului prin secțiunile S_1 și S_2 (fig. 74).

Din relația de mai sus, cunoscută în fizică sub numele de relația

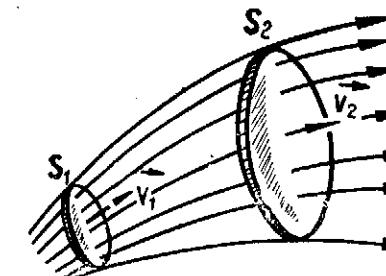


FIG. 74.

de continuitate, rezultă că lichidul curge cu viteza mai mare prin secțiunea mai mică a tubului și cu viteza mai mică prin secțiunea mai mare a tubului.

Pe de altă parte, un lichid în curgere respectă legea lui Bernoulli,

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2).$$

Din expresia matematică a legii lui Bernoulli se vede că $p_2 < p_1$, iar $v_1 < v_2$, deoarece p_2 se scade din p_1 , iar v_1 se scade din v_2 . Rezultă deci că, acolo unde viteza lichidului din tub este mai mare, presiunea este mai mică. Înținând seama și de relația de continuitate, putem spune că, în locurile unde tubul este îngust, viteza fiind mare, presiunea este mică, iar în locurile unde tubul este larg, viteza fiind mică, presiunea este mare.

Acest fenomen are loc și la gaze.

Asadar, îngustarea printr-un procedeu sau altul a unei vine de lichid sau de gaz determină scăderea presiunii.

În experiență descrisă, pe deasupra benzii de hîrtie trece un curent îngust de aer. Aceasta înseamnă că presiunea curentului de aer devine mai mică decât presiunea atmosferică. Sub banda de hîrtie, presiunea aerului rămîne aceeași. Diferența de presiune face ca foița de hîrtie să se ridică.

Micșorarea presiunii în porțiunea îngustă a unei vine de lichid sau de gaz este mult folosită în tehnică. Carburatorul motoarelor cu ardere internă, trompa de apă pentru vid, lampa Bunsen pentru laboratoare sunt aparate care funcționează pe baza legii lui Bernoulli.

Sifon cu amorsaj automat

Luăm un tub de sticlă sau de material plastic de aproximativ 2,5 cm în diametru și de 8—10 cm lungime. Astupăm una din extremitățile sale cu un dop pe care îl perforăm la mijloc. Prin orificiu practicat în dop introducem cu grijă un mic tub de sticlă care să depășească cu circa 1 cm fața interioară a dopului. Astupăm cealaltă extremitate a tubului cu un dop prevăzut cu două orificii. Printr-un orificiu al

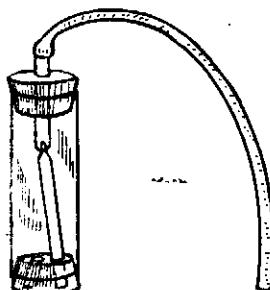


FIG. 75.

EXPLICATIE

Prin introducerea dispozitivului în vasul cu apă, prin cel de-al doilea orificiu practicat în dopul inferior pătrunde apă în spațiul dintre cele două dopuri, iar aerul aflat în acest spațiu ieșe prin tubul de cauciuc. O dată cu acest aer este antrenat și aerul din tubul subțiat la un capăt care pătrunde cu acest capăt în deschiderea tubului mic la care s-a adaptat furtunul de cauciuc. Antrenarea aerului din tubul subțiat la capăt este urmată de antrenarea apei din vas care se urcă prin acest tub ajungând în furtun, de unde curge prin acest furtun în căldarea de pe podea.

Avem de-a face aici cu un fenomen asemănător cu acela întâlnit la funcționarea pulverizatorului.

Discul își schimbă poziția

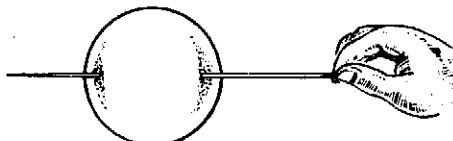


FIG. 76.

Dintr-o bucată de carton tăiem un disc cu raza de circa 2 cm. Străpungem acest disc cu un ac de cusut mai lung decât diametrul discului, așa după cum se vede în figura 76. Mărim găurile produse de

ac cu ajutorul unei andrele, pentru ca, reintroducind acul, discul să se poate rota cu ușurință în jurul acului. Apucăm acul de la mină, astfel incit discul să aibă o poziție orizontală și apoi suflăm pe deasupra discului în direcția acului. Vom observa că imediat discul își schimbă poziția, așezându-se vertical.

EXPLICATIE

Tot legea lui Bernoulli stă la baza acestui fenomen. Currentul de aer suflat pe deasupra discului, în direcția acului, determină scăderea presiunii pe direcția acestui current. Întrucât prin suflarea aerului nu se poate realiza o regiune perfect simetrică de o parte și de alta a axului de susținere (acul care străpunge discul), urmează că presiunea de jos în sus a aerului de sub disc va determina rotirea discului pînă ce acesta ia poziția verticală. În această poziție, discul taie currentul în lungul lui, iar presiunea de jos în sus și de sus în jos actionează pe direcția verticalei, deci pe marginea discului. Dacă regiunea de presiune, care de data aceasta este de o parte și de alta a discului, va fi simetrică față de axul de susținere, discul rămîne în poziție verticală, dacă nu este simetrică, discul se va rota, datorită diferenței de presiune exercitată lateral pe fețele discului.

Cine apropie discul?

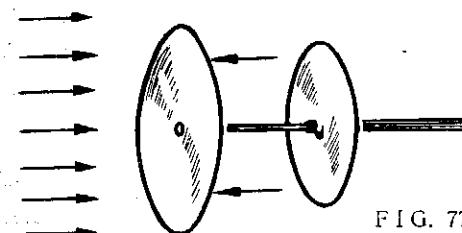


FIG. 77.

Tăiem dintr-un carton două discuri. Unul din discuri îl fixăm pe o Andrei, în centru. Cel de-al doilea disc îl fixăm pe un tub de sticlă scurt, care poate aluneca ușor de-a lungul Andrelei. Dacă suflăm un curent de aer în direcție perpendiculară, pe primul disc, vom observa că discul a doilea se apropiu de primul disc (fig. 77)

EXPLICATIE

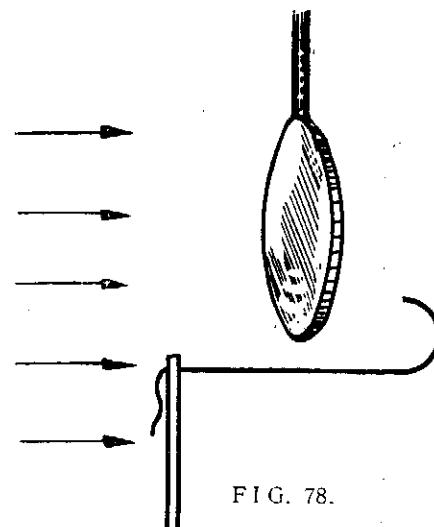
Presiunea din interiorul virtejurilor este mai mică decât în afara lor. Aceasta înseamnă că formarea virtejurilor în spatele corpurilor aflate în mișcare determină scăderea presiunii din spatele lor, care devine mai mică decât aceea din față lor.

În experiența descrisă, în spatele primului disc, adică în spațiul dintre discuri, presiunea a devenit mai mică. Întrucât cel de-al

doilea disc este mobil, el se va apropiă de primul disc, datorită diferenței de presiune care se creează între regiunea dintre discuri și regiunea din afară discului al doilea. Între discuri, presiunea este mai mică decât presiunea atmosferică care se exercită în afară discului.

Un joc cu sfoara

Într-o zi cînd vîntul e puternic, să șezăm perpendicular pe direcția lui o placă. Dacă dispunem de un ţoan pentru uscat părul, experiența poate fi efectuată și în cameră. Alături de placă, în fața ei, punem o Andreia de capătul căreia am legat o sfoară nu prea lungă. Vom observa că sfoara se ridică, luind o poziție paralelă cu direcția curentului de aer, însă capătul ei liber se întoarce în spatele plăcii (fig. 78).



EXPLICATIE

Rezistența pe care o întîmpină un corp în timpul mișării sale într-un lichid sau într-un gaz se numește rezistență la înaintare. De cine depinde această rezistență? În cazul unor viteze mici, rezistența mediului se datorează frecării dintre stratul care aderă la corp și mediul înconjurător. În cazul unor viteze mari, rezistența este condiționată și de formarea vîrtejurilor care iau naștere în spatele corpului aflat în mișcare. Aceste vîrtejuri se pot constata ușor. De exemplu, cînd mișcăm o vislă cufundată în apă, observăm în spatele vislei formarea de vîrtejuri. Într-un vîrtej apa capătă o mișcare circulară, iar în mijlocul ei se formează o adâncitură care dovedește că presiunea din interiorul vîrtejului este mai mică decît în locurile unde nu există vîrtejuri.

Dacă, în loc să mișcăm corpul în lichid sau în aer, facem ca lichidul sau aerul să se miște, iar corpul să stea pe loc, fenomenul este același. În experiență descrisă, corpul, adică placă, stă pe loc, iar aerul se mișcă. În spatele plăcii se formează vîrtejuri inclinate care determină întoarcerea capătului de sfoară în spatele plăcii.

Atracția buzelor de aer



FIG. 79.

Luăm un cilindru de sticlă prevăzut la fund cu un dop de plută prin care pătrund două tuburi (fig. 79). Umplem cilindrul cu apă și suflăm aer prin cele două tuburi. Dacă buzile de aer sunt egale, atunci ele se ridică cu viteze egale și se apropie.

Fenomenul se poate observa mai ușor, dacă în locul apei se folosește un amestec de apă cu glicerină.

EXPLICATIE

Conform legii lui Bernoulli, presiunea statică a unui fluid care curge printr-un tub ce prezintă diferite secțiuni variază. În partea tubului în care secțiunea este mai mică, vîtea de curgere este mai mare, iar presiunea statică mai mică decît în partea tubului unde secțiunea este mai mare.

Micșorarea presiunii statice se poate arăta suflind un curent de aer printre două foi suspendate, de formă dreptunghiulară, tăiate dintr-o carte poștală și arcuite (fig. 80). Curentul de aer suflat printre cele două părți convexe determină apropierea foilor. Explica-

ția constă în faptul că în partea convexă a foii, curentul suferă o gituire și deci are o viteză mai mare decît în alte părți. În regiunea gituiturii, deci pe față convexă, presiunea statică este mică și deci apăsarea pe această față este mai mică decît pe față concavă, unde se exercită presiunea atmosferică.

De asemenea, un balon de cauciuc umplut cu aer rămîne în suspensie, dacă pe la partea superioară se

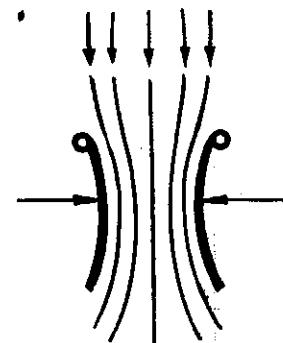


FIG. 80.

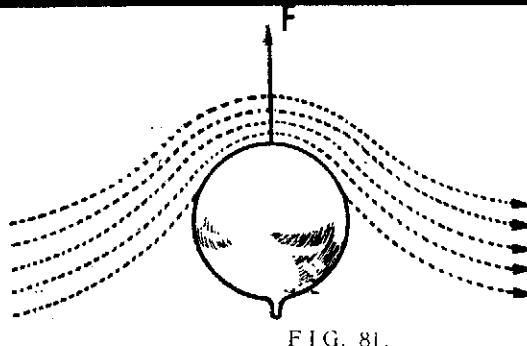


FIG. 81.

sufă un curent de aer. Phenomenul se explică prin faptul că se micșorează presiunea statică pe față convexă, superioară, față de presiunea exercitată pe față din partea inferioară a balonului (fig. 81).

În experiența descrisă, fenomenul are aceeași explicație, nu-

mai că în acest caz mediul dintre buile de aer este în repaus, în timp ce buile sunt în mișcare.

Între bule, presiunea statică este mai mică decât în afara lor și astfel are loc apropierea dintre ele.

Cine suflă în luminare?

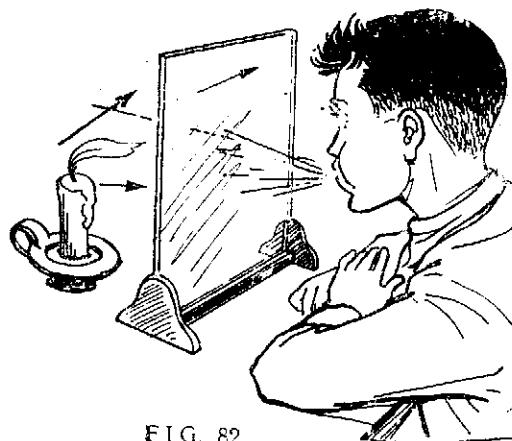


FIG. 82.

EXPLICATIE

Curentul de aer care se formează cînd suflăm asupra paravanului se reflectă cu destulă putere pentru a antrena cu el o oarecare cantitate de aer din jurul paravanului, deci și din spațiul în care se află luminarea. Acest aer antrenat constituie un curent care acționează asupra flăcării și o abate în sensul lui de mișcare, adică în sens invers curentului determinat de noi prin suflare.

Un obstacol care nu este obstacol

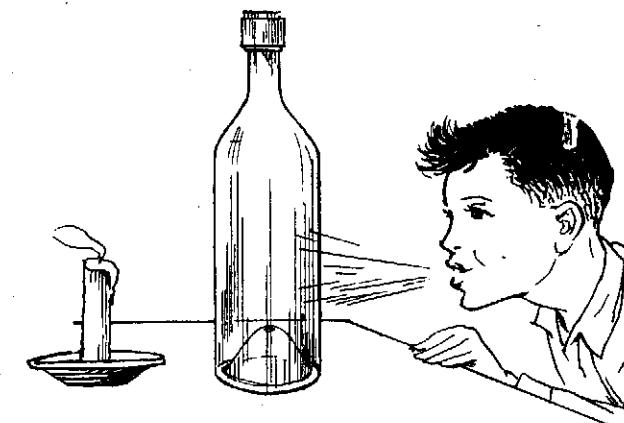


FIG. 83.

Așezăm pe masă o sticlă, iar în spatele ei, la o distanță de 12—15 cm, o luminare aprinsă. Dacă suflăm de la o distanță de 20—25 cm asupra sticlei, constatăm că luminarea se stinge imediat (fig. 83). Deducem din această experiență că sticla nu constituie un obstacol pentru curentul de aer.

EXPLICATIE

Cînd un corp înaintează într-un fluid (aer sau apă) sau, ceea ce este tot una, cînd un curent al unui fluid lovește corpul, fluidul în mișcare nu și mai menține o curgere laminară, adică o curgere în care vitezele diferitelor straturi sunt paralele, ci se produce o scurgere a acestuia în jurul corpului, dînd naștere la așa-numita curgere turbulentă, caracterizată prin apariția unor vîrtejuri în interiorul fluidului.

Forma aerodinamică care reprezintă minimul de rezistență la înaintare, adoptată în special în aviație și marină, este rezultatul studierii, cu ajutorul tunelului aerodinamic, a rezistenței pe care o opun corpurile la înaintarea lor într-un fluid. În felul acesta s-au putut observa regiunile de vîrtejuri care se produc înaintea și îndărărtul unui corp de formă unui disc circular. Eliminînd aceste regiuni de vîrtejuri, prin umplerea lor cu niște calote, a căror forme au fost impuse de existența regiunilor de vîrtejuri, s-a ajuns la forma fuselată pe care o prezintă corpul cu rezistență minimă la înaintare. Revenind la experiența care a fost efectuată, se poate înțelege foarte ușor de ce sticla nu constituie un obstacol la trecerea curentului; sticla neavînd o formă aerodinamică permite formarea unei regiuni de vîrtejuri în spatele ei, adică în partea opusă curentului de aer suflat. Flacăra luminării, aflîndu-se în această regiune de vîrtejuri, este stinsă.

Inele de fum

Să tăiem în peretele unei cutii de carton o deschidere circulară, iar în partea opusă, în locul peretelui de carton, întindem o membrană de cauciuc. Dacă introducem fum în cutie astfel pregătită și lovim ușor în membrană cu un ciocan format dintr-un dop de cauciuc sau plută, atunci prin deschiderea circulară ies inele de fum (fig. 84).

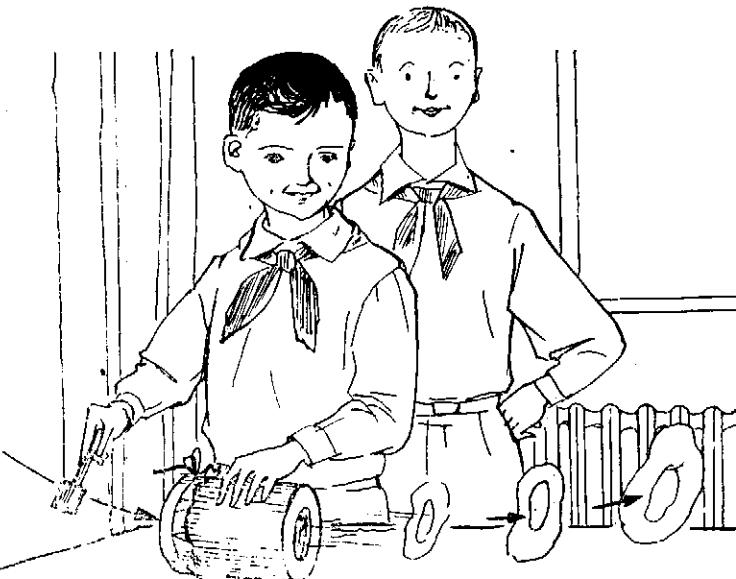


FIG. 84.

EXPLICĂȚIE

Prin lovirea membranei, masa de fum este pusă în mișcare. Particulele de cărbune care alcătuiesc fumul au o viteza maximă pe direcția axului ce trece prin centrul deschiderii circulare și o viteza din ce în ce mai mică cu cît particulele se apropie de peretele cutiei și de marginea deschiderii, unde viteza este zero. Această variație în valoarea vitezei se datoră frecării particulelor de peretii cutiei și de marginea deschiderii. Pentru stratul de fum lipit de pereti, frecarea este maximă, pentru straturile următoare, frecarea este din ce în ce mai mică, ajungînd ca în partea centrală să aibă o valoare minimă apropiată de zero. Datorită acestui fapt se nasc vîrtejuri care duc la formarea de inele.



Capitolul II

FIZICA MOLECULARĂ ȘI CĂLDURA

Cuprinde :

MIȘCAREA CINETICO-MOLECULARĂ
STRUCTURA MOLECULARĂ A SUBSTANȚELOR
DILATAȚIA CORPURILOR
PROPRIETĂȚILE GAZELOR
PROPRIETĂȚILE CORPURILOR LICHIDE
COEZIUNE
ADEZIUNE
TENSIUNEA SUPERFICIALĂ
CAPILARITATE
PROPAGAREA CĂLDURII
SCHIMBĂRI DE STARE FIZICĂ
TERMODINAMICA
HIGROMETRIE
METEOROLOGIE

MIŞCAREA CINETICO-MOLECULARĂ

Un dans instructiv

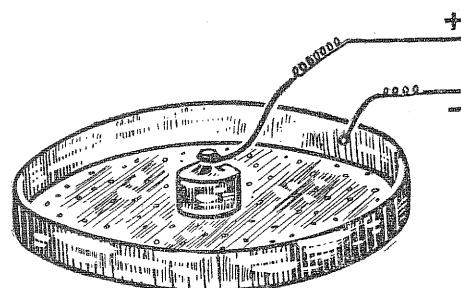


FIG. 85.

electrozi așezăm pe placă de sticlă 10—15 aice de mase diferite. Când punem în funcțiune mașina electrostatică, aicele încep să sără, mișcindu-se în toate direcțiile; se ciocnesc între ele, unele — cele mici — au viteze mai mari, altele — cele mari — au viteze mai mici și astfel aicele în ansamblu reprezintă o mișcare haotică. Pentru pornirea mișcării, o parte din aice trebuie să fie în contact cu peretele metalic.

EXPLICATIE

În timp ce mașina electrostatică funcționează, polii acesteia se încarcă cu electricitate de sens contrar și creează un câmp electrostatic, datorită căruia aicele se încarcă electric. Mișcarea aicelor este rezultatul acțiunii reciproce dintre sarcinile electrice cu care sunt încărcate aicele și ciocnirile dintre acestea. Potențialul destul de mare al electrozilor asigură mișcarea aicelor.

Mișcarea haotică a aicelor, cu direcții, sensuri și viteze diferite,

ilustrează foarte frumos mișcarea cinetico-moleculară, care este tot o mișcare haotică.

Dispozitivul poate fi folosit, de asemenea, pentru explicarea mișcării browniene, precum și pentru demonstrarea difuziei, realizând astfel o ilustrare dinamică a acestor fenomene. Potențialul electrozilor poate fi înțeles ca o măsură a temperaturii; mărirea potențialului determină mărirea vitezei aicelor, analog cu creșterea temperaturii care este însoțită de mărirea vitezei moleculelor.

Pentru demonstrarea difuziei se aşază pe lîngă perete, în locuri diferite, aice de mărimi diferite. După începerea mișcării, aicele se amestecă analog cu împrăștirea moleculelor gazelor sau a lichidelor aflate în contact.

Pentru demonstrarea mișcării browniene se aşază printre aicele în mișcare bucăți mici de lemn sau de gumă. Din cauza loviturilor, acestea se mișcă pe placă de sticlă în diferite direcții.

Pentru demonstrarea presiunii gazelor trebuie să mărim dimensiunile dispozitivului și să grupăm aicele într-un loc. Mărand numărul aicelor care se mișcă, viteza lor (prin mărirea potențialului) și dimensiunile lor, crește și presiunea exercitată de ele asupra peretelui.

Dacă luăm aice mai ușoare, de exemplu, din măduvă de soc, atunci putem demonstra legea de atracție și respingere electrică, prin mișcarea acestora între polii electrici.

STRUCTURA MOLECULARĂ A SUBSTANTELOR

Lacrimi de crocodil

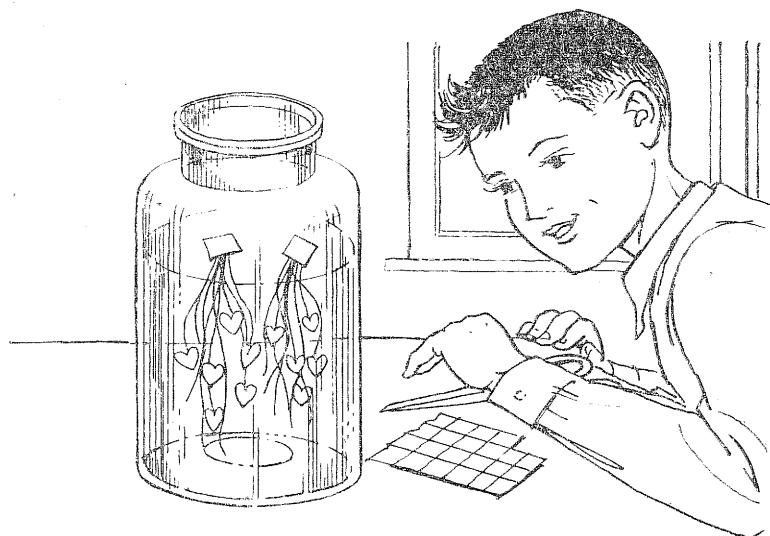


FIG. 86.

Luăm un borcan de sticlă pe care îl umplem cu apă. Preparăm o soluție foarte diluată de fluoresceină, în care muiem o bucată de sugativă. Vom lăsa sugativă să se usuce, iar după aceea tăiem din ea pătrățele cu latura de 1 cm. Punem cîteva din aceste pătrățele pe suprafața apei din borcan, care trebuie să fie foarte liniștită. Vom putea observa că fluoresceinaiese de îndată ce apa aimbibat bucațele de sugativă și coboară în borcan sub formă de picături verzui, cu reflexe fosforescente (fig. 86). După puțin timp, toată apa din borcan capătă o frumoasă colorație de smarald.

EXPLICATIE

Coloranții de anilină au proprietatea de a se diviza în cele mai mici particule, dacă îi vom introduce în apă. De exemplu, un decigram de violet sau verde de anilină ajunge pentru a da unui litru de apă sau de alcool o colorație destul de închisă, pentru a face să dispare toată transparenta lichidului. Printre acești coloranți însă, fluoresceina prezintă cel mai înalt grad de divizibilitate și totodată produce o colorație verde, cu reflexe fosforescente, foarte frumoasă. Un gram de fluoresceină, datorită gradului înalt de divizibilitate, poate colora 20 000 l de apă.

În cazul experienței descrise trebuie reținut faptul că bucata de sugativă este muiată într-o soluție foarte diluată. Fenomenul observat se produce, deoarece în hîrtia de sugativă, fluoresceina se găsește împrăștiată în particule insime pe suprafața sugativei. Dint-un pătrățel vor porni în jos multe particule de acestea care, trecînd prin apă, se divid mai departe. Așa se explică vînișoarele care se produc în masa de apă. Fiecare dintre aceste vînișoare se divid în scurt timp în toată masa de lichid. Divizibilitatea poate merge pînă la particule de mărimea moleculei.

Ce poate face o picătură de apă

Luăm o sticlă goală pe care o așezăm pe masă, iar pe gura ei punem un chibrit frînt la mijloc în formă de V. Pe acest chibrit așezăm o monedă de 10 bani (fig. 87). Gîrul sticlei trebuie să fie mai larg decît circumferința monedei.

Putem face ca moneda să cadă în stică fără ca să atingem sticla sau chibritul? Desigur că da. Pentru aceasta facem să cadă o picătură de apă pe locul în care a fost frînt chibritul. Observăm cum capetele chibritului încep să se îndepărteze și la un moment dat moneda, nemaifiind susținută de chibritul frînt, cade în stică.

EXPLICATIE

Experiența se bazează pe fenomenul de difuzie. Lemnul chibritului este foarte uscat. Aceasta înseamnă că celulele sale au pierdut prin evaporare o mare cantitate de apă, sucul celular devenind foarte concentrat. În contact cu apa, prin peretele celular are loc

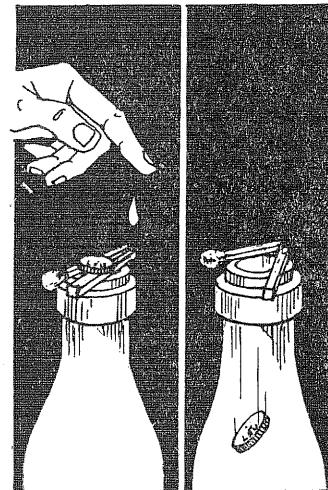


FIG. 87.

EXPLICATIE

Pentru a ne explica acest fenomen trebuie să cunoaștem un altul, și anume fenomenul de osmoză. Folosind o membrană animală bine întinsă și bine legată, astupăm un borcan de sticlă plin, de exemplu cu sirop de zahăr. Cufundăm apoi acest borcan într-un vas cu apă. După cîteva ore se constată că o parte din zahăr a

fenomenul de difuzie; datorită acestui fapt, celulele își măresc volumul prin apă care pătrunde în ele. Acest fenomen se întimplă în locul de frîngere al chibritului cu celulele râmase întregi. În consecință se produce o umflare a lemnului, ceea ce determină dezdoirea bățului de chibrit, adică îndreptarea lui și astfel moneda, nemaiavînd pe ce să se sprijine, cade în sticlă.

Grădină minerală

Preparăm o soluție concentrată de silicat de sodiu într-un borcan de sticlă. Aruncăm în această soluție cîteva cristale mici de diferite săruri minerale colorate, de exemplu sulfat de cupru (albastru), sulfat de nichel (verde), azotat de cobalt (roz) și altele. În scurtă vreme, de pe fundul vasului încep să crească, din cristale, numeroase ramuri care se răspîndesc în toate direcțiile, avînd în totalitatea lor aspectul unei adevărate grădini cu plante și flori de diferite culori (fig. 88).

iesit prin membrană din borcan, iar o altă parte din apă a intrat prin membrană în borcan. Se mai constată însă umflarea membranei spre exterior. Acest fapt ne arată că mai multă apă a intrat în borcan decît zahăr în vas și, din această cauză, apa apasă din interiorul borcanului spre exteriorul lui, umflînd membrana. Fenomenul acesta de trecere preferențială și cu viteză mai mare a dizolvantului către soluție se numește osmoză, iar consecința este că apare o presiune orientată spre dizolvant, care se numește presiune osmotica.



FIG. 88.

Dacă în locul membranei animale s-ar folosi o membrană semipermeabilă, atunci printr-o astfel de membrană n-ar putea să treacă decît moleculele dizolvantului.

În experiența descrisă se formează în jurul cristalelor o membrană semipermeabilă de silicat de sodiu prin care intră apă datorită fenomenului de osmoză și în felul acesta se umflă membrana cu soluția sării respective; are loc o creștere a acesteia, creștere care se manifestă printr-o ramificare pe diferite direcții, pornind chiar de la fundul vasului, unde se află cristalele.

DILATATIA CORPURILOR

Flacăra strică echilibrul

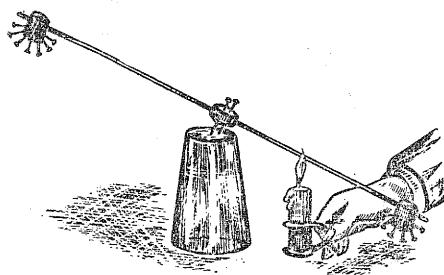


FIG. 89.

Procurăm o vergea de metal, de exemplu de felul celor folosite pentru suspendarea perdelelor. Treceem această vergea printr-un dop de plută și potrivim ca acest dop să fie plasat la mijlocul vergelei. Se străbate dopul cu două ace cu gămălie, astfel încât cele două ace să fie paralele cu axul dopului de o parte și de alta a vergelei. Pe discul piciorului unui pahar răsturnat se va așeza vergeaua sprijinită pe cele două vîrfuri ale acelor cu gămălie care străbat dopul (fig. 89). S-a construit astfel un fel de pîrghie de balanță. Pentru ca această pîrghie să aibă un echilibru mai stabil, îi vom cobori centrul de greutate fixind la ambele capete ale pîrghiei căte un dop; în dopuri vom înfîge un număr oarecare de cuioșare pînă ce pîrghia se echilibrează perfect. S-a construit în felul acesta o balanță foarte sensibilă; vîrfurile acelor cu gămălie pe care se sprijină pîrghia constituie cuțitul balanței. Provocăm cîteva oscilații pentru a ne asigura că vergeaua revine la poziția orizontală de echilibru.

Încălzim cu flacăra unei luminări sau a unei lămpi cu spirt (bec cu gaz) unul din brațele pîrghiei. Vom observa că echilibrul pîrghiei se strică, brațul încălzit înclinându-se.

Dacă stingem flacăra și așteptăm ca pîrghia să se răcească, vom observa cum treptat, treptat se restabilește echilibrul pîrghiei.

EXPLICATIE

Prin încălzire, corpurile solide, lichide sau gazoase se dilată. Dilatația se produce asupra celor trei dimensiuni. În cazul corpurilor solide deosebim o dilatație liniară cînd lungimea predomină față de celelalte două dimensiuni: sîrme, bare, conducte; o dilatație superficială cînd predomină două dimensiuni față de a treia (table); o dilatație în volum cînd dimensiunile sunt comparabile între ele (sferă, cub, paralelipiped, cu dimensiuni apropiate ca valoare, corpori de diferite alte forme).

Desigur, la fiecare categorie de dilatație, avem de-a face cu dilatația tuturor dimensiunilor, însă dacă una sau două dimensiuni au valori foarte mici în raport cu celelalte, atunci practic se poate neglija dilatația acestora.

În general, dilatația solidelor este foarte mică și nu poate fi observată direct cu ochiul.

În cazul experienței, brațul pîrghiei încălzit la flacăra s-a dilatat alungindu-se. În felul acesta nu mai avem de-a face cu o pîrghie de genul I, cu brațele egale, cum era cazul înainte de a o încălzi, ci cu o pîrghie de genul I, cu brațe neegale. În consecință, pîrghia se înclina spre partea care a fost încălzită.

Înainte de încălzire, fiecare braț al pîrghiei era supus acțiunii gravitației în centrul lui de greutate aflat la mijlocul brațului, deci la distanțe egale față de punctul de sprijin al pîrghiei.

După încălzirea unui braț s-a produs alungirea lui și deci deplasarea centrului de greutate, astfel încît distanța acestuia față de punctul de sprijin al pîrghiei s-a mărit. Aceeași acțiune a gravitației ca și înainte de încălzire se exercită acum la o distanță mai mare față de punctul de sprijin și, în consecință, efectul ei (momentul) este mărit; de aici înclinarea spre această parte a pîrghiei și concluzia: dilatația liniară a vergelei metalice prin încălzire.

Un pirometru original

Dintr-o bucătă mică de scîndură, cu dimensiunile de $10 \times 5 \times 2$ cm, tăiem o parte după conturul unui dreptunghi. Forma rămasă prezintă un spațiu liber, asemănîndu-se cu litera C de tipar. Într-o parte ieșită a scîndurii să înfîgesc un ac mare de cusut, astfel încît celălalt capăt al acului să se sprijine pe cealaltă parte ieșită a

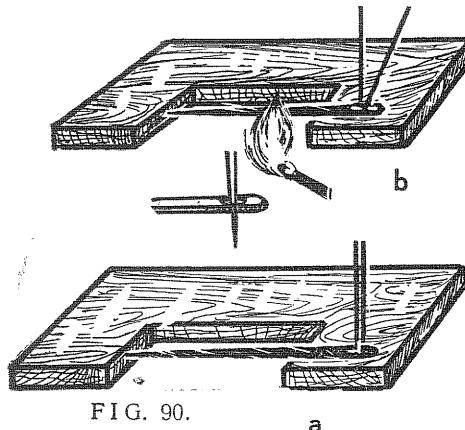


FIG. 90.

a

scindurii, însă astfel încât urechea să fie cu deschidere în sus. Introducem vertical prin urechea acului de cusut un alt ac subțire, iar alături de el, în exteriorul urechii primului ac, să înfigem un al treilea ac (fig. 90, a).

Să încălzim acum acul mare cu unul sau două chibrituri puse alături.

Vom observa mișcarea acului vertical pe care l-am introdus prin urechea acului mare (fig. 90, b).

EXPLICATIE

Dilatația și contracția solidelor este, în general, foarte mică și nu poate fi apreciată direct prin observație.

În experiența descrisă, dilatația liniară a acului a fost făcută vizibilă prin intermediul acului introdus prin urechea primului. Dilatația acului s-a manifestat în partea cu care era sprijinit pe scindură, deoarece în cealaltă parte a întâmpinat rezistența lemnului în care era înfipt vîrful lui. Dilatăndu-se, determină devierea acului vertical. Cel de-al treilea ac servește pentru marcarea poziției initiale a acului introdus prin urechea celui mare. Devierea este vizibilă tocmai prin comparație cu poziția fixă a celui de-al treilea ac.

Semnalizator automat

Procurăm două lame metalice: una de fier, cealaltă de cupru, de dimensiunile $250 \times 10 \times 0,3$ mm. Le găurim pe totă lungimea, distanța dintre găuri fiind 3–4 cm. În aceste găuri introducem forțat nituri și nituim cele două lame. Fixăm unul din capetele lamei pe un postament, astfel ca lama de fier să fie deasupra. În dreptul celuilalt capăt, care stă liber în aer, montăm un suport cu două console: o consolă trebuie să se găsească deasupra lamei, iar cealaltă dedesubt. În console se fixează cîte un șurub, astfel încît capetele lor care ies în partea dinspre lamă să se găsească la o mică distanță de ea. Folosind o mică baterie electrică de buzunar, alcătuim un circuit în care să intre lama și o sonerie. În acest scop se leagă capătul fix al lamei cu o sîrmă izolată ce merge la o bornă a soneriei. Cealaltă bornă a soneriei se legăm la un pol al bateriei. Cealaltă pol al bateriei îl legăm la capătul șurubului de sus (fig. 91). Cu o lampă de spirit încălzim lama. Vom constata că lama începe să se încovoeie înn sus și, la un mo-

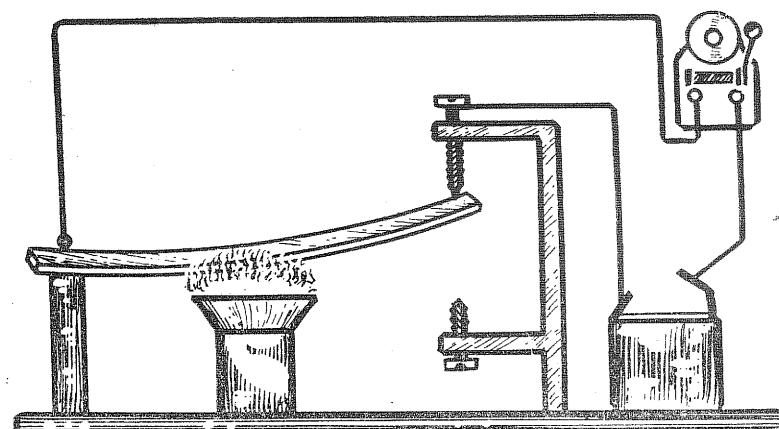


FIG. 91.

ment dat, atinge vîrful șurubului. Din acest moment soneria începe să sună. Îndeosebi flacără, lama începe să se răcească și totodată se îndreaptă, îndepărându-se de vîrful șurubului. Din momentul în care lama nu mai face contact cu vîrful șurubului, soneria începe să mai sună, deoarece se aîntrerupe circuitul.

EXPLICATIE

Prin nituirea celor două lame din metale diferite s-a alcătuit aşa-numita lamă bimetalică. Sub influența căldurii, diferitele metale se dilată diferit.

În experiența descrisă, lama bimetalică este din cupru și fier. Cuprul se dilată mai mult decît fierul și, în consecință, lama se încovoeiește astfel încît în partea concavă se află fierul, iar în partea convexă cuprul. Desigur că în acest fel lama de cupru s-a dilatat mai mult, deoarece partea convexă a curbei are o lungime mai mare decît partea concavă. Datorită acestui fenomen de dilatație inegală a lamelor se produce încovoierea înn sus și astfel se realizează contactul cu șurubul, circuitul se închide și soneria sună.

În locul soneriei se poate folosi un bec de lanternă. În acest caz, în loc de sunet, se produce lumină la închiderea circuitului.

Cînd lama bimetalică se răcește, ea revine la forma inițială, deci circuitul se întrerupe și soneria nu mai sună, iar dacă în locul ei avem un bec, acesta nu mai luminează.

Dacă lama bimetalică se răcește sub temperatură ambientă, temperatură pentru care lama era dreaptă, atunci ea se încovoeiește înn jos și poate atinge vîrful șurubului aflat în dreptul ei.

Se pot lega în circuit ambele șuruburi și în acest caz semnalul se va da cînd temperatura a variat.

Învîrtind șuruburile, se poate regla momentul închiderii circuitului pentru orice temperatură a lamei.

Dacă fixăm de capătul liber al lamei un ac indicator lung, care să se poată mișca în fața unei scale cu diviziuni, gradată prin comparație cu-un termometru, atunci am realizat un termometru metalic. Termometrele metalice se folosesc pentru măsurarea temperaturilor finale, pentru darea semnalelor automate, pentru anunțarea variației de temperatură într-o uscătorie, pentru semnalarea incendiilor etc.

Un mijloc original de tăiere a sticlei

Dacă se întâmplă să spargem o sticlă de vin sau de apă, putem să înlăturăm prin tăiere partea din sticlă care este șirbită și să obținem astfel un vas prezentabil, la fel un pahar șirbit poate fi transformat într-unul bun, folosind procedeul de tăiere pe care îl vom descrie în cele ce urmează.

În acest scop vom umple sticla respectivă cu ulei, pînă la înălțimea la care dorim ca ea să fie tăiată neted. Sticla trebuie să fie așezată pe o masă perfect orizontală. Afundăm apoi brusc în ulei extremitatea unui fier încăzit în foc (fig.92). Vom auzi o plesnitură și vom constata că sticla a fost tăiată ras la suprafața lichidului. Dacă vom scoate în diferite reprise, diferite cantități de ulei și vom proceda de fiecare dată așa cum s-a arătat anterior, vom putea obține prin tăiere o serie de inele de sticlă. Aceste inele pot fi folosite, în cazul cînd am folosit o sticlă de dimensiuni mai mici, ca suporturi pentru șervețele de masă.

EXPLICATIE

Spre deosebire de corpurile bune conducătoare de căldură, cele rău conducătoare transmit foarte încet căldura și pe distanțe mici. Pe de altă parte, orice corp prin încălzire se dilată.

Sticla este un corp rău conducător de căldură, dar ca orice corp prezintă fenomenul de dilatație prin încălzire.

În cazul procedeului de tăiere care a fost prezentat, lucrurile se petrec astfel : prin introducerea fierului încăzit în sticlă, uleiul se



FIG. 92.

încălzește la suprafață la o temperatură destul de ridicată. Totodată se încălzește puternic și peretele interior al sticlei în lungul circumferinței determinată de suprafața uleiului aflat în sticlă. Pentru ca și partea exterioară a sticlei corespunzătoare celei interioare să se încălzească la aceeași temperatură trebuie să treacă un timp. Încălzirea este însă urmată de dilatație. În consecință, partea interioară a sticlei se dilată, însă partea exterioară corespunzătoare nu, deoarece căldura n-a ajuns încă acolo. Datorită acestui fapt, în lungul circumferinței amintite se produce ruperea, adică tăierea.

Acest procedeu poate fi aplicat în cazul unei sticla obișnuite, nu însă și în cazul cînd avem de-a face cu o sticlă de calitate, ca pirex sau duran, deoarece acestea pot suporta variațiile brusă de temperatură, fără a se dilata.

Un ou miraculos

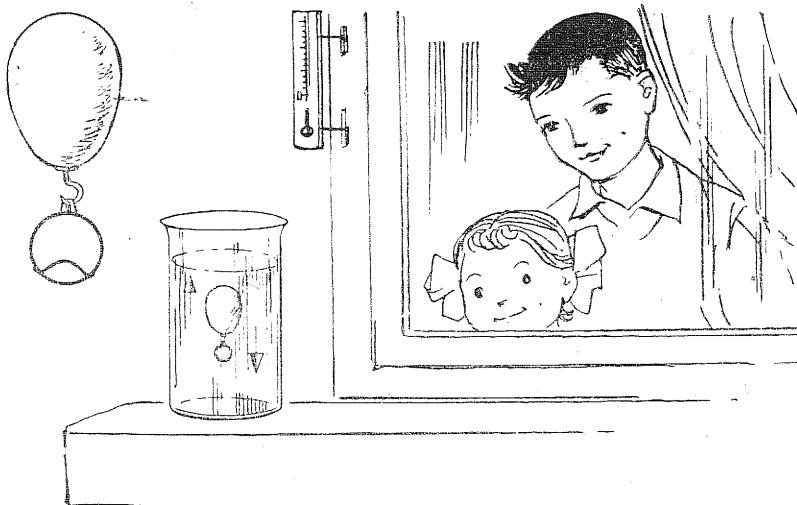


FIG. 93.

Luăm un ou crud și prinț-un mic orificiu practicat în coaja lui să-i scoatem întreg conținutul. După aceea introducem prin orificiu capătul unui fir de ată și-l astupăm cu ceară. De celălalt capăt al firului suspendăm o mică greutate. Cufundăm apoi ou într-un vas de sticlă în care se află apă la temperatura camerei. Greutatea suspendată la capătul firului trebuie să fie astfel aleasă, încât ea să ajungă aproape de fundul vasului, cind îl atingem puțin (fig. 93). Ducem vasul afară din cameră, la ger. După puțin timp se constată că oul împreună cu greutatea se ridică la suprafața apei. El nu va pluti însă mult timp la suprafața apei, ci va coborî la fundul vasului, în poziția inițială. Ducem din nou vasul în cameră. Oul va repeta mișcarea: întâi se va ridica la suprafață, apoi va coborî spre fund.

EXPLICĂȚIE

Densitatea apei este maximă la 4°C . Aceasta înseamnă că la temperaturi inferioare sau superioare lui 4°C densitatea apei este mai mică. Aceasta, deoarece apa se dilată neregulat: volumul ei crește și dacă o răcim sub 4°C și dacă o încălzim peste 4°C . Cind ducem vasul cu apă la ger, temperatura apei din el scade, iar densitatea ei crește, pînă cînd temperatura ajunge la 4°C . Datorită acestui

fapt, oul cu greutatea se ridică la suprafața apei. Temperatura apei continuă să scadă, iar densitatea apei se micșorează, deci oul se lasă la fundul vasului. Dacănd vasul din nou în cameră, temperatura apei din vas începe să crească și densitatea ei, de asemenea, pînă cînd temperatura apei a ajuns la 4°C . Datorită acestui fapt, oul cu greutatea se ridică la suprafața apei. Temperatura apei continuă să crească, iar densitatea ei se micșorează, deci oul coboară din nou spre fundul vasului. Fenomenul se repetă de fiecare dată cînd ieșim cu vasul la ger și apoi ne reîntoarcem cu el în cameră.

Cine suflă în luminare?

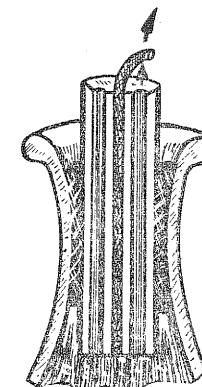


FIG. 94.



FIG. 95.

Luăm o luminare de grosime aproape cît gura unei sticle, iar lungimea o potrivim cam de $10-12$ cm. Cu ajutorul unei Andrele perforăm în lung luminarea, paralel cu filitel (fig. 94). La baza luminării se ceruieste locul pe unde intră filitel, iar la capătul de sus astupăm tubul pe care l-am executat cu o foită subțire de hîrtie pe care o lipim; hîrtia va fi apoi umezită. Introducem luminarea în gîțul unei sticle, după ce în prealabil am infășurat-o cu o bandă de tifon pentru a obține grosimea corespunzătoare gîțului sticlei. Vom picura apoi ceară pe infășurătoarea de tifon, astfel încît să realizăm o închidere etanșă a sticlei. Aprivind luminarea după ce mai înainte s-a înclinat puțin filitel spre gura tubului practicat de noi în luminare. Așezăm apoi sticla într-un vas cu apă caldă (fig. 95). Vom observa imediat că luminarea a fost stinsă prin suflare. Cine a suflat?

EXPLICATIE

Toate corporile se dilată prin încălzire, solidele, lichidele și gazele, însă gazele mult mai mult decât celelalte. O încălzire foarte slabă determină o dilatare a gazului vizibilă prin efectul ei.

În cazul experienței descrise, introducind sticla în vasul cu apă caldă, se produce o dilatație bruscă a aerului din sticlă; căutînd o ieșire aerul pătrunde cu forță prin tubul practicat în lumânare, sparge foița și curentul de aer ieșe prin gura acestui tub cu mare viteză, stingînd flacăra lumânării.

În lumânare a suflat deci curentul de aer determinat de dilatația bruscă a acestuia printr-o încălzire relativ slabă.

Amintim cu această ocazie că, spre deosebire de solide și lichide, a căror dilatație depinde de natura solidului sau a lichidului respectiv, dilatația gazelor este aceeași indiferent de natura gazului. Fenomenul de dilatație a gazelor își găsește aplicații la construirea termometrelor cu gaz, deoarece dilatația lor este incomparabil mai uniformă decât a lichidelor și poate fi urmărită în domenii mai largi de temperatură. Astfel, domeniul lor de măsurare se întinde între 200 și 1 000°C și cu o precizie mult mai mare decât la termometrele obișnuite.

PROPRIETĂȚILE GAZELOR

Se poate așeza zahărul sub apă fără a se uda?

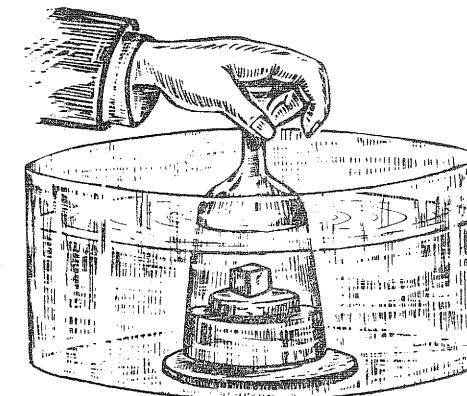


FIG. 96.

Într-un vas transparent turnăm apă, fără să-l umple însă. Pe un dop de plută, de dimensiune mai mare, așezăm o bucată de zahăr, iar după aceea punind dopul pe suprafața apei din vas, el va pluti, fără ca apa să ajungă la zahăr. Răsturnăm acum un pahar pe care îl așezăm deasupra dopului, astfel încât el să coboare în apă din vas în poziție verticală, pentru a împiedica răsturnarea dopului cu încarcătura lui. Vom menține marginea paharului la fundul vasului atât timp cât vom dori (fig. 96).

Datorită transparenței vasului și a paharului, vom putea observa ceea ce se petrece în interior: nivelul apei din pahar este cu mult sub nivelul apei din exterior.

Ridicînd paharul, se va ridica și zahărul împreună cu supertul respectiv. Bucata de zahăr va putea fi luată acum complet uscată.

EXPLICATIE

Gazele, spre deosebire de solide și de lichide, se comprimă foarte mult. Legea Boyle-Mariotte arată că, dacă volumul unui gaz se micșorează de un număr de ori, presiunea lui crește de același număr de ori, cînd temperatura se menține constantă.

În experiență descrisă, prin răsturnarea paharului cu gura în jos în apă din vas, a rămas în pahar aerul pe care l-a conținut inițial. Apa nu poate pătrunde în pahar decît parțial, deoarece aerul comprimat de apă apasă asupra acesteia.

Experiența descrisă demonstrează funcționarea clopotului folosit de scafandri pentru executarea diferitelor lucrări sub apă. Aerul comprimat sub clopot împiedică pătrunderea apei sub clopot și totodată este necesar scafandrului pentru respirație.

Fîntîna lui Heron

Cu 120 ani î.e.n. a trăit în Alexandria un inventator cu numele de Heron. Printre multele invenții realizate de el este și dispozitivul cunoscut în fizică sub numele de „fîntîna lui Heron”.

Vom descrie o construcție simplă prin care se poate reproduce această invenție. În acest scop trebuie să ne procurăm cîteva tuburi subțiri de sticlă, eventual paie de secară și trei cochilii de ou.

Asamblarea dispozitivului — cochilii, tuburi — poate fi realizată prin intermediul unor bucăți de dopuri, tăiate după dorință, iar cu ceară roșie se asigură etanșeitatea dintre piesele componente.

Construcția dispozitivului (fig. 97) poate fi ușor înțeleasă privind schița, fapt care ne scutește de o descriere amănunțită.

Punind în funcție „fîntîna lui Heron”, realizăm un foarte frumos joc de apă, asemănător unei fîntîni arteziene.

De subliniat că tubul mijlociu prin careiese jetul de apă trebuie să aibă un diametru mai mic decît celelalte două, iar capătul lui exterior va fi subțiat. În acest scop se poate introduce în acest capăt un dop de ceară, care apoi se va găuri cu un ac subțire încălzit la foc.

Prin injectare cu gura, prin tubul de jet introducem apă, cam pînă la 2/3 din înălțime, în cochilia mijlocie. Apoi, turnind apă în cochilia superioară, aceasta va curge în cochilia de jos prin tubul de comunicație. După puțin timp, prin tubul de jet, apa tîșnește întoarsă ca dintr-o fîntînă arteziană. Acest joc de apă durează cîteva minute. Înălțimea jetului va fi cu atît mai mare, cu cît distanța dintre cochilia mijlocie și cea de jos va fi mai mare.

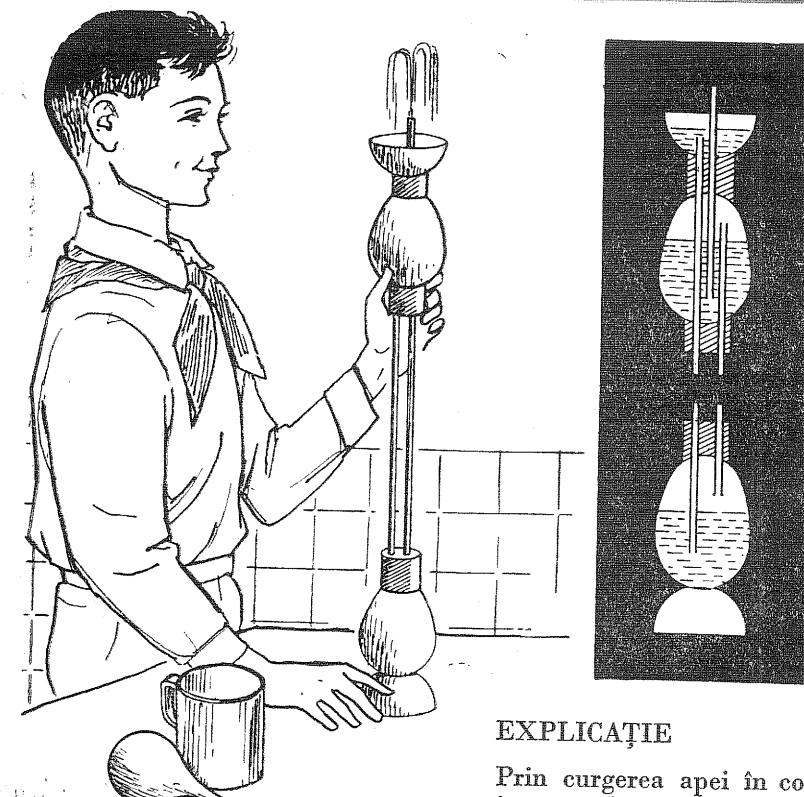


FIG. 97.

EXPLICATIE

Prin curgerea apei în cochilia de jos, aerul aflat în aceasta este dezlocuit puțin cîte puțin, fiind împins în cochilia mijlocie prin tubul de comunicație dintre acestea. Astfel, în cochilia mijlocie, aerul se comprimă din ce în ce mai mult. Aerul comprimat apasă asupra apei din cochilie, determinînd pătrunderea apei în tubul de jet și deci tîșnirea ei prin capătul subțiat al acestui tub.

Suflind putem ridica greutăți

Procurăm un săculeț din hîrtie (o pungă de hîrtie) și introducem un tub de sticlă prin gura săculețului. Legăm apoi strîns gura săculețului în jurul tubului, astfel încît aerul să nu poată trece printre hîrtie și tub. Să așezăm peste săculeț cîteva cărți și să suflăm aer prin tub. Vom observa că, pe măsură ce suflăm aer prin tub, cărțile se ridică (fig. 98).

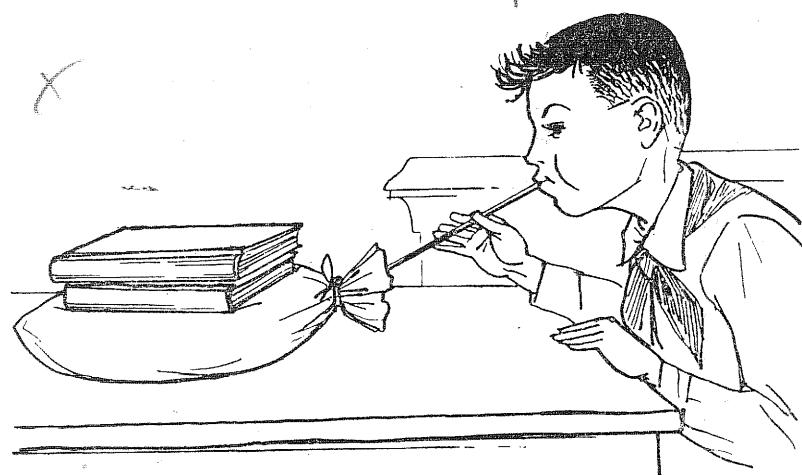


FIG. 98.

EXPLICATIE

Suflind aer în săculeț, acesta se comprimă. Aerul comprimat apasă asupra peretilor săculețului umflându-l, deoarece presiunea exercitată asupra aerului sau a altui gaz, se transmite uniform în toate direcțiile, conform legii lui Pascal.

Dacă vom măsura suprafața de sprijin a cărții de jos și vom cîntări cărțile așezate pe săculeț, vom putea determina presiunea exercitată, adică forța pe centimetru pătrat, prin suflarea aerului în săculețul de hîrtie.

PROPRIETĂȚILE CORPURILOR LICHIDE COEZIUNE

Izolat și laolaltă

Luăm o cutie goală de conserve și cu ajutorul unui cui subțire găurim cutia, în apropierea fundului, în cinci locuri. Găurile trebuie să fie apropriate una de alta, și anume la distanță de 5 mm. Să umplim cutia cu apă. Vom observa că prin cele cinci găuri ies cinci șuvițe subțiri de apă (fig. 99, a). Să unim aceste șuvițe de apă, folosind pentru aceasta degetul mare și arătătorul; unite fiind, din cutie va curge acum o singură vînă de lichid în loc de cinci. Îndepărțind degetele, apa va continua să curgă, astfel încit cele cinci șuvițe vor forma una singură (fig. 99, b). Dacă vom trece acum palma prin față găurilor practicate în peretele cutiei, vom observa că după aceasta cele cinci șuvițe de apă curg iarăși independent.

EXPLICATIE

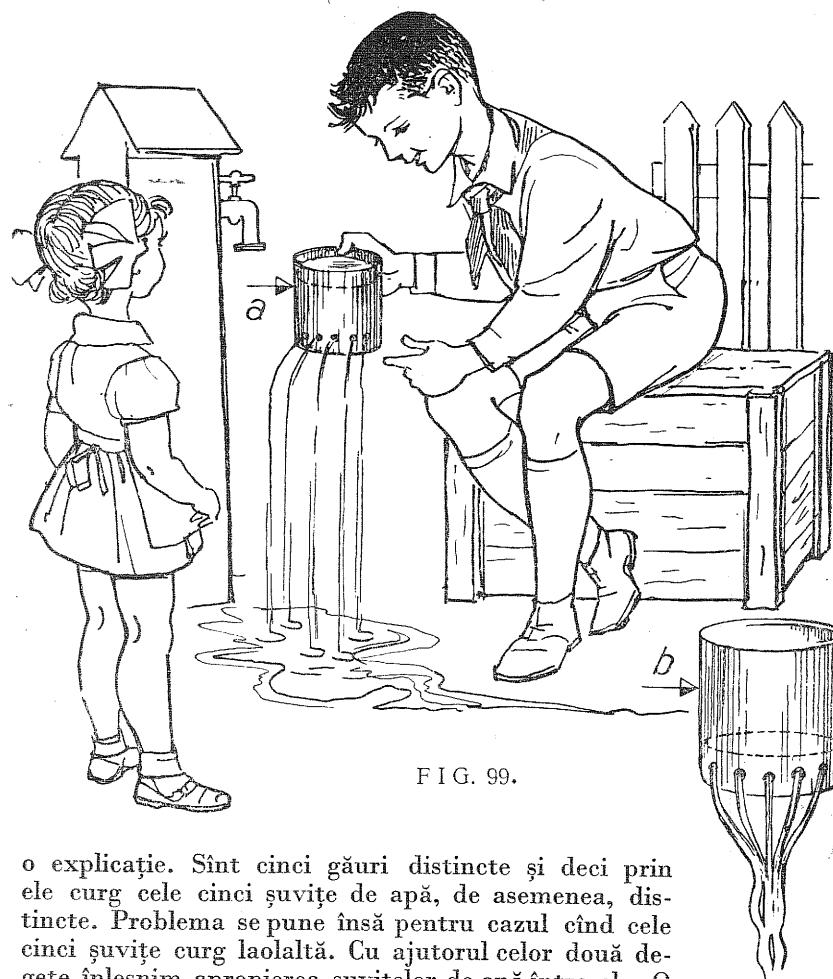
Între moleculele corpurilor se exercită forțe de atracție numite forțe de coeziune. Aceste forțe acționează numai pe distanțe foarte mici (circa $5 \cdot 10^{-6}$ cm).

Coeziunea la lichide este mai mică decât la solide, totuși, datorită ei, moleculele unui lichid se mențin laolaltă. Datorită valorii mici a coeziunii, lichidele pot curge.

În timpul curgerii, moleculele alunecă unele pe lîngă altele, fără însă a se izola.

În experiență descrisă avem de-a face atât cu o curgere independentă a unor șuvițe de apă cât și cu o curgere laolaltă a șuvițelor. Curgerea independentă, adică izolată a șuvițelor de apă, necesită de fapt

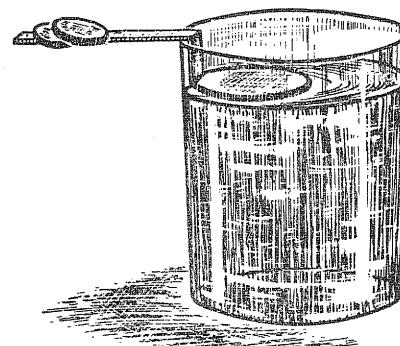
ADEZIUNE



o explicație. Sînt cinci găuri distințe și deci prin ele curg cele cinci șuvițe de apă, de asemenea, distințe. Problema se pune însă pentru cazul cînd cele cinci șuvițe curg laolaltă. Cu ajutorul celor două degete înlesnim apropierea șuvițelor de apă între ele. O dată apropiate, ele continuă să curgă împreună, deoarece intervin acum forțele de coeziune dintre moleculele de apă conținute în șuvițele respective. Datorită acestor forțe, șuvițele de apă nu se mai pot despărții.

Trecînd palma prin fața găurilor înlăturăm de fapt partea comună a șuvițelor de apă. De aceea, după îndepărtarea mîinii, se revine la situația de la început. Deci, șuvițele de apă curg izolat, deoarece au dispărut forțele de coeziune, acestea existînd doar atîta timp cît moleculele lichidului sînt în imediată vecinătate.

Apa și cartonul



Confectionăm un dispozitiv asemănător unei balanțe. Pentru aceasta tăiem dintr-un carton o fisie de 2—3 cm lățime, care să se termine la un capăt cu un disc. Îndoim acum hirtia de carton, după cum se vede în figura 100. Îndoiturile se întăresc, lipindu-se niște hîrtiuțe; distanța dintre îndoituri trebuie să fie de 5-7 cm. Așezăm acest dispozitiv pe muchia unui vas, astfel încît să stea în echilibru. Este suficient să așezăm pe capătul din afară al dispozitivului, adică pe capătul careiese peste marginea vasului, cea mai mică greutate, de exemplu cîteva bețe de chibrituri, și capătul cu disc se va ridica, deci balanța improvizată se înclină. Dacă turnăm cu inelul apă în vas, pînă cînd discul va fi atins de suprafața apei nu vom mai putea determina ridicarea discului, chiar dacă vom așeza pe capătul dispozitivului din afară vasului greutăți cu mult mai mari decît cele așezate anterior. Dacă observăm mai atent fenomenul, constatăm că pe măsură ce se adaugă greutăți, discul, fără a se desprinde de suprafața apei, o deplasează puțin în sus, formînd sub el un cilindru de apă. La o anumită valoare a greutăților adăugate, cilindrul de apă de sub disc se rupe și discul se desprinde de apă, însă rămîne ud.

EXPLICATIE

Între moleculele unor corperi diferite aflate în contact se exercită forțe de atracție, care au fost denumite forțe de adeziune sau, simplu, adeziune.

Revenind la experiența descrisă, datorită coeziunii apa s-a ridicat o dată cu discul tras în sus. Faptul că o greutate relativ mare așezată pe capătul dispozitivului din afară vasului nu poate determina ridicarea discului înseamnă că adeziunea dintre carton și apă este mai mare decât coeziunea dintre moleculele apei. În fine, apa rămîne pe disc după ce am reușit să-l desprindem de suprafața apei din vas, datorită tot adeziunii care este mai mare decât coeziunea. Existența adeziunii poate fi observată la tot pasul: picăturile de ploaie se prind de geam, cerneala de penită, praful de cretă de tablă, vopseaua de corpul vopsit etc.

TENSIUNE SUPERFICIALĂ

Pînză (membrană) lichidă

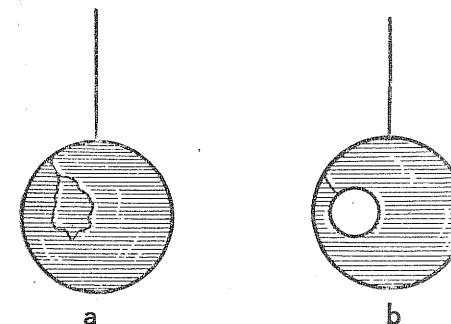


FIG. 101.

Confectionăm din sîrmă un cadru prevăzut cu mîner. Într-un pahar preparăm o soluție din apă cu săpun și foarte puțină glicerină. Introducem cadrul de sîrmă în soluție ținându-l de mîner. Scoatem cadrul din soluție și constatăm că în spațiul dintre laturile cadrului s-a format o membrană lichidă foarte subțire. Confectionăm un mic laț dintr-un fir de ată. Se înmoiează lațul prin introducerea lui în soluția de săpun. Procedind cu grijă, se aşază încet lațul în mijlocul membranei lichide dintre laturile cadrului, astfel încît întreg firul să se atingă de suprafață lichidă; lațul va lua o formă neregulată (fig. 101, a). Cu ajutorul unci sîrme încălzite la flacără străpungem membrana lichidă în interiorul lațului, fără să atingem firul. Imediat membrana lichidă din interiorul lațului va dispărea, iar lațul își va schimba forma neregulată, căpătind formă unui cerc (fig. 101, b).

EXPLICATIE

Existența membranei lichide se datoră fenomenului de tensiune superficială care se manifestă prin acțiunea unor forțe superficiale, egale și opuse. Astfel, dacă vom considera un element rectiliniu de lungime $ab = l$, orientat oricum pe suprafața lichidă, se admite că asupra lui acionează tangential la suprafață și perpendicular pe elementul de lungime, două forțe F și F' egale și opuse, deci

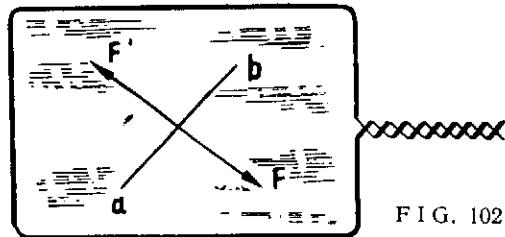


FIG. 102.

Deci putem scrie

$$T = \frac{F}{l}.$$

Revenind la experiența efectuată, elementul de lungime îl constituie fiecare părțicică din lungimea lațului de ată aflat în contact cu suprafața lichidă. Atât timp cît membrana lichidă există atât în interiorul cît și în exteriorul lațului, există și forțele F și F' care acționează cu aceeași intensitate, atât în afara cît și în interiorul lațului. În consecință, forma lațului nu se schimbă. Din momentul în care am suprimat membrana de lichid din interior lațului, am suprimat și forțele F' care acționau în partea dinspre interior a lațului, rămânind numai acțiunea forțelor F din exteriorul lațului. Tensiunea fiind aceeași pe toată lungimea lațului, înseamnă că fiecare element de lungime va fi întins în mod uniform spre exterior și, în consecință, lațul ia forma circulară.

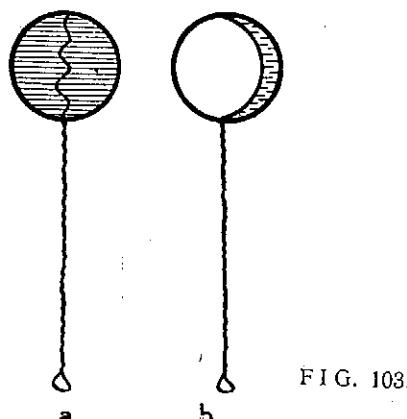


FIG. 103.

Semiluna lichidă

Confectionăm un inel de sîrmă și legăm apoi printr-un fir de ată două puncte diametral opuse. Firul să fie ceva mai lung decit diametrul inelului. Introducem acum inelul astfel confectionat într-o soluție glicerică desăpunând apoi îl scoatem. Vom observa că am obținut astfel o peliculă circulară lichidă pe care se găsește într-o formă oarecare și firul (fig. 103, a). Dacă de o parte a firului distrugem pelicula cu ajutorul unei sîrme înroșite în flacără, vom observa că cealaltă parte a peliculei se contractă și întinde firul, căpătind astfel o formă de semilună (fig. 103, b).

EXPLICATIE

Să considerăm o moleculă A , care se găsește la limita de separație dintre lichid și aer, și o moleculă B , care se găsește în interiorul lichidului. Moleculă B este înconjurată de alte molecule din toate părțile (fig. 104). Dacă la un moment oare-

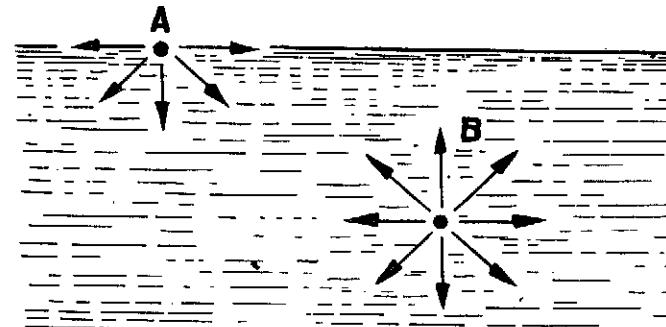


FIG. 104.

care, moleculele vecine ar atrage moleculă B spre dreapta, atunci după un interval de timp extrem de mic, ele o vor atrage spre stînga. De aceea, moleculă B se mișcă cînd într-o parte, cînd în alta, neavînd nici o direcție preferată. Moleculă A se găsește într-o situație cu totul diferită. Dinspre lichid ea este atrasă de un număr mare de molecule, iar în sprij aer de un număr foarte mic de molecule. În consecință, asupra moleculei A se exercită o forță rezultantă, îndreptată spre interiorul lichidului. Putem spune deci că la suprafața unui lichid se găsește un strat de molecule, care are proprietăți deosebite de restul lichidului. El se numește strat superficial. Toate moleculele cuprinse în stratul superficial al lichidului sunt atrasă către interiorul lichidului. De aceea, în stratul superficial se găsește o energie potențială a moleculelor. Se știe însă că un corp ia poziția de echilibru care corespunde energiei potențiale minime. Stratul superficial va lua și el o poziție care să corespundă unei valori minime a energiei potențiale. De aceea, suprafața liberă a lichidului va lua forma plană și orizontală; în acest caz, stratul superficial avind un volum minim, și energia potențială continuă de el va fi minimă. Pentru a întinde suprafața liberă a unui lichid este nevoie de energie, deoarece în acest caz, volumul stratului superficial crește, deci și energia lui trebuie să crească, prin urmare este nevoie de energie suplimentară. Lăsată liberă, suprafața revine la forma inițială, eliberînd energia consumată pentru întinderea ei.

Vedem deci că existența presiunii moleculare face ca stratul superficial al unui lichid să se comporte ca o peliculă elastică. Fenomenul se petrece ca și cum la suprafața unui lichid să ar exercita forțe tangențiale, care ar întinde suprafața liberă a lichidului ca pe o peliculă elastică. Aceste forțe care se exercită tangențial la suprafața unui lichid, repartizate pe unitatea de lungime se numesc, după cum am mai văzut, tensiuni superficiale. În experiența descrisă, pelicula rămasă liberă de o parte a firului se micșorează sub acțiunea forțelor de tensiune superficială.

Corpuri geometrice cu fețe lichide

Să preparăm o soluție de săpun în care să introducem glicerină în proporție de două cincimi pentru trei cincimi soluție de săpun. Se amestecă bine și se aşază vasul cu soluția astfel pregătită într-un loc liniștit. Lăsăm ca vasul să stea în această stare pînă cînd deasupra soluției se formează o pojghiță albicioasă. Se înlătură această pojghiță și se decantează lichidul într-o sticlă pe care o astupăm cu un dop. Soluția astfel păstrată poate fi folosită un timp nelimitat.

Iată cîteva experiențe simple ușor de executat cu lichidul astfel preparat. Înainte însă de a efectua experiențele, vom confectiona un tub pentru suflat. Tubul va comunica printr-o una din extremități cu alte patru tuburi mai mici dispuse în cruce (fig. 105). Putem folosi în acest scop bucăți de paie de secară. De asemenea se poate folosi un tub din hîrtie de grosimea unui deget, cu un astfel de tub se pot elobiile bule de săpun de mărimea unei mingi de fotbal.

Să confectionăm din sîrmă un mic suport format dintr-un inel susținut de trei picioare. Muiem inelul în lichidul gliceric, apoi apropiind de inel partea inferioară a balonului de săpun, suflat cu ajutorul tubului, acesta se va desprinde de tub și se va așeza

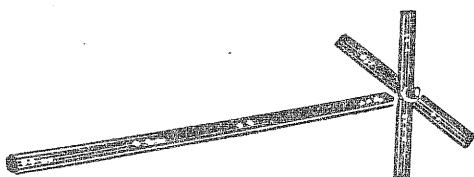


FIG. 105.

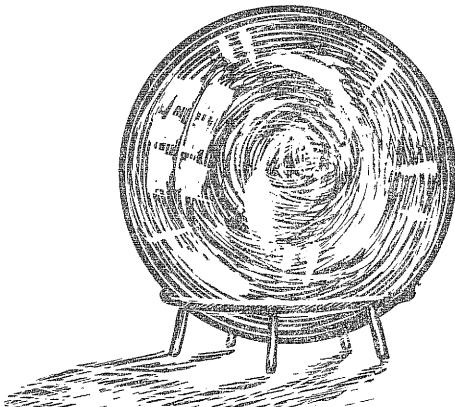


FIG. 106.

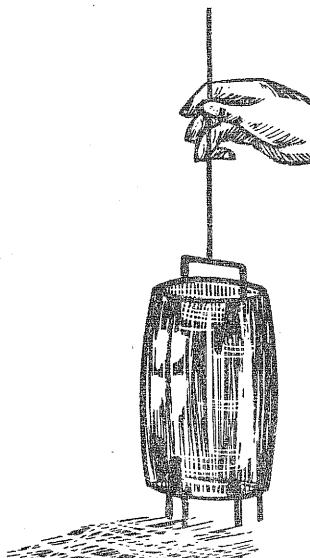


FIG. 107.

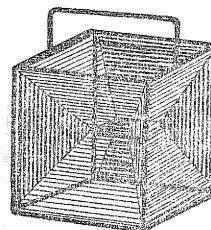


FIG. 108.

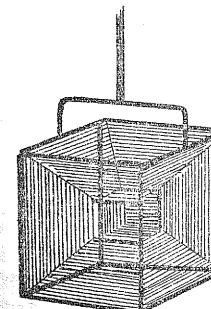


FIG. 109.

pe suportul inelar. Balonul de săpun poate fi păstrat mult timp pe suport, dacă îl ferim de curentii de aer (fig. 106).

Să confectionăm acum un al doilea inel de sîrmă pe care să-l susținem cu ajutorul unei scoabe terminate printr-o tijă verticală, depărtarea dintre cîrligele scoabei trebuie să fie cît diametrul inelului, adică de aproximativ 7 cm. După ce s-a muiat inelul în soluția glicerică, îl apropiem de partea superioară a balonului de săpun aflat pe suport, inelul se va lipi cu destulă tărie de balon. Ridicind inelul prin intermediul tijei, vom constata că balonul își schimbă formă, devenind un cilindru drept sau oblic, după cum inelul atașat de partea superioară a balonului se află exact deasupra inelului de jos sau este deplasat față de el (fig. 107). Putem face ca cilindrul să se transforme din nou în balon sferic, dacă vom cobori progresiv înîna. Fenomenul realizat este foarte curios, deoarece ne permite să observăm transformarea unei forme geometrice în altă formă geometrică — sferă în cilindru și, invers, cilindrul în sferă — ca și cum am avea de-a face cu o substanță maleabilă.

În locul inelului precedent se va confectiona din sîrmă un cub cu latura de 7 cm, pe care, de asemenea, îl vom susține cu ajutorul unei scoabe terminate printr-o tijă.

Introducem această formă în lichidul gliceric, iar apoi o scoatem cu precauție. Se va observa în partea centrală o membrană lichidă foarte subțire de formă pătrată, avînd fiecare latură unită cu latura corespunzătoare a cubului printr-o membrană lichidă (fig. 108).

Cufundind din nou în lichid numai fața inferioară a cubului de sîrmă, se va observa o nouă transformare: lichidul va forma în interiorul lui un mic cub, ale cărui fețe sunt constituite din membrane lichide, iar muchiile lui sunt unite prin membrane lichide de muchiile cubului de sîrmă; aceste plane formează cu fețele cubului mic șase trunchiuri de piramidă perfect regulate (fig. 109). Dacă se sparge cu o hîrtie sugativă una din fețele cubului mic, reappeare prima figură, în care cubul central este redus la un pătrat.

În toate aceste experiențe, membranele lichide sunt frumos irizate în culorile curențebeului.

EXPLICATIE

Soluția glicerică de săpun, datorită fenomenului de tensiune superficială, permite formarea de membrane lichide, care pot lua diferite forme, în funcție de condițiile create. Forma de sferă, cînd asupra peliculei astăză la gura tubului suflăm un curent de aer; forma cilindrică, datorită elasticității membranei lichide care se întinde sub acțiunea unei forțe; forma plană între laturile unui cadru etc.

Irizăriile se doresc fenomenului de interferență pe care-l suferă lumina albă prin lamele transparente foarte subțiri, de ordinul zecimii de micron, cum este cazul peliculei bulelor de săpun.

*Nu întotdeauna cine e mare
e și puternic*

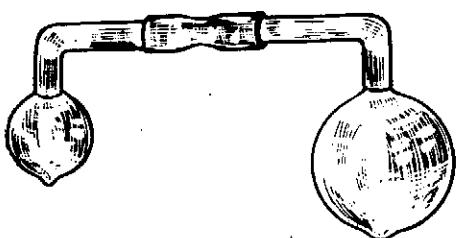


FIG. 110.

micșoreze și mai mult, refuzând aerul din el în balonul mai mare. Uneori, balonul mai mare nu rezistă la această presiune suplimentară și plesnește. Acest fapt ne dovedește că, cu cît bulele sunt mai mici, cu atât presiunea în ele este mai mare.

EXPLICATIE

S-a arătat că, datorită tensiunii superficiale, suprafața lichidelor se comportă ca o membrană elastică care se contractă și ia întotdeauna, pentru un volum de lichid dat, forma care corespunde celei mai mici suprafețe. De exemplu, picăturile mici au o formă

sferică, deoarece pentru o cantitate de substanță, sfera are suprafața cea mai mică.

Tensiunea superficială a peliculei bulelor creează însă în interiorul acestora o presiune suplimentară. Cînd bula este mare, presiunea este mică, dar pe măsura micșorării bulei, presiunea crește. După cum dovedesc calculele, în interiorul bulelor microscopice iau naștere presiuni uriașe, de mii de atmosfere.

Acest fenomen prezintă o mare importanță practică, în special pentru elicele vapoarelor și paletele turbinelor hidraulice. În timpul rotației elicei sau a paletei, în apă iau naștere numeroase bule de aer. Pelicula acestor bule tinde să se contracte, așa că viața lor este de scurtă durată — imediat ce au apărut, ele plesnesc și dispar. Plesnirea lor produce un fel de lovitură microscopică care distrug suprafața metalului. De aici și necesitatea folosirii celor mai rezistente materiale pentru construirea elicelor vapoarelor și a paletelor turbinelor hidraulice.

Inelul miraculos

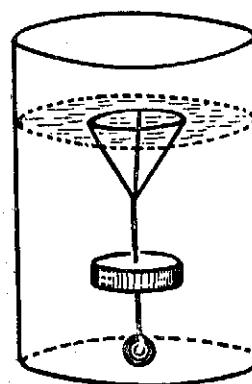


FIG. 111.

Confectionăm un inel din sîrmă de care să suspendăm o rondelă de plută, tot prin fire de sîrmă (fig. 111). Vom potrivi acum o greutate de plumb care, suspendată, la rîndul ei, de rondela de plută, să asigure plutirea sistemului, astfel încît inelul metallic să rămînă la suprafața apei, cînd totul va fi așezat într-un vas cu apă. Vom avea grijă ca întregul sistem să fie introdus cu încetul în apă. Trebuie ca greutatea de plumb suspendată sub rondela de plută să fie astfel aleasă încît, la o ușoară apăsare asupra inelului, acesta să se scufunde, dar să revină singur cînd nu mai exercităm apăsare asupra lui. Vom avea grijă să dăm drumul inelului cu încet și să scoatem mâna din apă, fără a provoca agitația ei. Vom constata, respectînd condițiile amintite, că inelul va începe să urce, dar

EXPLICATIE

Plutirea initială a sistemului inel, rondelă, plumb se datorează forței arhimedice: forță arhimedică, egală cu greutatea apei dezlocuite, este ceva mai mare decât greutatea sistemului. În consecință, sistemul plutește având inelul la suprafața apei.

După ce șiștemul a fost scufundat și apoi i s-a dat drumul, el urcă tot datorită forței arhimedice. Inelul nu mai poate ieși însă la suprafața apei, care, datorită tensiunii superficiale, știm că se comportă ca o membrană elastică. Tot datorită acestei comportări se explică denivelarea suprafeței apei în tot lungul inelului, determinând ridicarea acesteia și nu pătrunderea ei, deoarece ea se comportă ca o membrană elastică, datorită tensiunii superficiale.

Picătura de soluție de săpun determină pătrunderea suprafeței și deci ieșirea la suprafața apei a inelului, deoarece în această regiune, prin introducerea picăturii de soluție de săpun, s-a micșorat tensiunea superficială și datorită forței arhimedice, care în acest caz învinge rezistența membranei lichide, inelul se ridică la suprafață.

Aflarea centrului geometric al unei figuri plane

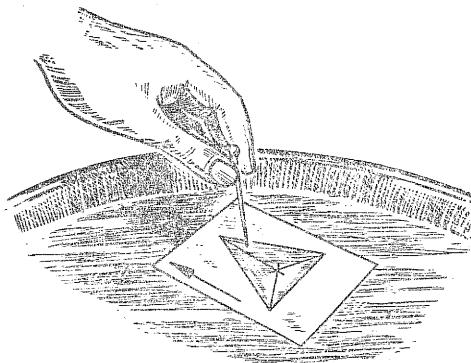


FIG. 112.

Vom introduce acum virful unui creion, nu prea ascuțit, într-un punct oarecare al figurii, astfel încât el să intre în apa aflată în conturul figurii, dar să nu atingă hîrtia. Vom observa imediat cum hîrtia se pune în mișcare pe o direcție anumită,

oprindu-se doar atunci cînd centrul geometric al figurii a ajuns sub virful creionului. Pentru a ne asigura că astfel se petrec lucrurile, nu avem decît să determinăm de la început centrul geometric al figurii, de exemplu al unui triunghi isoscel, punctul de întretăiere al înălțimilor și apoi, așezînd hîrtia pe suprafața apei și procedind ca mai înainte, vom constata că hîrtia se va mișca pînă cînd centrul ei geometric va coincide cu punctul în care se află virful creionului (fig. 112).

Experiența se va repeta desenînd pe hîrtie diferite figuri geometrice, al căror centru geometric a fost inițial determinat. După ce ne-am convins de exactitatea metodei, putem să o folosim pentru determinarea centrului unei figuri oarecare, de formă geometrică neregulată.

EXPLICATIE

Fenomenul care stă la baza acestei experiențe se datorează manifestării tensiunii superficiale în cazul unei suprafețe curbe a lichidului. În acest caz, forțele de tensiune superficială care acionează asupra particulelor de lichid dau o rezultantă îndreptată spre concavitatea suprafeței de separare.

Astfel, considerînd suprafața curbă MN a lichidului, asupra unei molecule A acionează forțele de tensiune superficială F. Aceste forțe dau o rezultantă R îndreptată în direcția concavității suprafeței MN (fig. 113). Această rezultantă depinde de curbura suprafeței lichidului. Ea este cu atît mai mare, cu cît suprafața este mai curbată și creează o presiune suplimentară. Dependența dintre presiunea din interiorul unui lichid și mărimea curburii suprafeței lui ne ajută să înțelegem de ce, dacă dintr-o cauză oarecare, se schimbă forma picăturii, de exemplu se formează o umflătură A (fig. 114), cu curbură mare, picătura suferă o transformare în urma căreia dispare umflătura. În adevară, ținînd seama de dependența forței rezultante de mărimea curburii, presiunea în A va deveni mai mare decât în B, unde curbura suprafeței este mai mică, iar lichidul va tinde să treacă

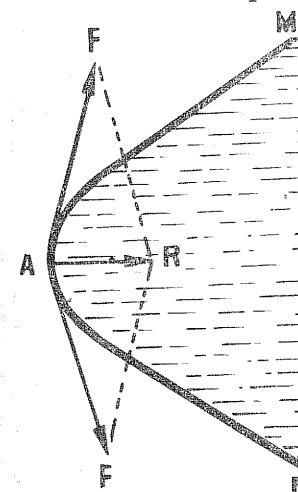


FIG. 113.

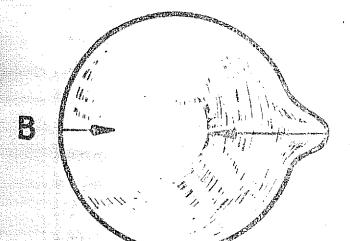


FIG. 114.

din *A* în *B* și umflatura *A* va dispărea, restabilindu-se echilibrul initial al forțelor.

În experiență descrisă, rolul picăturii îl are masa de apă conținută în conturul figurii desenate pe hârtie. Prin atingerea suprafeței lichidului aflat în contur se va produce în acel loc o umflătură, deci o suprafață de curbură mare. Din această cauză apare forța rezultantă despre care s-a vorbit, care determină transformarea în urma căreia să se restabilească echilibrul initial. Această transformare se manifestă prin deplasarea masei de lichid, deci și a hârtiei de care aderă, în sensul forței rezultante. Când centrul figurii a ajuns sub vîrful creionului, se realizează echilibrul forțelor și mișcarea încezează.

Strecurătoare de ceai plutitoare

Luăm o strecurătoare de ceai obișnuită (din rețea de sîrmă) și o cufundăm într-un vas în care se află parafină topită și foarte fierbinți. Scoatem strecurătoarea din vasul cu parafină și o scuturăm bine, pentru a nu rămîne pe ea picături de parafină și pentru a nu se astupă ochiurile rețelei din care este confectionată strecurătoarea. Așezăm acum strecurătoarea pe suprafața apei dintr-un vas (fig. 115). Ea va pluti pe apă. Introducem în strecurătoare o monedă de cinci bani, strecurătoarea nu se va scufunda. Mai introducem o monedă, apoi încă una ș.a.m.d. Pe măsură ce introducem cîte o monedă, strecurătoarea se afundă treptat în apă, dar nu se scufundă. Putem introduce atîțea monede pînă cînd strecurătoarea s-a afundat, ajungînd ca la suprafață apei să rămînă doar marginea ei metalică. Ne oprim aici. Strecurătoarea cu încărcătura ei platește, fiind afundată la maximum. Scoatem început, una cîte una toate monedele; desigur strecurătoarea va pluti, fiind din ce în ce mai puțin afundată în apă. În locul monedelor scoase introducem în strecurătoare o bucătică de vată care a fost muiată inițial în alcool și stoarsă. Vom observa că imediat strecurătoarea se scufundă, deși încărcătura actuală este cu mult mai ușoară decît cea precedentă. În timp ce strecurătoarea se scufundă, vata plutește la suprafața apei. S-ar părea că în această experiență avem de-a face cu un fenomen care contrazice legile naturii, deoarece o încărcătură foarte ușoară, vata, determină scufundarea strecurătorii, în timp ce o încărcătură grea, monedele, nu poate determina scufundarea ei. Desigur, că nu prin greutatea ei a actionat vata determinînd scufundarea, deoarece ea însăși continuă să plutească la suprafața apei.

EXPLICATIE

Să ne amintim că inițial am introdus strecurătoarea în parafină topită. Scuturînd strecurătoarea, am împiedicat formarea de picături, care prin răcire s-ar fi solidificat și, de asemenea, am împie-



FIG. 115.

dicat și astuparea ochiurilor de rețea. În schimb nu am putut împiedica acoperirea sîrmei din care este confectionată rețeaua strecurătorii cu un strat foarte subțire de parafină. Această parafină determină o creștere considerabilă a tensiunii superficiale a apei. În consecință, între ochiurile rețelei se formează o membrană fină de apă foarte elastică, datorită acestei tensiuni mari pe care a căpătat-o apa. Această membrană este atât de rezistentă, încît nu cedează apăsărui exercitat de greutatea strecurătorii împreună cu încărcătura ei de monede. Vata muiată în alcool determină scufundarea strecurătorii, deoarece alcoolul este foarte avid de apă (are o mare tendință de a se amesteca cu apă). El absoarbe apă și astfel dăunează tensiunii superficiale. Apa pătrunde acum în strecurătoare și aceasta se scufundă, datorită greutății ei.

Fuga hîrtiulelor

Turnăm apă într-un vas, iar pe suprafața apei din vas, în partea centrală, se aşază, în formă de cerc, hîrtiule. În mijlocul cercului astfel format se toarnă 2—3 picături de terebentină sau de eter. Vom observa că hîrtiulele fug în toate părțile, adică cercul format de ele se largesc rapid, hîrtiulele ajung pînă la marginea vasului, și apoi se lipesc de el (fig. 116).



FIG. 116.

EXPLICATIE

Terebentina și eterul au o tensiune superficială extrem de mică în comparație cu aceea a apei. Turnind cele cîteva picături de terebentină sau de eter, micșoram tensiunea superficială în regiunea centrală a apei din vas. Forțele superficiale care acționează asupra hîrtiutelor sunt acum mai mari din partea apei decât din partea regiunii unde s-a picurat terebentină sau eter. În consecință, hîrtiutele se deplasează în sensul forțelor mai mari, adică spre marginea vasului.

O picătură învîrtește o spirală

Confectionăm dintr-o sîrmă foarte subțire o spirală. Ungem această spirală cu puțin ulei. În felul acesta putem face ca spirala să plutească pe apa dintr-un vas (fig. 117). Să luăm acum dintr-o pipetă puțină soluție de săpun pe care am preparat-o mai dinainte și, astupînd cu un deget capătul superior al tubului, să facem să cadă o picătură din soluția de săpun în centrul spiralei. Vom observa că spirala va efectua mai multe rotații în jurul ei în sensul indicat de săgeată. Cînd mișcarea de rotație începează, este destul să facem să mai cadă o picătură de soluție de săpun și rotația spiralei reîncepe.



FIG. 117.

EXPLICATIE

Tensiunea superficială a apei are o anumită valoare. Soluția de săpun micșorează valoarea tensiunii superficiale a apei. În experiență descrisă, picătura de soluție, căzînd în centrul spiralei, micșorează tensiunea superficială în această regiune fătă de restul suprafeței lichidului. Aceasta înseamnă că forțele dinspre exteriorul spiralei sunt mai mari decât cele dinspre interior; echilibru este stricat, fapt care determină rotația spiralei.

Săpunul, zahărul și chibriturile

Intr-un vas cu apă aşezăm în formă de stea cîteva bețe de chibrituri. Introducem apoi în apă, în centrul stelei formate din bețele de chibrituri, vîrful unei bucăți de săpun. Vom observa că de îndată toate chibriturile se îndepărtează brusc de centrul stelei, adică de locul unde vîrful săpunului a străpuns suprafața apei, dispunindu-se radial la oarecare distanță, ca și cum le-ar fi teamă de săpun (fig. 118, a). Scoatem vîrful săpunului din apă și introducem în același loc în apă vîrful unei bucăți de zahăr. Vom observa că toate bețele de chibrituri se reped spre bucata de zahăr (fig. 118, b). Pentru a face experiență mai atractivă, putem înlocui bețele de chibrituri prin niște betisoare de lemn avînd forma unor pestișori.



FIG. 118.

EXPLICATIE

Bucata de săpun, dizolvîndu-se în apă (în centrul stelei formate de bețișoarele de chibrituri), micșorează în această regiune, adică partea dinspre interiorul stelei, valoarea tensiunii superficiale a apei. Amintim că tensiunea superficială se manifestă prin acțiunea unor forțe tangențiale la suprafața apei, egale și opuse. Dacă ne imagină o linie de demarcare între regiunea în care s-a dizolvat săpunul și între cealaltă regiune, unde nu s-a întins încă fenomenul de dizolvare, echilibrul forțelor superficiale este stricat; forțele superficiale îndreptate spre exteriorul regiunii în care s-a dizolvat săpunul sunt mai mari decât aceleia îndreptate spre interiorul acestei regiuni, adică spre locul unde se găsește vîrful bucătii de săpun. În consecință, bețișoarele de chibrituri supuse acțiunii de săpun. Înlocuind săpunul prin zahăr, datorită avidității acestuia față de apă, se produce o ascensiune a apei în bucata de zahăr; în consecință se produc curenți care merg de la marginea vasului către bucata de zahăr; acești curenți readuc bețișoarele de chibrituri către locul unde se află vîrful bucătii de zahăr.

Acul plutește pe apă

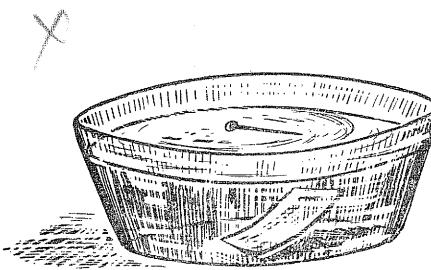


FIG. 119.

EXPLICATIE

Foița se scufundă, deoarece în porii ei a intrat apa prin dezlocuirea aerului. În felul acesta, foița de hîrtie a devenit atât de grea, încît nu mai poate pluti și cade la fund.

Acul nu cade, deoarece nu se udă, iar suprafața apei, comportîndu-se ca o membrană, datorită tensiunii superficiale, prezintă o rezistență îndeajuns de mare pentru a putea susține acul.

Barca cu camfor

Din foiță de staniol se poate construi o barcă jucărie. La partea din spate, adică la pupă, se va face un orificiu. Pentru ca bârcuța să fie ornată și totodată să fie mai vizibilă, se poate fixa cu ceară roșie un fir de pai drept catarg, iar în vîrful acestuia se va prinde un mic fanion colorat. Se aşază apoi bârcuța într-un vas cu apă (fig. 120). Se pune acum o bucătică de camfor în orificiul de la pupă. Imediat bârcuța se pune în mișcare brusc înainte, lăsând după fiecare ciocnire de pereti vasului o altă direcție. Această mișcare poate dura cîteva ore.

În loc de camfor se poate folosi, cu efecte asemănătoare, cloroform, eter, esență de terebentină și chiar alcool, picurate în orificiu.



FIG. 120.

EXPLICATIE

Camforul se dizolvă foarte puțin în apă. Soluția superficială de camfor, formată în apropierea orificiului practicat în bărcuță, are o tensiune superficială mult mai mică decât aceea a apei pure. Moleculele care s-au desprins din camfor reduc deci tensiunea superficială a apei. Din partea apei pure se exercită tensiunea superficială, trăgind în direcția ei molecule de camfor desprinse. Forța de atracție exercitată asupra acestor molecule se asemănă cu forța de expulzare a glontelui dintr-o armă. La fel cum patul armei, datorită reculului, respinge umărul trăgătorului, tot astfel, prin expulzarea moleculelor, acestea exercită un recul asupra granulei de camfor; datorită acestui fapt, granula de camfor și deci și bărcuță este respinsă în sens opus expulzării moleculelor, adică înaintează brusc pe această direcție.

Aceeași explicație este valabilă și pentru cloroform, eter etc. Soluția superficială de camfor, cloroform, eter etc. se evaporă foarte repede și deci apa redevine pură; fără încetare însă, această soluție superficială se reface prin dizolvarea unei noi cantități de camfor, cloroform etc., și în felul acesta se explică durata relativ mare a mișării bărcuței.

Bărcuță cu alcool

Confectionăm dintr-o placă subțire de lemn o bărcuță (fig. 121). Fixăm pe platforma bărcuței un suport asemănător unui scăunel; de suport sprăjinim un tub de sticlă care se continuă în jos cu un tub capilar curbat la capătul subțire exact pînă la suprafața apei, la pupa (partea dinapoi) bărcuței.

Să aplicăm apoi pe peretii interioiri ai tubului o fișe de pînză din bumbac și, în fine, cu ajutorul unei pipete, să umplem tubul cu alcool. Am aprovizionat astfel cu combustibil bărcuță, un combustibil însă care nu va fi ars pentru consumul motorului, ci, dimpotrivă, el va fi doar lăsat să se scurgă prin tubul capilar. Așezăm acum bărcuță pe suprafață liniștită a apei aflată într-un vas oarecare (un lighean). Vom constata că bărcuță noastră începe să înainteze de la sine pe suprafața apei cu mare viteză.

Putem folosi în locul vasului un jgheab puțin înclinat prin care să curgă apă de la un capăt la celălalt. Bărcuță așezată pe suprafața apei din jgheab cu provă (partea dinainte), împotriva curentului de apă, va înainta cu viteză în susul apei.

EXPLICATIE

Alcoolul, la fel ca și soluția de săpun, răspîndit la suprafața apei, prin dizolvare, determină micșorarea tensiunii superficiale a apei. În experiența descrisă, prin capătul tubului capilar pătrund cantități insime de alcool, care se scurg la suprafața apei, formînd în jur o mică regiune în care tensiunea superficială este mai mică decât în afara acestei regiuni. Bărcuță, afîndu-se pe apă, deci în afara regiunii amintite, este împinsă înainte de către forțele superficiale, care sunt mai mari decât cele din interiorul regiunii unde s-a dizolvat alcoolul, regiune aflată la pupa bărcuței.

Morișca cu camfor

Tâiem o placă subțire de aluminiu ca aceea arătată în figura 122. În mijlocul ei A, se dă cu burghiu o gaură destul de largă pentru a putea să pătrundă prin ea un ac lung, o bucată de sîrmă sau andrea. În B și C vom tăia tabla formînd niște

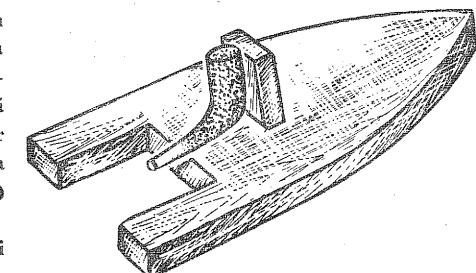


FIG. 121.

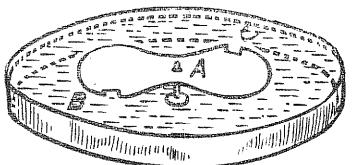


FIG. 122.

Placa de aluminiu cu bucătelele de camfor va trebui să fie tangentă la suprafața apei, adică să fie în contact cu apa, iar acul, sîrma sau andreaea să fie în apă în poziție verticală.

Vom observa că întregul sistem începe să se rotească în jurul axei (acului).

EXPLICATIE

Plutirea sistemului se datorează forței arhimedice care este mai mare decât greutatea acestuia. De asemenea intervine aici și tensiunea superficială a apei care face ca suprafața apei să sprijine ca un suport placă de aluminiu. În punctele *B* și *C*, unde bucătelele de camfor ating suprafața apei, are loc o dizolvare a camforului în apă, adică o desprindere a moleculelor de camfor de pe bucătelele respective și împrăștierarea lor la suprafața apei. În aceste regiuni, tensiunea superficială a apei este micșorată. În consecință, forțele superficiale care acționează în regiunea din jurul bucătelei de camfor aflată în *B* dau o rezultantă a cărei direcție și sens este dinspre placă spre apă, iar în regiunea din jurul camforului aflat în *C* o rezultantă care are aceeași direcție și aceeași valoare, dar este de sens contrar, fiind tot dinspre placă spre apă. Aceste rezultante apar datorită faptului că în interiorul regiunii în care s-a dizolvat camfor tensiunea superficială este mai mică decât în exteriorul regiunii unde nu au ajuns încă moleculele de camfor. Aceste două rezultante, paralele și de sens contrar, produc un cuplu al căruia efect este rotirea sistemului.

Dansul camforului

Luăm o farfurie cu apă, dar avem grija ca apa să fie foarte curată și ne ferim să atingem cu degetul. Presărăm mici granule de camfor pe suprafața apei. De asemenea, nici granulele de camfor nu trebuie atinse cu mâna. Vom observa imediat că toate granulele încep să se miște foarte agitat. O granulă se repede dintr-odată pe o direcție, se ciocnește de o altă granulă, începe să se învîrtească repede, apoi se

crestături pe care apoi le îndoim astfel încât ele să permită susținerea unor mici bucăți de camfor. Vom însige acul lung sau andreaea într-o rondelă de plută, pe care o vom îngreua apoi cu plumb, atât cît este necesar ca să se asigure plutirea sistemului (placă de aluminiu, ac, rondeală), la suprafața apei dintr-un vas.



FIG. 123.

mișcă din nou pe o altă direcție și la fel se întimplă cu fiecare granulă (fig. 123). Atingeți suprafața apei din farfurie cu un virf de săpun sau cu degetul, după ce l-ați petrecut prin păr, și veți vedea că toate granulele se opresc imediat, toată mișcarea atât de zăpădită încrănește parțial la o comandă.

EXPLICATIE

Tot tensiunea superficială este cauza. Camforul, deși aproape insolubil, totuși se dizolvă puțin. Soluția de camfor are o tensiune superficială mai mică decât a apei pure. Totodată, granulele de camfor se dizolvă neuniform. Într-un moment oarecare, un număr de molecule se rup din granula de camfor, reduc tensiunea superficială a apei în regiunea dintr-o parte a granulei, și anume acolo unde s-a produs dizolvarea; de această parte, forța pe unitatea de lungime, adică tensiunea superficială, este mai mică decât în partea opusă unde nu s-a produs încă dizolvarea sau s-a produs în mai mică măsură. În consecință, granula se va mișca în sensul rezultantei forțelor, adică în sensul unde tensiunea este mai mare (fig. 124).

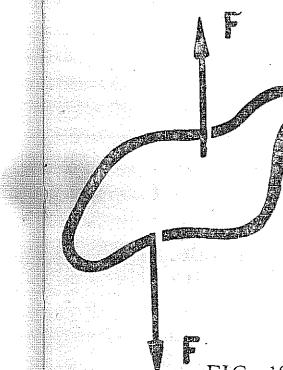


FIG. 124.

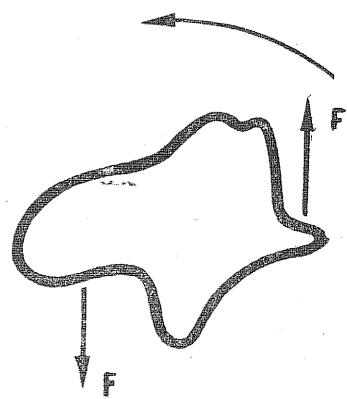


FIG. 125.

De ce se rotesc unele granule? Foarte simplu: tot datorită dizolvării neuniforme, în jurul granulei se poate naște un cuplu de forțe care determină învărtirea granulei (fig. 125).

Prin atingerea apei cu vîrful de săpun se produce în locul respectiv o soluție de săpun; de asemenea, degetul trecut prin păr posedă grăsimi, iar la atingerea cu apa se formează o soluție de grăsimi. Soluția de săpun sau de grăsimi are o tensiune superficială mult mai mică decât tensiunea superficială a apei. Apa pură întinde parcă

pata de soluție de săpun sau de grăsimi pe întreaga suprafață a lichidului.

Diferențele de tensiune superficială create initial prin dizolvarea neuniformă a camforului sunt foarte mult reduse datorită săpunului sau grăsimii și, în consecință, granulele nu mai sunt acționate de o rezultantă apreciabilă a tensiunilor superficiale și se opresc. Oamenii de știință s-au folosit de proprietatea pe care o are săpunul și grăsimea de a opri mișcarea granulelor de camfor și, cunoștință cantitatea minimă de săpun sau de grăsimi necesară acestui scop, au putut să determine numărul de molecule care acoperă suprafața apei, iar apoi suprafața care revine unei molecule — cu alte cuvinte au putut să determine dimensiunea acestor molecule. În felul acesta s-a constatat că diametrul acestor molecule este de ordinul sutimilor de milionimi de centimetru.

Substanțele care măresc tensiunea superficială, de exemplu sare, și cele care reduc tensiunea superficială, de exemplu săpunul, au proprietăți opuse. Ca urmare a acestui fapt astfel de substanțe sunt larg folosite în diferite domenii tehnice.

De exemplu, la fabricarea săpunului se folosește sarea de bucătărie. Adăugind sare într-o soluție de săpun, după ce în cazan s-a produs saponificarea grăsimilor, se provoacă precipitarea săpunului din soluție.

Procedeul denumit „flotație“ constă în îmbogățirea minereurilor utile. Acest procedeu se bazează pe variația tensiunii superficiale, datorită unor anumite substanțe. Minereul se macină și se agită apoi în apă cu puțin ulei. Se formează o spumă din bășicuțe de aer într-o peliculă de ulei. Pe această peliculă aderă firisoare de minereu util, care sunt ridicate în sus de bășicuțele de aer (fig. 126).

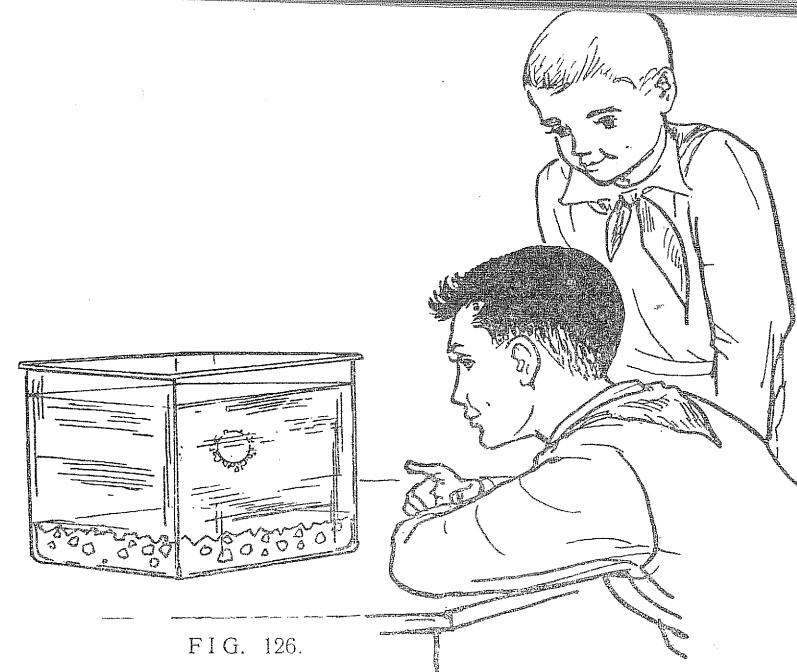


FIG. 126.

Particulele de gangă (minereu nefolesitor) nu aderă și se precipită depozitându-se la fundul vasului. Astfel se poate separa galena, calcopirita, grafitul, caolinul etc. din diferite minereuri. O serie întreagă de emulsiile, folosite în cele mai diferite domenii ale tehnicii, ale medicinei, precum și în viața de toate zilele, sunt fabricate pe baza variației tensiunii superficiale.

Bula de aer pulsatoare

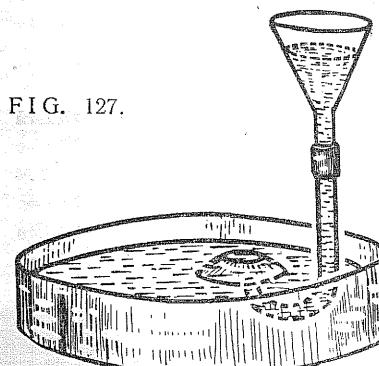


FIG. 127.

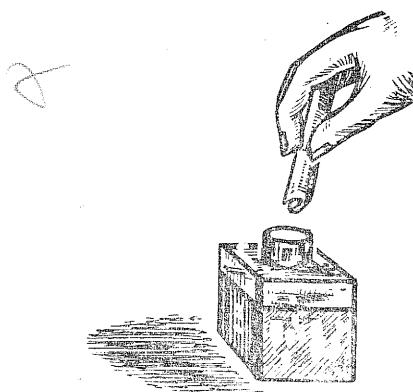
Procurăm o sticlă de ceas din acelea care se folosesc în laborator pentru diferite experiențe. Așezăm pe suprafața apei dintr-un vas această sticlă de ceas răsturnată, adică cu concavitatea în jos. Vom proceda astfel încât să închidem sub ea o bulă de aer cu diametrul de circa 10—12 mm (fig. 127). Printr-un tub capilar curbat la un capăt se trimite alcool la o margine sau alta a bulii. Vom potrivi ca viteza de curgere

a alcoolului să fie constantă și destul de mică. În acest scop vom aplica pe pereții interiori ai tubului o fișie de pînză care să meargă pînă la pîlnia în care am turnat o cantitate de alcool. Acest aranjament îl facem înainte de începerea experienței. Din momentul în care alcoolul ajunge la marginea bulci de aer, aceasta începe să pulseze ritmic.

EXPLICATIE

Alcoolul ajuns la suprafața apei, și anume la marginea bulci, determină în locul respectiv o micșorare a tensiunii superficiale a apei. Datorită acestui fapt, bula este împinsă în sens opus acestei regiuni, deoarece s-a creat un dezechilibru al forțelor superficiale; lovindu-se de peretele sticlei de ceas, datorită elasticității ei, bula de aer revine la poziția inițială. O altă cantitate de alcool a ajuns însă la marginea bulci și, în consecință, dezechilibrul forțelor superficiale determină din nou împingerea bulci în sensul opus regiunii în care s-a dizolvat alcoolul. Lovindu-se de peretele sticlei de ceas, bula se reîntoarce, fenomenul de împingere a bulci se repetă și tot așa mai departe: astfel că noi observăm pulsarea ritmică a bulci de aer, asemenea pulsării ritmice a inimii.

Cerneala nu mai înnegrește



136

FIG. 128.

Intr-o călimără cu deschiderea mai mare turnăm cerneală obișnuită. Presărăm apoi pe suprafața cernelii din călimără colofoniu (saciz) fin pulverizat. Dintr-o foaie de caiet, albă, facem un sul și introducem un capăt al acestuia în cerneală (fig. 128). Scoțind acum sulul din cerneală, vom constata că hirtia a rămas albă ca mai înainte.

EXPLICATIE

În funcție de natura lichidelor și a solidelor se poate întâmpla ca lichidul să ude corpul solid sau să nu-l ude. De exemplu, apa ude sticla, dar mercurul nu o ude. De ce? În cazul apei și al sticlei, atracția dintre moleculele de apă și cele de sticlă este mai mare decât atracția dintre moleculele de apă. Din această cauză, apa turnată într-un vas de sticlă se urcă la margini și acoperă pereții prinț-o peliculă subțire. Deci, la contactul dintre apă și sticlă, suprafața apei nu mai este orizontală, ca în restul vasului, ci concavă (fig. 129). În cazul mercurului și al sticlei, atracția dintre moleculele de mercur și cele de sticlă este mai mică decât atracția dintre moleculele de mercur. Din această cauză, mercurul turnat într-un vas de sticlă coboară la margine. Deci, la contactul dintre mercur

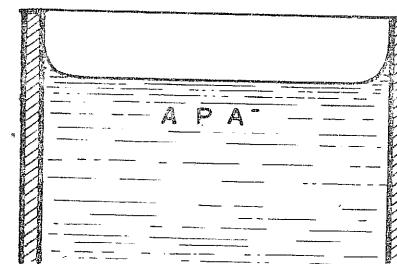


FIG. 129.

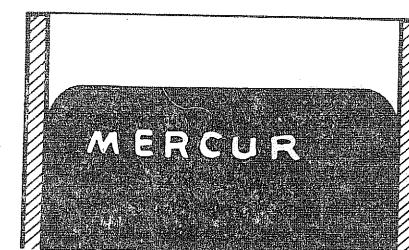


FIG. 130.

și sticla, suprafața mercurului nu mai este orizontală, ca în restul vasului, ci convexă (fig. 130).

Exemple de lichide care ude un solid sau nu-l ude sunt numeroase. În experiența descrisă, cerneala și colofoniul constituie un exemplu de lichid care nu ude un solid. Colofoniul nu este udat de cerneală. Stratul de pulbere de colofoniu formează o pătură protectoare care, nefiind udată de cerneală, apără și sulul de hirtie împotriva cernelii, care altfel s-ar înnegri.

O experiență asemănătoare se poate face dacă într-un vas cu apă aruncăm o monedă metalică. Acoperind suprafața apei cu pulbere de colofoniu sau cu o altă pulbere care prezintă aceeași comportare față de apă, de exemplu licopodiu, putem scoate moneda din apă, fără a ne uda pe mînă. Explicația este aceeași.

Un sifon curios

Luăm două pahare identice pe care le scufundăm într-o găleată cu apă, ținind unul drept, iar pe celălalt răsturnat. Cind ambele pahare sunt complet pline cu apă, le aşezăm marginea la marginea, menținând axele lor în poziție verticală. În felul acesta, unul din pahare va sta în picioare, iar celălalt se va așla deasupra lui în poziție răsturnată. Scoatem apoi paharele din găleată și le aşezăm într-o farfurie. Cu ajutorul unei hîrtii sugative sugem apa care a aderat pe ele, astfel încât pînă la urmă ele să rămînă zvintate. Putem deplasa acum puțin paharul răsturnat, astfel încît între marginile celor două pahare să apară un mic interval, al cărui rol îl vom vedea îndată; paharul răsturnat va rămîne totuși plin cu apă. Deasupra paharului răsturnat, pe piciorul acestuia aşezăm un al treilea pahar mai mic care să conțină alcool medicinal colorat în roșu (fig. 131).

Luăm un fir de lînă pe care îl muiem în alcoolul din pahar, iar capetele acestui fir le scoatem din pahar și le lăsăm să atîrne în afară. Pe la fiecare extremitate a firului de lînă se vor prelungi picături de alcool care se vor mări din ce în ce mai mult, pînă vor cădea pe pereții acestui pahar. Vom constata că alcoolul va curge încet pînă la marginile suprapuse ale celor două pahare. Ajuns aici însă, alcoolul, în loc să-și continue coborîrea sub acțiunea gravitației, va fi supit între cele două margini. Prelungind suficient experiența, care decurge după cum se vede în mod automat, vom ajunge în cele din urmă la un rezultat neașteptat: paharul de jos va rămîne plin cu apă limpede, paharul răsturnat va conține acum un lichid roșu, iar al treilea pahar — cel care conținea alcool — va fi complet gol.

EXPLICATIE

Avem de-a face în această experiență cu manifestarea a două fenomene fizice: fenomenul de capilaritate și acela de separare a două lichide după densități.

Fenomenul de capilaritate are drept cauză tensiunea superficială a cărei acțiune se manifestă în cazul tuburilor capilare, adică a tubu-



FIG. 131.

rilor de diametru foarte mic, sub un milimetru, prin urcarea lichidelor care udă sticla sau prin coborîrea acelora care nu udă sticla. Conform legii lui Jurin, ascensiunile în tuburile capilare pentru același lichid sunt invers proporționale cu razele tuburilor capilare.

Se știe că, datorită capilarității, seva se urcă în plante prin vasele capilare din trunchiul plantelor și le asigură hrana. Lampa cu petrol arde datorită fenomenului de capilaritate, care face ca petrolul să se urce prin porii fitilului ca prin tuburi capilare extrem de subțiri. La fel se urcă lichidele în vată, hîrtie sugătoare, cretă sau alte corpuri poroase.

În experiență descrisă, firul de lînă se comportă ca și fitilul de lampă, deoarece prin însăși structura lui sunt realizate spații capilare prin care alcoolul urcă și apoi continuă să se depleteze pînă la capetele

firului, iar de aici sub formă de picături cadă pe piciorul paharului răsturnat, ajungînd la marginile suprapuse ale celor două pahare. Ajuns aici, alcoolul, avînd densitatea mai mică decît apa, se urcă prin masa de apă, ajungînd în stratul superior. În același timp apa coboară, cedînd locul ei alcoolului. Acești curenenți ascendenți și descendenți se produc prin intervalul dintre marginile celor două pahare. Deoarece paharul de jos este plin, apa care se scurge din paharul de deasupra se prelungă pe peretii paharului de dedesubt, apoi pe piciorul acestuia și ajunge în farfurie.

Ce nu poate unul, pot mai mulți



FIG. 132.

Procurăm șapte dopuri de plută de aceeași mărime. Dacă vom încerca să facem să plutească pe apă în poziție verticală oricare dintre aceste dopuri, vom constata că acest lucru este imposibil. Dopul va pluti, însă în poziție răsturnată, adică în poziție în care axa longitudinală a dopului este orizontală.

Să așezăm acum unul din dopuri pe masă, în poziție verticală, iar în jurul lui și lipit de acesta vom așeza celelalte șase dopuri în aceeași poziție. Apucăm cu mină

toate aceste dopuri, aşa cum au fost grupate, și le cufundăm în apă astfel încît să le udăm complet. Le scoatem apoi din apă, în parte, și le lăsăm libere. Vom observa că această grupare de dopuri plutește pe apă, fiecare dop avînd poziția verticală (fig. 132).

Iată deci că ceea ce nu am putut realiza procedind cu fiecare dop în parte se poate realiza cu mai multe dopuri deodata.

EXPLICĂȚIE

Dopurile, în general, au o formă cilindrică alungită și prezintă o oarecare porozitate. Un asemenea corp așezat pe o masă orizontală are un echilibru stabil, dar așezat pe suprafață unei ape liniștite prezintă o stare de echilibru nestabil; cauza acestei stări se datorește, pe de o parte, faptului că baza de susținere este mai mică decît înălțimea dopului și centrul de greutate este departe de această bază, iar pe de altă parte faptului că porozitatea materialului este neuniformă. Apa care pătrunde în partea cufundată a dopului va fi deci repartizată neuniform. Din aceste motive, poziția centrului de greutate a dopului se schimbă și deci cele două forțe, greutatea dopului G și greutatea apei dezlocuite G' , formează un cuplu, al cărui efect este răsturnarea dopului (fig. 133).

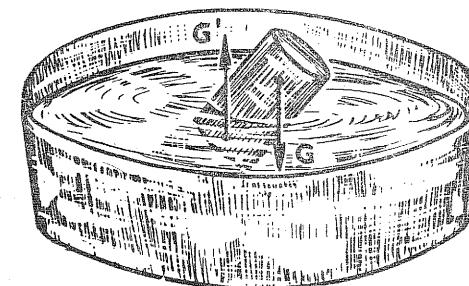


FIG. 133.

Ansamblul de șapte dopuri cufundat în apă și apoi scos pînă aproape de suprafață rămîne în echilibru, deoarece, pe de o parte, acest ansamblu prezintă o bază de susținere mult mai mare decît în cazul unui singur dop, deci mult mai mare decît înălțimea unui dop, iar pe de altă parte, apa care a pătruns prin capilaritate între dopurile muiate realizează o sudură între ele. Din aceste motive, ansamblul de dopuri prezintă o stare stabilă de echilibru.

S-ar părea că două sau mai multe corpuri pot ocupa în același timp același loc

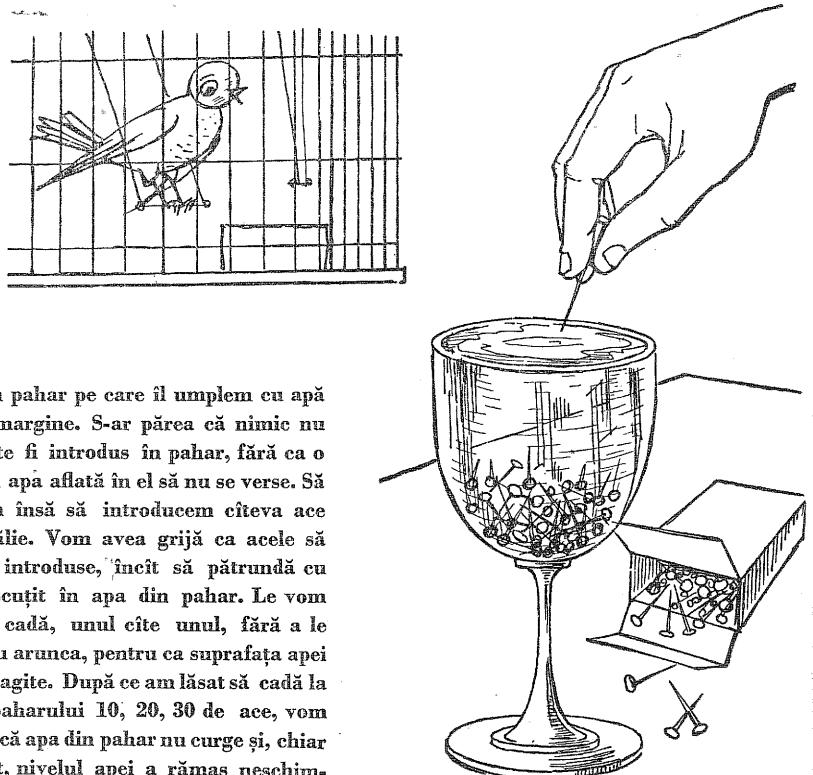


FIG. 134.

Luăm un pahar pe care îl umplem cu apă pînă la marginea sa. S-ar părea că nimic nu mai poate fi introdus în pahar, fără ca o parte din apă aflată în el să nu se verse. Să încercăm însă să introducem cîteva ace cu gămălie. Vom avea grija ca acele să fie astfel introduse, încît să pătrundă cu vîrful ascuțit în apă din pahar. Le vom lăsa să cadă, unul cîte unul, fără a le apăsa sau arunca, pentru ca suprafața apei să nu se agite. După ce am lăsat să cadă la fundul paharului 10, 20, 30 de ace, vom constata că apa din pahar nu curge și, chiar mai mult, nivelul apei a rămas neschimbat (fig. 134). Vom putea introduce în același mod două, trei și patru sute de ace și totuși nici o picătură de apă nu va curge din pahar, abia acum însă se poate observa că suprafața apei s-a bombat, înălțîndu-se puțin peste marginile paharului.

EXPLICATIE

Se știe că apa este un lichid care udă sticla însă, dacă sticla are pe ea o urmă de grăsime, apa nu mai udă sticla. Fără a unge în mod special marginile paharului cu grăsime, totuși prin simpla atingere a paharului cu degetele, el se acoperă în mod inevitabil cu un strat superficial de grăsime, care în mod normal se găsește pe mîini.

Prin introducerea cîtorva zeci de ace nu putem observa o creștere a nivelului apei din pahar, deoarece volumul unui ac este foarte mic în raport cu volumul apei corespunzător celei mai mici convexități ale suprafeței apei din pahar, deci corespunzător unei creșteri inobservabile a volumului apei. Astfel ne putem convinge, prin măsurare, că volumul acului este de peste o sută de ori mai mic decît volumul apei corespunzător convexității inobservabile a suprafeței apei din pahar. Din această cauză, în paharul plin cu apă poate să mai fie loc încă pentru cîteva sute de ace, deoarece atunci cînd convexitatea suprafeței apei a devenit vizibilă, volumul apei este acum cu mult mai mare, decît atunci cînd convexitatea era inobservabilă.

Pentru a ne convinge și mai mult că astfel stau lucrurile, să facem un calcul aproximativ. Lungimea acului este de circa 25 mm, iar grosimea lui de circa 0,5 mm. Volumul unui astfel de cilindru nu este greu de calculat; întrebuiînd formula cunoscută obținem: $v = \pi r^2 h = 3,14 \cdot (0,25)^2 \cdot 25 = 5 \text{ mm}^3$, iar dacă ținem seama și de gămălia acului, atunci volumul poate fi considerat cel mult de 5,5 mm^3 .

Să calculăm acum și volumul stratului de apă care se înalță deasupra, pe marginile paharului. Fie diametrul gurii paharului de 90 mm. Suprafața unui astfel de cerc este de 6 400 mm^2 . Presupunând că înălțimea stratului de apă este de numai 1 mm, obținem pentru volumul acestuia 6 400 mm^3 . Se vede deci că volumul acestui strat este de aproximativ 1 200 ori mai mare decît a unui ac cu gămălie.

Cu alte cuvinte, într-un pahar plin cu apă se pot introduce peste 1 000 de ace cu gămălie, fără ca din pahar să curgă măcar un strop de apă.

În adevăr, dînd drumul cu grija la ace în pahar, vom putea introduce peste 1 000 de ace. Un număr aşa de mare de ace ocupă aproape întreg paharul, ieșind chiar deasupra marginilor lui, dar apa nu va curge din pahar.

PROPAGAREA CĂLDURII

Un fenomen curios: sub acțiunea flăcării, o parte din hârtie arde, iar alta nu

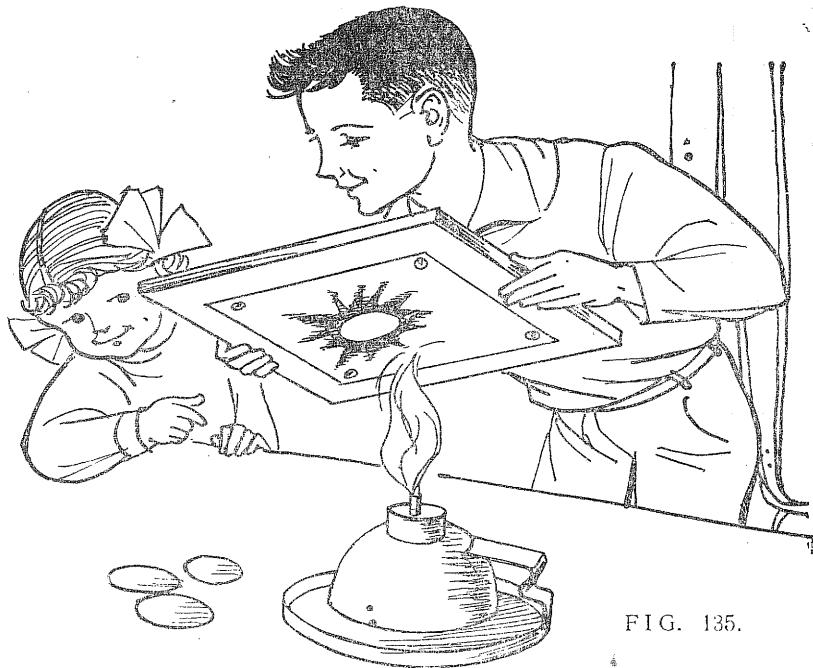


FIG. 135.

Pe o mică planșetă din lemn așezăm o monedă. Acoperim apoi cu o bucată de hârtie atât moneda cât și o porțiune oarecare din planșetă din jurul monedei. Înțindem hârtia astfel încât să preseze bine moneda pe planșetă și o fixăm la margini

în piuneze. Întoarcem planșeta cu hârtia întinsă pe ea și o ținem puțin timp cu partea unde se află moneda deasupra flăcării unei lămpi cu spirit sau de aragaz (fig. 135). Se constată că în jurul monedei, hârtia s-a înnegrit, deoarece s-a carbonizat, iar deasupra monedei, hârtia a rămas aproape albă.

EXPLICATIE

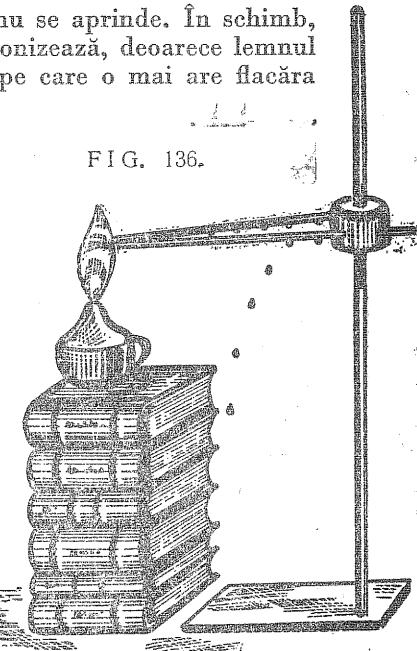
Metalele sunt foarte bune conducătoare de căldură, în timp ce lemnul este un izolator termic. Acest fapt își găsește multe aplicații practice. De exemplu, mînerul fierului de călcat este din lemn sau dintr-un alt izolator termic; dacă ar fi din metal n-am putea ține în mînă fierul încălzit. Lampa minerului are sticla înconjurată de o sită metallică. Sita ia din căldura flăcării și astfel împiedică producerea exploziilor în mină datorite gazului grizu. Sitele metalice folosite în laboratoare pentru încălzirea la flăcără a lichidelor aflate în vase de sticlă au rolul de a împiedica spargerea vasului prin atingerea lui de flăcără; și în acest caz, căldura flăcării este luată de sită și astfel flăcăra nu poate ajunge deasupra sitei, adică nu poate atinge vasul.

În cazul experienței cu moneda, lucrurile se petrec la fel. În locul unde hârtia acoperă moneda, căldura flăcării este luată de monedă și, în consecință, această parte a hârtiei nu se aprinde. În schimb, restul hârtiei care acoperă lemnul se carbonizează, deoarece lemnul absoarbe puțină căldură și deci căldura pe care o mai are flăcăra este suficientă pentru a carboniza hârtia.

FIG. 136.

De ce nu cad simultan?

Luăm două sîrme de aceeași grosime și lungime: una de cupru și alta de fier. Fixăm într-un dop de plută cîte un capăt al sîrmelor, astfel încît capetele libere să se atingă între ele. Fixăm pe aceste sîrme, cu ceară, cîteva cuișoare de fier la distanțe egale, astă pe o sîrmă și și pe cealaltă. Introducem acum capetele unite ale celor două sîrme în flăcăra unei lămpi de spirit (fig. 136). Vom observa în curînd cum încep să cadă pe rînd cuișoarele de pe fiecare sîrmă. Vom constata însă că de pe sîrma de cupru cuișoarele cad mai repede decât de pe sîrma de fier.



EXPLICATIE

Metalele sunt bune conducătoare de căldură, însă conductibilitatea lor diferă de la metal la metal. Cel mai bun conductor de căldură este argintul, după care urmează cuprul, aluminiul, staniul, fierul etc. Astfel, în timp ce coeficientul de conductibilitate pentru argint este $k = 1,1$ și pentru cupru $k = 0,92$, pentru fier este $k = 0,16$. Aceasta înseamnă că prin cupru căldura se transmite mult mai repede decât prin fier. Așa se explică folosirea cazanelor de cupru pentru încălzirea diferitelor soluții în industrie sau a cazanelor de cupru în distilării.

În experiență descrisă, desprinderea mai rapidă a cuișoarelor lipite cu ceară de sîrma de cupru decât a celor lipite de sîrma de fier demonstrează conductibilitatea mai bună a cuprului decât a fierului.

Putem fierbe apa într-un vas de carton?

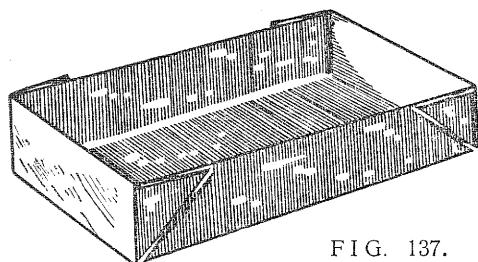


FIG. 137.

Să încercăm să confectionăm dintr-o bucătă de carton subțire un mic vas de formă unei cutii. Pentru aceasta tăiem din carton un pătrat cu latura de 7–8 cm, îndoiim după decupare, la colțuri marginile și eventual le lipim. Așezăm cutia astfel construită pe un trepied, o umplem cu apă și aprindem sub ea o lampă de spirt sau

un bec de aragaz (fig. 137). Apa se va încălzi treptat și va ajunge să fierbă. În tot acest timp, flacără va atinge cutia de carton, dar cartonul nu se aprinde.

Se poate efectua experiență folosind, în loc de carton, o hîrtie mai rezistentă. Se tăie hîrtia în formă de cere, avînd un diametru de circa 15 cm.

Dintr-o sîrma de fier se confectionează un inel cu diametrul de circa 7 cm, iar apoi se va îndoi sîrma în formă de toartă, astfel încît inelul să aibă o poziție orizontală, cînd restul de sîrma va fi însășurat în jurul unei luminări. Prințr-un ac cu gămălie însipit în luminare, după cum se arată în figura 138, se poate menține sîrma de fier în poziția dorită.

Hîrtia tăiată circular poate să capete ușor o formă bombată, obținind astfel un vas pe care-l așezăm în inelul de sîrma, după cum se vede în figură. Trebuie avut grijă ca deasupra inelului să rămînă o margine de circa 2 cm lățime. Această pre-

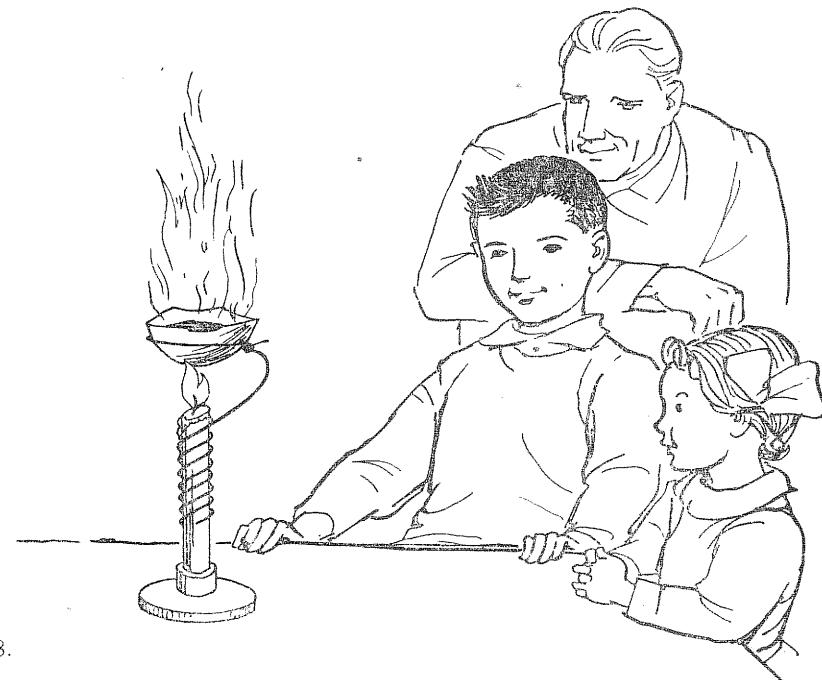


FIG. 138.

cauție referitoare la lățimea marginii ne permite să turnăm în formă de hîrtie o cantitate de apă a cărei nivel să urce puțin deasupra inelului de sîrma, condiție absolut necesară pentru a se asigura reușita experienței.

Se aprinde luminarea, reglînd înălțimea inelului astfel încît virful flăcării să ajungă în centrul formei de hîrtie. După puțin timp, apa începe să fierbă, însă hîrtia va rămîne intactă, deși este în contact cu flacăra.

EXPLICATIE

Un combustibil pentru a arde are nevoie să fie încălzit pînă la temperatura lui de aprindere.

În experiență efectuată, cartonul sau hîrtia nu se aprind, deoarece nu sunt încălzite la temperatura lor de aprindere. Fiind în contact cu apa, căldura primită de la flacără este transmisă prin conductibilitate apei de către carton sau hîrtie. Apa se încălzește treptat și ajunge pînă la 100°C , cînd începe să fierbă. Căldura primită în continuare de la flacără este, de asemenea, transmisă apei pentru a se vaporiza prin fierbere. În tot acest timp cît cartonul sau hîrtia sunt în contact cu apa, temperatura lor nu poate trece de 100°C , temperatură care este inferioară temperaturii de aprindere, deci cartonul sau hîrtia nu se aprind.

Cenusă ajută arderea



FIG. 139.

Luăm o bucătică de zahăr cu un clește și încercăm să o aprindem cu un chibrit. După cîteva încercări ne vom convinge că nu izbutim. Zahărul se topește, dar nu se aprinde. Să presărăm acum puțină cenușă pe bucătică de zahăr. De data aceasta izbutim să aprindem cu ușurință bucătică de zahăr, cu ajutorul flăcării unui chibrit. Arderea este completă și are loc cu o flacără albăstruie (fig. 139).

EXPLICATIE

Un combustibil, pentru a putea să ardă are nevoie de o anumită temperatură de aprindere. În caz contrar, combustibilul nu se aprinde, nu arde.

În experiența descrisă, zahărul nu se aprindea și arderea nu izbutea, deoarece nu se realiza temperatura de aprindere a zahărului. Căldura flăcării chibritului era reflectată difuz în aer, deoarece se știe că un corp alb are această proprietate de a reflecta difuz căldura. Presărind cenușă pe bucătică de zahăr, căldura flăcării chibritului nu mai este reflectată în mediul exterior, deoarece cenușă, fiind un material izolant, împiedică acest fenomen. În consecință, căldura flăcării nu se mai pierde, ci este absorbită de zahăr. Temperatura crește pînă la temperatura de aprindere a zahărului și astfel se produce aprinderea. Arderea continuă datorită căldurii care se degajează în acest timp, căldură care, de asemenea, nu este pierdută.

Un caz de circulație

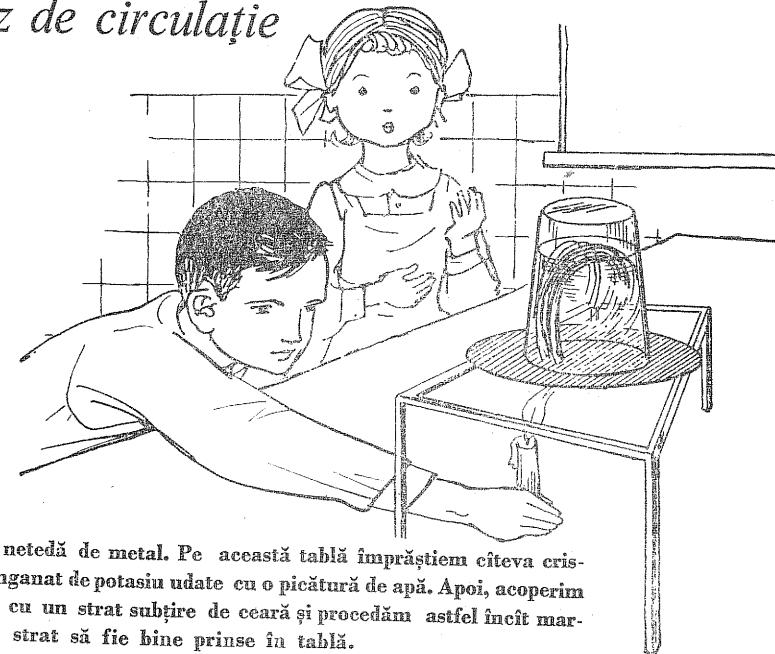


FIG. 140.

Luăm o tablă netedă de metal. Pe această tablă împărătem cîteva cristale de permanganat de potasiu udate cu o picătură de apă. Apoi, acoperim aceste cristale cu un strat subțire de ceară și procedăm astfel încît marginile acestui strat să fie bine prinse în tablă.

Umplem un pahar cu apă și-l acoperim cu tabla metalică astfel încît stratul de ceară cu cristalele de pergament de sub el să fie întoarsă spre apă. Susținem apoi tabla, întoarcem paharul cu fundul în sus. Avem însă grijă ca paharul să fie bine presat pe tablă, pentru a realiza etanșeitatea. Totodată avem grijă ca paharul să fie astfel umplut încît să nu conțină bule de aer cînd il întoarcem cu fundul în sus. Procedînd în felul acesta, apa nu va curge din pahar cînd îl răsturnăm.

Așezăm paharul cu tabla pe un trepied și apropiem de tablă o flacără sub locul unde se află stratul de ceară (fig. 140). După puțin timp putem observa niște vinișoare violente care urcă, apoi alte vinișoare colorate care coboară; sunt curenti de apă colorată, care circulă de sus în jos și invers.

EXPLICATIE

Propagarea căldurii în lichide se face prin curenti. Curentii calzi pornesc de la baza vasului încălzit urcîndu-se, deoarece apă caldă este mai ușoară. Acești curenti, străbătînd stratul rece de apă în sus, se răcesc și coboară, deoarece apă rece este mai grea. Acest fenomen de circulație ascendentă și descendenta a curentilor de apă caldă, respectiv rece, continuă pînă cînd întreaga masă de apă s-a încălzit, ajungînd la temperatura de fierbere.

În experiență efectuată, încălzind tabla, se încălzește și stratul de ceară și se desprinde de tablă. Apa în contact cu tabla se încălzește, de asemenea, formând curenți ascendenți de apă caldă. Acești curenți sunt colorați în violet, datorită permanganatului aflat pe tablă. Pe măsură ce se urcă, apa se răcește, devine mai densă și coboară, formând curenții descendenți colorați.

Fișia de hîrtie miraculoasă

Fixăm pe masă, prin lipire, o lumânare aprinsă. Punem deasupra lumânării o sticla de lampă. Vom constata că lumânarea se stinge. Ridicăm sticla de lampă și aprindem din nou lumânarea. Pregătim o fișie de hîrtie pe care o introducem în sticla de lampă, astfel ca ea să ajungă pînă aproape de baza sticlei. Acoperim din nou lumânarea cu sticla de lampă, însă de data aceasta sticla să aibă introdusă în ea și fișia de hîrtie. În felul acesta, interiorul sticlei de lampă este împărțit în două regiuni. Într-una din regiuni se află flacăra. Constatăm că lampa nu se mai stinge (fig. 141). Dacă scoatem fișia de hîrtie, lumânarea se stinge.

EXPLICATIE

Propagarea căldurii prin gaze se face, ca și în cazul lichidelor, prin curenți. Straturile de aer în contact cu un corp cald se încălzesc, devin mai ușoare și se urcă sub formă de curenți — curenti ascendenți. Straturile mai reci sunt mai dense și coboară sub formă de curenți — curenti descendenți. Fenomenul de circulație a curenților ascendenți și descendenți continuă pînă cînd întreaga masă de aer dintr-un spațiu se încălzește uniform.

În cazul experienței efectuate cu sticla de lampă fără fișie de hîrtie, lumânarea se stinge, deoarece prin ardere se consumă oxigenul din aerul aflat în interiorul sticlei și nu există posibilitatea unei alimentări suficiente cu aer curat necesar arderii. Aerul încălzit de flacăraiese pe gîțul sticlei, nepermîtînd formarea curenților descendenți. În cazul folosirii fișiei de hîrtie, arderea lumânării continuă, deoarece acum, existînd două regiuni distincte în interiorul sticlei de lampă, se poate asigura și formarea curenților descendenți. În regiunea în care se află lumânarea se formează curenti ascendenți care duc cu ei produsele arderii, iar prin regiunea alăturată circulă curenți descendenți care, pătrunzînd prin partea de jos a fișiei, alimentează

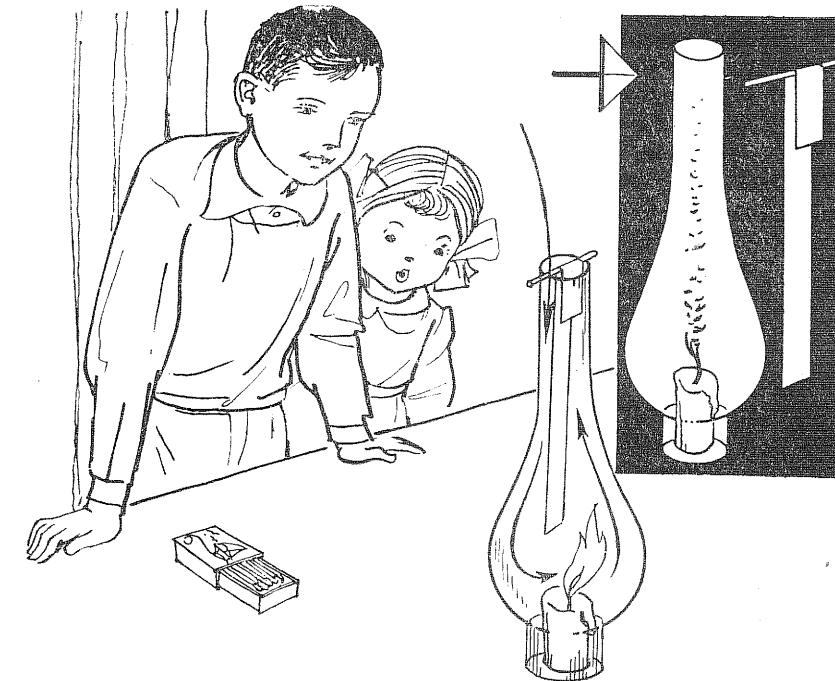


FIG. 141.

cău aer proaspăt arderea lumânării. Aerul mai rece și curat, conținînd oxigen, ia astfel locul aerului cald și al produselor de ardere îndepărtate prin curenții ascendenți.

Abajurul rotitor

Confectionăm dintr-o hîrtie mai groasă un abajur în formă de trunchi de con. În centrul bazei de sus fixăm pe dinăuntru un mic dreptunghi de tablă, cu o adincitură la mijloc. Această adincitură se face cu ajutorul unui cui fără vîrf. Gropița se face exact în centrul dreptunghiului și este îndreptată spre interiorul abajurului. Capetele tablei se îndoacie în sus, trecîndu-se prin niște crestături făcute în hîrtie. Îndoim apoi din nou aceste capete, astfel încît tabla să rămînă prină de hîrtie. Se fac apoi opt tăieturi radiale în hîrtia care formează baza abajurului. Tăieturile încep aproape de centru și se termină aproape de marginea bazei. Marginile

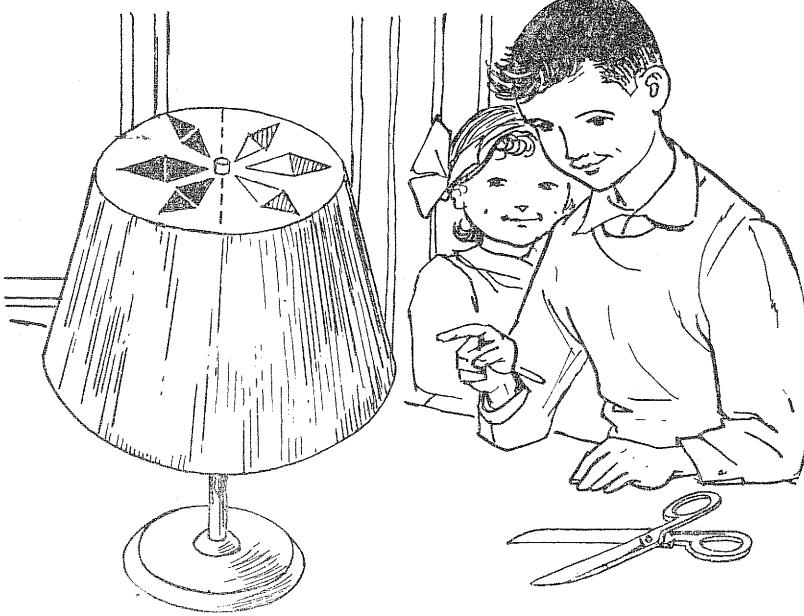


FIG. 142.

tăieturilor se îndoiește în sus și în jos și se fixează în această poziție cu ajutorul unor bucătări de chibrituri ascuțite la ambele capete și îmfipite puțin în marginile hârtiei (fig. 142). Baza abajurului se transformă astfel într-un fel de ventilator cu aripi. Se aşază abajurul astfel construit deasupra unei lămpi electrice sau cu petrol. Pentru aceasta se fixează vertical la lampă o vergea de sîrmă al cărei capăt este ascuțit. Abajurul se va sprijini astfel, încât virful vergelei să intre în gropița drept-unghiului de tablă.

Vom observa cum abajurul începe să se învîrtească.

EXPLICĂȚIE

Cînd lampa luminează, încălzește aerul din jurul ei. Aerul cald are o densitate mai mică decît cel rece și deci se urcă producînd un curent ascendent. Acest curent de aer cald acționează asupra aripioarelor practicate în baza abajurului și astfel abajurul se învîrtește, întocmai ca și rotorul unei turbine sau aripile unei mori de vînt sub acțiunea vîntului.

152 Experiența descrisă arată principiul de funcționare a turbinelor.

Moriști de aer

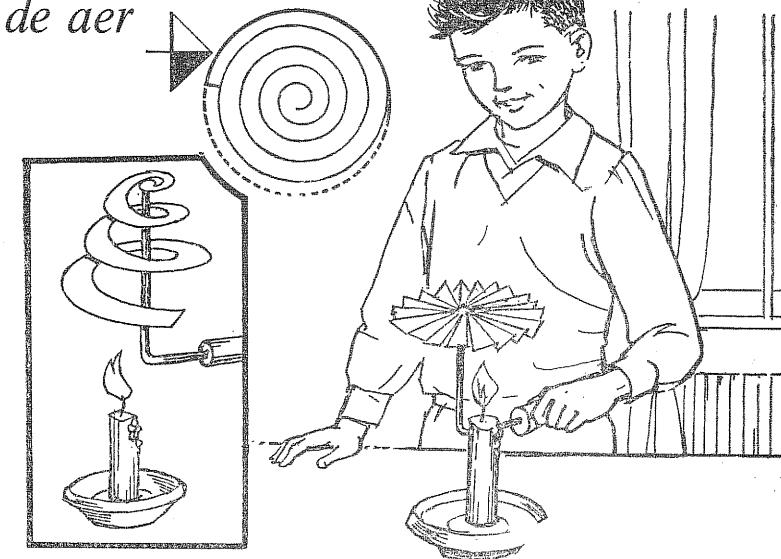


FIG. 143.

FIG. 144.

Dintr-o tablă de tinichea subțire, de exemplu cum este cea care formează capacul interior al unei cutii de cafea, confectionăm un disc circular. Crestăm radial marginile discului, formînd astfel o serie de palete pe care apoi le răscucim ușor. Montăm elicea astfel obținută pe virful unui ac de tricotat pe care apoi îl îndoim și introducem capătul acului într-un dop de plută (fig. 144). Apucînd dispozitivul de acest dop, care servește drept mîner, îl vom așeza deasupra flăcării unei luminări. Vom observa imediat că elicea circulară se învîrtește cu rapiditate.

O spirală obținută prin tăierea în formă de mele a unui disc de hârtie, sprijinită, de asemenea, cu centrul ei pe virful unui ac de tricotat, prelucrat ca în experiență precedentă, se va învîrta rapid în jurul axului de susținere, cînd sub spirală aducem flăcăra unei luminări (fig. 143).

EXPLICĂȚIE

Prin încălzire, aerul se dilată, iar densitatea lui se micșorează, deci devine mai ușor decît aerul rece care ocupă același volum. Datorită diferenței de densitate, o cantitate de aer cald urcă printre straturile de aer rece, formînd curenți ascendenți.

În experiențele descrise, atât elicea circulară din tablă cît și spirala din hârtie se rotesc, datorită curenților ascendenți de aer cald provenit din încălzirea aerului rece de către flăcăra luminării.

Morișcă-termometru



FIG. 145.

Tâiem dintr-o hîrtie foarte subțire un mic dreptunghi, pe care îl îndoim apoi după linile mijlocii, iar după aceea îl îndreptăm. În felul acesta am aflat centrul de greutate. Sprijinim acest dreptunghi de hîrtie puțin înclinat pe vîrful unui ac, exact în acest punct (fig. 145).

Hîrtiuța va rămîne în echilibru, deoarece este sprijinită în centrul de greutate. La cea mai mică adiere însă, ea va începe să se rotească.

Am confectionat astfel un dispozitiv foarte sensibil. În adevăr, dacă vom apropia mâna cu grijă, pentru ca prin curentul produs să nu smulgem hîrtiuța, vom observa că dispozitivul începe să se rotească mai întîi încet, apoi tot mai repede. Îndepărțind mâna, rotirea va înceta. Dacă vom apropia din nou mâna, rotirea va reincepe.

EXPLICATIE

Această ciudată rotație era interpretată ca o însușire supranaturală a corpului omenesc. Cu toate acestea, cauza este foarte naturală și simplă: aerul încălzit în partea de jos de către căldura mîinii se ridică, acționează asupra hîrtiei, obligînd-o să se rotească.

Dacă observăm cu atenție fenomenul, vom constata că morișca se rotește într-o direcție bine determinată, și anume de la înceietura mîinii în lungul palmei, spre degete. Aceasta se poate explica prin

diferența de temperatură dintre părțile amintite ale mîinii; capetele degetelor sunt întotdeauna mai reci decît palma. De aceea, în apropierea palmei se formează un curent ascendent de aer, mult mai puternic, care lovește în hîrtie cu mai multă tărie decît curentul generat de căldura degetelor.

Se poate observa, de asemenea, că în cazul febrei, cînd temperatura este mai ridicată, morișca se învîrtește mult mai repede, deci ea ne permite să apreciem o temperatură mai ridicată decît cea normală la o persoană care ar avea febră.

Schimbarea culorii

Procurăm o placă metalică subțire, șlefuită, pe care desenăm niște cercuri concentrice cu vopsea neagră (fig. 146, a). Cealaltă parte a plăcii o vom acoperi cu o vopsea galbenă specială din iodură de argint (AgI) și iodură mercurică (HgI_2). Proiectînd asupra plăcii, și anume asupra feței pe care sunt desenate cercurile negre, un fascicul de raze care vine de la o sobă încălzită sau de la o lanternă de proiecție, vom constata că pe cealaltă față a plăcii, sub inelele negre apar inele colorate în roșu, iar în părțile corespunzătoare regiunilor dintre inele, adică în părțile corespunzătoare cercurilor strălucitoare, culoarea rămîne tot galbenă (fig. 146, b). Dacă înceatăm de a mai expune la radiații placa, după puțin timp se răcește, iar culoarea roșie dispără, reapărînd culoarea galbenă.

EXPLICATIE

Dacă suntem în apropierea unei sobe încinse, simțim căldură. Această senzație de căldură provine de la radiațiile emise de sobă. La o temperatură ridicată, o sobă de metal devine incandescentă, adică emite și lumină vizibilă. Ambele feluri de radiații sunt identice din punctul de vedere al naturii lor, deoarece ambele feluri de radiații sunt unde electromagnetice.

Lumina vizibilă acoperă o gamă de lungimi de undă de la $390 \text{ m} \mu$ la $770 \text{ m} \mu$, adică de la radiația violetă pînă la cea roșie. Radiațiile care se situează în continuare, dincolo de lumina roșie, se numesc radiații infraroșii. Aceste radiații au lungimi de undă cuprinse între $800 \text{ m} \mu$ și 1 mm . Deoarece radiații infraroșii au mai ales efect termic, adică de încălzire, ele se numesc și radiații termice. Dar și lumina vizibilă se transformă în căldură cînd cade pe diferite corpură.

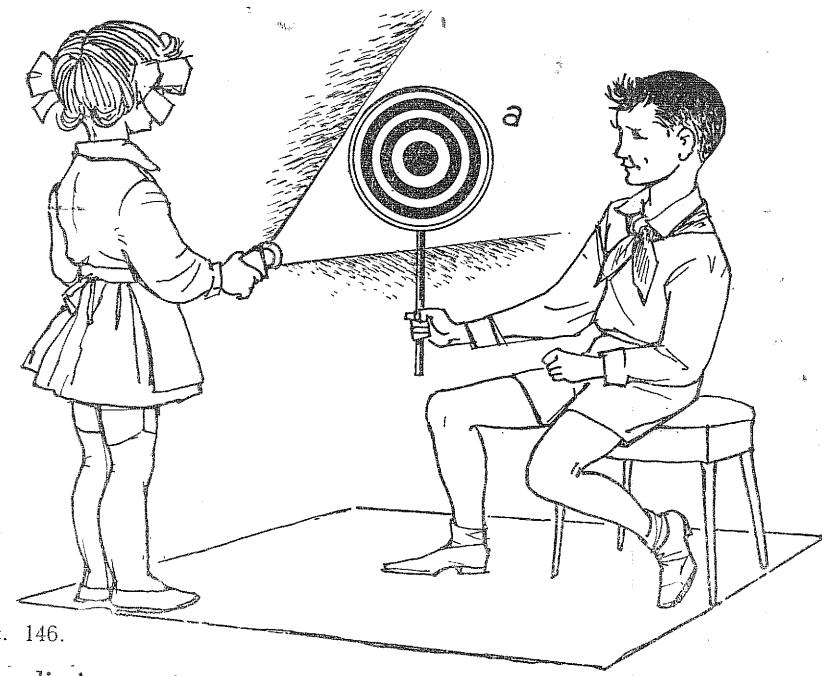


FIG. 146.

Când radiatia termică cade pe un corp opac, ea este în parte absorbită și în parte reflectată.

Corpurile de culoare închisă prezintă o absorbție puternică, iar corpurile de culoare deschisă o absorbție redusă. Astfel, un corp de culoare neagră absoarbe circa 95%, iar unul de culoare albă circa 5% din energia radiantă incidentă. Puterea de absorbție este și mai mică, dacă suprafața corpului opac este lustruită.

În experiența descrisă, regiunile circulare vopsite în negru prezintă o mare putere de absorbție pentru radiația termică, pe cind regiunile lustruite, o putere de absorbție mult mai mică.

Vopsea galbenă folosită este o vopsea sensibilă la încălzire, adică are proprietatea de a-și schimba structura moleculară prin ridicarea temperaturii, fapt din care rezultă o modificare a culorii. Prin răcire, substanța revine la structura inițială, căpătînd din nou culoarea pe care o avea înainte de experiență.

Deci, apariția culorii roșii se datorează ridicării temperaturii vopselei aflate pe placă sub regiunile vopsite în negru, deoarece aceste regiuni au absorbit multă căldură.

Părțile rămase cu aceeași culoare galbenă nu au primit căldură suficientă pentru a-și ridica temperatura în mod apreciabil, deoarece regiunile lustruite corespunzătoare pe cealaltă față au putere mică de absorbție pentru radiații.

Dispariția culorii roșii și revenirea la culoarea inițială se datorează faptului că placa se răcește, dacă asupra ei nu mai căd radiații termice.

Chibriturile cad la intervale diferite de timp

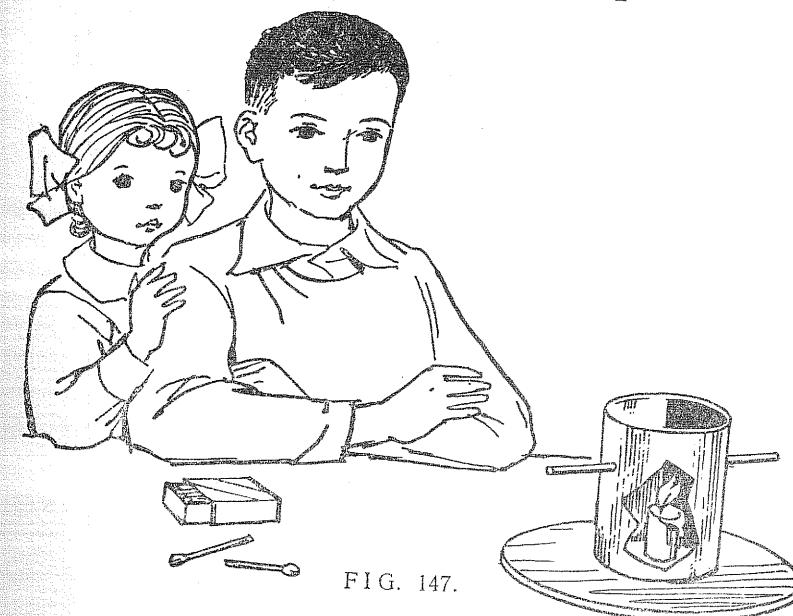


FIG. 147.

Tăiem două fante verticale diametral opuse într-o cutie de conserve cilindrică, astfel încit suprafața cilindrică să fie împărțită în două părți. Înnegrim cu tuș sau cu fum fața interioară a uneia din părți, cealaltă parte rămînînd albă și strălucitoare. Lipim apoi cu ceară două bețe de chibrituri, unul pe suprafață exterioară a părții cilindrice neînnegrite, iar celălalt pe față interioară a părții cilindrice înnegrite. Bețele de chibrituri vor fi plasate diametral opus, pe direcția axei orizontale de simetrie a cilindrului (fig. 147). Introducem în cutie o luminare aprinsă,

pe care o aşezăm exact în mijlocul bazei. Vom observa după puțin timp că bățul de chibrit corespunzător suprafeței înnegrite se desprinde primul de pe cutie și cade, pe cind celălalt, corespunzător suprafeței strălucitoare, cade mai tîrziu.

EXPLICAȚIE

Suprafețele strălucitoare reflectă în cea mai mare parte radiațiile ce cad pe ele, în timp ce suprafețele negre absorb cea mai mare parte a radiațiilor.

În experiență descrisă, radiațiile emise de flacără lumânării cad deopotrivă atât pe suprafața cilindrică strălucitoare cât și pe cea înnegrită. Nu în aceeași măsură însă aceste suprafețe absorb radiațiile respective, deci nu în aceeași măsură se încălzesc. Suprafața înnegrită, având o putere mare de absorbtie, se încălzește repede, ceara se topește și chibritul cade, pe cind suprafața strălucitoare, având o putere de absorbtie mult mai mică, se încălzește mai încet și deci ceara se topește mai greu și chibritul cade mai tîrziu.

Diferența de temperaturi dintre cele două suprafețe poate fi sesizată și pe calea simțurilor. Este de ajuns să le atingem cu degetul, pentru a constata acest lucru.

SCHIMBĂRI DE STARE FIZICĂ

Experiența lui Tyndall



FIG. 148.

Această experiență trebuie efectuată într-un mediu cu temperatură mai scăzută decît 0°C . În ce constă? Luăm un bloc de gheăză pe care îl aşezăm pe două suporturi. Peste bloc trecem o sîrmă, de capetele căreia atîrnăm o greutate de cîteva kilograme (fig. 148). Vom observa cum sîrma străbate încelul cu încelul blocul,

tăindu-l. Curios însă, pe măsură ce sîrma taie blocul, acesta se reface în urma ei, astfel încît, după ce sîrma a străbătut blocul și greutatea a căzut, blocul a rămas întreg.

EXPLICATIE

Prin topire, majoritatea corpurilor își măresc volumul; sănt însă unele corperi care prin topire își micșorează volumul, de exemplu gheăta, fonta etc.

Temperatura de topire a corpurilor variază sub influența presiunii care se exercită asupra lor, și anume: temperatura de topire crește pentru corpurile care își măresc volumul prin topire cînd presiunea exercitată asupra lor crește; temperatura de topire se micșorează pentru corpurile care își micșorează volumul prin topire, cînd presiunea exercitată asupra lor crește. Gheăta face parte din această a doua categorie.

Sîrma exercită o presiune considerabilă asupra gheății în punctele de contact, deoarece suprafața de contact cu gheăta este foarte mică. Or, se știe că $p = \frac{F}{S}$, deci cu cât S este mai mic, cu atît p este mai mare.

Datorită presiunii exercitate, temperatura de topire a gheății, în locul unde acționează această presiune, descrește sub 0°C , adică sub temperatura de topire a gheății în condiții normale de presiune. În consecință, gheăta se topește în partea de sub sîrmă. Astfel se explică pătrunderea sîrmei prin blocul de gheăta. Imediat ce sîrma a trecut, apa formată în urma ei îngheăță, deoarece se găsește la presiunea normală, iar temperatura ei este sub 0°C . În felul acesta se explică refacerea blocului în urma sîrmei care trece prin el.

Fîntîna arteziană cu presiune de vaporî

Procurăm un tub de sticlă pe care îl subținem la un capăt. În apropiere de celălalt capăt atașăm de tub o fiolă. Într-un balon de sticlă turnăm pînă la jumătate apă caldă. Astupăm balonul cu un dop perforat la mijloc și străbătut de tubul de sticlă pe care l-am pregătit. Înainte de introducerea dopului în gîțul balonului, avem grija să turnăm eter în fiolă. Partea interioară a tubului va trebui să ajungă pînă

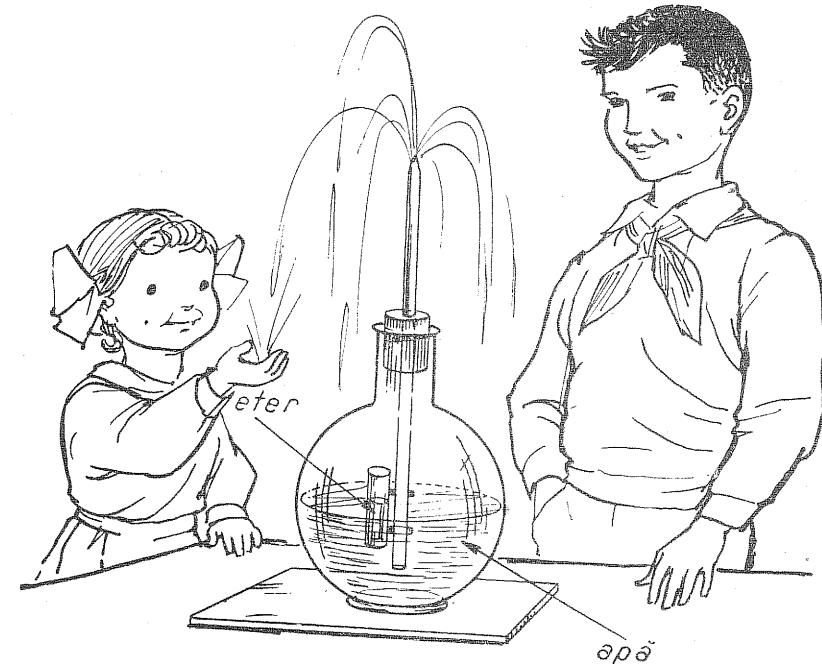


FIG. 149.

aproape de fundul balonului, iar deschiderea fiolei să se găsească cu puțin deasupra nivelului apei din balon (fig. 149). După puțin timp de la introducerea dopului în balon vom observa cum prin capătul efilat al tubului țîșnește un jet de apă.

EXPLICATIE

La temperatura apei calde din balon, eterul din fiolă se încălzește pînă la fierbere, producînd o mare cantitate de vaporî. Acești vaporî se răspîndesc în spațiul liber al balonului și exercită o presiune din ce în ce mai mare asupra apei din balon. Datorită acestei presiuni, apa din balon este împinsă cu putere prin tubul efilat și ieșe în exterior sub formă de jet.

Se aplică în cazul de față legea lui Pascal — presiunea exercitată la suprafața unui lichid se transmite integral în toată masa lichidului. Această presiune acționează normal pe orice secțiune din interiorul lichidului și în toate direcțiile. Deci, presiunea se exercită normal și la gura tubului introdus în lichid, și anume de jos în sus. Datorită acestui fapt, ne explicăm apariția jetului de apă.

Să fabricăm gheată cu pompa de bicicletă

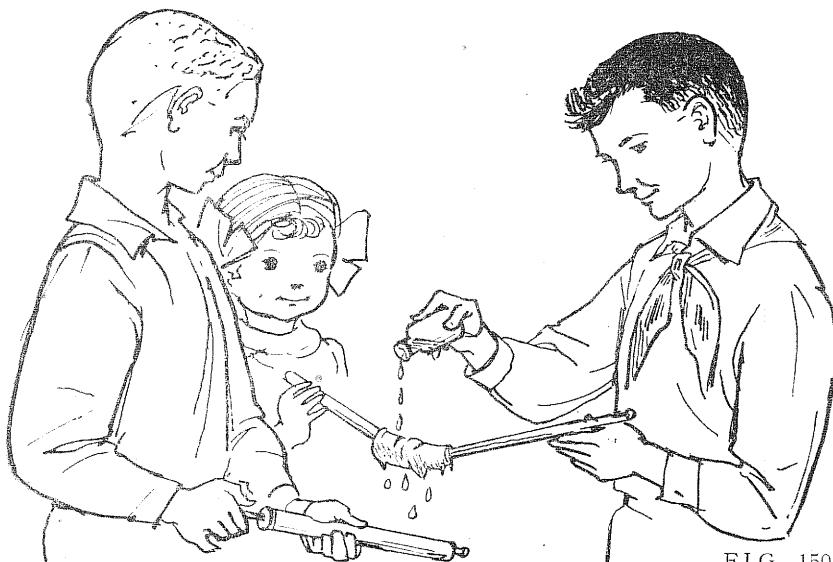


FIG. 150.

Luăm un tub de sticlă pe care îl îndoim ușor la o flacără. După ce partea încălzită s-a răcit, introducem cu ajutorul unei pipete cîteva picături de apă în tub. Apa se va strînge în porțiunea îndoită a tubului. Înfășurăm de două-trei ori cu o bucată de tifon locul unde s-a strîns apa în tub (fig. 150).

Vom picura acum eter pe manșonul de tifon și în același timp, cu ajutorul unei pompe de bicicletă, altcineva va pompa aer asupra manșonului umezit cu eter. După două-trei minute îndepărțind tifonul, vom constata că apa din tub a înghețat. Dacă nu s-a produs înghețarea, vom mai continua încă puțin timp experiența.

EXPLICATIE

Eterul, alcoolul, apa așezate în cîte o farfurie și lăsate în aer liber se evaporă cu încetul. Eterul însă se evaporă mai repede decît alcoolul, iar alcoolul mai repede decît apa.

Viteza de evaporare sau cantitatea de lichid evaporată în unitatea de timp depind deci de natura lichidului.

Viteza de evaporare este, de asemenea, dependentă și de alti factori. Astfel, viteza de evaporare este proporțională cu suprafața lichidului, cu diferența dintre presiunea vaporilor saturanți și presiunea vapo-

rilor nesaturanți din atmosferă ai lichidului la aceeași temperatură, este invers proporțională cu presiunea atmosferică, în fine viteza de evaporare depinde de starea de agitație a atmosferei — datorită, de exemplu, unui curent de aer straturile de aer de deasupra lichidului sănătătoare și se împiedică astfel saturarea lor.

În experiență descrisă, tifonul realizează o suprafață mare de evaporare, iar curentul de aer suflat de pompă înlătură vaporii de eter de deasupra eterului lichid îmbibat în tifon. În consecință, procesul de evaporare este rapid. Evaporarea unui lichid se face însă cu absorbție de căldură din mediul înconjurător și chiar din lichidul care se evaporă, deci are loc o scădere de temperatură atât în mediul înconjurător cât și în masa lichidului care se evaporă.

Datorită consumului de căldură care are loc în procesul de evaporare a eterului, temperatura apei scade continuu, pînă cînd se ajunge la înghețarea ei. Avem de-a face în acest caz cu o evaporare forțată a eterului, adică cu o viteză mare de evaporare, fapt care produce o puternică absorbție de căldură și deci înghețarea apei.

Sarea și fierberea

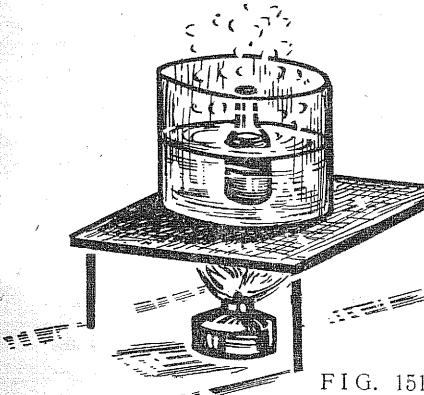


FIG. 151.

Punem apă într-o sticlă, iar după aceea se aşază sticla într-un vas cu apă. Vasul este încălzit la foc pînă ce apa din el fierbe. Oricăt am încălzi mai departe vasul, nu vom putea face să fierbă apa din sticlă, deși apa din vas fierbe (fig. 151). Dacă punem sare în apă din vas, se va constata că după puțin timp apa din sticlă începe să fierbă.

EXPLICATIE

Fierberea unui lichid are loc la temperatura la care presiunea vaporilor lichidului respectiv egalează presiunea atmosferică. În cazul apei, acest lucru se întimplă la 100°C . Să analizăm acum mai profund fenomenul de fierbere. Pentru ca apa să ajungă la temperatura

de fierbere, trebuie să i se dea căldură. Această căldură primită este folosită pentru ridicarea temperaturii apei. După ce apa a ajuns la temperatura de fierbere, trebuie să i se dea în continuare căldură, această căldură fiind necesară pentru distrugerea coeziunii moleculare, deci pentru transformarea apei în vaporii. Acești vaporii trebuie să aibă o astfel de presiune încit aceasta să depășească foarte puțin presiunea exercitată de lichidul aflat deasupra locului unde s-a produs fenomenul de vaporizare și, de asemenea, să depășească foarte puțin și presiunea atmosferică. În aceste condiții, vaporii de apă pot străbate masa de lichid și ies în atmosferă. Fierberea continuă cât timp apa încălzită la 100°C continuă să primească căldură.

În cazul experienței efectuate, apa din vas fierbe, deoarece primește continuu căldură de la fundul vasului care este încălzit la foc. Apa din sticlă nu fierbe, deși a ajuns și ea la temperatura de 100°C , deoarece nu are de unde să primească mai departe căldura necesară de vaporizare, mediul în care se află nedepășind 100°C .

Se știe că un corp solid dizolvat într-un lichid ridică temperatura de fierbere a acestuia. Aceasta înseamnă că punând sare în apă din vas, aceasta va fierbe la o temperatură superioară celei de 100°C . În acest caz, sticla cu apă, afiindu-se într-un mediu cu temperatură superioară lui 100°C , poate să ia de la aceasta căldura necesară pentru producerea fenomenului de fierbere, adică pentru formarea vaporilor în masa apei aflate în sticlă.

Poate fierbe apa după ce am luat-o de la foc?

Vom spune, desigur, că nu poate fierbe, deoarece nu-i mai dăm căldura necesară transformării apei în vaporii, la temperatura de fierbere. Totuși, experiența pe care o vom face ne va convinge de contrariu. Vom încălzi apă într-un vas de sticlă, așteptăm să fierbă cîteva minute și apoi retragem vasul de la foc. Fierberea încreză deși, controlînd temperatură, constatăm că poate fi 101 și chiar 102°C . Or, mai știm că în condiții normale de presiune (760 torr), apa fierbe la 100°C .

Să aruncăm în această apă puțină pilitură de fier. Vom vedea îndată că se produce o degajare vie de bule; deci a reinceput fierberea (fig. 152). Putem, de asemenea, să provocăm reînceperea fierberii, dacă vom introduce în apă un dop prevăzut cu o toartă din sîrmă de fier răscuită (fig. 153).

EXPLICATIE

Cînd se încălzește apa la foc se observă mai întîi apariția unor mici bule. Acestea nu sunt altceva decît aerul care fusese dizolvat în apă. După plecarea aerului se observă mici bule de vaporii de apă ce se ridică pe pereții încălziti ai vasului; însă, deoarece aceste bule străbat straturi de lichid mai puțin calde, se condensează. Formarea și condensarea succesivă a acestor prime bule de vaporii cauzează zgromotul care produce fierberea. În fine, se văd ridicîndu-se bule mari care vin să se spargă la suprafața apei. Aceasta este fierberea propriu-zisă.

Se știe că apa fierbe la 100°C sub presiunea normală. Temperatura de fierbere poate să scădă sau să crească în funcție de scăderea sau creșterea presiunii.

În afară de presiune, temperatura de fierbere mai este influențată de substanțele dizolvate în lichidul respectiv. Astfel, apa sărată fierbe la o temperatură superioară lui 100°C . Aerul dizolvat în apă, dimpotrivă, ușurează fierberea.

FIG. 152.

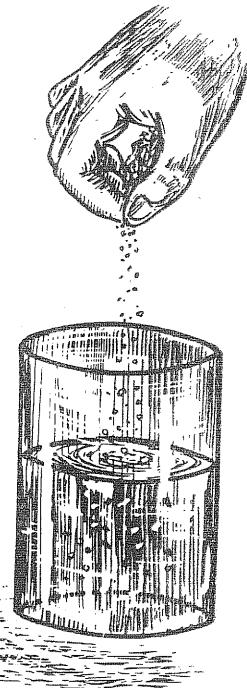


FIG. 153.

De asemenea, dacă fierbem apă într-un vas zgrunțuros, fierberea se face repede, deoarece în lungul pereților zgrunțuroși există mici bule de aer. Aceste bule interpuze între pereții vasului și lichid ușurează degajarea vaporilor.

În cazul experiențelor descrise, prin aruncarea piliturii de fier se introduce totodată și aerul aflat printre firisoarele de fier; de asemenea, după ce se plutește introduce în apă aerul aflat în porii lui. Apă găsindu-se la o temperatură superioară lui 100°C , deoarece fierberea a durat inițial cîteva minute, timp în care a pierdut aerul, fierberea reîncepe datorită aerului introdus prin intermediul dopului.

Experiența lui Franklin

Procurăm un balon de sticlă cu pereți subțiri. Il umplem cu apă pînă la aproximativ două treimi din volumul lui. Prin încălzirea balonului, apa fierbe. O lăsăm să fierbă cîteva minute. Luăm apoi balonul de la foc, îl așezăm pe masă și-l astupăm ermetic cu un dop. Constatăm că apa nu mai fierbe. Înfășurăm gîrlul balonului cu o cîrpă, îl apucăm cu mâna și-l răsturnăm cu gîrlul în jos, fixîndu-l la un stativ prevăzut cu un inel (fig. 154). Dacă nu avem un astfel de stativ, putem ține balonul cu mâna, prin intermediul cîrpei.

Turnăm apă rece pe fundul balonului. Vom observa că imediat apa începe să fierbă, deși fără îndoială temperatura ei a scăzut.

Încetam să mai turnăm apă; încetează și fierberea. După cîteva timpi turnăm iarăși apă rece pe fundul balonului. Vom constata că din nou apa începe să fierbă, deși acum temperatura este și mai scăzută.

Experiența poate fi repetată de cîteva ori. Vom vedea că apa fierbe chiar atunci cînd temperatura ei a scăzut atât de mult, încît putem pune mâna pe balon fără să ne frigă.

EXPLICATIE

Apa fierbe la temperatură de 100°C , cînd presiunea exercitată asupra ei este presiunea normală, adică presiunea de 760 torr. În aceste condiții de temperatură și presiune, presiunea vaporilor egalează presiunea atmosferică. Dacă presiunea exercitată asupra apei este mai mică, atunci apa poate fierbe la o temperatură mai mică decît 100°C . Acest fapt se constată, dacă fierbem apă la o cabană de munte. Aici presiunea atmosferică fiind mai mică decît la șes și temperatura de fierbere a apei este mai mică.

În cazul experienței descrise se întîmplă un fenomen care determină măsurarea presiunii în balon.

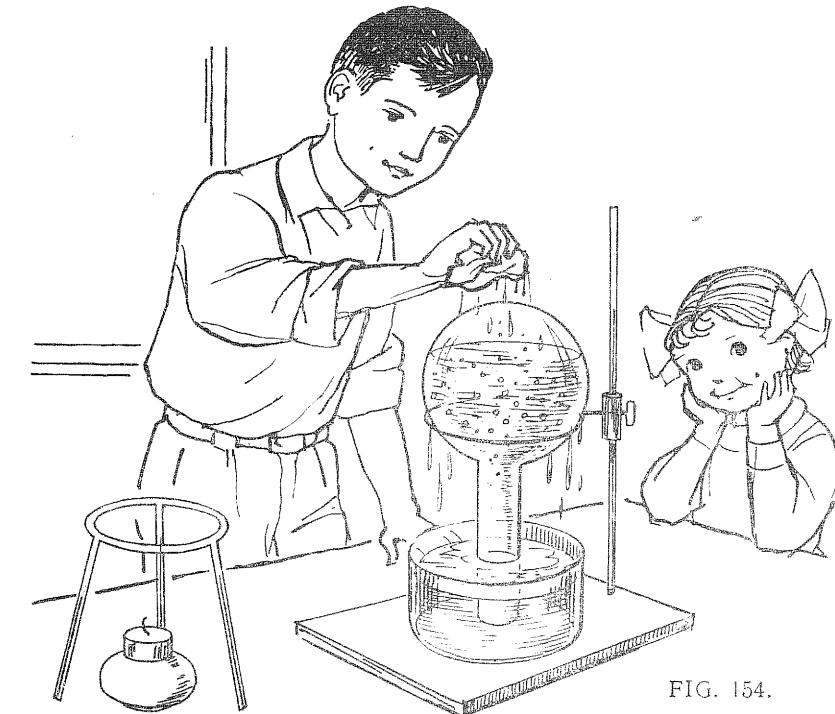


FIG. 154.

În primul rînd, în timpul fierberii, vaporii ieșind în atmosferă au antrenat cu ei aerul care se află în balon; de aceea, fierberea trebuie să dureze cîteva minute.

După ce am luat de la foc balonul, fierberea a încetat, deoarece apa, nemaifiind încălzită, începe să se răcească. Temperatura ei scăzînd sub 100°C , dar presiunea rămînînd aceeași, apa nu mai fierbe. Astupînd ermetic balonul, vaporii pe care îi emite apa fierbinte, nemaiputînd ieși în atmosferă, se comprimă în spațiul liber. Acești vaporii exercită o presiune mare asupra apei din balon și deci apa nu poate fierbe. Cînd turnăm apă rece pe fundul balonului, pereții lui se răcesc și din această cauză vaporii aflatî în balon se condensează. Presiunea în balon a scăzut astfel, deoarece în balon nu mai există nici vaporii, nici aer.

Scăderea presiunii permite apei să fierbă, deoarece temperatura la care se găsește este destul de ridicată față de valoarea presiunii. Dacă încetam să turnăm apă, vaporii continuă să se formeze și să se comprime în spațiul liber. El exercează presiunea lor asupra apei din balon, și din această cauză fierberea încețează.

Turnind din nou apă rece pe fundul balonului, provocăm din nou condensarea lor, deci micșorarea presiunii. Apa începe iarăși să fierbă, pentru același motiv. Temperatura la care se află este destul de ridicată față de valoarea presiunii. Fenomenul poate fi repetat atât timp cât temperatura apei nu a scăzut sub valoarea corespunzătoare presiunii care se exercită asupra ei.

Experiența lui Poggendorf

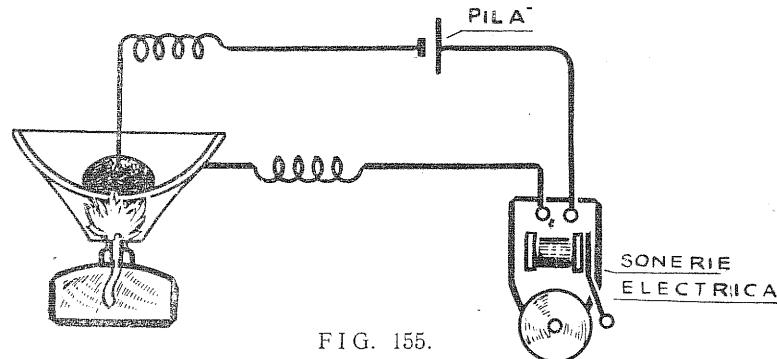


FIG. 155.

Realizăm un circuit dintr-o baterie electrică de buzunar, o sonerie, iar ea întreupător folosim o capsulă metalică încălzită la roșu, în care se introduce o globulă de apă. În globulă se infișează un capăt al unui fir conductor, iar celălalt capăt îl legăm la unul din polii bateriei. Celălalt pol al bateriei îl legăm la una din bornele soneriei, iar de la cealaltă bornă pornește un fir conductor la capsula metalică (fig. 155). Pentru a se menține capsula la roșu, ea este continuu încălzită la flacără unui bec cu gaz metan sau aragaz. Deși am realizat aceste legături, totuși soneria nu funcționează.

Retragem acum flacără. Îmediat constatăm că soneria intră în funcțiune.

EXPLICATIE

Picăturile de apă, căzînd pe o placă de metal puternic încălzită, se unesc în una sau mai multe globule extrem de mobile, care prin forma și rapiditatea mișcării lor seamănă cu globulele de mercur. Puțin cîte puțin globulele de apă își micșorează volumul și se evaporă cu încetul. Aceasta se explică prin faptul că sub ele se formează

o pătură izolantă de vaporii, care le sustrage contactului direct cu placa.

Fenomenul se numește calefație și reprezintă o situație nestabilă, fiindcă, dacă la un moment dat vaporii nu mai pot susține picătura, ea se evaporă brusc.

Lucrurile se pot petrece și invers: dacă se introduce într-un vas cu apă rece o mică capsulă de metal în prealabil încălzită pînă la roșu, capsula plutește cîțiva timp la suprafața apei și numai după cînd se răcît suficient se ajunge la un moment cînd se aude șuieratul obisnuit produs de metalul fierbinte scufundat în apă; un nor de vaporii însoțește acest șuierat.

Apa nu este singurul lichid susceptibil de a produce fenomenul de calefație. Toate lichidele sunt capabile de a fi aduse în stare de calefație.

În cazul experienței descrise la început, soneria nu funcționează, deoarece globula de apă nu e în contact cu capsula metalică, datorită faptului că între ea și placă există stratul izolant de vaporii. Înlăturînd flacără, temperatura capsulei metalice scade și implicit scade și forța de susținere a globulei de către vaporii aflați sub ea. În consecință, globula ajunge în contact cu capsula, stabilind astfel circuitul și soneria funcționează.

Amintim cu această ocazie că fenomenul de calefație este deosebit de periculos la cazanele mașinilor cu vaporii, care nu au fost curățite la timp de piatra (calcarul) care s-a depus cu încetul din apă pe peretii cazonului. Aceeași pătură de calcar interpusă între metal și apă face ca tabla cazonului să se încălzească pînă la roșu, deoarece tabla cazonului nu mai este acum în contact cu apa care nu-i permite să treacă de 100°C. Dacă în acest moment, crusta de calcar capătă o spărtură, apa vine în contact cu tabla și se produce calefația, apoi evaporarea bruscă și deci presiunea poate să crească cu mult peste limita de rezistență a cazonului și astfel se produce explozia acestuia.

TERMODINAMICĂ

Pasărea însetată

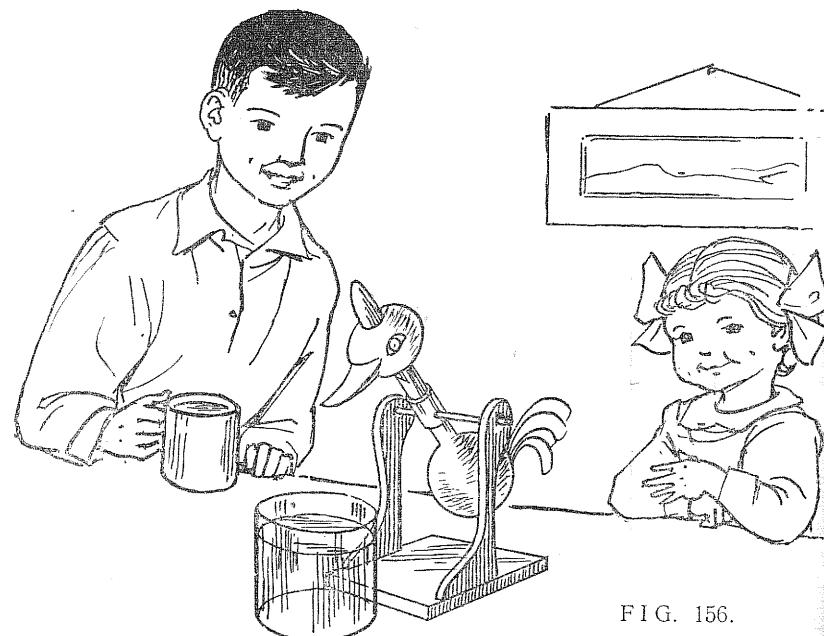


FIG. 156.

Construim o jucărie în formă de pasare (fig. 156). Pentru aceasta folosim un tub de sticlă care se termină în partea de sus printr-o sferă mică, modelată ca un cap cu un cioc închis la vîrf. Corpul păsării îl formează tubul de sticlă. În partea de jos tubul se termină cu un capăt des his într-un rezervor mai mare, închis, de asemenea, ermetic. Acest rezervor este umplut cu eter, astfel încât nivelul eterului este ceva mai ridicat decât nivelul la care se află capătul deschis al tubului.

170

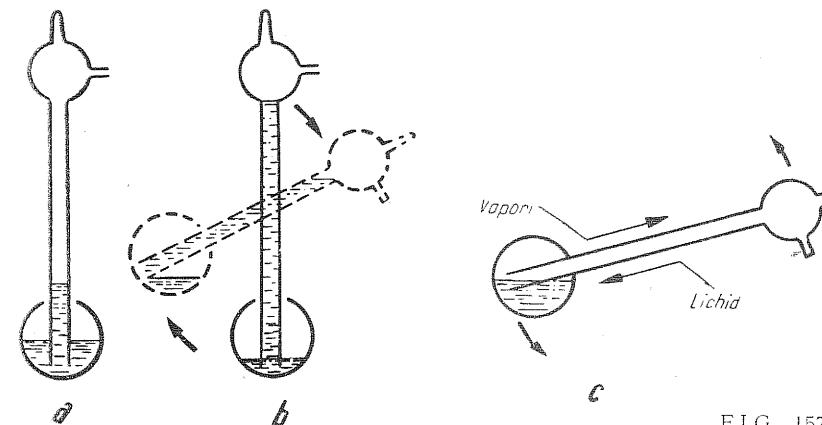


FIG. 157.

Pentru a pune mecanismul în funcție, trebuie să udăm cu apă capul păsării. Cîtva timp după aceasta pasărea va rămîne în poziție verticală, deoarece rezervorul inferior este mai greu decît capul. Să urmărim ce se petrece mai departe. Vom observa că lichidul începe să se urce prin tub (fig. 157, a); cînd atinge limita de sus a tubului (fig. 157, b), parteua superioară a păsării devine mai grea decît cea inferioară și pasărea se apleacă cu ciocul înainte spre vasul cu apă așezat la locul cuvenit. Cînd pasărea a ajuns la poziția orizontală (fig. 157, c), capătul deschis al tubului rămîne deasupra nivelului din rezervorul inferior și lichidul din tub se scurge înapoi în rezervor. Din nou parteua inferioară devine mai grea decît capul și pasărea revine în poziția verticală.

Acețiunea se repetă, adică pasărea își apleacă iarăși capul cu ciocul spre vasul cu apă, apoi iarăși revine la poziția verticală ș.a.m.d.

EXPLICATIE

Mișcarea lichidului schimbă repartizarea greutății în raport cu axa, adică se schimbă centrul de greutate. Ce obligă însă lichidul să se urce în tub? S-a menționat că în interiorul păsării este eter, deci un lichid volatil care se evaporă ușor la temperatura camerei. Se știe că presiunea vaporilor saturanți variază cu temperatura (vaporii saturanți sunt vaporii în contact cu lichidul din care au provenit). Cînd pasărea se află în poziție verticală există două regiuni distincte: eter lichid în rezervor și în partea de jos a tubului, vaporii de eter în partea de sus a rezervorului și în restul tubului, inclusiv capul și ciocul. Uărind capul păsării cu apă, el capătă o temperatură ceva mai scăzută decât temperatura mediului înconjurător. Acest lucru se poate realiza ușor, confectionând suprafața capului dintr-un material poros. Materialul poros absoarbe bine umezeala și înlesnește evaporarea. Evaporarea este însotită însă de scăderea temperaturii,

171

deci temperatura capului păsării scade față de temperatura tubului și rezervorului inferior. Ca urmare, presiunea vaporilor saturanți aflați în regiunea răcătă se micșorează și deci lichidul este împins în sus pe tub din cauza presiunii mai mari a vaporilor de eter din rezervor. În felul acesta, centrul de greutate se deplasează, iar pasărea se înclină pînă ajunge la poziția orizontală. În această poziție se produc, independent unul de altul, două procese. În primul rînd, pasărea își înmoia ciocul în apă și în felul acesta își udă iarăși stratul poros de pe cap. În al doilea rînd se produce amestecul vaporilor saturanți din rezervor și din tub, fapt care determină egalarea presiunilor (datorită căldurii mediului înconjurător are loc o oarecare creștere a temperaturii vaporilor), iar lichidul din tub sub acțiunea propriei greutăți se scurge în rezervor. Deci, pasărea revine la poziția verticală.

Jucăria va funcționa continuu cât timp suprafața capului său se va umezi. Condiția necesară este ca umiditatea aerului înconjurător să nu fie prea mare. Aceasta asigură o evaporare normală, deci și o coborâre relativă a temperaturii capului.

Prin urmare, căldura aerului înconjurător care se transmite continuu către jucărie servește drept sursă a mișcării pentru pasărea jucărie. Desigur, în experiența descrisă avem de-a face cu un motor termic și nu este vorba nici de un perpetuum mobile, deoarece funcționarea se bazează pe principiul al doilea al termodinamicii, care arată că nu se poate construi un motor termic decât existînd două izvoare de căldură cu temperaturi diferite. Diferența de temperatură face posibilă transformarea căldurii în lucru mecanic.

HIGROMETRIE

Ce putem face cu un fir de păr

Sunt cunoscute aparatele numite higrometre. Aceste aparate sunt folosite pentru determinarea gradului de umiditate a aerului atmosferic. Firele de păr pot fi folosite pentru construirea unui higrometru.

În acest scop ne vom procura cîteva fire de păr, de lungime 30 cm, pe care le vom degresa într-o soluție diluată de sodă caustică. Să legăm unul din ele la extremitatea superioară a unui suport, iar de celălalt capăt al firului suspendăm o greutate de 50 g. Firul de păr trebuie să înfășoare de două sau trei ori un mosor solidar cu un ax care se învîrtește liber într-un lagăr format din două bucăți de timișea fixate de suport, cam la o treime din înălțimea sa. Să fixăm de ax o săgeată indicatoare din carton subțire (carte de vizită); o altă bucată de carton ne va servi drept scară gradată. Montajul în întregime se înțelege ușor din schiță (fig. 158). În partea dreaptă a schiței este arătat detaliul privind înfășurarea firului de păr pe mosor, axul mosorului și lagărul.

Higrometrul astfel construit trebuie să fie gradat cu ajutorul unui higrometru din comerç. Pentru aceasta așezăm aparatul într-un vas care conține puțină apă caldă, pe care îl acoperim cu un prosop umed. Sägeata indicatoare va începe să se rotească, vîrful urcînd mereu în fața cadranului de carton. Cînd săgeata se oprește din cursă

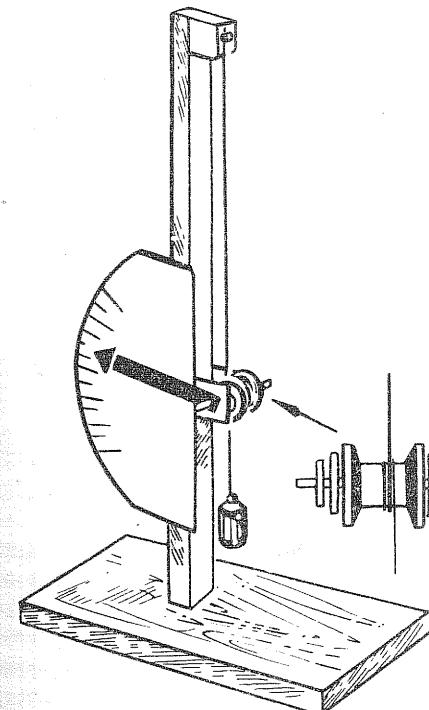


FIG. 158.

ei, notăm pe carton punctul unde s-a oprit, înscriind cifra 100. Vom nota apoi și alte puncte prin comparație cu un higrometru de fabrică, ambele aparate aflându-se de această dată în atmosferă. Operația va avea loc în cîteva zile diferite între ele prin starea lor de umiditate atmosferică. După ce s-au marcat astfel trei sau patru puncte, vom împărți intervalele în părți egale, numerotate din 5 în 5 de la 0 pînă la 100.

EXPLICATIE

Firul de păr are proprietatea de a-și modifica lungimea în funcție de variațiile umidității atmosferice și în consecință se schimbă poziția săgeții indicatoare.

Cînd am așezat higrometrul în vasul cu apă caldă acoperit cu un prosop umed, aerul conținut în vas s-a saturat cu vaporii de apă. În această situație, starea de umiditate a aerului din vas este de 100%. De aceea s-a notat pe cadran cifra 100 în punctul unde s-a oprit săgeata indicatoare. Mișcarea săgeții se datorează faptului că firul de păr lungindu-se determină rotația mosorului și deci și a axului cu care acesta este solidar. Sägeata fiind fixată de ax, se va roti de asemenea.

METEOROLOGIE

Nor într-o sticlă



FIG. 159.

Luăm o sticlă mai mare pe care o astupăm cu un dop de cauciuc străbătut de un tub de sticlă cu lungimea de aproximativ 10 cm. Punem în sticlă apă caldă pînă la înălțimea de aproximativ 2,5 cm și aruncăm puțină pulbere de cretă. Racordăm dopul de sticlă printr-un furtun de cauciuc, iar pe acesta din urmă îl racordăm la o pompă de bicicletă (fig. 159). Punem pe cineva să apese asupra dopului în timp ce noi pompăm aer în sticlă. Cînd comprimarea este suficientă lăsăm să salte dopul și observăm ce se petrece. Dacă nu se obține un nor satisfăcător, adăugăm în apă cîteva picături de alcool și reîncepem experiența. De data aceasta vom putea observa un nor suficient de des.

EXPLICATIE

Un nor este alcătuit din particule foarte mici de apă care plutesc în atmosferă. Picăturile de apă provin prin condensarea vaporilor de apă existenți în atmosferă. Formarea picăturilor de apă prin

condensarea vaporilor implică o stare de saturatie, adică o coborire a temperaturii. În general, în natură se ajunge la această stare datorită curenților ascendenți care duc aerul umed spre regiunile cu presiune mai mică. Rezultă astfel o scădere de temperatură prin destindere adiabatică. Condiția însă nu este suficientă, deoarece vaporii pot să rămână în stare saturată, fără a se condensa. Condensarea lor în condiții normale implică prezența în atmosferă fie a particulelor de praf sau de fum, fie a unor particule electrizate, adică prezența unor centre de condensare. Deci în condițiile de saturare a vaporilor și de existență a unor centre de condensare are loc formarea norilor.

În experiență descrisă s-au realizat aceste condiții: apa caldă a format vaporii sub presiunea exercitată prin pompare, iar săltarea dopului a provocat destinderea adiabatică, deci scăderea de temperatură și, în consecință, starea de saturare. Pulberea de cretă a produs centrele de condensare care au permis formarea picăturilor fine. Aceste picături plutesc în aerul din sticlă, formând norul. Introducerea eventuală a picăturilor de alcool înlesnește formarea vaporilor.



Capitolul III

MAGNETISM ȘI ELECTRICITATE

Cuprinde:

MAGNETISM
ELECTROSTATICA
ELECTRODINAMICA
ELECTROMAGNETISM
CURENȚII FOUCAULT

MAGNETISM

Fierul și magnetul



FIG. 160.

Luăm două ace de cusut identice; pe unul îl frecăm cu un magnet nereu în același sens. În felul acesta, acul de oțel a devenit magnet, pe cind celălalt a rămas nemagnetizat. Străpungem apoi cu fiecare ac căte o rondelă tăiată dintr-un dop de plută. Așezăm aceste rondele pe suprafața apei dintr-un vas (fig. 160).

Ținem cu mîna rondela străbătută de acul magnetizat; acesta va atrage cealaltă rondelă, dacă distanța dintre ele nu este prea mare.

Repetăm experiența ținând acum cu mîna rondela străbătută de acul nemagnetizat; se produce același fenomen: rondela cu acul nemagnetizat va atrage cealaltă rondelă.

EXPLICATIE

În cazul experienței descrise avem de-a face cu două substanțe feromagneticice. Substanțele feromagneticice (fier, nichel, cobalt și aliajele lor) se pot magnetiza și pot fi atrase de un magnet. Forța de atracție are o valoare apreciabilă; ea se exercită nu numai din partea magnetului asupra fierului, ci și din partea fierului asupra magnetului conform legii lui Coulomb.

În consecință, cînd ținem cu mîna rondela străbătută de acul magnetizat, acesta atrage acul nemagnetizat și invers.

Experiența demonstrează reciprocitatea forțelor de atracție a corpuriilor feromagneticice.

Sfirleaza (titirezul) magică

Confeționăm un titirez dintr-o jumătate de mosor de lemn pe care-l tăiem în formă de con. Căutăm un cui sau o tijă de fier care să poată pătrunde cu frecare prin partea tubulară a conului. Cuiul sau tija vor depăși cu 1 cm, de o parte și de alta, conul. Ascuțim cu o pilă una din extremități, apoi rotunjim ușor vîrful obținut. Acest ax constituie pivotul titirezului. Magnetizăm acest pivot și apoi îl introducem la locul lui. Am obținut astfel o sfirlează cu pivot magnetic (fig. 161).

Luăm o sîrmă de fier căreia îl dăm forma unui S alungit și o așezăm pe masă. Suprafața mesei trebuie să fie cît se poate de netedă. Punem în mișcare prin răsucire sfirleaza aproape de una din curburile sîrmei de fier; sfirleaza învîrtindu-se va parcurge de la un capăt la celălalt drumul impus de forma sîrmei.

EXPLICATIE

Între un magnet și o bucată de fier se exercită o atracție reciprocă. Bazîndu-ne pe această proprietate, ne putem explica de ce în condițiile date sfirleaza, în loc să se învîrtească mereu în același punct, se deplasează de-a lungul sîrmei de fier. Datorită rotirii pivotului, mereu o altă porțiune a acestuia se află în apropierea sîrmei. Între această porțiune și segmentul corespunzător de sîrmă se manifestă o atracție reciprocă. Datorită acestei atracții care se exercită mereu între alte părți ale pivotului și ale sîrmei, sfirleaza este obligată

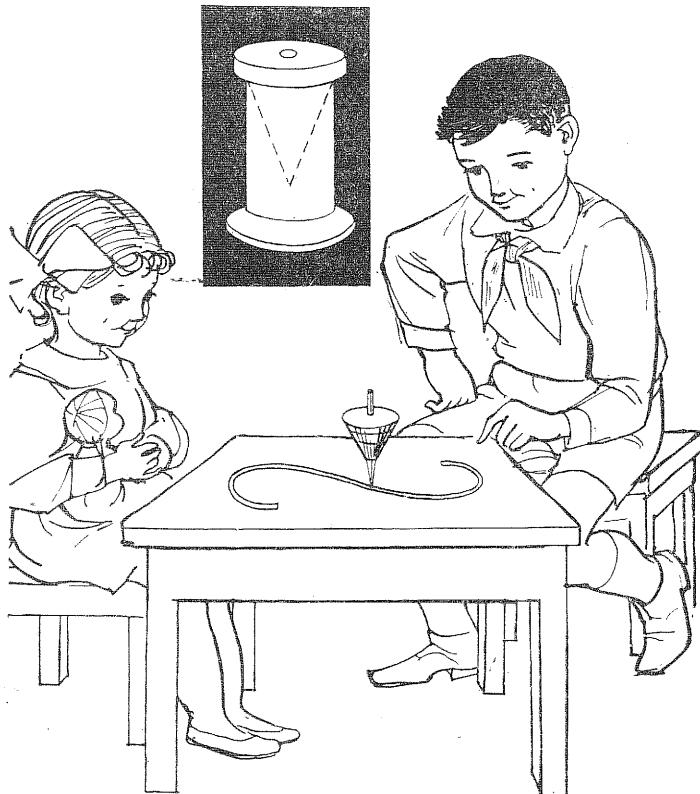


FIG. 161.

ca, pe măsură ce se învîrtește, să se și deplaseze, urmând drumul indicat de forma sîrmei. Rotunjirea vîrfului pivotului are scopul de a prezenta, în timpul învîrtirii, o porțiune apreciabilă în fața sîrmei și în consecință și atracția este corespunzătoare.

Un motor original

Dintr-o bucată de sîrmă subțire de fier construim o roată, iar butucul îl confectionăm dintr-o rondelă de dop; spîtele, în număr de aproximativ patru, le confectionăm din sîrmă de cupru. La extremitățile acestor spîte vom face cu pila patru crestături, a căror rol este de a forma lăcașul în care se va fixa roata de sîrmă; celelalte capete ale spîtelor le înfigem în rondela care formează butucul roții. În centrul butucului înfigem perpendicular pe planul roții astfel construite un ac de tricotat, care va constitui axul motorului și va servi totodată de suport pentru roată. Acest ax tre-

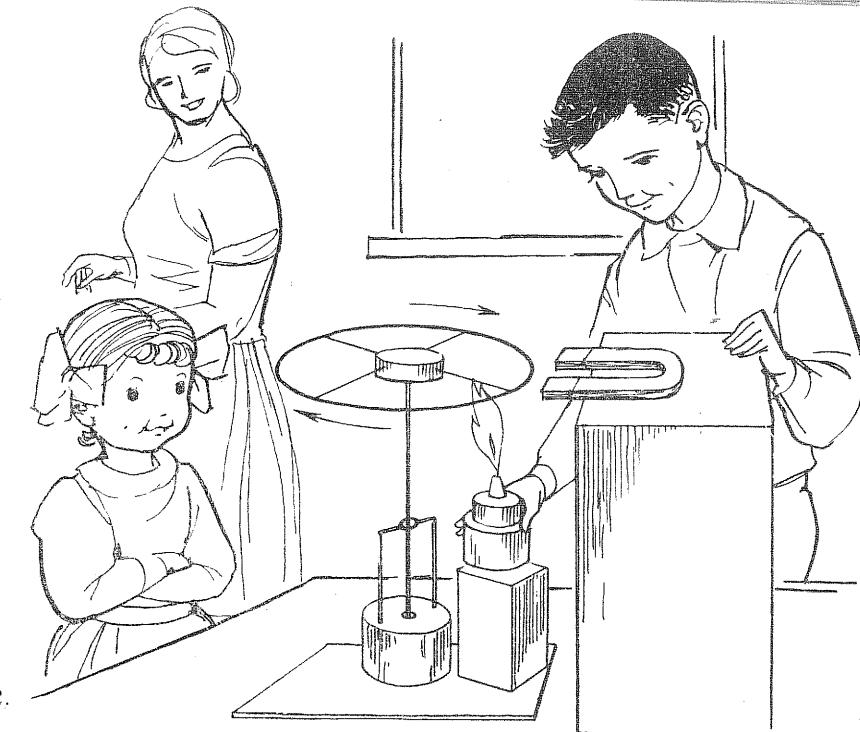


FIG. 162.

buiu să se sprijine la partea sa inferioară pe un soelu, astfel încât poziția lui să fie perfect verticală (fig. 162).

Drept soolu vom folosi un cilindru de lemn lipit la bază de un disc de carton de diametru mai mare. La partea de sus a cilindrului, în centrul său, se fixează cu ceară roșie un mic nasture, puțin concav. Capătul părții inferioare a acului de tricotat care formează axul se înfinge într-o mărgăea a cărei mărime să corespundă concavitatei nasturului. Această mărgăea va servi drept pivot pentru ax, iar concavitatea nasturului drept lagăr.

Pentru a asigura stabilitatea verticală a axului, confectionăm un mic inel dintr-o bucată de sîrmă. Cele două capete ale sîrmei le îndoim în unghi drept, le ascuțim cu pila și le înfigem în cilindrul de lemn de o parte și de alta a nasturului. Axul va trece prin acest inel înainte de a-l înfinge în mărgăea și deci de a-l fixa în lagăr. S-a construit astfel o roată în suspensie orizontală, foarte ușoară, cu frecări aproape nule la rotație.

În apropierea roții se aşază pe un suport un magnet în formă de potcoavă, astfel încât să fie în planul roții. Roata este în echilibru în fața acestui magnet, pentru că cele două brațe ale magnetului exercită acțiunea lor asupra a două porțiuni egale din circumferința sa.

Încălzim cu o lampă de spirit (aragaz) o porțiune a roții în fața uneia dintre brațele magnetului; această porțiune se înroșește și observăm că roata începe să se rotească încet, dar continuu, porțiunea încălzită depărtindu-se mereu de magnet.

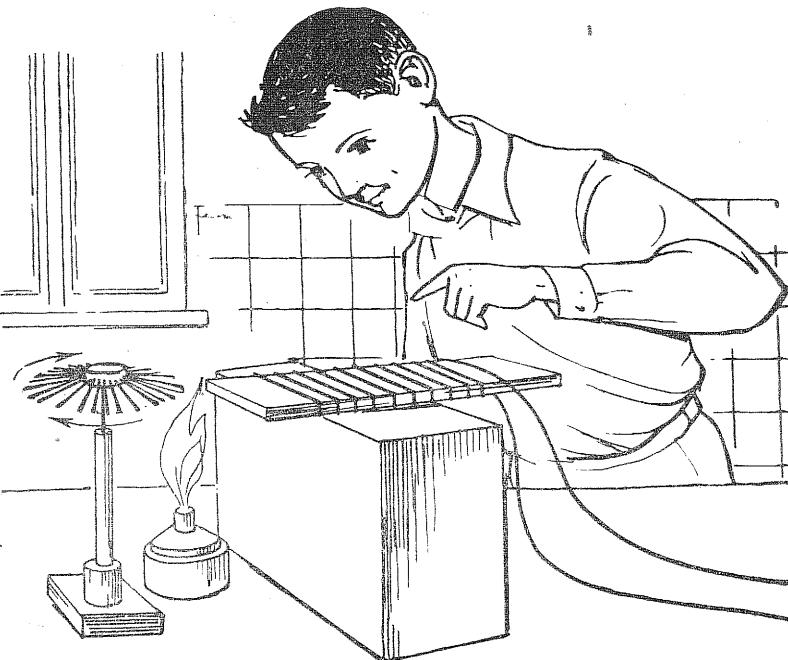


FIG. 163.

EXPLICATIE

Prin încălzire la roșu fierul își pierde proprietatea de a fi atras de magnet.

În cazul experienței, magnetul exercită atracție doar asupra porțiunii de roată neîncălzită. În consecință, roata se rotește puțin (în sensul săgeții) și atunci o nouă porțiune de roată este încălzită. Fenomenul de rotație se repetă astfel în mod continuu, deoarece mereu o altă porțiune rece din roată este atrasă de magnet.

O variantă a acestei experiențe, mai simplă și mai leșne de realizat, este următoarea: sudăm un număr de 30—40 sîrme subțiri de fier pe un disc mic tot din fier, astfel încît să formăm un fel de umbrelă. Pregătim și un suport din lemn prevăzut la capăt cu un vîrf de ac. Sprijinim discul cu umbrela, prin centrul său în vîrful acului (fig. 163). Construcția trebuie să fie astfel executată, încît discul să aibă o poziție orizontală, deci sîrmele sudate trebuie să fie de aceeași lungime și egal distanțate.

Pe un suport alăturat așezăm un magnet sau mai bine un electro-magnet. Cu o flacără încălzim pînă la roșu sîrmele din apropierea magnetului. Vom observa cum dispozitivul confectionat începe să se rotească. Explicația este aceeași ca în prima experiență.

O busolă originală

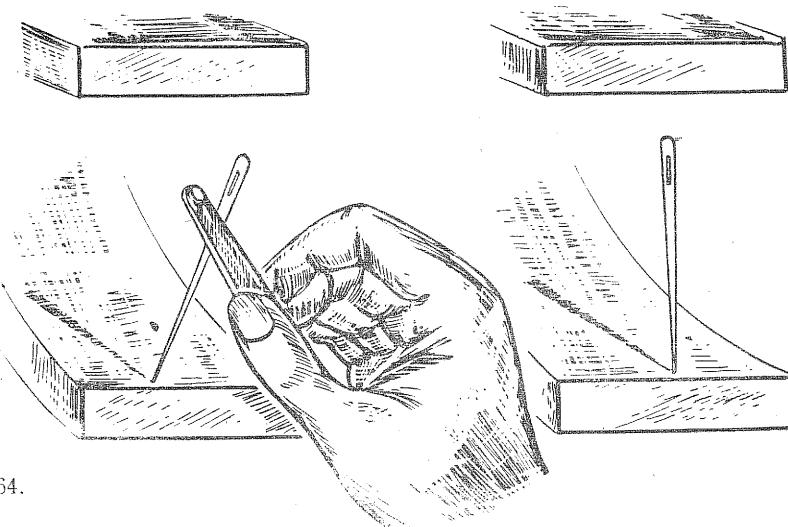


FIG. 164.

Pentru construcția acestei busole avem nevoie de un ac obisnuit de cusut, un magnet în formă de potcoavă și un pahar cu apă. Acul trebuie să-l magnetizăm. Pentru aceasta introducem acul între polii magnetului. Acul se va atașa îndată cu un capăt de unul din polii magnetului, iar celălalt capăt va rămâne suspendat în aer, îndreptat spre polul de semn contrar (fig. 164). Dacă vrem să-l înclinăm, el revine la poziția inițială, după cîteva oscilații. După puțin timp luăm acul, îl ungem cu un strat subțire de grăsimi și-l așezăm încep pe suprafața apei din pahar (fig. 165). Acul se va orienta pe suprafața apei pe o direcție anumită: unul din capetele acului va indica nordul, iar celălalt, sudul magnetic al Pămîntului.

EXPLICATIE

Acul plasat între polii magnetului este străbătut de liniile de forță ale cîmpului magnetic dintre cei doi poli și în felul acesta el se magnetizează, devenind ac magnetic.

Acul magnetic are forma unui romb mult alungit. În centrul lui, adică în punctul de întîlnire al diagonalelor, el se poate sprijini în vîrful

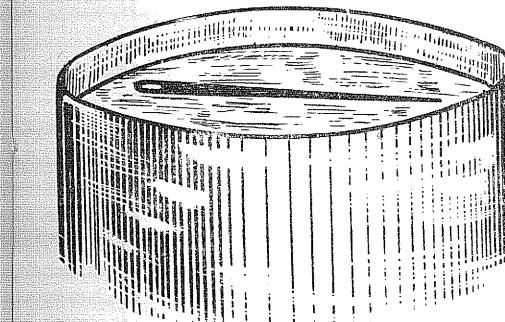


FIG. 165.

unui ac fixat la un suport. Acul magnetic se poate roti cu ușurință în jurul sprijinului. Cîmpul magnetic pămîntesc orientează acul magnetic pe direcția nord-sud: polul nord al acului magnetic se îndreaptă către polul nord al Pămîntului, iar polul sud al acului magnetic către polul sud al Pămîntului. De aceea, acul magnetic este folosit pentru construcția busolelor — instrumente care ne indică punctele cardinale.

În experiență descrisă, acul magnetizat și așezat pe suprafața unei ape liniștite se orientează la fel ca și acul magnetic pe direcția nord-sud. Acul nu se scufundă din motivele care au fost arătate anterior: comportarea ca membrană a suprafeței apei, datorită fenomenului de tensiune superficială.

Nichelul, magnetul și flacăra

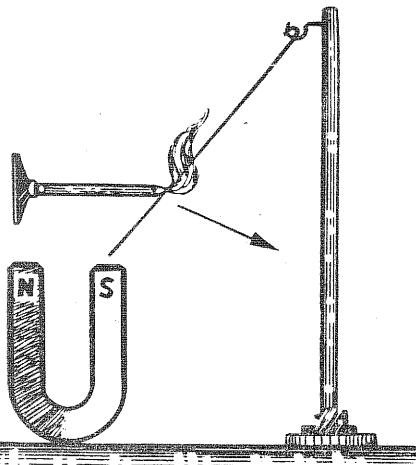


FIG. 166.

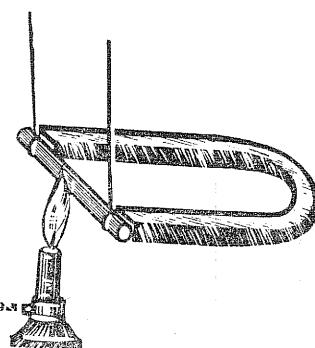


FIG. 167.

Luăm un fir de nichel, la unul din capete îl facem un ochi și-l suspendăm de un suport. La oarecare distanță de suport așezăm un magnet. Magnetul deviază firul din poziția verticală, dar vom face astfel încât firul să nu se atingă de magnet (fig. 166).

Încălzim firul cu o flacără. Vom observa că, la un moment dat, firul revine la poziția verticală. După puțin timp însă, el este din nou atras de magnet. Prin încălzire, fenomenul se repetă, adică firul revine la poziția verticală, pentru ca apoi să fie din nou atras.

O variantă a acestei experiențe o putem realiza cu un magnet în formă de potcoavă și o bară de nichel de 3 mm diametru, lungimea ei fiind cu ceva mai mare decât distanța dintre cei doi poli ai magnetului. Vom suspenda apoi de un suport orizontal, prin două fire de azbest sau de cupru, bara de nichel în poziție orizontală, realizând astfel ceea ce asemănător cu un leagân. Cei doi poli ai magnetului fiind la oarecare distanță de bara de nichel, aceasta este atrasă de magnet și astfel deplasată din poziția de echilibru, adică din poziția cea mai joasă (fig. 167).

Să apropiem acum flacăra unui bec Bunsen sub bara de nichel, care este lipită de magnet. Vom observa, după puțin timp, că bara de nichel se desprinde de magnet, revenind la poziția inițială, după ce execută cîteva oscilații. După alt interval de timp, nu prea mare, bara este din nou atrasă de magnet, lipindu-se de polii acestuia. În această poziție însă, sub ea se găsește flacăra becului. Urmează iarăși desprinderea, după care ciclul se repetă.

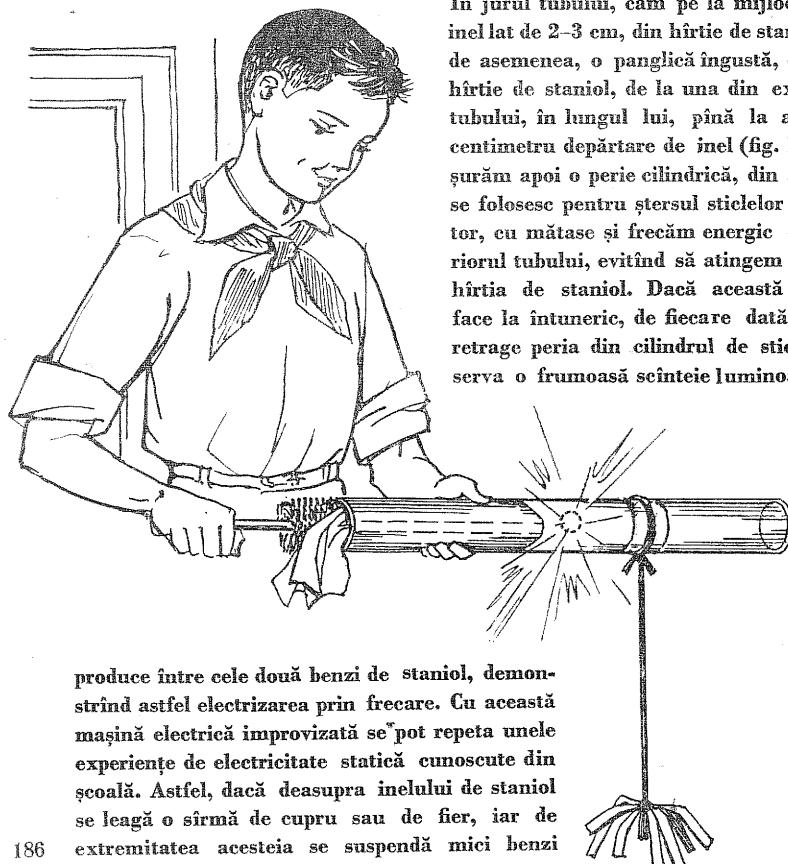
Pentru ca fenomenul să fie mai interesant și totodată magnetul să fie protejat împotriva flăcării, vom lua unele măsuri. Pentru aceasta vom așeza un cilindru de sticlă sau o placă de metal într-o astfel de poziție încît bara să se lovească de cilindru sau de placă după ce se desprinde de magnet. Această măsură permite ca fenomenul să fie auzibil și totodată delimitarea amplitudinea balansului. Pentru a realiza protecția magnetului împotriva încălzirii excesive, vom înveli capetele barei de nichel și, de asemenea, polii magnetului cu azbest. Azbestul nu numai că protejează magnetul, dar asigură și o repetare mai frînvîntă a ciclului, deoarece împiedică bara de nichel să facă contact cu polii magnetului, înlesnind astfel și desprinderea acestuia de magnet. În locul magnetului permanent putem folosi și un electromagnet în formă de U. Cîmpul magnetic produs de acesta este mai intens și, deoarece capetele miezului de fier ies destul de mult în afara bobinajului, se elimină pericolul deteriorării prin încălzire.

EXPLICATIE

Magnetizarea substanțelor feromagnetic variază cu temperatura. S-a constatat că însușirile tipic feromagnetic, magnetizarea în special, pot să existe numai sub o anumită temperatură, numită punctul Curie feromagnetic. Peste punctul Curie, substanța feromagnetică pierde proprietatea de a fi atrasă de un magnet.

În experiență descrisă, nichelul din care este confectionată sîrma este o substanță feromagnetică. Punctul Curie pentru nichel este de 358°C . Peste această temperatură, nichelul pierde proprietatea de a fi atras de magnet. În felul acesta se explică revenirea la poziția verticală a firului. Prin răcire, sîrma de nichel recapătă proprietățile feromagneticice și este din nou atrasă de către magnet. Fenomenul se repetă, datorită încălzirii și răcirii sîrmei.

Joc de scîntei



produce între cele două benzi de staniol, demon-
strând astfel electrizarea prin frecare. Cu această
mașină electrică improvizată se pot repeta unele
experiențe de electricitate statică cunoscute din
școală. Astfel, dacă deasupra inelului de staniol
se leagă o sîrmă de cupru sau de fier, iar de
extremitatea acestia se suspendă mici benzi

FIG. 168.

din hîrtie subțire (foiță), prin frecarea interioară — ca mai înainte — însă folosind cealaltă extremitate a tubului, inelul metalic se electrizează, electricitatea se transmite prin firul conductor la benzile de foiță și acestea se depărtează unele de altele. Trebuie să subliniem că umiditatea împiedică reușita experiențelor de electrostatică. Se va alege deci un timp uscat (cu umiditate scăzută) pentru efectuarea acestor experiențe, iar pentru ca succesul să fie mai bine asigurat, se va încălzi la foc peria, pinza și sticla.

Prin dispozitivul confectionat se poate demonstra :

1. Electrizarea corpurilor rele conduceătoare, prin frecare (sticla).
2. Corpurile bune conduceătoare (hîrtia de staniol, firul metalic) transmit electricitatea de la un corp electrizat (sticla) la un corp neelectrizat (foiță).
3. Corpurile încărate cu același fel de electricitate se resping (foițele).

EXPLICATIE

Prin frecare, corpurile se electrizează : o parte din electronii unuia din corperi, datorită energiei comunicate prin frecare, se desprind de pe atomii corpului respectiv, atașându-se la atomii celuilalt corp. Electronii se desprind de pe atomii aceluia corp la care ei sunt mai slab legați. Corpul care prezintă o lipsă de electroni se încarcă pozitiv, iar cel care prezintă un plus de electroni se încarcă negativ.

Corpurile bune conduceătoare de electricitate se electrizează prin frecare, însă pentru a-și păstra încărcarea trebuie să fie izolate. Aceste corpi dacă sunt frecate pe o regiune oarecare, electrizarea cuprinde întreaga suprafață a corpului respectiv.

Corpurile rele conduceătoare de electricitate se electrizează prin frecare și își păstrează încărcarea fără a fi izolate, deoarece ele însăși sunt izolatoare. Aceste corpi se electrizează numai pe regiunea unde s-a produs frecarea, restul suprafeței lor rămânind neelectrizată.

Un conductor mai poate fi electrizat prin contact și, de asemenea, prin influență (inductie). Prin influență, datorită atracției și respingerii sarcinilor de semn contrar, respectiv de același semn, se produce o separare a acestor sarcini aflate pe corpul induș și astfel în vecinătatea inductorului se produce o electrizare de semn contrar indușului, iar în partea îndepărtată o electrizare de același semn. Atât interacțiunea dintre corpurile electrizate cît și electrizarea prin influență au loc nu numai prin pătura de aer separatice, dar și prin vid sau printr-un izolant oarecare.

Prin frecare cu mătase s-a produs electrizarea sticlei.

Benzile de staniol se electrizează prin influență cu electricitatea contrară sticlei, dar de același semn cu mătasea. Retragând peria înfășurată în mătase, inelul de staniol își pierde electrizarea, pe

cînd panglica lipită în lungul cilindrului îl păstrează, deoarece peria în retragere se află acum sub această panglică. Inelul de staniol s-a electrizat acum prin influență de la panglica electrizată. Între capătul panglicii și inel se produce o scînteie datorită atracției dintre sarcinile de semn contrar cu care sunt încărcate. În a doua experiență, fenomenul se repetă numai în ceea ce privește electrizarea inelului de staniol, deoarece acționăm cu peria prin celălalt capăt al tubului, deci lipsit de panglică. Prin contact cu sîrma se transmite electricitatea pînă la capătul ei și de aici prin influență se electrizează foitele; toate au același fel de electricitate. Depărtarea foitelor demonstrează acțiunea de respingere dintre corpurile încărcate cu electricitate de același semn.

Zaruri miraculoase

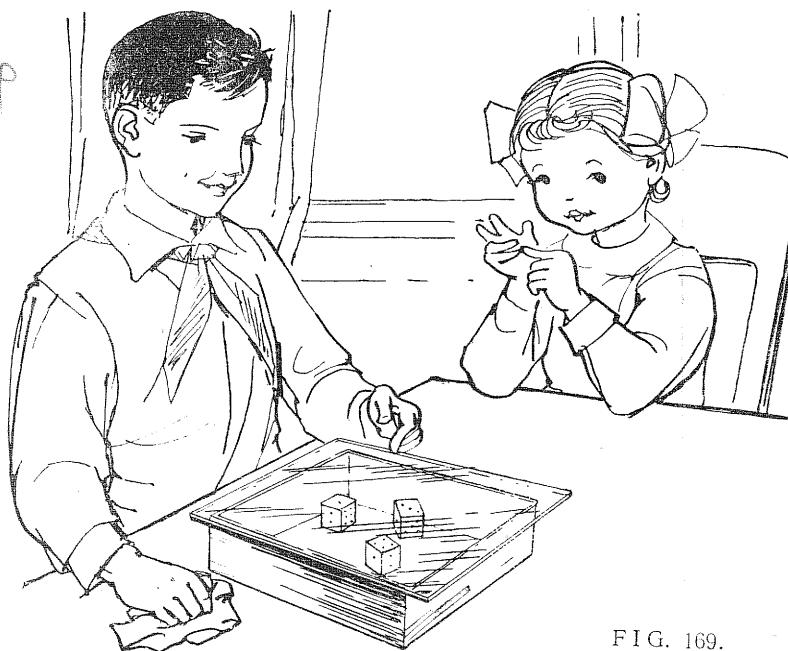


FIG. 169.

Procurăm o cutie cu capac de sticlă (fig. 169). Din măduvă de soq tăiem trei cuburi mici de aceeași mărime. Vom scrie cu cerneală neagră pe fiecare față puncte, așa cum se găsesc și la zarurile obișnuite. Așezăm aceste zaruri în cutie. Cu o bucată

de postav bine uscat frecăm geamul care formează capacul cutiei. Vom observa cum cele trei zaruri saltă și se lipesc de capacul de sticlă. Adunăm punctele marcate de pe fețele zarurilor lipite de geam. După cîteva secunde, fără ca în acest timp cineva să fi atins cutia, repetăm adunarea și constatăm de data aceasta altă sumă. Astfel, dacă, de exemplu, fețele lipite de geam prezintă marcajul 6, 4, 2, deci suma de 12,



FIG. 170.

la adunarea efectuată după cîteva secunde, fețele de pe geam prezintă un alt marcaj, de exemplu 1, 3, 4, deci suma 8. Si totuși zarurile sunt mereu lipite de capacul de sticlă și nimenei nu a atins cutia. După alte cîteva secunde, o nouă situație se va prezenta, alte marcaje, deci altă sumă și aceasta continuă astfel un timp destul de îndelungat.

O variantă a acestei experiențe se poate realiza, dacă vom așeza două cărți groase pe o masă, la oarecare distanță una de alta. Așezăm pe aceste cărți o bucată de geam astfel încît geamul să se sprijine pe cărți prin două din marginile sale opuse (fig. 170).

Sub geam, pe masă, vom așeza diferite corperi ușoare: bucătele de plută, de hîrtie, de măduvă de soc etc. Cu o bucată de postav bine uscată frecăm geamul. Vom observa cum toate acele corperi saltă pe masă, unele ajung la sticlă, apoi cad iarăși pe masă și așa mereu un timp îndelungat.

EXPLICATIE

Prin frecarea cu postav, geamul se electrizează. Un corp electrizat are proprietatea de a atrage obiecte ușoare. Prin contact, un corp se încarcă cu electricitate de același semn cu sursa, corporile încărcate cu electricitate de același semn se resping, iar cele încărcate cu electricitate de semn contrar se atrag.

În prima experiență, cuburile de măduvă de soc, deci obiecte ușoare, au fost atrasse de geamul electrizat prin frecare. Fața cubului în contact cu sticla pierde puțin cîte puțin aderența sa; ea se dețează, însă cubul rămîne un moment lipit de stică prin muchia sa; atunci față vecină este puternic atrasă de sticla electrizată și cubul, oscilând în jurul acestei muchii, se va lipi de stică prin această față. De aici schimbul de maraj ce apare sub geam. În celalătă experiență, lucrurile se petrec în mod asemănător. Toate obiectele așezate pe masă, sub geam, suferă acțiunea de atracție a geamului electrizat. Cele mai grele saltă, dar nu pot ajunge la geam, cum se întâmplă cu obiectele mai ușoare. Prin contact cu sticla, acestea se electrizează cu electricitate de același semn și atunci sunt respinse. Fenomenul se repetă atît timp cît se menține electrizarea geamului.

Dansul electric

Luăm o cutie plată din lemn sau din carton (indiferent de ce mărime), însă cu înălțimea de 4—5 cm. Căptușim toată suprafața interioară a cutiei cu foiaș de staniol. Capacul cutiei se va face din stică sau dintr-un material plastic transparent: plexiglas, celuloid etc.

Tăiem din hîrtie subțire cîteva figurine pe care le colorăm diferit, le introducem în cutie și așezăm capacul.

Figurinele stau liniștite în cutie. De îndată însă ce frecăm capacul cutiei cu o bucată de postav de lină sau cu o cîrpă de mătase, figurinele încep să sară prin cuție (fig. 171).

EXPLICATIE

Prin frecare sticla se electrizează pozitiv, iar prin influență figurinele se electrizează negativ pe partea învecinată cu capacul. Sarcinile electrice de semn contrar se atrag și, în consecință, figurinele

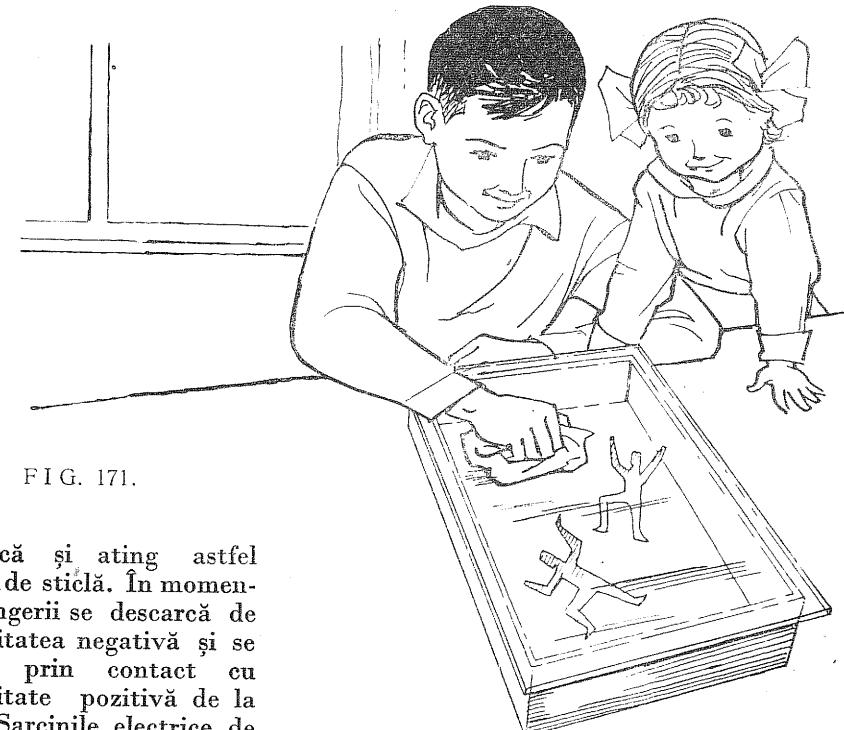


FIG. 171.

se ridică și ating astfel capacul de stică. În momentul atingerii se descarcă de electricitatea negativă și se încarcă prin contact cu electricitatea pozitivă de la stică. Sarcinile electrice de același fel se resping și deci se produce o respingere a figurinelor de către sticla electrizată. Respingerea se exercită și între figurine, deoarece sint încărcate cu același fel de electricitate.

Cine mișcă săgeata?

Dintr-o hîrtie îndoită în patru tăiem cu foarfecele, urmînd cele două îndoituri, o formă semănînd cu litera L de tipar. Capătul ramurii lungi îl vom ascuțî prin tăiere. Vom căptă astfel, dezdoind hîrtia, o formă asemănătoare cu o săgeată (fig. 172). Într-un dop de plută vom înfîige un ac cu gămălie, după ce mai înainte i-am pilit gămălia, pentru a putea pătrunde în dop. Vom sprijini acum săgeata de hîrtie pe vîrful acului, în punctul de întîlnire al îndoitorilor. Acoperim apoi totul cu un pahar de stică, bine uscat (fig. 173).

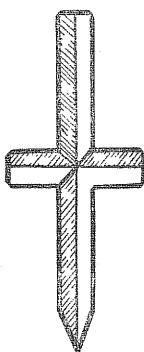
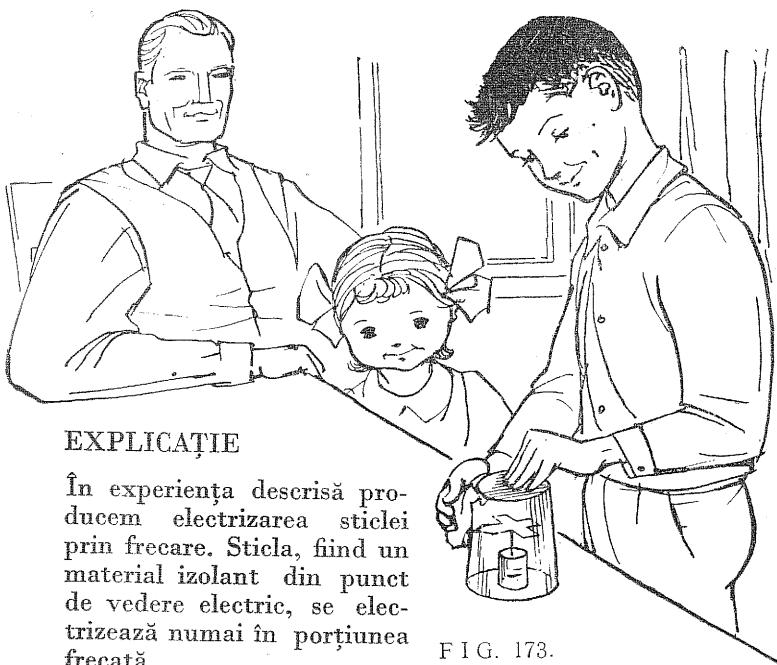


FIG. 172.

Fără a atinge săgeata, veți putea determina învîrtirea ei astfel încât să se placeze pe o anumită direcție.

Cu o bucată de stofă de lînă vom freca apoi porțiunea din pahar corespunzătoare direcției preferate de cineva; imediat săgeata se va învîrti pe suportul ei astfel încât se placează pe direcția dorită. Dacă, învîrtind mereu în același sens bucată de stofă, vom freca circular deasupra paharului, vom observa cum săgeata se pune în mișcare învîrtindu-se cu o viteză din ce în ce mai mare, la fel cum un ac magnetic (ac de busolă) se învîrtește cînd în jurul lui se plimbă o bucată de fier.

Dacă vom înlocui săgeata printr-o cruce de hîrtie cu patru brațe egale, iar la capetele acestor brațe vom suspenda prin fire de ată patru mici călușei decupați din hîrtie și vom freca deasupra paharului, ca mai înainte, se va reproduce în mic cunoșcutul manej de cai din lemn de la parcul copiilor.



EXPLICATIE

În experiența descrisă producem electrizarea sticlei prin frecare. Sticla, fiind un material izolant din punct de vedere electric, se electrizează numai în porțiunea frecată.

FIG. 173.

Plasarea săgeții de hîrtie pe direcția dorită se explică prin fenomenul de atracție a corpurilor ușoare de către un corp electrizat.

Mișcarea de rotație a săgeții sau a magnetului se explică tot datorită fenomenului de atracție electrică.

Numeroase scînteie



FIG. 174.

Ne folosim de o tavă de aluminiu pentru coacerea prăjiturilor sau o placă de aluminiu de 20×25 cm aproximativ. O încălzim uniform la o flacără și apoi fixăm în centrul ei un buton de ceară roșie sau o lumînare; vom avea astfel un miner. Dacă vrem ca minerul să fie fixat mai trainic se poate găuri tava, respectiv placă și însurubăm acolo o scurtă tijă din material plastic sau din lemn. Tăiem în lung o cameră uzată de la o roată de automobil și o întindem pe o masă. Timp de jumătate de minut frecăm energetic cu o blană sau cu postav de lină bucată de cauciuc (fig. 174, a); așezăm apoi tava (placa de aluminiu) pe bucată de cauciuc și ne sprijinim degetele pe această tavă (fig. 174, b). Ridicăm degetele și apucăm tava de miner. Apropind de marginea tăvii un deget de la celalătă mină, vom observa o scîntenie (fig. 174, c). Bucata de cauciuc, fără a mai fi frecată, poate să reîncarcă de mai multe ori tava.

Pentru aceasta este suficient să așezăm tava pe bucata de cauciuc, să sprijinim apoi degetele pe ea și, în fine, să o ridicăm de mîner. Repetind operația următoare, obținem o nouă scîntie. Fenomenul se poate repeta de nenumărăte ori.

EXPLICATIE

O mașină-electrostatică simplă este electroforul. Această mașină constă dintr-o placă de ebonită și un disc metalic prevăzut cu un mîner izolant. Dacă frecăm placă de ebonită cu o bucată de postav, aceasta se electrizează negativ. Apropoind discul metalic de placă de ebonită electrizată negativ, acesta se încarcă cu sarcini de semn contrar pe cele două fețe. Punând discul în legătură cu pămîntul, în timp ce este în contact cu placă de ebonită, sarcinile negative aflate pe disc trec în pămînt, iar discul rămîne încărcat numai cu sarcini pozitive. Ridicînd acum discul, el va poseda o încărcătură pozitivă. Apropoind un deget de marginea discului, se produce o scîntie electrică, iar discul se descarcă. Apropoind din nou discul de bucată de ebonită, el se reîncarcă cu ambele feluri de sarcini. Prin legătura cu pămîntul rămîne pe disc numai sarcina pozitivă și astfel avem din nou o sursă de electricitate. Operația de încărcare a discului metalic, pe vreme uscată, poate fi repetată de un număr mare de ori, fără a mai freca placa de ebonită.

În experiență descrisă am reprobus de fapt electroforul : bucată de cauciuc înlocuiește placă de ebonită, iar tava de aluminiu, respectiv placă de aluminiu, înlocuiește discul metalic al electroforului. Prin frecarea bucatăii de cauciuc, aceasta s-a electrizat negativ, iar prin apropierea tăvii, aceasta se încarcă cu ambele feluri de sarcini. Punând degetele pe tavă (placă), sarcinile negative trec în pămînt. Îndepărțind tava, ea a rămas încărcată pozitiv, iar prin apropierea unui deget de marginea ei se produce descărcarea tăvii (plăcii) care se manifestă prin scîntea observată.

Un electroscop original

Îndoim o sîrmă de fier în formă de Z, avînd două unghiuri drepte. Așezăm pe brațul orizontal inferior o mică fișie de staniol îndoită în formă de V întors. Așezăm brațul orizontal superior pe marginea unui pahar, astfel încît partea cu fișia de staniol să fie în interiorul paharului. Brațul vertical nu trebuie să atingă paharul. Deasupra paharului așezăm o placă sau un taler de metal și astfel electroscopul este gata (fig. 175).



FIG. 175.

Frecăm o baghetă de sticlă sau un baston de ebonită cu o bucată de postav și apropiem fie bagheta, fie bastonul de marginea talerului (plăcii). Vom observa că cele două foite de staniol se depărtează una de alta, la fel cum se produce acest fenomen cu ajutorul electroscopului din laboratorul de fizică.

Acest electroscop improvizat ne permite nu numai să constatăm dacă un corp este sau nu electrizat, ci cu ajutorul lui putem determina și felul electrizării corpului — pozitivă sau negativă.

Apropiem, de exemplu, de talerul metalic o bucată de hîrtie pe care am electrizat-o prin frecare cu o perie. Vom observa că foitele electroscopului se depărtează sub influența hîrtiei electrizate. Atingem talerul cu degetul; foitele se apropiu, dovedă a electrizării corpului. Apropiem din nou hîrtia electrizată prin frecare, foitele iarăși se vor îndepărta. Îndepărțăm acum hîrtia, dar nu mai atingem talerul cu degetul. Electroscopul rămîne încărcat cu electricitate contrară celei de pe hîrtie. Pentru a constata cu ce fel de electricitate a fost electrizată hîrtia, vom apropia de talerul electroscopului o baghetă de sticlă electrizată prin frecare cu o bucată de postav de lînă; vom observa că foitele electroscopului se îndepărtează între ele și mai mult. Aceasta ne arată că electricitatea electroscopului este de același fel cu a sticlei. Dar sticla s-a electrizat pozitiv. Întrucît hîrtia electrizată a încărcat prin influență electroscopul cu electricitate contrară ei, iar electroscopul am văzut că este încărcat pozitiv, urmează că hîrtia a fost electrizată negativ.

Dacă divergența foitelor s-ar fi mișorat cînd ne-am apropiat cu bastonul de sticlă electrizat, ar fi însemnat că electroscopul era încărcat negativ și, în consecință, corpul care a provocat încărcarea electroscopului prin influență era încărcat pozitiv.

Cum s-a produs electrizarea?

Confectionăm două roți din lemn și le fixăm pe niște suporturi tot din lemn la oarecare distanță una față de alta. Cu o bandă de transmisioane din hîrtie compactă înfășurăm acest sistem de roți. Cu ajutorul unui motor electric învîrtim una din

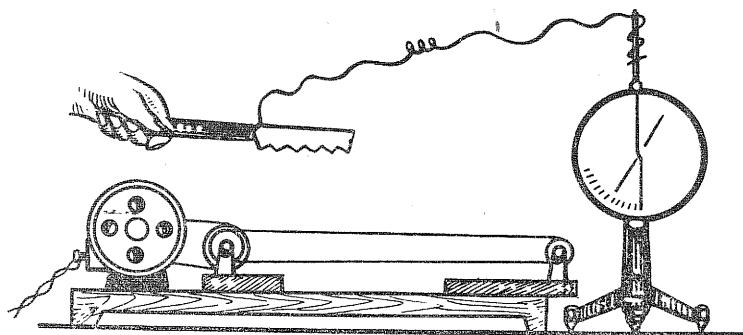


FIG. 176.

roți tot prin intermediul unei benzi de transmisiune (fig. 176). În felul acesta se va roti și cea de-a două roată, datorită faptului că ea este cuplată cu prima. Conectăm la un electroskop un pieptene metallic prevăzut cu un mîner izolator. Apropind acest pieptene de banda care se învîrtește pe cele două roți, constatăm că foitele electroscopului diverg. Dacă atingem suprafața interioară a benzii, cu o tijă metallică în legătură cu pămîntul, acolo unde ea coboară de pe una din roți, unghiul dintre foite se micșorează.

EXPLICATIE

Prin mișcare, banda se freacă de roți. Datorită frecării ea se electrizează. Apropind pieptenele metalice de banda electrizată, se electrizează și pieptenele prin influență. Conductorul care face legătura dintre pieptene și electroscop transmite electricitatea de la pieptene la foitele electroscopului care diverg, deoarece se încarcă ambele cu același fel de electricitate.

Dacă atingem banda la locul ei de desprindere de pe o roată, cu o tijă metallică, înseamnă că permitem electricității să se scurgă spre pămînt. Unghiul se micșorează, deoarece în acest caz electrizarea benzii este provocată numai de frecarea ei cu una din roți.

Prin experiența descrisă s-a reprodus în mic ceea ce se întâmplă la curelele de transmisiune folosind în unele întreprinderi. Electrizarea curelelor se datorează luncării cu frecare a acestora pe roțile de transmisiune și îndepărțării lor de suprafața roților. Fenomenul de electrizare se intensifică mai ales atunci când se presără praf de colofoniu pe suprafața de contact a curelelor cu roțile în scopul unei mai bune transmisii a mișcării de rotație.

Electrizarea curelelor de transmisiune prezintă un mare pericol de incendiu, dacă atmosfera încăperii respective este încărcată cu vapozi de substanțe inflamabile sau cu pulberi de substanțe combustibile.

Aprinderea acestora se datorează scîntelor care se produc cu ocazia electrizării curelelor.

Pentru a se preîntîmpina electrizarea curelelor, acestea se ung cu o pastă conductoare sau se culeg sarcinile electrice cu perii metalice speciale legate la pămînt.

Praștie dintr-o vergea de sticlă



FIG. 177.

Luăm o vergea de sticlă pe care o electrizăm prin frecare. Fulverizăm picături de terebentină spre marginea de sticlă electrizată. Acestea se vor apropia de vergea și apoi se vor depărtă cu mare viteză (fig. 177).

EXPLICATIE

Picăturile fine de terebentină în atingere cu vergeaua de sticlă electrizată se electrizează și ele prin contact cu același fel de electricitate ca și sticla. Conform legii lui Coulomb, electricitățile de același fel se resping cu o forță proporțională cu sarcinile electrice și invers

proporțională cu pătratul distanței dintre ele. Viteza mare de rezistență se datorează faptului că picăturile, fiind foarte mici și de pingere, se împingează înapoi la înaintare. Se formează sferică, prezintă o suprafață foarte mică la înaintare. Se observă că rezistența la înaintare este proporțională cu mărimea suprafeței.

În consecință, rezistența mediului este foarte mică și deci picăturile se deplasează cu viteză mare atunci cînd sunt respinse de vergeaua electrizată.

Cine strică echilibrul?

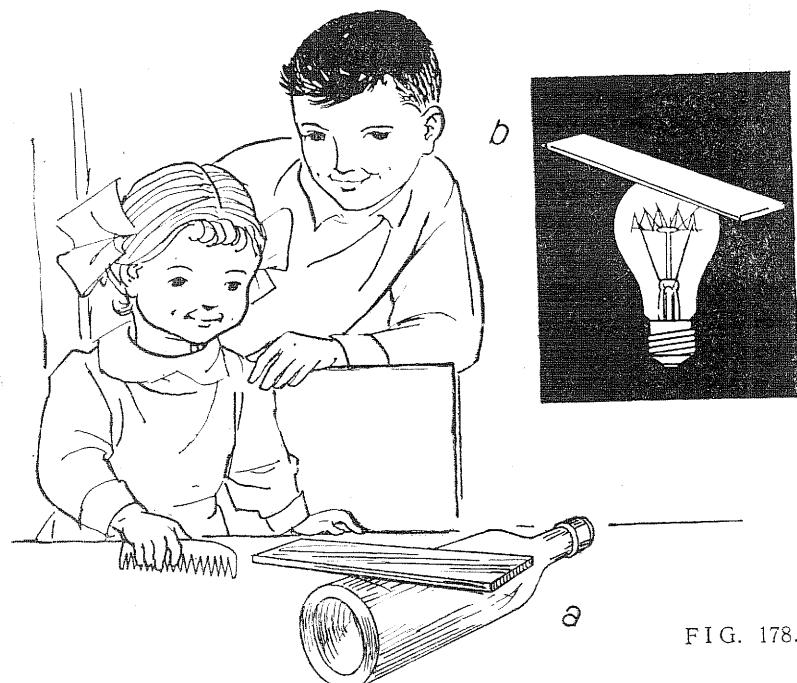


FIG. 178.

Așezăm pe masă o sticlă culcată și apoi deasupra acesteia facem să stea în echilibru o riglă (fig. 178, a) sau un creion. În loc de sticlă putem folosi un bec electric (fig. 178, b) sau orice alt corp rotund, cu condiția ca frecarea între suport și riglă să fie cît mai mică.

Să apropiem acum de unul din capetele riglei un pieptene din material plastic, pe care mai înainte l-am trecut de cîteva ori prin păr sau l-am frecat cu o bucată de hîrtie uscată de ziar. Vom observa că rigla se apleacă în partea în care am apropiat pieptenele. Dacă vom apropiua pieptenele lateral față de un capăt al riglei, vom observa că aceasta se rotește și, de asemenea, își strică echilibrul.

EXPLICĂȚIE

Atractia se explică prin faptul că un corp electrizat electrizează, la rîndul lui, prin inducție, alte corpușe apropiate de el. Prin inducție, un corp se electrizează cu electricitate de semn contrar sursei, în partea vecină cu sursa și cu electricitate de același semn în partea opusă sursei. Conform legii lui Coulomb, sarcinile de semn contrar se atrag, deci corpul electrizat prin inducție va fi atras de către corpul electrizat prin frecare sau prin alt mijloc, deoarece sarcinile de semne contrare se găsesc față în față.

Rigla nu este un corp ușor, dar se comportă ca un corp ușor, deoarece fiind în echilibru pe un suport rotund baza de susținere se reduce la o linie — cazul sticlei — sau la un punct în cazul becului și, din această cauză, cea mai neînsemnată forță care se exercită la un capăt determină scoaterea riglei din poziția de echilibru. Tocmai de aceea s-a subliniat la început condiția ca frecarea să fie cît mai mică între riglă și suport.

Putem spune deci că echilibrul riglei a fost stricat datorită fenomenului de atracție electrică. Pieptenele electrizat prin frecare a electrizat, la rîndul lui, capătul riglei și astfel s-a produs atracția.

Separator electrostatic

Pe un disc de lemn de diametru petrivit se aşază un inel de sticla care se obține prin tăierea unui cilindru de sticla. Suprafața sticlei se acoperă cu staniol. Am confectionat în felul acesta tamburul separatorului pe care îl fixăm pe un ax prevăzut cu un mîner așezat pe două suporturi (fig. 179). Sub tambur se aşază două plane inclinate pe care materialele separate vor cădea în două cutioare. De tambur se reazemă lateral o placă de sticla a cărei parte superioară este înfășurată cu o țesătură moale. Ea servește pentru a îndepărta de pe tambur particulele care s-au lipit de el.

De stratul de staniol se atinge o sîrmă fixată de un suport izolator. Sîrma este conectată la unul din polii mașinii Wimshurst sau Van de Graaf. Deasupra tamburului, pe placă de sticla, se fixează înclinat un jghieb care reprezintă buncărul separatorului. Pe el se toarnă amestecul care urmează să se separe. Prin rotația tamburului,

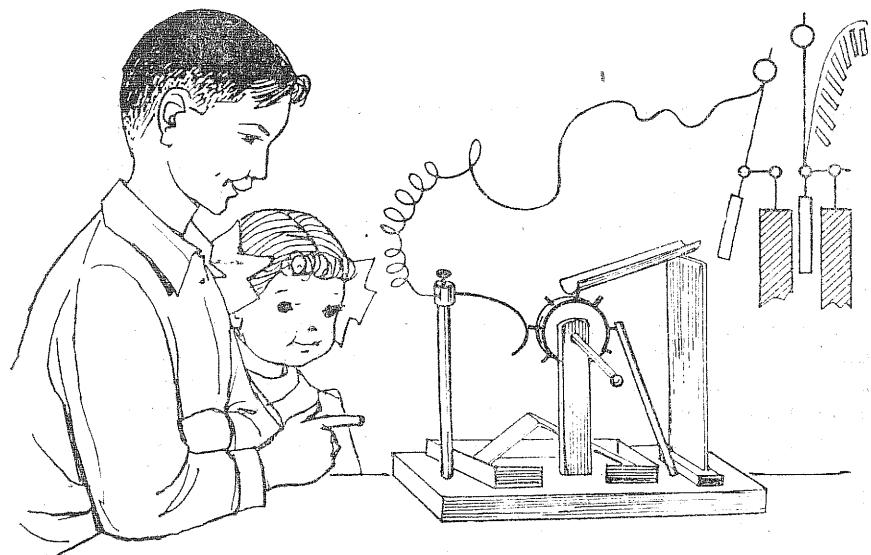


FIG. 179.

buncărul este scuturat prin intermediul unor cuișoare bătute în marginea discului de lemn.

Dacă punem pe jgheab bucățele mărunte de staniol amestecate cu bucățele de hârtie parafinată, prin învîrtirea tamburului cu ajutorul minerului vom constata că bucățele de staniol sănătătoare sunt dirijate spre cutia din stînga, iar cele de hârtie spre cutia din dreapta.

EXPLICATIE

Tamburul, fiind în legătură cu unul din polii mașinii electrostatice în funcțiune, se electrizează. Foitele de staniol, ajungând pe tamburul electrizat, se electrizează de la el prin contact cu același fel de electricitate și deci vor fi respinse, adică vor fi aruncate spre stînga. Bucățele de hârtie parafinată vor fi atrase de tambur, iar placa de sticlă care se reazemă de tambur le îndepărtează, aruncindu-le în cutia din dreapta.

Alipirea particulelor de dielectric se explică prin faptul că partea vecină tamburului se încarcă prin influență cu electricitate de semn contrar. Neutralizarea acestor sarcini nu se poate produce, întrucât particula însăși este izolator.

În cazul amestecului folosit avem de-a face cu corperi conductoare și izolatoare.

Separatorul se bazează, în exemplul prezentat, pe principiul separării conductoarelor și a dielectricilor.

Același separator servește și pentru separarea particulelor după mărime.

Turnăm, de exemplu, pe jgheab colofoniu pisat. Particulele mari nu pot fi reținute de forțele electrostatice și cad în cutia din stînga, iar cele mărunte se lipesc de tambur și sănătătoare sunt aruncate în cutia din dreapta prin intermediul placii rezemate de tambur.

Separatoarele electrostatice se întrebuintează pentru separarea particulelor de minereu de rocă sterilă, în industria siderurgică, pentru scoaterea pămînturilor în scopul confectionării formelor, precum și în alte industrii.

Vata zburătoare

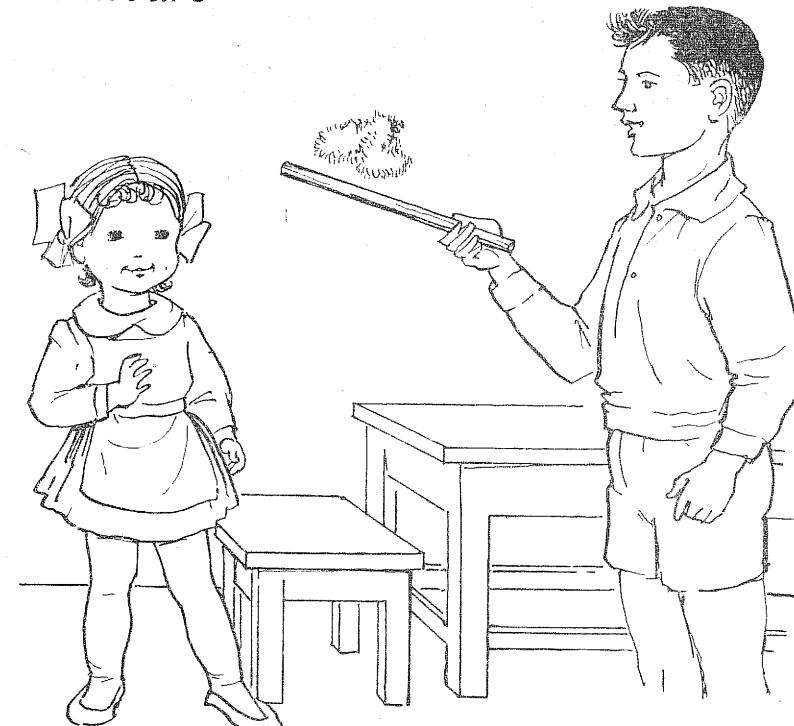


FIG. 180.

Procurăm un baston de ebonită sau de sticlă și o bucătică de vată de mărimea unui bob de mazăre. Vom desface apoi bucătică de vată pentru a-i da o suprafață plană cît mai mare. Electrizăm prin frecare bastonul și-l apropiem de bucătică de vată, căreia îi dăm drumul din mînă. Vata, fiind atrasă, se lipeste de bastonul electrizat.

ELECTRODINAMICĂ

Dacă vom ridica acum încet bastonul deasupra capului și-l vom coborî apoi brusc în jos, vata se va dezlipi de baston, datorită inerției, și va rămîne astfel în aer. Cu oarecare îndemînare, obținută prin exercițiu, putem izbuti, prin simpla apropiere a bastonului, să facem ca vata nu numai să plutească în aer, dar să se miște după voia noastră pe verticală sau pe orizontală în spațiul în care ne aflăm, după cum mișcăm bastonul (fig. 180).

EXPLICATIE

Prin frecare, bastonul de ebonită, de exemplu, s-a electrizat negativ. Datorită acestui fapt, corpurile ușoare sunt atrase de către bastonul electrizat. Prin contact, corpul atras se încarcă cu același fel de electricitate ca și corpul care l-a atras. În experiența descrisă, vata s-a încărcat cu electricitate negativă.

Amintim că electrizarea negativă înseamnă un plus de electroni pentru corpul respectiv, iar electrizarea pozitivă înseamnă un minus de electroni pentru acel corp.

Vata, încărcîndu-se prin contact, cu același fel de electricitate ca și bastonul, va putea fi ușor împiedicată din căderea ei, datorită gravitației, prin apropierea bastonului, deoarece se exercită acțiunea de respingere dintre sarcinile electriche de același fel cu care sunt încărcate atât bastonul cât și vata.

Sursă electrică dintr-o lămiie

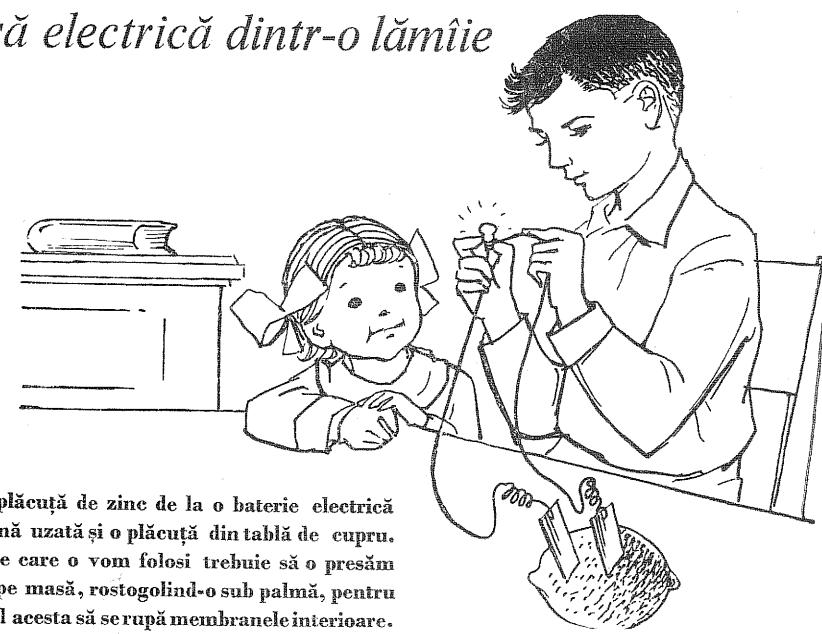


FIG. 181.

Luăm o plăcuță de zinc de la o baterie electrică de lanternă uzată și o plăcuță din tablă de cupru. Lămiile pe care o vom folosi trebuie să o presăm cu mîna pe masă, rostogolind-o sub palmă, pentru ca în felul acesta să se rupă membranele interioare. După aceea însigem cele două plăcuțe în lămiile astfel pregătită, încît ele să pătrundă în miezul acesteia, fără a se atinge. Mai înainte însă avem grija să găurim la cîte un capăt plăcuțele. Legăm cîte un conductor de fiecare din aceste plăcuțe, introducind prin găurile practicate în aceste capete curățate de izolament ale conductorilor. Am construit astfel sursa de curent (fig. 181). Introducind în circuitul sursei un galvanometru, vom observa deviația acului, fapt care ne demonstrează existența unui curent în circuit. Putem folosi în acest scop galvanometrul a cărui construcție este descrisă în experiența „Galvanometru dintr-o huselă“ (pag. 210).

EXPLICATIE

Surse de curent sînt și elementele galvanice. Un element galvanic este alcătuit din doi electrozi, un electrolit și un depolarizant. Electrozii obișnuiți sînt zincul, ușor atacabil de către electrolit și cuprul sau cărbunele de retortă, foarte puțin sau de loc atacabil de către electrolit. Zincul constituie polul negativ, iar cuprul sau cărbunele, polul pozitiv al elementului. Electrolitii folosiți sînt soluții de acizi sau săruri. Depolarizantul este o substanță oxidantă; rolul acestuia este de a înlătura hidrogenul care se degajează în reacție, asigurînd astfel funcționarea îndelungată a sursei.

În experiență descrisă, lămiua conține electrolitul sub formă de soluție de acid citric. Presarea lămiiei are drept scop să elibereze această soluție de acid prin ruperea membranelor interioare și a diferitelor țesuturi celulare. Reacția chimică dintre acid și zinc are loc cu degajare de energie chimică, care se transformă în energie electrică. Elementul realizat folosind lămiua nu este de durată, deoarece lipsește depolarizantul.

Sarea aprinde becul

Într-un pahar turnăm apă distilată și introducem acest pahar în circuitul în care sursa electrică este priza de la rețeaua de curent din casă. În acest circuit vom intercală și un bec electric corespunzător tensiunii rețelei. Capetele conductoarelor introduse în apă vor fi curățate de izolament. Ca măsură de siguranță, abia la urmă, adică după ce s-a făcut montajul, vom introduce ștecarul în priză. Vom constata că becul nu se aprinde (fig. 182, a). Dacă vom presăra puțină sare în apă din pahar, imediat becul se aprinde (fig. 182, b).

EXPLICATIE

Curent electric înseamnă transport de sarcini electrice. Curentul electric se numește de *conducție*, cînd sarcinile electrice sunt electronii liberi din metale, și de *convecție*, cînd sarcinile electrice sunt ionii din electrolitii sau gaze rarefiate.

Un electrolit poate fi o soluție de acid, de bază sau de sare, precum și acidul, baza sau sareea în stare topită. Într-un electrolit, pe lîngă moleculele acidului, bazei sau sării mai există și ioni, adică particule electrificate pozitiv sau negativ, rezultate prin disocierea moleculelor respective. De exemplu, în soluția de sare de bucătărie există, pe lîngă moleculele de NaCl , și ioni de Na^+ și de Cl^- . Într-un cîmp

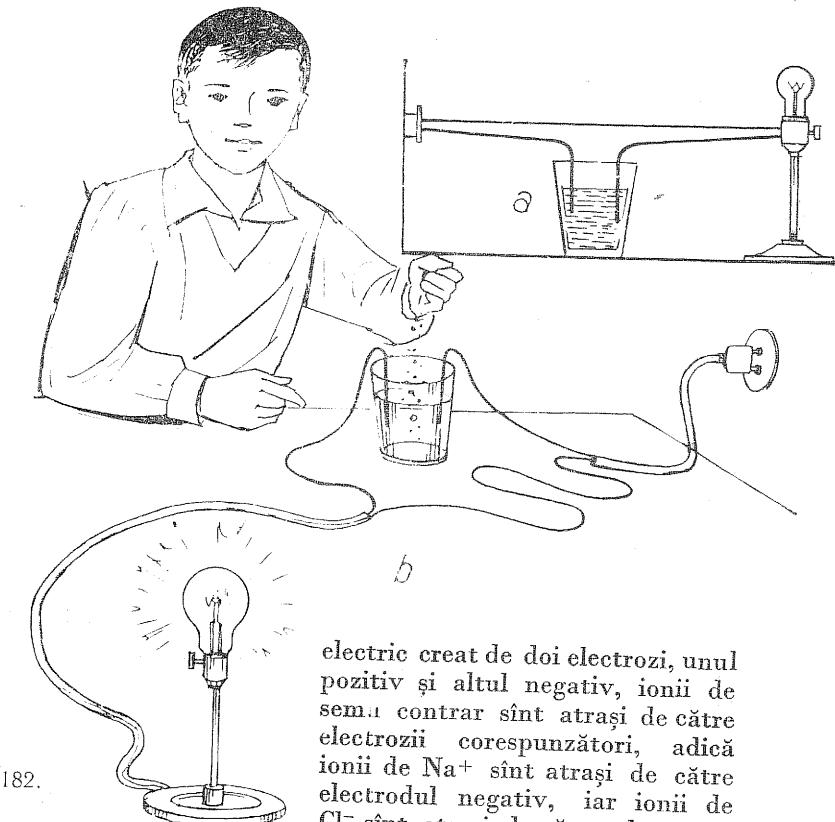


FIG. 182.

electric creat de doi electrozi, unul pozitiv și altul negativ, ionii de semă contrar sunt atrași de către electrozii corespunzători, adică ionii de Na^+ sunt atrași de către electrodul negativ, iar ionii de Cl^- sunt atrași de către electrodul pozitiv; în felul acesta are loc un transport de sarcini electrice, deci un curent de convecție.

În prima fază a experienței descrise, becul nu se aprinde, deoarece, apă distilată nefiind un electrolit, nu se poate produce un transport de sarcini prin masa de apă, de la un electrod (una din sîrmile cufundate în apă) la celălalt electrod (ceaaltă sîrmă cufundată în apă). În faza a doua a experienței becul se aprinde, deoarece prin dizolvarea sării în apă s-a format o soluție de sare, deci un electrolit. Prin masa de soluție are acum loc un transport de ioni, deci un curent electric de convecție. Între cele două capete de sîrmă aflate în soluția de sare nu mai există o întrerupere a circuitului ca în prima fază a experienței, ci o continuitate a circuitului prin intermediul electrolitului.

Prin urmare, curentul de la rețea poate trece prin filamentul becului și deci becul luminează.

Cine aprinde becul?

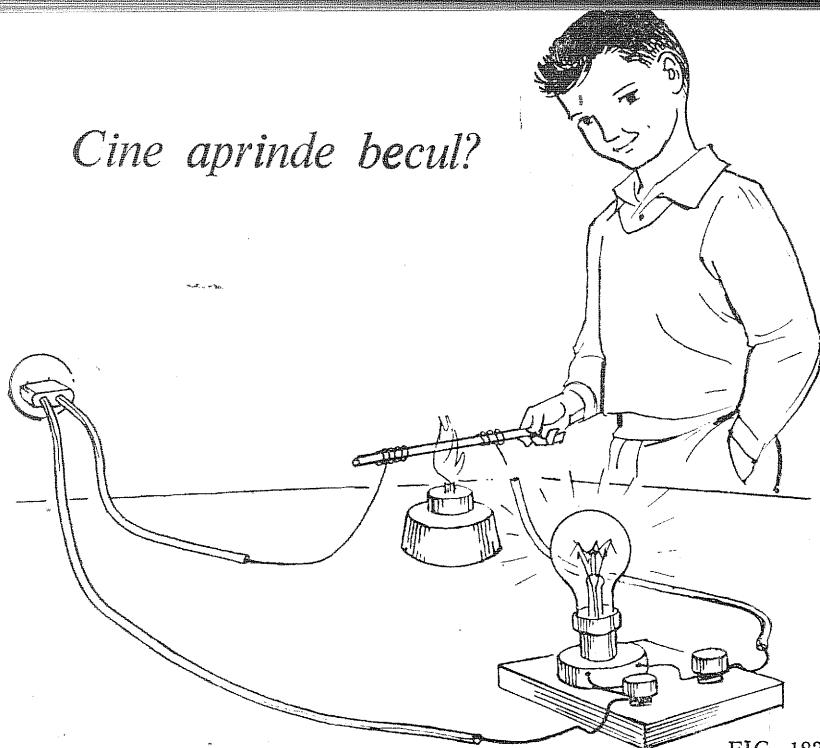


FIG. 183.

Realizăm un montaj legînd în serie un bec electric și o vergea de sticlă; capetele sîrmelor care vin — unul de la o bornă a fasungului în care este montat becul, altul de la vergeaua de sticlă — le fixăm în cîte o banană, iar după aceea introducem bananele în priză (fig. 183). Constatăm că becul nu luminează.

Să încălzim la roșu, cu o flacără de la o lampă cu spirt, portiunea din vergeaua de sticlă cuprinsă între cele două legături ale sîrmei prin care realizăm circuitul (desigur capetele sîrmelor legate la vergeaua de sticlă trebuie curățate de izolament). Vom constata de această dată că becul se aprinde — luminează.

EXPLICATIE

În starea lor naturală, corporurile solide apar uneori sub forme geometrice regulate, adică sub formă de cristale și spunem despre ele că au o stare cristalină, alteori corporurile nu prezintă astfel de forme regulate și spunem despre ele că au o stare amorfă.

Regularitatea cristalină se datorează simetriilor interne, care impun o structură reticulară, adică de rețea. Rețelele cristaline pot fi ionice, atomice și moleculare.

Starea amorfă este opusul stării cristaline; cercetările au arătat însă că starea amorfă nu este lipsită cu totul de regularitate structurală. Corporurile amorfice fac tranziția între starea lichidă și cea cristalină.

Cercetările au arătat că un cristal cu rețea ionică este rău conductor de electricitate la temperatura obișnuită, dar devine conductibil, dacă este încălzit pînă aproape de punctul de topire. Acest fenomen se explică prin faptul că, la temperatura respectivă, agitația termică devine aproape suficientă ca să rupă echilibrul intern al rețelei, iar cîmpul electric, adăugînd acțiunea proprie, smulge ionii din loc și-i duce pe cei pozitivi spre catod și pe cei negativi spre anod.

Fenomenele de conductibilitate care apar în apropierea punctului de topire la corporile cristaline sunt observate și la unele corpuri amorfice, cum este sticla, care-si pierde însușirile izolante la temperaturi mai ridicate, cum ar fi încălzirea la roșu.

În experiența descrisă, prin încălzirea la roșu a bastonului de sticla s-a realizat fenomenul de conductibilitate ionică, fapt care a permis trecerea curentului și deci aprinderea becului.

Reostate la îndemîna oricui

Putem confectiona un reostat, dacă avem o farfurie, două capace de cutii de conserve și puțină sare de bucătărie. Tăiem în fiecare capac cîte un cerc de cîțiva centimetri diametru, obținînd astfel cîte o coroană. Legăm apoi de fiecare dintre aceste coroane cîte o sîrmă de liță, după ce în prealabil am curățat de izolament capetele acestora. Așezăm apoi cîte o piatră potrivit de mare pe aceste coroane, pe care apoi le introducem în farfurie, la cîțiva centimetri una de alta. Dizolvăm o lingurită de sare în doi litri de apă și

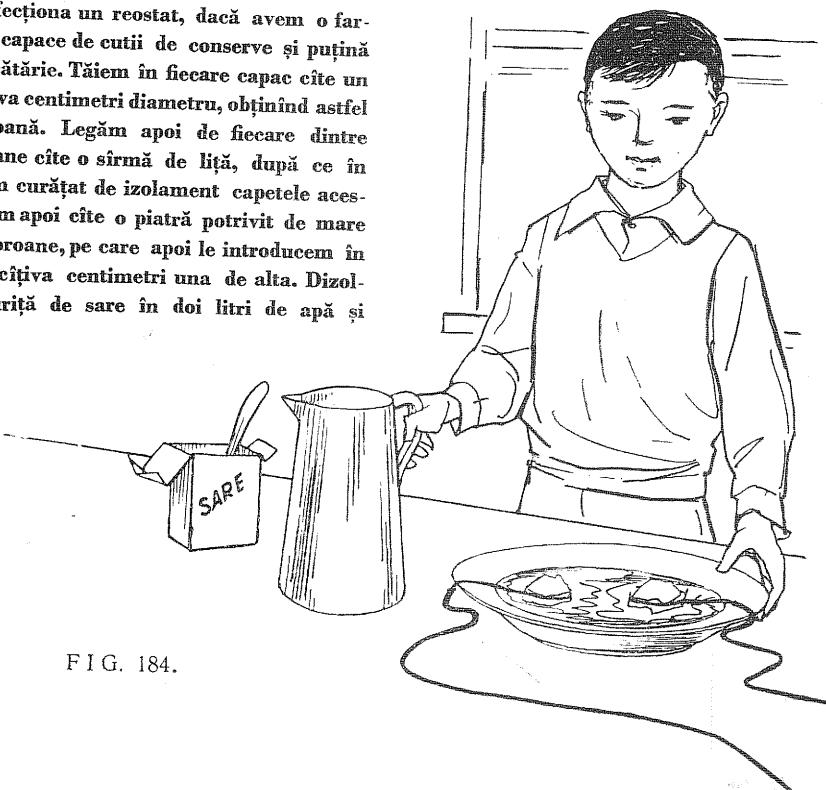


FIG. 184.

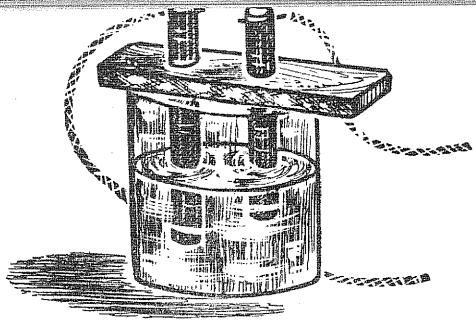


FIG. 185.

În locul coroanelor metalice fixate cu ajutorul unor pietre putem folosi două batoane de cărbune procurate prin demontarea unei baterii electrice uzate (fig. 185).

EXPLICATIE

Apa în stare pură este rea conducătoare de electricitate; dacă facem însă o soluție diluată de sare, curentul electric poate trece prin această soluție. Soluția de sare constituie totuși o rezistență pentru curentul electric; această rezistență este cu atât mai mare, cu cât curentul are de străbătut o distanță mai mare prin soluția respectivă. Conform legii lui Ohm $I = \frac{U}{R}$, putem varia intensitatea curentului, variind rezistența.

Reostatul construit ne permite să variem rezistența într-un circuit, după cum variem distanța dintre cei doi electrozi (coroane, cărbunii). Când distanța dintre electrozi crește, atunci rezistența crește și deci intensitatea curentului descrește; cînd distanța dintre electrozi se micșorează, atunci rezistența se micșorează și deci intensitatea curentului crește.

Cum ne putem pregăti ceaiul

Materialele prime necesare pot fi găsite cu ușurință: un vas de flori nesmălțuit (ghiveci), două batoane de cărbune luate de la o baterie electrică uzată, două bucățele de tijă de la perdele (goale în interior) și cîteva bucăți de lemn. La aproximativ 3 cm de bază găurim pereții vasului în două locuri diametral opuse. Dacă nu dispunem de un burghiu pentru executarea găurilor, putem folosi o pilă triunghiulară sau orice obiect metalic ascuțit. O dată executate găurile, le largim cu ajutorul unei pile sau a altui obiect convenabil atît cît este necesar, pentru a putea introduce în ele batoanele de cărbune, acestea trebuind să alunecă cu ușurință. Tăiem apoi din tija de susținut perdele două bucăți de aproximativ 12 cm lungime; folosim pentru această operație pilă.



FIG. 186.

Introducem în aceste țevi cărbunii, care constituie partea principală a dispozitivului pe care îl construim. Capătul uneia din țevi îl izolăm cu izolirband. Construim, în fine, suportul din scîndurele, după cum este arătat în figura 186. Pe sochul pe care așezăm vasul de flori punem o jumătate de cărămidă. Introducem parțial cărbunii în vas; ei constituie electrozii dispozitivului. Vom monta acum acest dispozitiv în circuitul rețelei de curenț. În acest circuit intercalăm și un reostat de tipul aceluia a căruia construcție a fost descrisă la experiența „Reostat la îndemina orieui”. Potrivind distanța dintre vîrfurile celor doi cărbuni, realizăm un arc electric. Un pahar cu apă așezat în vasul de flori ajunge în scurt timp la fierbere și astfel ne-am pregătit apa pentru ceai.

EXPLICATIE

Arcul electric realizat între doi electrozi de cărbune produce nu numai lumină, ci și căldură. Cînd se atinge strălucirea cea mai mare a arcului, la extremitățile electrozilor de cărbune se realizează o temperatură de peste $3\,000^{\circ}\text{C}$. Căldura care se degajează în timpul funcționării arcului electric este folosită pentru încălzirea apei.

Galvanometru dintr-o busolă

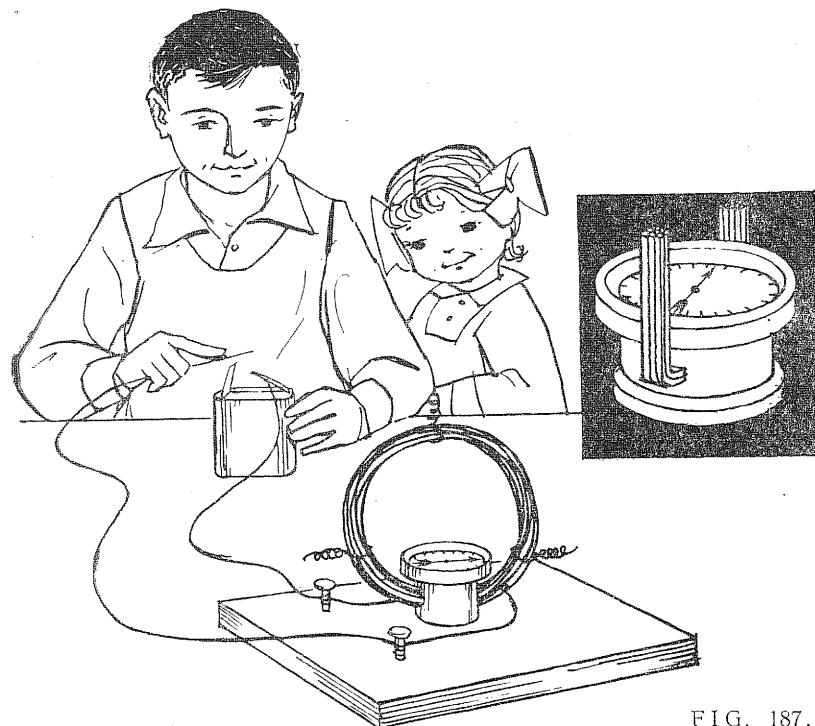


FIG. 187.

Din sîrmă de sonerie izolată cu bumbac confectionăm un colac format de 50—60 spire. În acest scop folosim un horcan de aproximativ 8 cm diametru. Scoatem de pe horcan bobinajul astfel obținut și-l strîngem în cîteva locuri cu sîrme de fier sau cu sfără. Luăm apoi un dop la baza căruia executăm o crestătură transversală

prin care va trece bobinajul (colacul de sîrmă). Fixăm dopul și bobinajul pe un soclu de lemn, folosind ceară roșie. Așezăm acum o busolă pe dop, astfel încât acul să fie paralel cu planul bobinajului (fig. 187).

Dacă vom monta galvanometrul construit în circuitul unei baterii, vom observa deviația acului.

Putem construi un instrument mai sensibil, dacă folosim o cutiuță de carton în care așezăm busola, iar după aceea bobinăm (înfășurăm) sîrma pe cadrul format de pereții cutiei. Vom realiza prin înfășurare un număr de 20 de spire care trec pe deasupra și pe dedesubtul cadrului (fig. 188).

EXPLICATIE

Construcția acestui instrument se bazează pe experiența lui Oersted. Experiența lui Oersted a dezvăluit pentru prima oară legătura strînsă dintre electricitate și magnetism, arătînd că orice curent electric acționează asupra unui ac magnetic aflat în apropierea sa; aceasta dovedește că orice curent electric generează în jurul său un cîmp magnetic. Pornind de la această experiență, Ampère a descoperit acțiunile reciproce dintre curenții electrici, le-a stabilit legile și a pus bazele electromagnetismului. Experiența lui Oersted a arătat că, dacă printr-o sîrmă de cupru așezată paralel cu un ac magnetic (sprijinit în centrul său pe un vîrf ascuțit) trece un curent electric, acul magnetic deviază. S-a constatat că polul nord al acului magnetic deviază spre stînga curentului. Unghiul de deviație este cu atît mai mare, cu cît intensitatea curentului este mai mare. De aceea, fenomenul de deviere a acului magnetic este folosit pentru măsurarea intensității curentului electric. În practică, pentru a se obține o deviere mai pronunțată a acului magnetic, chiar de către curenții foarte slabii, se folosește așa-numitul multiplicator: pe un cadrul dreptunghiular de lemn se înfășoară de mai multe ori o sîrmă izolată subțire. În interiorul cadrului se aşază acul magnetic.

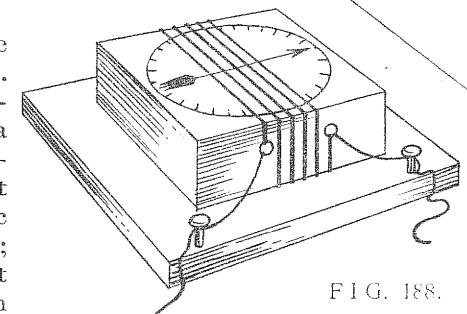


FIG. 188.

Busola este alcătuită dintr-un ac magnetic, sprijinit pe un vîrf ascuțit. Colacul de sîrmă sau cadrul format de pereții cutiei pe care să înfășurăt sîrma constituie multiplicatorul.

Busola fiind așezată în interiorul multiplicatorului, acul va devia apreciabil la trecerea prin amplificator a unui curent electric de mică intensitate.

Magneți rotitori

Procurăm două bare magnetice, pe care le fixăm rigid cu ajutorul unei sîrme, pe linia mediană, astfel ca polii de același sens să fie față în față. La mijlocul sîrmei de legătură sudăm un vîrf metalic ascuțit. Prin acest vîrf, cei doi magneti legați solidar se sprijină pe o coloană metalică, iar capetele de jos ale magnetilor se vor atinge de mercurul aflat într-un jgheab circular practicat într-un cilindru de lemn (fig. 189). Este bine ca prin axul cilindrului să se perforeze cu burghiu un canal prin care să introducem coloana metalică. Un pol al unei surse electrice, formată din trei baterii de lanternă, este pus în legătură cu coloana metalică, iar celălalt pol cu mercurul din jgheab. Se recomandă să se introducă în circuit și un întrerupător. Făcînd contactul la întrerupător, curentul electric va trece prin circuit străbătină coloana metalică, barele magnetice și mercurul din jgheab. Vom observa că sistemul format din cele două bare magnetice începe să se rotească în jurul vîrfului de sprijin. Dacă inversăm polii barelor magnetice care fac contactul cu mercurul din jgheab sau dacă inversăm polii bateriei de alimentare, vom constata că se schimbă sensul de rotație.

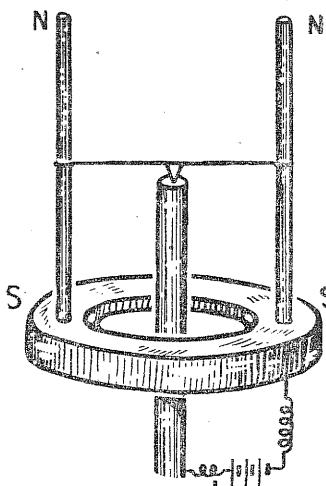


FIG. 189.

EXPLICATIE

Această experiență a fost concepută și realizată de către Ampère pentru a demonstra acțiunea curentului electric asupra polilor unui magnet.

Un curent care trece printr-un conductor liniar creează la distanța r un cîmp magnetic $H = 2 \frac{I}{r}$.

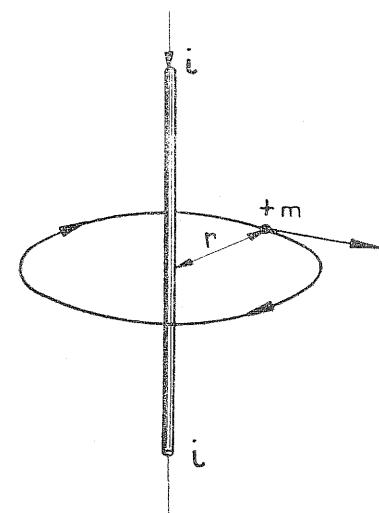


FIG. 190

magnetici în contact cu mercurul din jgheab se exercită forța F care determină rotirea sistemului format din cele două bare magnetice.

Schimbarea sensului de rotație este impusă de schimbarea sensului liniilor de forță, conform regulii burghiului: în cîmpul magnetic al unui curent electric, liniile de forță circulare au sensul în care ar trebui să învîrtim un burghiu, ca să înainteze în sensul curentului. Prin însăși construcția dispozitivului, capetele de sus ale magnetilor săint sustrase acțiunii magnetice a curentului ce trece prin coloană și astfel sistemul poate executa mișcarea de rotație în jurul vîrfului de sprijin.

Sîrma se înfășoară singură peun magnet

Confeționăm din fire metalice moi și răscuite unul pe altul un mănușchi de fire. Suspendăm de un suport unul din capetele mănușchitului de fire, celălalt capăt rămînind liber, în apropierea unei bare magnetice verticale.

Dacă un pol magnetic se află la această distanță (fig. 190), el va fi supus acțiunii unei forțe

$$F = mH = 2 \frac{I}{r} m$$

și va descrie în mișcarea lui o traекторie închisă de lungime $2\pi r$. Mișcarea se efectuează în lungul liniei de forță a cîmpului magnetic. Lucrul mecanic efectuat de forță în această deplasare este $W = 2\pi rF = 4\pi mI$. Această relație formulează teorema lui Ampère și rămîne valabilă oricare ar fi forma traectoriei închise, deoarece în expresia lucrului mecanic se consideră proiecția ei pe direcția forței.

În experiență descrisă, curentul liniar este cel care trece prin coloana metalică, distanța r este raza jgheabului circular. Asupra polilor

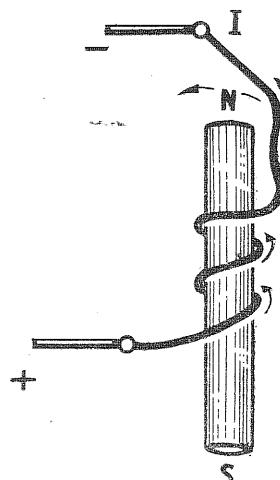


FIG. 191.

Dacă trecem prin mănușchiul de fire un curent electric intens, ele se răsucesc pe magnet, formind o spirală (fig. 191).

Obținem un curent de intensitate mare, dacă timp de cîteva fracțiuni de secundă legăm mănușchiul de fire în scurteircuit la un acumulator.

EXPLICATIE

Să considerăm un circuit al cărui plan să fie orientat paralel cu liniile de forță ale unui cîmp de inducție magnetică. Dacă prin acest circuit trece un curent electric (fig. 192 a), sistemul — dacă este mobil — se întoarce astfel încît planul circuitului devine perpendicular pe liniile de forță (fig. 192, b).

În această pozitie, sistemul ajunge la echilibru stabil, energia lui potențială este minimă. Restul de energie, ținînd

seama de energia pe care o avea sistemul cînd era orientat paralel cu liniile de forță, s-a consumat în transportul de electricitate, prin curentul de inducție datorit variației de flux.

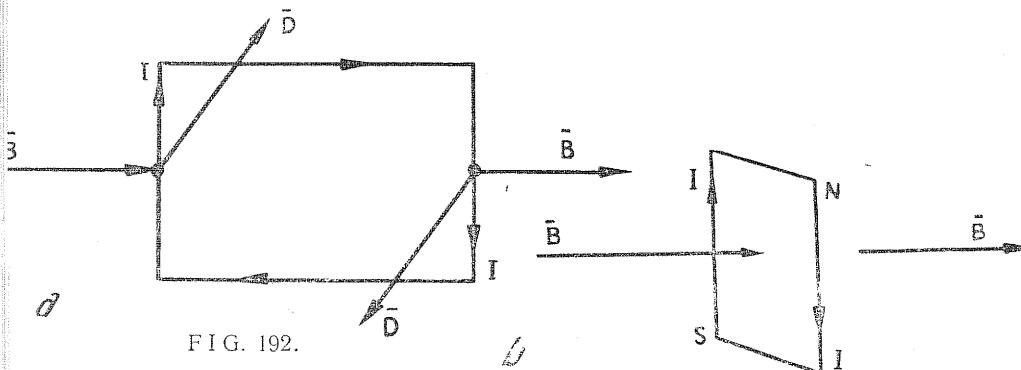


FIG. 192.

Sensul rotației dat de regula mîinii stîngi aduce planul circuitului cu față sud la intrarea liniilor de forță ale cîmpului de inducție, deci : rotația unui circuit parcurs de un curent electric decurge în sensul pentru care fluxul de inducție ce intră prin față sud ajunge la maximum permis de legături (regula fluxului maxim a lui Maxwell). În experiență descrisă se pune în evidență regula fluxului maxim. Firele se răsucesc, formînd o spirală, în care fluxul intră pe la capătul sud.

Aruncarea inelului

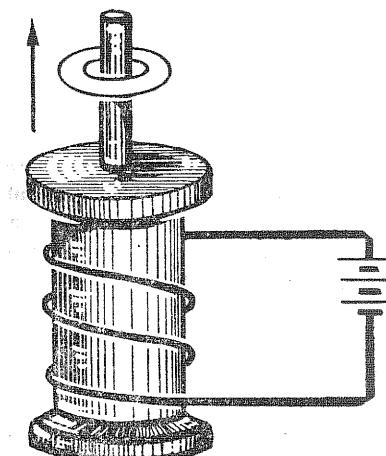


FIG. 193.

Luăm o bobină cu miez de fier și un inel de aluminiu. Așezăm bobina pe masă și o conectăm la o sursă electrică. În circuit introducem și un întrerupător. Pe bobină, în jurul miezelui de fier, așezăm inelul de aluminiu (fig. 193). Închizind circuitul cu ajutorul întrerupătorului (apăsăm pe buton), vom observa că inelul de aluminiu este aruncat în sus.

EXPLICATIE

La închiderea circuitului, curentul inductor crește, de asemenea crește și fluxul magnetic inductor. Variația de flux trece și prin inelul de aluminiu, astfel încît în acesta se induce un curent. Deoarece inelul este respins, înseamnă că curentul induc în inelul de aluminiu este de sens contrar celui din bobină. Prin urmare, fluxul magnetic induc este de sens contrar fluxului magnetic inductor; cînd fluxul magnetic inductor crește, fluxul induc se opune creșterii lui. Cînd întrerupem curentul electric, fluxul magnetic inductor scade. Această variație de flux în inductor induce un curent în inelul de aluminiu. Deoarece inelul este atras, înseamnă că curentul induc în inelul de aluminiu este de același sens ca celui din bobină. Fluxul magnetic induc este de același sens cu fluxul magnetic inductor.

Faza a două a experienței cu întreruperea curentului poate fi pusă în evidență, dacă am suspenda inelul de un suport, astfel încît el să se afle în față miezelui de fier, bobina fiind așezată orizontal pe masă.

Roata lui Barlow

Confectionăm din tablă un mic disc în centru căruia executăm cu ajutorul unui orificiu circular. Sprijinim discul pe un ax orizontal care trece fără freare prin orificiul practicat în centrul discului. Facem ea marginea discului să atingă suprafața mercurului dintr-un vas așezat dedesubtul lui. Discul va trebui montat între

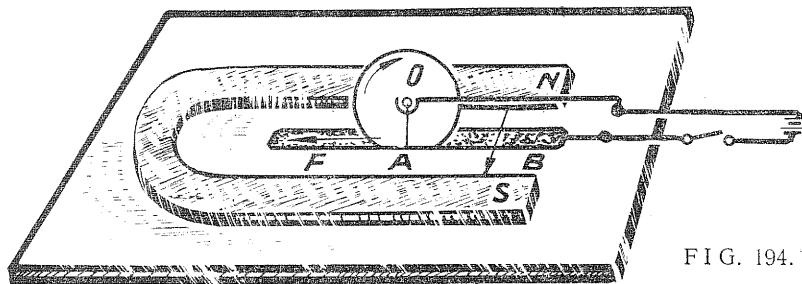


FIG. 194.

polii unui magnet (fig. 194). Curentul electric de la o baterie intră prin ax șiiese prim mercur. În acest scop, un pol al bateriei îl legăm la vasul cu mercur (capătul neizolat al sîrmelui îl introducem în mercur). Făcînd contactul la întrerupător, vom observa că discul începe să se rotească în jurul axei orizontale de sprijin. Dacă înversem legătura polilor de la baterie, se schimbă sensul de rotație.

EXPLICAȚIE

La fel, după cum cîmpul magnetic creat de un curent acționează asupra unui magnet, și cîmpul magnetic acționează asupra unui curent. Dacă introducem între polii unui magnet un fir metalic flexibil prin care trece un curent, firul este deviat într-o direcție perpendiculară pe liniile de forță produse de magnet (fig. 195, a). Forța exercitată asupra curentului este proporțională cu intensitatea curentului, a cîmpului magnetic și cu lungimea portiunii de conductor prin care trece curentul :

$$F = \mu I H.$$

În ceea ce privește sensul forței deviatoare, acesta se poate afla cu regula mîinii stîngi : orientînd degetul arătător al mîinii stîngi în sensul cîmpului magnetic și degetul mijlociu în sensul curentului, degetul mare arată sensul forței (fig. 195, b).

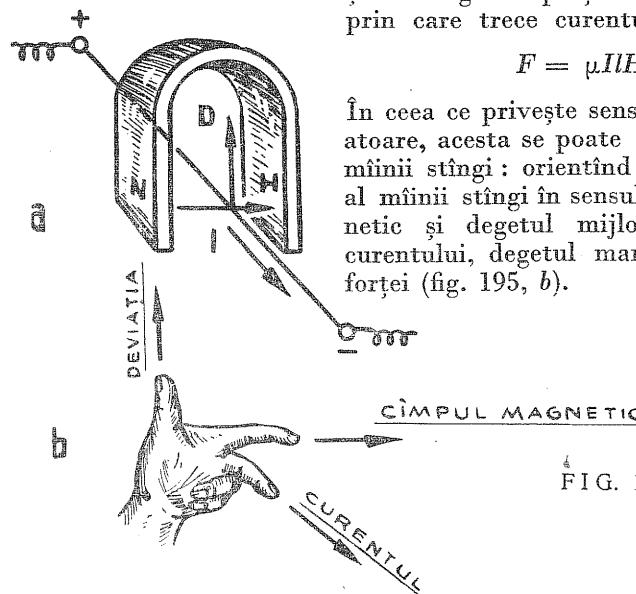


FIG. 195.

În experiență descrisă, curentul parcurge discul după direcția razei, adică de la mercur spre centrul discului. Discul se rotește, datorită forței electromagnetice, spre dreapta, conform regulii mîinii stîngi. Schimbînd polaritatea, se schimbă sensul de rotație datorită aceleiași forțe și tot în conformitate cu regula mîinii stîngi.

Inelul de sîrmă orientat

Luăm două placi : una de cupru și alta de zinc. Capetele unui inel din sîrmă le sudăm, unul la placă de cupru, celălalt la placă de zinc, după ce mai înainte le-am trecut printr-o rondelă de plută. Așezăm dispozitivul construit într-un vas cu apă acidulată ; el va pluti (fig. 196).

Vom observa că dispozitivul nu stă în orice poziție îl vom aseza, ci întotdeauna el se va orienta într-un anumit fel, și anume perpendicular pe direcția meridianului pămîntesc. Orientarea inelului este asemenea orientării unui magnet ; o față a inelului se comportă ca și cum ar fi polul nord al magnetului, iar cealaltă față ca și cum ar fi polul sud al magnetului.

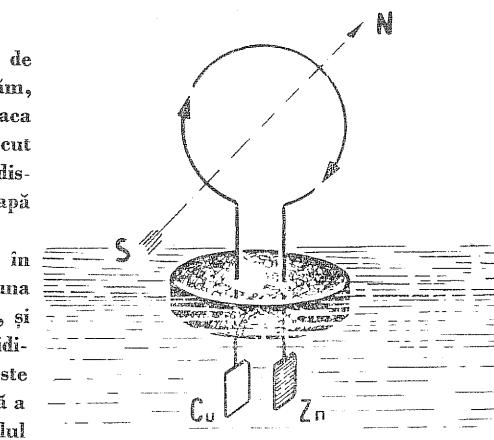


FIG. 196.

EXPLICATIE

Ampère a demonstrat completa echivalență a curentilor cu magnetii. După Ampère, magnetismul nu reprezintă fenomene independente, cîmpul creat de magneti nefiind decît o manifestare a unor curenti circulari care trebuie să existe în interiorul moleculelor substanței respective. Teoriile moderne au adoptat și dezvoltat această concepție a lui Ampère.

Dacă se consideră un cadru din sîrmă, plan și dreptunghiular, prin care circulă un curent electric, de intensitate I , se constată că un cîmp magnetic acționează paralel cu planul și cu bazele cadrului (fig. 197). Acest cîmp este inactiv asupra laturilor ad și bc , dar laturile ab și cd vor fi supuse forțelor egale

$$F = \mu I H l.$$

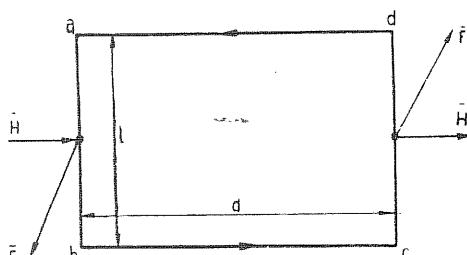


FIG. 197.

După regula mîinii stîngi, aceste forțe se orientează paralel și în sensuri contrare, perpendicular pe planul figurii. Ele dă naștere unui cuplu, al cărui moment este

$$Fd = \mu I H l d = \mu I H S,$$

unde S reprezintă aria conturului.

Circuitul echivalează deci cu un magnet orientat cu axa polilor

perpendicular pe planul lui, pe care cîmpul magnetic tinde să-l aducă pe direcția liniilor de forță.

În experiența descrisă se verifică această concepție privind echivalența magnetilor și a curentilor.

Cele două plăci, de cupru și de zinc, cufundate în apă acidulată formează un element galvanic care debitează curent electric în inelul de sîrmă. Curentul circular ce trece prin inel creează un fel de fofă magnetică, cele două fețe ale ei constituind cei doi poli ai unui magnet. Orientarea inelului degurge tocmai din acest fapt, conform cu rezultatele stabilite teoretic.

Un pendul original

Din sîrmă de sonerie confectionăm un inel astfel încît să aibă 15—20 de înfășurări, iar prin interiorul lui să poată pătrunde, fără atingere, polul unui magnet în formă de bară. Suspendăm printr-un fir inelul de un suport, astfel încît să poată oscila, iar în această oscilație magnetul să intre și să iasă din inel fără a se lovi de el. Capetele sîrmiei care formează inelul sint legate la polii unei baterii electrice de buzunar (fig. 198). Legînd capetele sîrmiei la polii bateriei, se constată că inelul începe să se deplaseze într-o parte sau în cealaltă, în funcție de schimbarea legăturii de la polii bateriei.

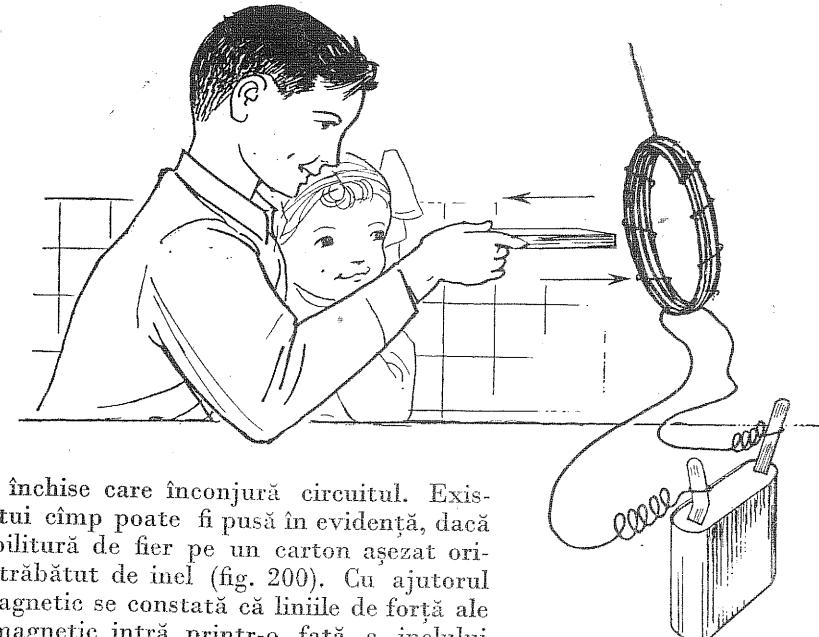
EXPLICATIE

În jurul unui magnet există un cîmp magnetic ale cărui linii de forță pot fi materializate cu ajutorul piliturii de fier presărată pe un carton așezat deasupra magnetului (fig. 199). Aceste linii ies din polul nord și intră în polul sud al magnetului.

Inelul format dintr-un număr de înfășurări (spire), fiind străbătut de un curent, generează un cîmp magnetic ale cărui linii de forță

147

FIG. 198.



sînt curbe închise care înconjură circuitul. Existența acestui cîmp poate fi pusă în evidență, dacă presăram pilitura de fier pe un carton așezat orizontal și străbătut de inel (fig. 200). Cu ajutorul unui ac magnetic se constată că liniile de forță ale cîmpului magnetic intră printr-o față a inelului și ies prin cealaltă. Sensul lor este dat de regula burghiuului. Dacă așezăm burghiul perpendicular pe planul inelului și-l rotim în sensul în care circulă curentul electric, burghiul se deplasează în sensul cîmpului magnetic. Față inelului prin care ies liniile cîmpului mag-

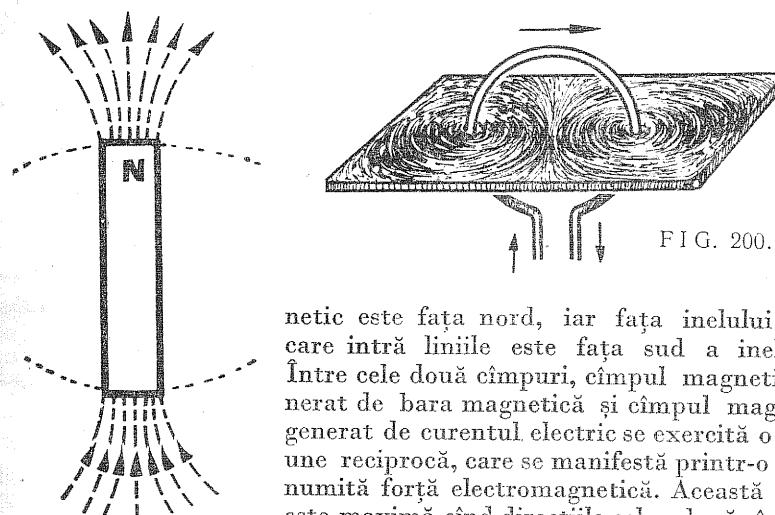


FIG. 199.

netic este fața nord, iar fața inelului prin care intră liniile este fața sud a inelului. Între cele două cîmpuri, cîmpul magnetic generat de bara magnetică și cîmpul magnetic generat de curentul electric se exercită o acțiune reciprocă, care se manifestă printr-o forță numită forță electromagnetică. Această forță este maximă cînd direcțiile celor două cîmpuri sunt parallele și este zero cînd aceste direcții

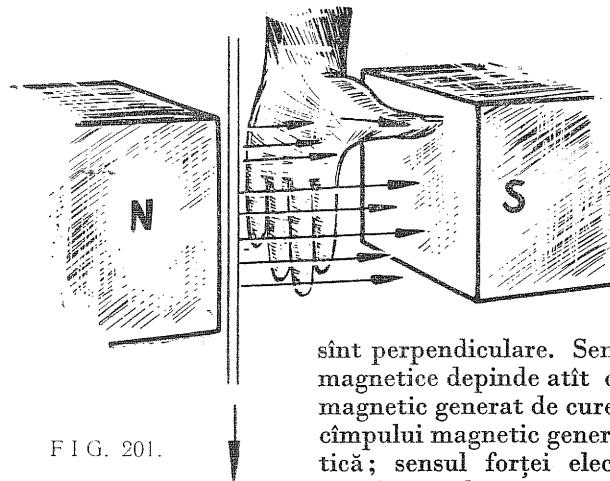


FIG. 201.

sint perpendiculare. Sensul forței electromagnetice depinde atât de sensul cîmpului magnetic generat de curent cît și de sensul cîmpului magnetic generat de bara magnetică; sensul forței electromagnetice este dat de regula mîinii stîngi (fig. 201). Se

așază palma stîngă pe conductor cu degetele în sensul curentului și cu palma în așa fel încît cîmpul magnetic al barei magnetice să intre în palmă. Degetul mare arată sensul forței electromagnetice. Mișcarea pendulară a inelului se datorește deci forței electromagnetice care-si schimbă sensul ori de câte ori schimbăm polaritatea.

Principiul motorului electric

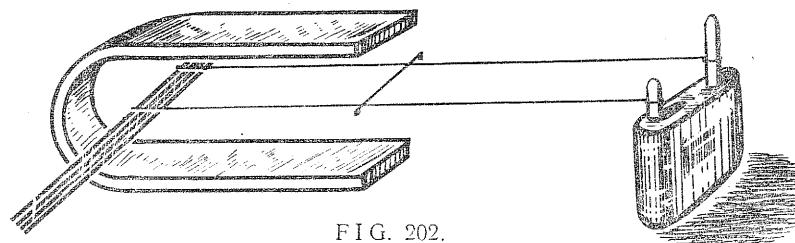


FIG. 202.

Introducem între ramurile unui magnet în formă de potcoavă două fire de sîrmă de cupru izolată. Capetele din interiorul magnetului le fixăm de un suport metalic, iar celelalte două capete le legăm la cei doi poli ai unei baterii electrice. Am improvizat astfel un fel de şine paralele. Pe aceste „şine“ vom aşeza o bucătă de sîrmă subire cu capetele indoite, astfel încît aceasta să poată aluneca ușor pe „şine“ (fig. 202).

Vom constata că bucata de sîrmă se deplasează pe „şine“ încr-un sens sau altul, în funcție de modul cum am legat polii.

Pe această experiență se bazează construcția și funcționarea motoarelor electrice. Deosebirea constă în faptul că în cazul motoarelor se realizează mișcarea circulară a bobinei rotorului (indusul) în cîmpul magnetic al statorului (inductorul).

EXPLICĂȚIE

Și în acest caz, ca și în experiența precedentă, forța electromagnetică este aceea care determină deplasarea bucătii de sîrmă. Deplasarea pe „şine“ încr-un sens sau altul se datorește schimbării modului de legare la cei doi poli ai bateriei.

Un motor elementar

Luăm un mosor de ață mai mare pe care îl înfășurăm cu sîrmă de sonerie. Un capăt al sîrmei îl montăm în jgheabul practicat în discul mosorului, iar celălalt capăt îl fixăm de marginea acestui disc. Ambele capete vor fi curățate de izolament. Introducem acum în circuitul unei baterii electrice această bobină. Circuitul îl realizăm printr-o sîrmă dreaptă de cupru care se sprijină liber cu un capăt în mercurul pe care îl introducem în jgheab, iar cu celălalt capăt într-un suport situat pe direcția axei mosorului. Locașul suportului unde se sprijină capătul sîrmei de cupru este conductor. De la acest locaș, un conductor merge la un pol al bateriei; celălalt pol al bateriei este legat cu un conductor la un întrerupător, iar de la întrerupător un conductor de legătură merge la capătul bobinajului fixat de marginea discului. S-a realizat astfel un circuit prin care curentul furnizat de baterie poate trece, cînd facem contactul la întrerupător (fig. 203); bobina devine în acest caz un solenoid. Dacă trecem curent prin circuitul realizat, vom observa că sîrma de cupru începe să se rotească, astfel încît capătul sprijinit în jgheabul cu mercur parurge circumferința jgheabului, iar celălalt capăt al sîrmei se învîrtește în locașul suportului. Mișcarea executată de către sîrma de cupru se asemăna cu mișcarea unui pendul conic.

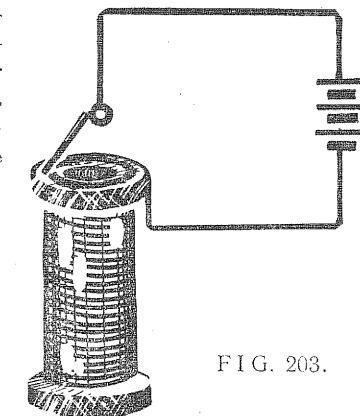


FIG. 203.

EXPLICATIE

Solenoidul generează în exterior un cîmp magnetic la fel ca al unui magnet în formă de bară. De asemenea, un cîmp magnetic este generat și de un curent liniar. Între două cîmpuri magnetice se exercită o acțiune reciprocă, și anume o forță electromagnetică. În experiență descrisă, forța electromagnetică rezultă din interacțiunea cîmpului magnetic exterior al solenoidului cu cîmpul magnetic generat de curentul electric liniar, care trece prin sîrma de cupru ce se sprijină liber în suporturi. Datorită acestei forțe, capătul sîrmei care se sprijină pe mercurul aflat în jgheab este deplasat pe drumul circular al jgheabului; în acest timp, celălalt capăt se mișcă pe loc în locașul său. În acest fel, mișcarea sîrmei de cupru se aseamănă cu mișcarea unui pendul conic.

Tot un motor elementar

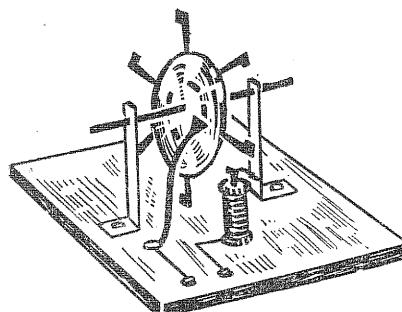


FIG. 204.

Pentru a construi acest motor, vom realiza mai întîi părțile lui componente. În acest scop vom tăia dintr-un carton trei discuri cu diametrul de 6 cm. În jurul unuia din aceste discuri vom tăia șase deschideri echidistante dirijate spre central discului. În aceste deschideri vom așeza capetele a șase cuie de fier de cîte 7 cm lungime, după ce vîrfurile lor au fost tăiate. Vom lipi acum celelalte două discuri de primul, cîte unul de fiecare parte. Am realizat astfel șase numai la armătură a motorului. Vom trasa acum pe această armătură un cerc concentric cu raza de 2 cm; în lungul circumferinței acestui cerc vom executa douăsprezece găuri echidistante

prin care se va trece un fir de cupru, curătat de izolament, gros de 0,1 mm, astfel încît să obținem șase contacte pe care le punem în legătură cu axul armăturii prin extremitățile libere ale firului, infășurate în jurul acestuia. Axul poate fi realizat dintr-un ac de tricotat.

Cu ajutorul unui cui identic cu acelea folosite pentru confectionarea armăturii vom construi o altă parte componentă a motorului, și anume electromagnetul. Pentru aceasta introducem cuiul de fier prin canalul unui mosor, iar pe mosor infășurăm 222 două straturi de sîră de sonerie (izolată). Electromagnetul, fiind construit, îl vom

fixa cu ținte de placă de lemn care constituie socul motorului în ansamblul său. Suportul armăturii îl vor forma două lame din tablă de fier tăiate dintr-o cutie de conserve. Cu ajutorul unui cui ascuțit vom găuri capetele libere ale lamelor suport și vom sprijini în aceste găuri axul armăturii. Celelalte capete ale lamelor, după ce le îndoim în unghi drept, le fixăm prin ținte pe socul motorului. Este de ajuns să privim schița (fig. 204), pentru a înțelege cu ușurință asamblajul motorului.

Tot pe soclu este fixată o sîrmă care prezintă la capătul liber o perie metalică formată dintr-un mânunchi de fire metalice subțiri (din lită) care se sprijină pe armătură, și anume pe contactele realizate din sîră de cupru trecută prin găurile practicate în armătură, ale cărei extremități fac legătura cu axul.

După cum se vede din figură, capătul fix al sîrmei care poartă peria este legat printr-un conductor la o bucă fixată în soclu; la o a doua bucă vine un capăt al sîrmei infășurate pe mosor; celălalt capăt al infășurării îl legăm la suportul din dreapta axului. Depărtarea dintre bucle trebuie să fie astfel, încît să permită introducerea stecărului unui cablu conductor.

Introducem acum stecărul de la celălalt capăt al cablului în priza unui transformator de sonerie legat la rețeaua de curent alternativ. Se folosește în felul acesta, pentru alimentarea motorului, un curent alternativ de mică tensiune. Acest curent alternativ va fi trimis direct în bobinajul electromagneticului.

Vom observa, după cîteva încercări, că armăatura începe să se învîrtească cu o viteză corespunzătoare frecvenței curentului.

EXPLICATIE

Continuitatea mișcării de rotație a armăturii este asigurată prin circuitul întrerupt realizat de peria metalică care se sprijină succesiv cînd pe un contact, cînd pe portiunea dintre contactele de pe armătură. Cînd peria se sprijină pe un contact, o fază a curentului trece prin circuitul realizat bucă-perie-sîrmă de contact-ax-suportul axului — bobina electromagneticului—celalătă bucă, cînd polul corespunzător pentru electromagnetic, iar acesta atrage cuiul vecin al armăturii, deci determină un început de rotație al acesteia. Datorită rotației, peria ajunge să se sprijine pe regiunea dintre contacte și astfel circuitul este întrerupt. În virtutea inerției, armătura continuă să se rotească și astfel peria ajunge pe contactul următor. Acum se realizează din nou circuitul și cea de-a doua fază a curentului trece prin acest circuit, cînd polul de semn contrar pentru electromagnetic. Acest pol produce același efect ca și în primul caz, și anume atrage cuiul următor al armăturii și imprimă astfel continuitatea mișcării de rotație a armăturii. După aceasta, fenomenul se repetă, iar armătura se va roti cu o viteză corespunzătoare frecvenței curentului.

Un motor simplu de curent continuu

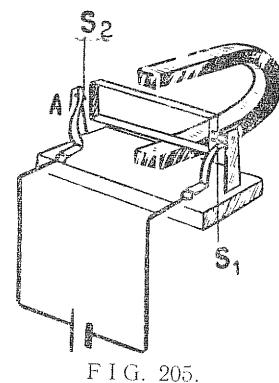


FIG. 205.

Confectionăm un cadru dreptunghiular din sîrmă, pe care îl montăm după axul longitudinal, astfel încît să se poată mișca în suporturi. Pentru ca frecarea axului în suport să fie redusă, vom unge cu uleiul locașurile de susținere ale axului. Un capăt al sîrmei care formează cadrul îl vom conecta cu axul, iar celălalt capăt, transformat într-un T rigid, va face contact cu un resort de alamă S_1 , la fiecare rotație a cadrului. Resortul este confectionat dintr-o lamă tăiată din tablă de alamă. O baterie este conectată la resortul S_1 cu un pol și, de asemenea, cu un alt doilea resort S_2 , care face contact cu axul în A. În felul acesta, prin cadrul trece curentul furnizat de baterie. Cadrul este introdus între polii unui magnet în formă de U (fig. 205).

Vom observa că la trecerea curentului prin cadrul, acesta începe să se rotească în jurul axului. Pentru ca rotația să fie continuă, vom monta pe ax o rotiță metalică. Sensul de rotație al cadrului se schimbă dacă inversăm polii magnetului sau inversăm legătura resorturilor la polii bateriei.

EXPLICATIE

Cînd curentul trece prin cadrul, polii bateriei sînt în contact cu resortul S_1 , respectiv S_2 ; o latură a cadrului se află în dreptul unui pol al magnetului, iar cealaltă latură — paralelă cu ea — în dreptul celuilalt pol al magnetului. În această poziție a cadrului, forțele electromagnetice care acționează asupra laturilor formează un cuplu, iar cadrul se rotește. Prin rotirea cadrului se întrerupe contactul cu S_1 , deci curentul nu mai trece prin cadrul. În virtutea inerției însă, mai ales dacă pe ax s-a montat o rotiță metalică, cadrul continuă să se rotească și astfel se restabilește contactul cu S_1 . Curentul trece din nou prin cadrul, cuplul forțelor electromagnetice se restabilește, cadrul suferă un nou impuls și rotația lui continuă. Fenomenul se repetă și astfel cadrul execută o mișcare de rotație continuă în jurul axului său.

Dacă inversăm polii bateriei sau ai magnetului, se schimbă sensul de rotație al cuplului și deci al cadrului. Această schimbare are loc, deoarece sensul forței electromagnetice depinde atât de sensul curentului cît și de sensul cîmpului magnetic.

Să ne construim singuri o rețea telefonică

Luăm o cutiă de carton, un receptor de la o casă telefonică, două lame de ras și un baton de cărbune. Bineînțeles, avem nevoie și de o sursă electrică (una sau două baterii de lanternă).

Pe partea lată a cutiei trasăm cu un briceag ascuțit două creștări fine, paralele, distanțate una față de alta cu aproximativ 4 cm. Introducem în fiecare din aceste creștări cîte o lamă de ras. Dacă lamele nu se fixează destul de solid, vom folosi și puțină ceară roșie; pentru aceasta încălzim lama și, fierbinte fiind, o presăm de ceară, iar după aceea o înfigem în creștătură respectivă. Facem legătura uneia din lame cu un pol al sursei de curent. Cealaltă lamă o legăm la un fir careiese din cablul receptorului, urmînd ca al doilea fir al cablului să-l legăm de celălalt pol al sursei. În felul acesta s-au montat în circuitul sursei lamele de ras și receptorul telefonic. Pe marginile celor două lame de ras așezăm batonul de cărbune; în lipsa acestuia putem folosi un creion despicate în două, astfel încît mina creionului să fie în contact cu marginile lamelor. Cu aceasta, instalația telefonică este gata (fig. 206).

Pentru a încerca funcționarea instalației, vom pune receptorul la ureche și în acest timp vom deplasa creionul pe marginile lamelor. Trebuie să auzim în receptor un zgomot asemănător cu parazitii de la postul de radiorecepție.

Pentru a acorda telefonul cu vocea omenească, așezăm un ceasornic deșteptător pe cutie și deplasăm creionul pînă cînd auzim în receptor tic-tacul ceasornicului

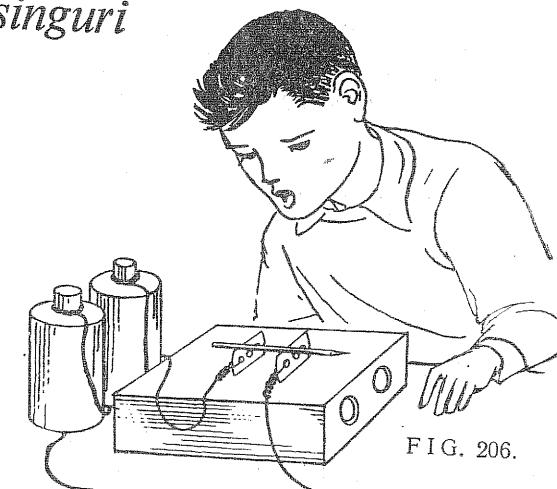


FIG. 206.



de trei, patru ori mai tare decit cel obisnuit. Dacă s-a găsit cea mai bună poziție, atunci audiția ceasornicului sau a vorbirii directe și distințe în fața cutiei vor putea fi recepționate clar. Cind linia este destul de lungă, trebuie să ne astupăm cealaltă ureche, pentru ca audiția să fie bună.

EXPLICĂȚIE

Undele sonore produse de vocea omului sau de alt izvor sonor determină vibrația cutiei; dacă în timp ce emitem un sunet apucăm cutia cu degetele, vom simți aceste vibrații. Vibrațiile cutiei se transmit la creion, iar acesta vibrând, la rîndul lui, provoacă întreruperi în trecerea curentului. Acest curent continuu pulsator alimentează electromagnetul receptorului. Diafragma receptorului vibrează, la rîndul ei, și reproduce undele sonore care au acționat asupra cutiei la cealaltă extremitate a liniei. Dacă vom freca peretele cutiei sau vom face să cadă pe cutică grăunțe de nisip, se va auzi în receptor zgometul produs.

CURENTUL FOUCALU

Un pendul curios.

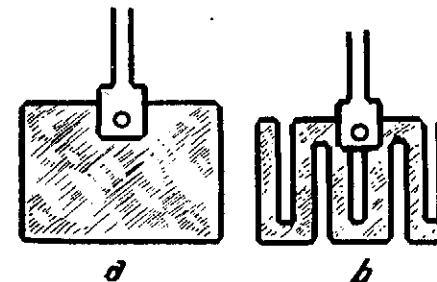


FIG. 207.

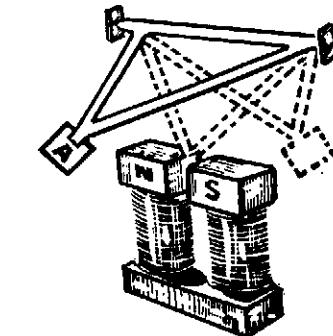


FIG. 208.

Luăm două bucăți de aluminiu, adică două plăci care să aibă aceleasi dimensiuni. Una din plăci va fi întreagă, iar cealaltă va fi prevăzută cu o serie de tăieturi de-a curmezișul ei (fig. 207, a și b). Perforăm apoi plăcile la mijloc în partea de sus, pentru a putea fi fixate printre-un mic șurub cu piuliță la un sistem de două bare în formă de V. Capetele libere ale barelor vor fi prevăzute cu cîte un inel. Prin inele vom introduce prin frecare o tijă cilindrică de metal care să se sprijine prin cele două capete, pe care le ascuțim, în două adincituri practicate în niște suporturi. Așz realizat astfel un pendul. Facem să oscileze acest pendul între polii unui electromagnet (fig. 208). La trecerea unui curent electric prin infășurarea electromagnetului, oscilațiile pendulu lui confectionat din bucata masivă de aluminiu se amortizează repede. Confectionind pendulul din bucata de aluminiu prevăzută cu tăieturi, constatăm că oscilațiile durează un timp mult mai lung decit în cazul pendulului format din aluminiu masiv, adică amortizarea se face într-un timp mai îndelungat.

EXPLICĂȚIE

Se știe că, datorită variației cîmpului magnetic, iau naștere într-un circuit închis curenti de inducție. Curenti de inducție iau, de asemenea, naștere și în conductoarele masive, dacă variază cîmpul

magnetic din interiorul lor. Asemenea curenți de inducție care iau naștere în conductoare masive se numesc curenți Foucault. Conform legii lui Lenz, sensul curentului de inducție este astfel încât cimpul lui magnetic se opune mișcării care produce inducția electromagnetică. În experiența descrisă apar curenți de inducție în bucata masivă de aluminiu, adică apar curenți Foucault. Este evident că încretinirea mișcărilor pendulului este determinată, potrivit legii lui Lenz, de către curenții Foucault.

În cazul pendulului în care bucata de aluminiu prezintă tăieturi, oscilațiile aproape că nu sunt frâmate, deoarece tăieturile practicate în bucata de aluminiu împiedică formarea curenților Foucault sau în orice caz îi slabesc foarte mult; tăieturile provoacă întreruperi în lungul bucătii de aluminiu, împiedicând astfel formarea curenților Foucault, în consecință se înălță cauza care provoacă frânarea oscilațiilor.

Spirala lui Roget

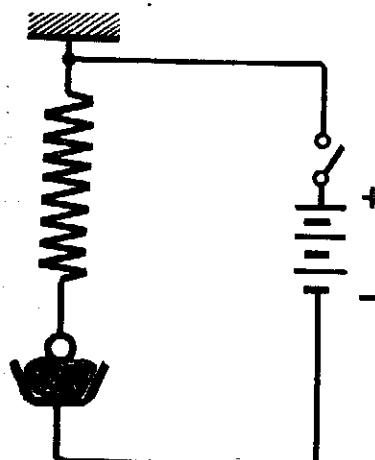


FIG. 209.

pendată la capătul spiralei oscilează ca orice pendul elastic, îndepărându-se și apropiindu-se de suprafața mercurului din vas. Această mișcare oscillatorie nu se amortizează.

EXPLICATIE

Două conductoare paralele în care circulă curenți electrici de același sens se atrag reciproc.

Să considerăm două conductoare liniare și paralele, de lungime infinită, aflate la distanță d unul față de altul (fig. 210). Acești curenți sunt înconjurați de linii de forță magnetică de formă circulară, al căror sens este dat de regula burghiului.

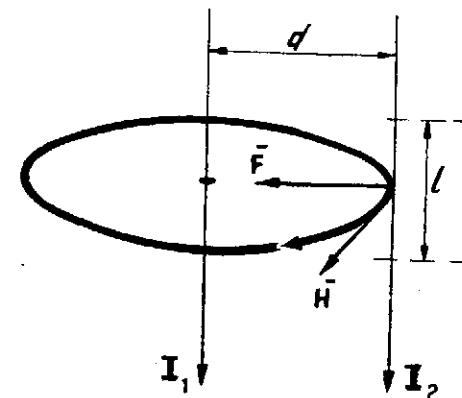


FIG. 210.

Conform legii lui Biot și Savart, cimpul produs de curentul cu intensitatea I_1 , la distanță d este $H = \frac{I_1}{d}$. El acționează asupra unei porțiuni oarecare de lungime l , din celălalt conductor, cu o forță F , orientată după regula mânii stângi. Această forță tende să apropie conductoarele și are intensitatea

$$F = \mu I_1 l H.$$

Eliminând pe H între cele două relații care ne dă pe H și pe F , se determină forța de atracție reciprocă dintre cei doi curenți I_1 și I_2 :

$$F = 2\mu \frac{I_1 I_2}{d} l.$$

În experiența descrisă, la trecerea curentului prin spirală, spirele se atrag reciproc (curenții prin spire sunt paraleli și de același sens).

Datorită atracției, spirala se scurtează (se strâng) și contactul cu mercurul se întrerupe. Acțiunea electromagnetică încetează și atunci spirala se alungește, datorită acțiunii greutății suspendate. Alungindu-se, greutatea metalică atinge din nou suprafața mercurului din vas, curentul se restabilește, spirele se apropie datorită atracției reciproce dintre ele, fenomenul de oscilație se repetă și este întreținut atât timp cât se apasă pe butonul întrerupătorului.



Capitolul IV
**OSCILAȚII ELASTICE
ACUSTICĂ**

Cuprinde :

MISCAREA OSCILATORIE

MIŞCAREA OSCILATORIE

Pendulul lui Foucault

Străpungem un măr cu un bețișor ascuțit la un capăt, pe direcția cozii, astfel încât vîrful lui să iasă prin partea opusă. Legăm celălalt capăt al bețișorului cu un fir de ată și suspendăm mărul de capătul unui ac cu gămălie însipit într-un dop care este susținut de trei furculițe, așezate cu cozile pe marginea unei farfurii (fig. 211). Am realizat astfel un pendul.

Pe fundul farfuriei presărăm zahăr pudră și formăm două grămăjoare diametral opuse, asemenea unor dune de nisip. Potrivim apoi lungimea pendulului, prin înfigerea sau scoaterea acului cu gămălie din dop, astfel încât vîrful ascuțit al bețișorului, care a străbătut mărul, să atingă grămăjoarele de zahăr, atunci cînd vom face să oscileze pendulul.

Prinț-o lovire a mărului provocăm oscilația pendulului improvizat. La fiecare oscilație a pendulului, vîrful bețișorului trece exact pe aceleași urme pe care le-a trasat inițial în cele două grămăjoare de zahăr.

Învîrtim apoi farfurie cu întreaga construcție a pendulului, fără a o zdruncina. Vom constata că, deși întregul sistem pendular s-a rotit, totuși vîrful bețișorului trasează în grămăjoarele de zahăr, la fiecare oscilație o altă urmă, distinctă față de precedentă.

EXPLICATIE

Încă din anul 1851, fizicianul francez Foucault a realizat o experiență cu pendulul care îi poartă numele, sub cupola Panteonului din Paris, prin care a demonstrat mișcarea de rotație a Pămîntului. Pendul construit de el avea lungimea de 79 m, iar masa oscilantă cîntărea 25 kg și era prevăzută cu un vîrf care trasa niște urme pe un jgheab circular de nisip, după fiecare oscilație. Aceste urme care nu coincideau una cu alta au demonstrat mișcarea de rotație a Pămîntului. Planul de oscilație al pendulului rămînind același, urmează că Pămîntul se rotește.

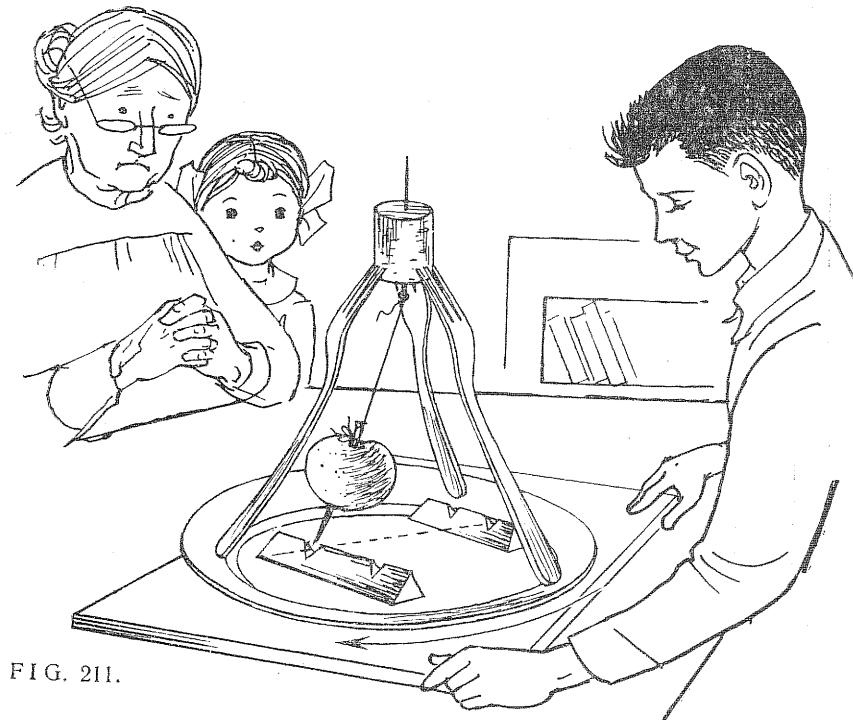


FIG. 211.

În experiență descrisă, farfurie reprezintă Pămîntul, iar rotația ei — rotația Pămîntului. Cînd farfurie cu întreg sistemul pendular rămîne fixă și urmele oscilațiilor rămîn aceleași. Cînd farfurie cu pendul montat pe ea se rotește, urmele trasate de vîrful bețișorului în grămăjoarele de zahăr nu mai coincid. Concluzie: planul de oscilație al pendulului rămînind același, farfurie, adică Pămîntul, se rotește, pentru că urmele trasate se schimbă.

Un joc cu pendule

Întindem între două suporturi solide, de exemplu, între doi pereti, o sfoară de 4—5 m lungime. Pe această sfoară, lîngă unul din capetele ei, suspendăm un pendul care va fi considerat sursă de oscilații, iar lîngă celălalt capăt suspendăm trei pendule de lungimi diferite (fig. 212).

Masa pendulului 1 trebuie să fie mai mare decît a celorlalte pendule. Punem în mișcare oscillatorie pendulul 1. Vom observa că pendulul 3, a căruia lungime este egală

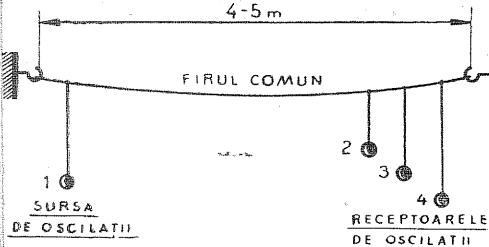


FIG. 212

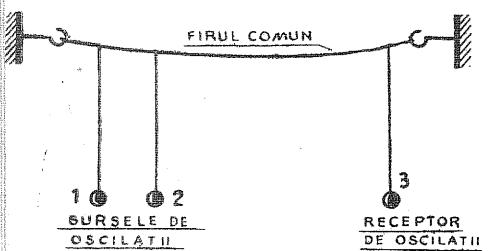


FIG. 213

O variantă a acestei experiențe o realizăm dacă înlăturăm pendulul 1 și legăm săfara comună cu mîna, cu o amplitudine mică. Potrivind frecvența acestor legănări (oscilații), putem determina, după dorință, pe oricare din pendulele 2, 3 și 4 să oscileze.

Să legăm acum trei pendule de aceeași lungime de firul comun. Două din ele să fie suspendate alături, aproape de unul din capetele săfarii comune, iar al treilea la celălalt capăt (fig. 213).

Dacă depărțăm pendulele 1 și 2 în sensuri opuse și le dăm drumul, vom observa că pendulul 3 rămîne nemîșcat.

Dacă, dimpotrivă, depărțăm pendulele 1 și 2 în același sens și le dăm drumul, vom observa că pendulul 3 începe să oscileze. Și, ceea ce este interesant, se constată că în acest caz amplitudinea oscilațiilor este mai mare decât în cazul cînd drept sursă de oscilații servea numai un singur pendul.

EXPLICATIE

În aceste experiențe s-a demonstrat fenomenul de rezonanță a pendulelor. Această demonstrație este mai bună decât aceea folosită de obicei în școală cînd, în loc de o săfară comună, se întrebunțează o bară comună și relativ scurtă. În felul acesta, între pendule se realizează o foarte puternică legătură, iar fenomenul de rezonanță este însotit de bătăi, adică de maxime și de minime de oscilații,

cu a pendulului 1, începe să oscileze. Amplitudinea mișcării acestui pendul va fi însă mai mică decât a pendulului 1. Cu timpul, oscilațiile ambelor pendule se amortizează, adică începează.

Putem face și altfel această experiență. Drept sursă de vibrații să considerăm pendulele 2, 3 și 4, care să aibă mase mai mari. În acest caz vom modifica lungimea pendulului 1 cu masă mai mică, astfel încît el să devină, după dorință, de lungime egală cu a pendulului 2, 3 sau 4. Pentru aceasta este bine ca firul de care este suspendat pendulul 1 să fie lung și trecut printr-un inel fixat de săfara comună. Procedind astfel, putem modifica cu ușurință lungimea pendulului 1.

Punând în mișcare oscilatorie pendulele 2, 3, 4 și modificând lungimea pendulului 1, astfel încît să fie egală cu una din celelalte trei, vom observa că el va intra în acea mișcare oscilatorie, adică va avea frecvența pe care o are pendulul a cărui lungime este identică cu a lui.

Care se succed la intervale egale de timp. Fenomenul de bătăi complice pe cel de rezonanță și distrage atenția de la fenomenul principal, adică de la fenomenul de rezonanță. Prin folosirea săfarii comune, fenomenul de bătăi este înălțurat, deoarece în acest caz avem de-a face cu o legătură slabă între pendule.

Fenomenul de rezonanță, adică transmiterea mișcării oscilatorii de la un pendul la altul, ele avînd aceeași lungime, se datorează faptului că mișcarea oscilatorie a pendulului considerat sursă de oscilații se transmite sub formă de unde la celălalt pendul care le receptionează și deci intră și el în mișcare oscilatorie.

În cazul cînd avem ca sursă de oscilații două pendule identice pe care le-am făcut să oscileze în sens opus unul față de altul, adică prezintă o diferență de fază egală cu 180° ($\delta = \pi$) sau cum se spune, sunt în opozitie de fază; pendulul 3 nu oscilează, deoarece undele transmise de celelalte două pendule pe firul comun se anulează reciproc.

În fine, cînd cele două pendule oscilează în același sens, adică prezintă o diferență de fază egală cu zero ($\delta = 0$) sau, cum se spune, sunt în concordanță de fază; pendulul 3 oscilează, și anume cu amplitudine mare, deoarece undele trimise de celelalte două pendule pe firul comun se adună.

Aceste demonstrații pot fi considerate ca analogii mecanice ale procesului de radiotransmisie și receptie, precum și al comprimării sau anulării reciproce a undelor emise de două centre oscilatorii, după cum sunt în concordanță de fază sau nu.

Cum putem tăia sticla cu foarfecele?

Foarte simplu: luăm o bucătă de geam pe care o afundăm în apă dintr-un vas; o ținem cu o mînă, de asemenea, eufundată în apă, iar cu cealaltă mînă, în care avem foarfecele și care se află tot în apă, procedăm la tăierea geamului. Geamul poate fi tăiat în linie dreaptă sau curbă, după dorință, fără a se sparge (fig. 214).

EXPLICATIE

Ceea ce determină spargerea sticlei sunt vibrațiile care se produc în timpul tăierii. Dacă înlăturăm producerea acestor vibrații, sticla nu se mai sparge. Apa amortizează vibrațiile foarfecelor și ale sticlei.



FIG. 214.

În consecință putem tăia sticla fără a se sparge. Dacă vom lăsa să iasă din apă cea mai mică parte din foarfece sau din sticlă, vibrațiile care se produc determină spargerea sticlei. Putem împiedica producerea vibrațiilor și dacă vom lipi pe geam fișii de hîrtie în toate direcțiile. Aceste hîrtii amortizează în deajuns vibrațiile, pentru a împiedica spargerea sticlei; procedeul cu apa este totuși mai sigur.

Sunete și mișcare

Procurăm un pahar de cristal subțire care să sună bine. Turnăm apa în pahar pînă aproape la un centimetru de marginea lui. Ștergem bine marginea paharului, pentru a înlătura apa care eventual ar fi rămas pe ea.

Confectionăm din hîrtie o figură în formă de cruce, cu brațe egale. Așezăm această cruce pe marginea paharului și îndoim în unghi drept capetele brațelor acestei cruci, pentru a se împiedica o alunecare laterală a acesteia (fig. 215).

Cu degetul ud frecăm paharul într-un loc oarecare de pe suprafața sa exterioară. Vom auzi un sunet și, mai mult, dacă degetul cu care frecăm paharul se află sub unul din brațele crucii de hîrtie, aceasta va rămine nemișcată, iar dacă, dimpotrivă

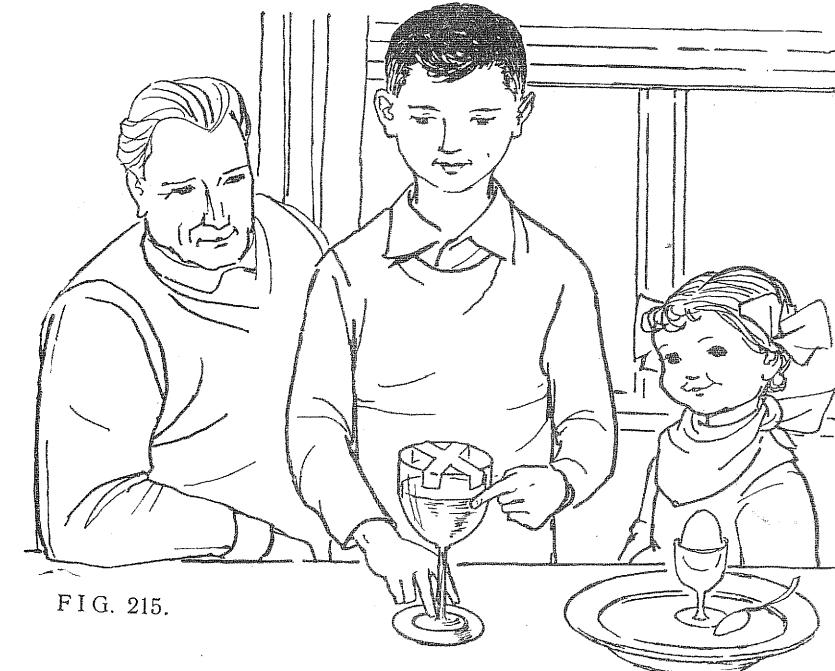


FIG. 215.

se freacă partea din pahar situată între două brațe ale crucii, atunci crucea începe să se rotească. Această rotație începează atunci cînd unul din brațele crucii ajunge deasupra părții frecate de deget.

Deplasînd degetul în jurul paharului, vom putea roti crucea după dorință.

EXPLICĂȚIE

Prin frecarea paharului producem vibrarea lui, iar datorită vibrațiilor se produce sunetul.

Ca și în cazul vibrației unei coarde sonore și prin vibrația paharului se produc noduri și ventre. Nodurile sunt puncte de vibrație nulă, iar ventrele puncte de vibrație maximă. Nodurile și ventrele alternatează la distanțe egale.

În cazul experienței descrise, brațele crucii rămîn nemișcate cînd se află la noduri și se pun în mișcare cînd se află la ventre.

Atât nodurile cît și ventrele se găsesc pe marginea paharului. De aceea, rămînerea în repaus a brațelor crucii cînd se află la noduri se datorează faptului că în acele locuri marginea paharului nu vibrează, iar mișcările lor cînd se află la ventre se datorează faptului că în acele locuri marginea paharului vibrează cu amplitudine maximă.

Sunetul determină mișcarea unui corp

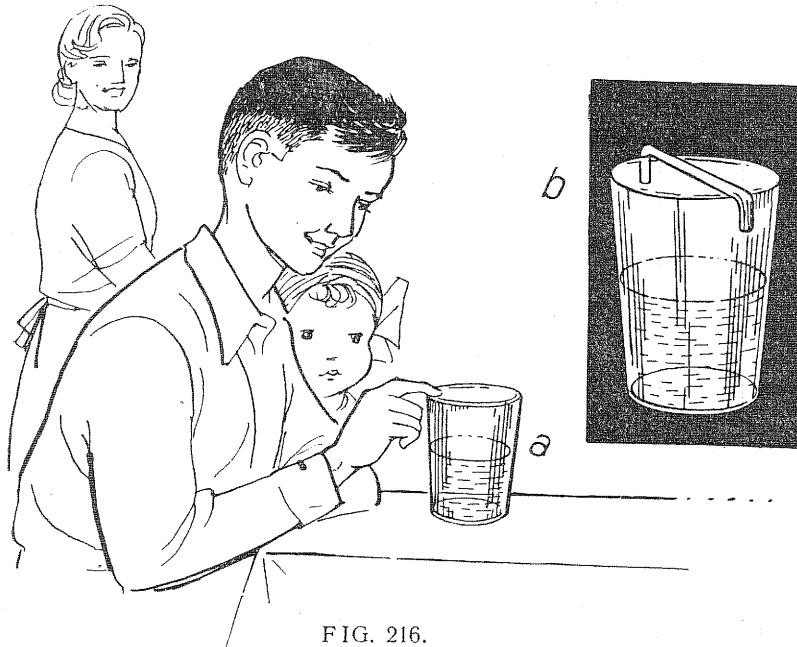


FIG. 216.

Luăm două pahare identice, dacă e posibil, de cristal. Se umplu apoi cu apă pînă la un sfert din înălțimea lor. Vom așeza apoi aceste pahare pe masă la o oarecare distanță unul de altul (fig. 216). Facem să sună un pahar, apoi celălalt, printr-o lovire ușoară cu o lamă de cuțit asupra marginii paharului. Acordăm sunetul produs de un pahar cu sunetul produs de celălalt pahar, adică le facem să fie la unison prin adăugare de puțină apă cînd în unul, cînd în celălalt. Vom așeza o sîrmă ușoară îndoită la capete peste marginea unuia din pahare. Facem să sună acum cel de-al doilea pahar, frecind marginea lui cu degetul umezit. Vom observa că sîrma de pe celălalt pahar va începe să trepteze.

EXPLICĂȚIE

Din experiența cu pendulele s-a văzut că, dacă avem două pendule de aceeași lungime, făcînd pe unul să oscileze, începe și celălalt să oscileze. În felul acesta s-a demonstrat fenomenul de rezonanță la pendule. În cazul celor două pahare identice avem de-a face cu același fenomen. Prin frecarea marginii unuia din pahare se provoacă vibrarea sau oscilația acestei margini, deci producerea sunetului.

Sunetul se propagă în mediul înconjurător și ajungînd la celălalt pahar, acesta începe de asemenea să sună, și anume la unison, deoarece sunt identice. Dar sunetul este rezultatul unor vibrații, deci marginea acestui pahar trebuie, de asemenea, să vibreze. Datorită acestor vibrații se explică trepidația sîrmei sprijinite pe marginea paharului. Experiența descrisă demonstrează fenomenul de rezonanță în acustică.

Xilofonul și marimba



FIG. 217.

Putem să confectionăm singuri un xilofon. Pentru aceasta trebuie să pregătim opt, douăsprezece sau săisprezece lame înguste și lungi dintr-un lemn dur sau din fier și o planșetă. Vom tăia lamele de lungimi diferite, astfel încît să obținem prin lovire toate notele gamei. În apropierea extremităților găurim de ambele părți fiecare lamă. Diametrul găurii să fie în jurul a 2 mm. Așezăm pe planșetă o bucată de fetru (pisă) și batem cuișoare în planșetă prin găurile practicate în lame. Cuișoare nu trebuie să atingă marginile găurilor. Ne confectionăm apoi două ciocânele din dopuri de cauciuc; xilofonul este gata (fig. 217). Lovind cu ciocânelul într-o lamă, se produce sunetul respectiv.

Marimba se confectionează tot din lame, ca și xilofonul, pe care le găurim lateral la extremități. Prin aceste găuri trece un fir rezistent și realizăm astfel o plachetă flexibilă. Această plachetă, formată din lame, o așezăm deasupra unei cutii construită din mai multe piese de lemn curbate. O asemenea cutie se numește cutie de rezonanță.

Folosind cu pricință ciocănelele, putem executa diferite melodii.

EXPLICĂȚIE

Lamele elastice, din lemn sau din metal, prin lovire vibrează producând sunete. Frecvența sunetului dat de o lamă îngustă, fixată la capete, este dată de relația

$$N = n \frac{v}{2l},$$

unde v este viteza de propagare a sunetului în substanță din care este confectionată lama, l este lungimea lamei, iar n este sirul numerelor întregi corespunzător diferitelor armonici, $n = 1$ corespunzând sunetului fundamental.

Vedem deci că în funcție de lungimea lamei, frecvența sunetului variază. Dar, fiecarei note îi corespunde o anumită frecvență. Deci, ținând seama de acest fapt, putem potrivi ca lungimea diferitelor lame care intră în constituția instrumentului muzical (xilofon, marimba) construit de noi să corespundă diferitelor note ale gamei.



Capitolul V OPTICA

Cuprinde :

PROPAGAREA LUMINII. UMBRE
REFLECȚIE. IMAGINI ÎN OGLINZI PLANE
REFRACTIE. FENOMENE EXPLICATE
CULOAREA CORPURILOR
LENTILE
PRINCIPIUL CINEMATOGRAFIEI
FOTOMETRIE
INTERFERENȚA LUMINII

PROPAGAREA LUMINII. UMBRE

Un cinematograf original

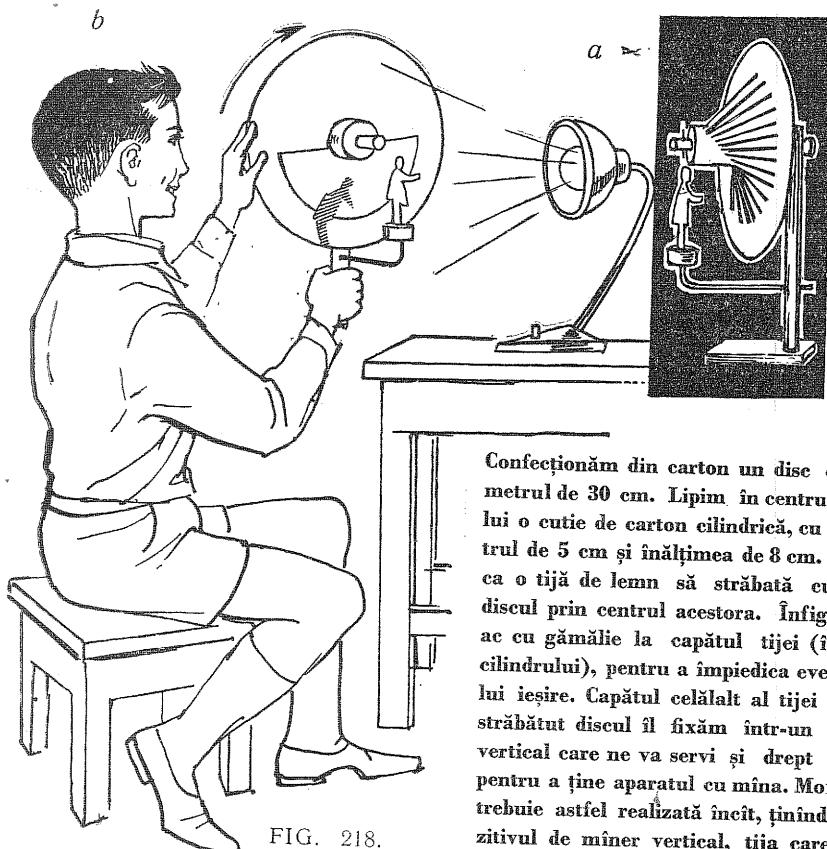


FIG. 218.

Confectionăm din carton un disc cu diametrul de 30 cm. Lipim în centrul discului o cutie de carton cilindrică, cu diametrul de 5 cm și înălțimea de 8 cm. Facem ca o tijă de lemn să străbată cutia și discul prin centrul acestora. Înfigem un ac cu gămălie la capătul tijei (în fața cilindrului), pentru a impiedica eventuala lui ieșire. Capătul celălalt al tijei care a străbătut discul îl fixăm într-un suport vertical care ne va servi și drept mîner pentru a ține aparatul cu mîna. Montarea trebuie astfel realizată încât, ținând dispozitivul de mîner vertical, tija care străbate discul și cutia să fie orizontale.

Pe o jumătate din suprafața cilindrică a cutiei trasăm o linie elicoidală, plecînd de la baza lipită de disc pînă la baza superioară. Pe jumătatea discului, corespunzătoare acestei linii elicoidale, trasăm un semicerc cu raza de 10 cm, concentric cu discul. Perforăm cu ajutorul unui cui subțire 25 de găuri în cutie cilindrică, pe urmele liniei elicoidale, trasate. Găurile trebuie să fie egal distanțate unele de altele. Împărțim și semicercul în 25 părți egale și găurim discul în punctele de divizune. Întindem 25 de fir așa cum se vede în figura 218, a. Primul fir unește gaura care se găsește la înălțimea cea mai mare pe linia elicoidală cu gaura situată la extremitatea semicercului. Un alt fir unește cea de-a doua gaură de pe linia elicoidală cu cea de-a doua gaură de pe semicerc și.a.m.d., fiecare fir face cu planul discului un unghi din ce în ce mai mic.

Vom lipi acum o serie de benzi din hîrtie pe deasupra firilor, astfel încît să realizăm o suprafață cilindrică continuă și compactă. Cu aceasta am terminat construcția dispozitivului.

Decupăm acum dintr-un carton subțire o siluetă, de exemplu un om care stă în picioare, ținind o pălărie în mînă. Fixăm picioarele personajului într-o deschizătură practicată într-un dop fixat printr-o sîrmă de suportul discului, după cum se vede în figura 218, a.

Ținem într-o mînă minerul dispozitivului, iar cu cealaltă mînă învîrtim discul în fața unui mic bec aprins (poate fi și o luminare aprinsă). Vom observa că, atunci cînd partea plană a discului trece îndărătul siluetei, umbra proiectată pe disc rămîne nemîscată însă, de îndată ce partea elicoidală începe să treacă îndărătul siluetei, umbra bustului acestei siluete începe să se incline din ce în ce mai mult înainte, pe cînd umbra picioarelor rămîne fixă, deoarece ea se proiectează pe marginea plană a discului (fig. 218, b). La fiecare rotație a discului vom observa cum umbra siluetei salută înclinîndu-se, apoi se ridică brusc. În tot acest timp silueta însăși rămîne în nemîscare.

Puteam decupa din carton diferite alte siluete, cu care să înlocuim pe prima: un înotător care se scufundă, un trăgător cu arma etc.

EXPLICATIE

Cînd razele de lumină întîlnesc în calea lor un obstacol (un corp opac), nu pot trece mai departe decît acele care mărginesc corpul respectiv. În felul acesta, dacă în spatele corpului opac se află un paravan, se va proiecta pe el umbra corpului opac. Desigur, umbra va avea forma acestui corp.

Cînd paravanul este drept, umbra, de asemenea, este dreaptă; dacă paravanul suferă o înclinare și umbra va suferi aceeași înclinare (fig. 219).

Să presupunem acum că jumătate din paravan, și anume partea lui inferioară rămîne plană, iar cealaltă jumătate prezintă diferite înclinări. În acest caz, o parte din umbra unui obstacol, aceea proiectată pe partea plană a paravanului, rămîne mereu aceeași,

REFLECȚIE. IMAGINI ÎN OGLINZI PLANE

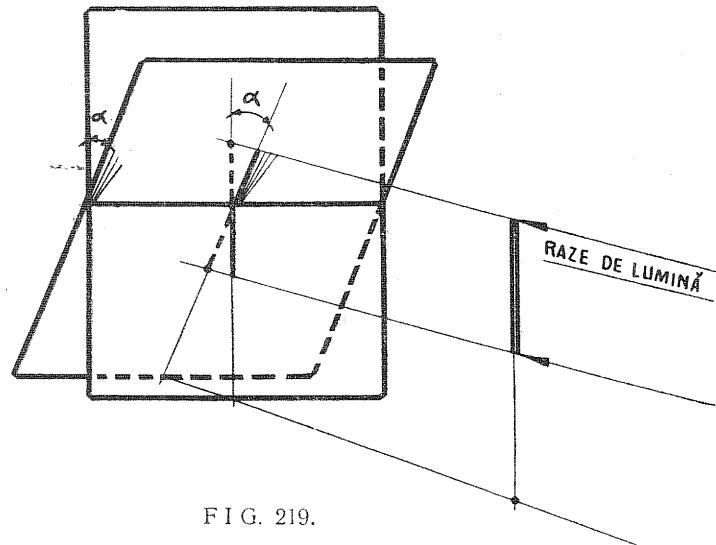


FIG. 219.

în timp ce partea din umbră proiectată pe cealaltă jumătate de paravan se schimbă corespunzător înclinării.

Dacă asupra obstacolului cade un fascicul de lumină conic, atunci umbra obținută pe paravan are dimensiuni cu atît mai mari, cu cît paravanul este mai departat.

În cazul experienței descrise, paravanul este discul, iar fascicul de lumină este conic. Acest paravan prezintă o parte plană (marginea), iar altă parte (într-o jumătate a discului) prezintă diferite înclinări. Umbra proiectată pe un astfel de paravan va începe să se încline din momentul în care, prin învîrtirea discului, apare suprafața elicoidală. Deoarece această suprafață prezintă succesiv înclinări tot mai mari, umbra se va fringe tot mai mult corespunzător acestor înclinări. Partea din umbră care se proiectează mereu pe porțiunea plană nu va suferi nici o schimbare în timpul rotației discului.

În consecință, figurina, deci obstacolul, va rămâne, în tot timpul învîrtirii discului, cu partea inferioară a corpului (picioarele) în aceeași poziție, pe cînd bustul se va înclina din ce în ce mai mult. Linia de la care începe înclinarea umbrei este aceea de la care începe înclinarea paravanului.

Suprafața elicoidală fiind construită numai pe o jumătate a discului, înseamnă că, după ce s-a produs înclinarea maximă a umbrei figurinii (corespunzătoare înclinării maxime a suprafeței elicoidale), va urma îndreptarea bruscă a acestei umbre, deoarece tot brusc vine la rînd, prin învîrtire, cealaltă jumătate a discului care este plană.

Să ne uităm în oglindă

Așezăm pe masă o oglindă plană și privim spre oglindă cu un singur ochi, de exemplu cu ochiul stîng — dreptul fiind închis. Lipim pe oglindă o hîrtiuță, astfel încît să nu se vadă prin oglindă imaginea ochiului închis, adică a ochiului drept. Apoi, fără a deplasa hîrtiuță și fără a mișca capul, închidem ochiul stîng și deschidem pe cel drept. Constatăm și de data aceasta că nu se observă prin oglindă imaginea ochiului închis, adică a ochiului stîng.

EXPLICATIE

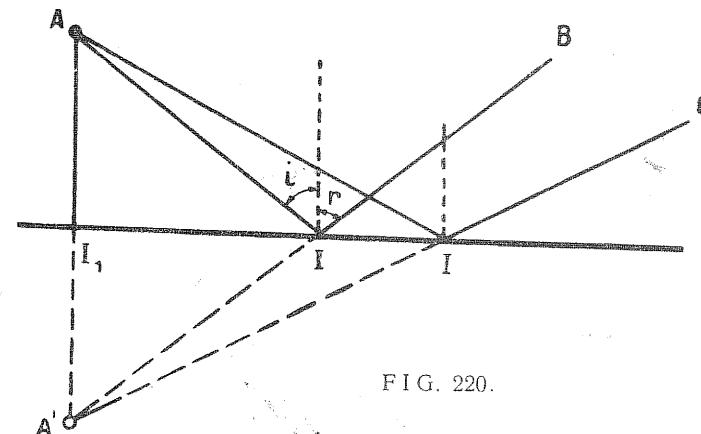


FIG. 220.

Un obiect așezat în fața unei oglinzi plane are o imagine virtuală în spatele oglinzi. Noi vedem această imagine în prelungirea razelor reflectate care sosesc la ochi. Considerăm un punct luminos A așezat în fața oglinzi plane (fig. 220). De la acest punct pornesc raze în toate direcțiile. Fie două din aceste raze AI și AI' numite

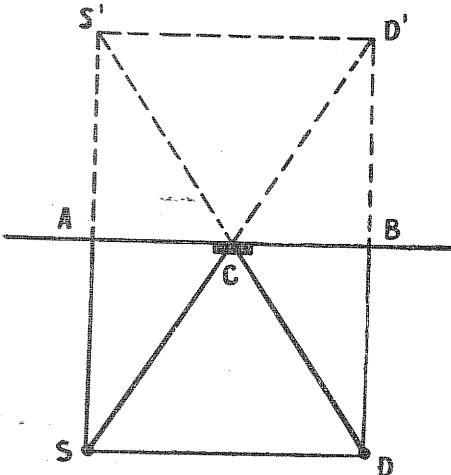


FIG. 221.

În cazul experienței descrise, ochiul este totodată obiect și tot cu el vedem. Când ne uităm în oglindă, de exemplu cu ochiul stîng, cel drept fiind închis, vedem imaginile ambilor ochi (fig. 221); imaginea ochiului stîng o vedem în prelungirea razei SA în S' , la distanța $S'A = SA$; imaginea ochiului drept o vedem în prelungirea razei SC în D' , la distanța $D'C = SC$. Când privim cu ochiul drept, cel stîng fiind închis, vedem, de asemenea, imaginile ambilor ochi; imaginea ochiului drept o vedem în prelungirea razei DB , în D' , la distanța $D'B = DB$; imaginea ochiului stîng o vedem în prelungirea razei DC în S' , la distanța $S'C = DC$.

Deoarece $SA = S'A$, iar $DB = D'B$, urmează că punctele S' și D' sunt simetricele punctelor S și D , oglinda constituind axa de simetrie. Din simetria acestor puncte rezultă simetria segmentelor $S'D'$ și SD față de oglindă. Aceasta înseamnă că segmentele $S'D'$ și SD sunt egale și paralele și deci patrulaterul $SS'D'D$ este un paralelogram. Într-un paralelogram, diagonalele se întrelă în părți egale. Punctul de întrelăiere C este pe axa de simetrie, deci pe oglindă. Dar diagonala SD' este raza vizuală a ochiului stîng, după care se vede imaginea ochiului drept care este închis, iar diagonala DS' este raza vizuală a ochiului drept, după care se vede imaginea ochiului stîng care este închis.

raze incidente; ele se reflectă respectând legea reflectiei ($i = r$), pe directiile IB și IC și ajung la ochi. În prelungirea lor vedem imaginea virtuală A' a punctului A . Dacă mai considerăm o rază incidentă ce cade normal pe suprafața oglinziei, raza AI_1 , ea se reflectă pe aceeași direcție (deoarece $i = 0$, $r = 0$); prelungirea acestei raze reflectate trece, de asemenea, prin punctul A' . Observăm că triunghiurile AI_1I și $A'I_1I$ sunt egale; din egalitatea lor rezultă că $A'I_1 = AI_1$, adică distanța imaginii față de oglindă este egală cu distanța obiectului față de oglindă.

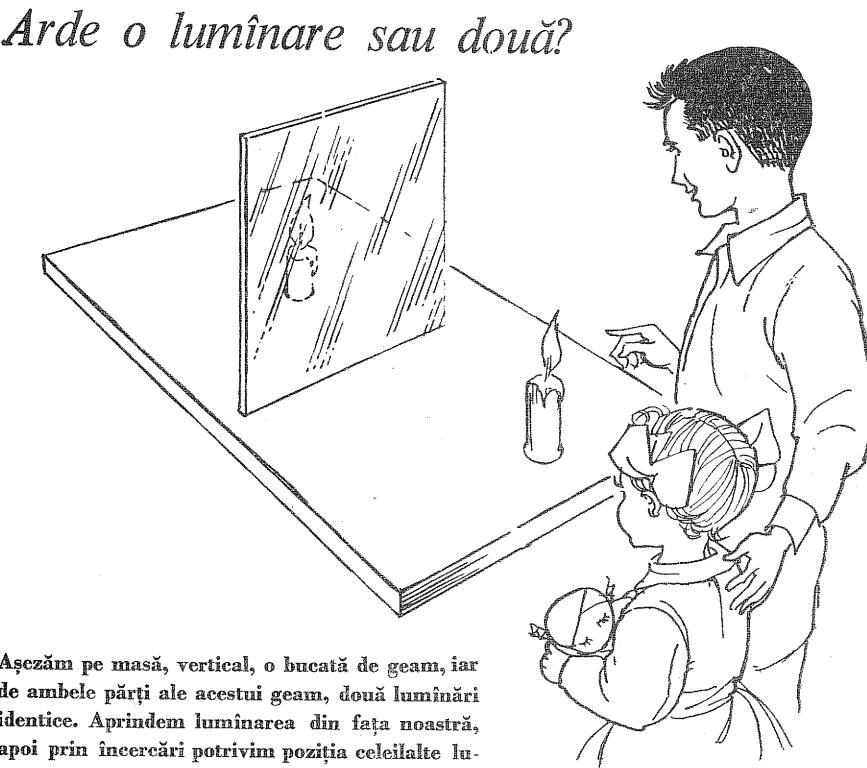


FIG. 222

Așezăm pe masă, vertical, o bucată de geam, iar de ambele părți ale acestui geam, două luminări identice. Aprindem luminarea din fața noastră, apoi prin încercări potrivim poziția celeilalte luminări, pînă cînd ni se pare că și această luminare arde (fig. 222). Este aceeași impresie pe care o avem dacă în locul geamului s-ar afla o oglindă plană, iar în fața oglinziei ar fi luminarea aprinsă. Cea de-a doua luminare aflată în spatele geamului se identifică cu imaginea primei luminări în oglindă plană. Putem afirma deci că imaginea luminării în oglindă coincide cu poziția luminării neaprinse aflate în spatele geamului.

Unde trebuie așezată luminarea din spatele geamului pentru ca să ne dea impresia că și ea este aprinsă?

F I G. 222.

EXPLICATIE

Însemnăm prin cîte un punct pozițiile celor două lumînări, după ce am găsit locul în care trebuie să se afle lumînarea din spatele geamului, pentru a ne da impresia că și ea arde. Fie acele puncte A și A' (fig. 223). Trasăm apoi o dreaptă care să marcheze poziția geamului. Înlăturăm atît geamul cît și lumînarea. Vom constata că dreapta care trece prin punctele care marchează pozitiile lumînărilor este

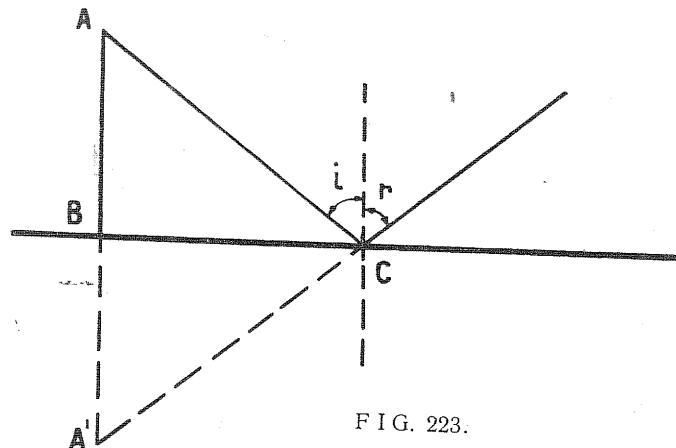


FIG. 223.

perpendiculară pe linia care marchează poziția geamului și este împărțită de aceasta în două părți egale.
Ce ne demonstrează că punctul A' ar fi imaginea lui A într-o oglindă plană? Pentru aceasta vom considera că AB este o rază incidentă, iar $B'A'$ prelungirea razei reflectate. Să considerăm acum o rază egal cu unghiul de incidentă i . Prelungind raza reflectată, vom constata că trece prin punctul A' . S-au format astfel două triunghiuri dreptunghice: ABC și $A'BC$. Aceste triunghiuri sunt egale, deoarece:
1) au o catetă comună BC ;
2) unghiurile A și A' sunt egale, deoarece $\angle A' = r$, iar $\angle A = i$, dar $i = r$, deci $\angle A = \angle A'$.

S-a demonstrat astfel că $\Delta ABC = \Delta A'BC$.

În triunghiuri egale însă, la unghiuri egale se opun laturi egale, deci $AB = BA'$.

Deci punctul și imaginea lui dată de o oglindă plană se găsesc la distanțe egale de oglindă și pe aceeași perpendiculară față de ea (sunt simetrice față de oglindă).

Experiența cu geamul ne-a permis deci să demonstreăm că imaginea dată de o oglindă plană se formează la o distanță egală cu distanța obiectului față de oglinda plană.

Zborul ciorii

Pe ramura unui copac stă o cioară. Jos în curte sunt împrăștiate grăunțe. Cioara coboară de pe cracă, apucă un grăunte și se aşază pe un vîrf de gard. Se pune întrebarea de unde trebuie să se ia grăunțele pentru ca drumul străbătut să fie cît mai

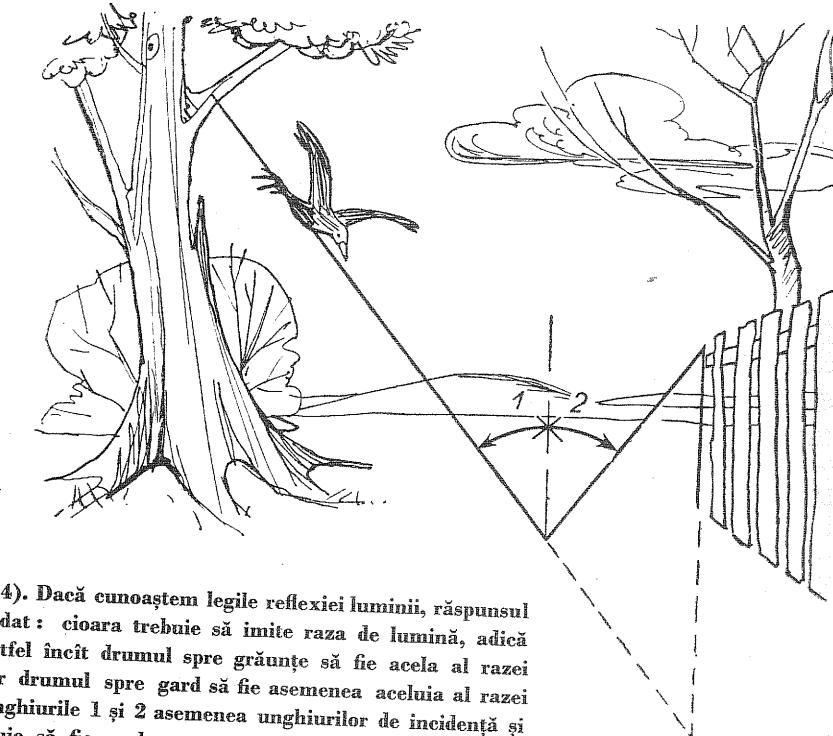


FIG. 224.

scurt (fig. 224). Dacă cunoaștem legile reflexiei luminii, răspunsul este ușor de dat: cioara trebuie să imite raza de lumină, adică să zboare astfel încât drumul spre grăunțe să fie acela al razei incidente, iar drumul spre gard să fie asemenea aceluia al razei reflectate. Unghiurile 1 și 2 asemenea unghiurilor de incidentă și reflectie trebuie să fie egale.

EXPLICATIE

Să presupunem că de la o sursă punctuală A pleacă o rază de lumină spre oglinda plană. În punctul B , raza se reflectă lăsând direcția BC . Dacă normala (perpendiculara pe suprafața oglindă) în B (fig. 225), se formează două unghiuri egale: unghiul de incidentă este egal cu unghiul de reflectie.

Să presupunem acum că din A pleacă o rază spre un alt punct de pe oglindă, de exemplu spre punctul B' , iar din B' raza ar merge în C .

Să dovedim că

$$AB + BC < AB' + B'C.$$

Cu o deschidere de compas cît AB tăiem pe AB' în punctul B_1 , iar cu o deschidere de compas cît $B'C$ tăiem pe BC în punctul B'_1 . Pentru a demonstra inegalitatea de mai sus, este suficient să arătăm că

$$BB'_1 < B'B_1.$$

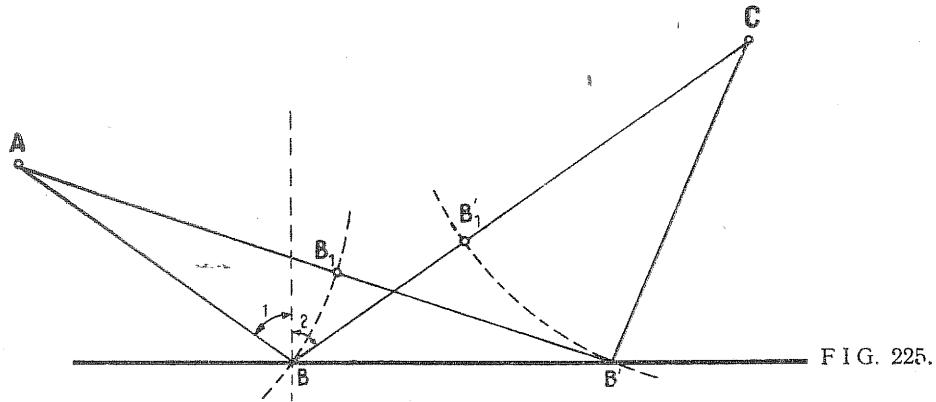


FIG. 225.

Din figură observăm că

$$BB'_1 = BC - B'C$$

și

$$B'B_1 = AB' - AB.$$

Înlocuim aceste valori în inegalitatea precedentă și avem

$$BC - B'C < AB' - AB.$$

Făcind o schimbare de termeni dintr-un membru al inegalității în altul, obținem

$$AB + BC < AB' + B'C,$$

adică ceea ce era de demonstrat.

Pe baza acestei concluzii putem spune că cioara trebuie să ia acel grăunte pentru care zborul ei va coincide cu mersul razei incidente și reflectate al unei raze de lumină. Înălțind oricare alt grăunte, drumul străbătut de la locul unde se află pînă la acel grăunte și de aici la vîrful de gard va fi mai lung, deoarece nu mai respectă legile reflectiei luminii.

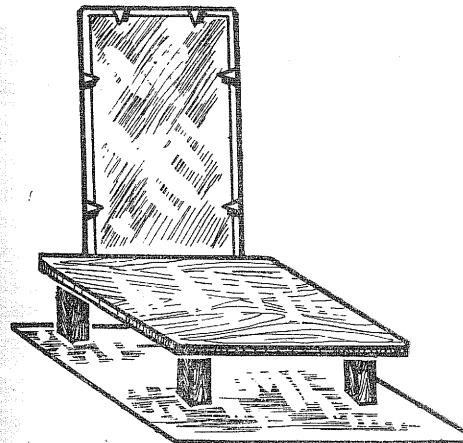


FIG. 226.

Privirea prin oglindă este necesară, deoarece cartonul (placajul) împiedică să se vadă direct hîrtia. Vom constata că figura desenată este diformă, deși este atât de ușor pentru oricine să deseneze corect o figură atât de simplă.

EXPLICATIE

Imaginea dată de o oglindă plană prin reflecție se caracterizează, printre altele, prin aceea că dreapta obiectului este stînga imaginii. În consecință, imaginea obținută prin reflecție este o copie inversată a obiectului. Din această cauză, o figură simplă oarecare este foarte greu de executat prin oglindă; creionul nu ascultă, mâna îl conduce greșit și desenul ieșe diform. Datorită caracteristicii imaginii care a fost amintită, pierdem orientarea obișnuită în executarea unui desen și astfel o figură atât de simplă, pe care am putea să o executăm chiar cu ochii închisi, nu reușim să o executăm corect.

Nu puteți desena corect

Fixăm o oglindă mică, cu dimensiunile de circa 20×15 cm într-o ramă sau pe o bucată de placaj. În spatele oglinței vom așeza un suport. Cu ajutorul lui, pe un mic postament patrat, confectionat tot din placaj, se montează oglinda în poziție verticală.

Pe același postament, în fața oglinții, se aşază în poziție orizontală o bucată de carton sau placaj. Acest carton este așezat pe niște piciorușe la o înălțime de cel puțin 10 cm deasupra postamentului, adică la jumătatea înălțimii oglinții. Această bucată de carton (placaj) lasă între ea și oglindă un interval de 5 cm (fig. 226).

Cind construcția este gata, sub bucată de carton orizontală, pe postament, se aşază o foaie de hîrtie și se încearcă să se deseneze pe ea, privind în oglindă, o figură simplă, de exemplu un pătrat, un dreptunghi, triunghi etc.

REFRACTIE. FENOMENE EXPLICATE

Drumul lung, uneori este mai scurt

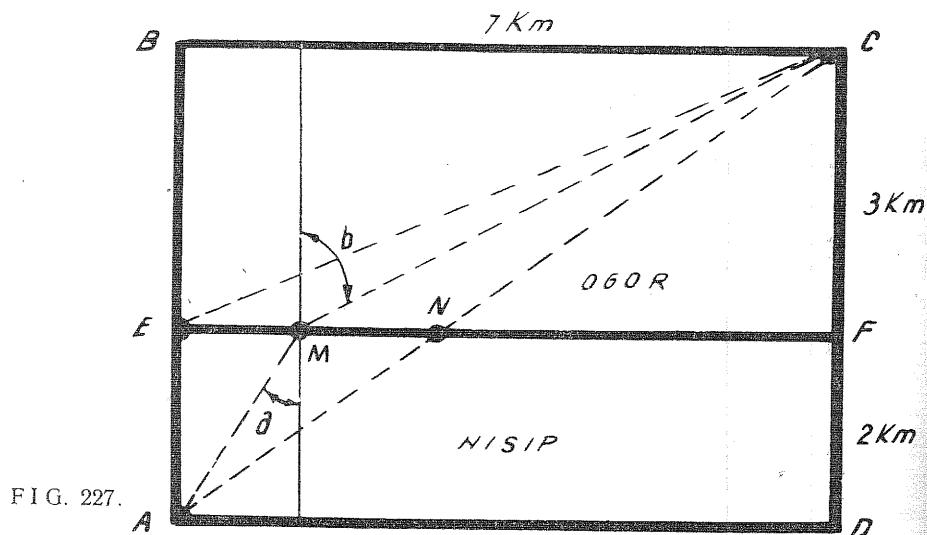


FIG. 227.

Să ne imaginăm un teren de forma unui dreptunghi $ABCD$ (fig. 227). O porțiune $AEFD$ din acest teren este nisipoasă, iar cealaltă porțiune $EBCF$ este un teren de arătură. Un călăreț trebuie să ajungă din punctul A în punctul C . Pe terenul nisipos, calul se mișcă de două ori mai încet decât pe ogor. Ne întrebăm ce drum trebuie să aleagă călărețul pentru a ajunge din A în C în cel mai scurt timp? S-ar crede că drumul cel mai convenabil este linia dreaptă dusă din A în C . Aceasta este însă complet greșit și nici un călăreț nu trebuie să aleagă acest drum. Deplasarea înceată pe terenul nisipos ar putea să-l conducă pe călăreț la raționamentul să surzeze pe căt mai mult drumul pe acest fel de teren, adică să meargă pe drumul AE ,

care este cel mai scurt ce poate fi imaginat, iar restul drumului pe ogor să-l parcurgă pe linia EC . Desigur în acest caz, cea de-a doua porțiune de drum, cea de pe ogor, va fi mai lungă; cum însă pe ogor el se poate deplasa de două ori mai repede s-ar crede că acest parcurs este cel pe care trebuie să-l aleagă. Totuși, noi nu putem spune că de data aceasta s-a ales calea cea mai bună. În adevăr, considerind dimensiunile arătate pe figură, putem face următorul calcul pe baza teoremei lui Pitagora. Distanța AC este dată de relația

$$AC = \sqrt{5^2 + 7^2} = \sqrt{74} = 8,6 \text{ km.}$$

Porțiunea AN , drumul pe teren nisipos, adică acest segment, formează, după cum se vede, $2/5$ din această mărime, adică

$$AN = 3,44 \text{ km.}$$

Deoarece pe teren nisipos mișcarea se face de două ori mai încet decât pe ogor rezultă că cei 3,44 km de drum pe teren nisipos echivalează, în timp, cu 6,88 km pe ogor. Prin urmare, întregul drum mixt pe dreapta AC va fi echivalent în timp cu $6,88 + 5,16 = 12,04$ km pe ogor.

Să facem acum același calcul și pentru linia frântă AEC . Porțiunea $AE = 2$ km, ceea ce echivalează în timp cu 4 km pe ogor. Porțiunea EC este dată de relația

$$EC = \sqrt{3^2 + 7^2} = \sqrt{58} = 7,6 \text{ km.}$$

Prin urmare, întregul drum mixt pe parcursul AEC va fi echivalent în timp cu $4 + 7,6 = 11,6$ km.

Așadar, drumul drept „scurt” înseamnă 12,04 km de drum pe ogor, iar drumul frânt „lung” înseamnă 11,6 km pe același teren. După cum se vede, drumul „lung” este de fapt mai scurt cu $12,04 - 11,6 = 0,44$ km, adică aproape cu o jumătate de kilometru. Totuși nu acesta este drumul care se parcurge cel mai repede. Drumul care se parcurge cel mai rapid îl putem afla dacă facem apel la cunoștințele de trigonometrie sau la cele de fizică.

EXPLICATIE

Referindu-ne la cunoștințele de trigonometrie, putem spune că drumul care se parcurge cel mai repede va fi tot un drum frânt, dar nu orice fel de drum frânt. Dacă presupunem că acest drum frânt ar fi drumul AMC , trebuie ca raportul dintre sinusul unghiului b și sinusul unghiului a să fie egal cu raportul în care se află viteza pe ogor față de viteza pe teren nisipos, adică cu $\frac{2}{1}$. Cu alte cuvinte, direcția trebuie astfel aleasă încât „sin b ” să fie de două ori mai mare decât „sin a “.

Pentru aceasta, linia de demarcare EF trebuie trecută printr-un punct M , care se află la o distanță de 1 km de punctul E . În adevăr, în acest caz avem

$$\sin b = \frac{6}{\sqrt{3^2 + 6^2}} \text{ și } \sin a = \frac{1}{\sqrt{1 + 2^2}},$$

iar raportul lor va fi

$$\frac{\sin b}{\sin a} = \frac{6}{\sqrt{45}} : \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{6}{3\sqrt{5}} : \frac{1}{\sqrt{5}} = 2,$$

adică exact cît raportul vitezelor.

Să vedem acum care este lungimea drumului echivalentă în timp cu drumul pe ogor,

$AM = \sqrt{2^2 + 1} = \sqrt{5} = 2,235$ km, ceea ce echivalează în timp cu $2,235 \times 2 = 4,47$ km drum pe ogor.

$$MC = \sqrt{3^2 + 6^2} = \sqrt{45} = 6,49 \text{ km pe ogor.}$$

Lungimea totală a drumului AMC , ținînd seama de raportarea drumului AM la drumul pe ogor, este

$$4,47 + 6,49 = 10,96 \text{ km.}$$

Vedem că parcurgînd un astfel de drum frînt, el este cu 1,08 km mai scurt decît drumul drept care știm că este 12,04 km.

Se vede deci destul de clar ce avantaj prezintă, în condițiile date, fringerea drumului.

Referindu-ne la cunoștințele de fizică, să ne amintim una din legile refracției, și anume

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{v}{v'},$$

adică indicele de refracție al unui mediu în raport cu altul este dat fie de raportul dintre sinusul unghiului de incidentă și sinusul unghiului de refracție, fie de raportul dintre vitezele cu care lumina parurge un mediu, față de viteza cu care parurge celălalt mediu. Să presupunem că avem două medii transparente I și II, iar raza trece din mediul I în mediul II. Atunci i și v , corespunzînd mediului I, r și v' corespund mediului II.

Făcînd analogia cu cele două feluri de terenuri, vom presupune că mediul I este terenul cu arătură, ogorul, iar mediul II este terenul nisipos. În acest caz, drumul CM reprezintă raza incidentă, unghiul b este unghiul de incidentă, drumul MA reprezintă raza refractată, iar unghiul a este unghiul de refracție și deci putem scrie că

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n.$$

De asemenea vom face analogia între viteza luminii în mediul I cu viteza călărețului pe drumul de arătură (ogor), iar viteza luminii în mediul II cu viteza călărețului pe drumul nisipos și deci vom putea scrie că

$$n = \frac{v}{v'} = \frac{2}{1} = 2,$$

adică

$$\frac{\sin i}{\sin r} = 2.$$

După cum se vede, se ajunge la același rezultat.

Raza de lumină, cînd trece prin suprafață de separație dintre două medii transparente cu densități diferite, alege exact un astfel de drum, încît el să fie mai scurt prin mediul mai greu de străbătut față de cel pe care-l străbate mai ușor.

Dacă mediu este neomogen și capacitatea sa de refractare variază treptat, cum se întîmplă, de exemplu, în atmosferă, atunci raza de lumină suferă o curbare. În atmosferă, densitatea aerului devenind din ce în ce mai mare, pe măsură ce ne apropiem de Pămînt, raza de lumină se curbează în aşa fel încît concavitatea sa este îndreptată spre Pămînt. Raza de lumină care vine, de exemplu, de la Soare rămîne mai mult timp în straturile superioare care îi micșorează mai puțin calea și stă un timp mai scurt în straturile inferioare care îi micșorează mai mult această cale; ca rezultat, raza ajunge la întă mai repede decît pe drumul rectiliniu.

O plimbare pe lac

Doi prieteni se plimbau cu barca pe lac. Unul din ei, arătînd spre un loc ceea mai îndepărtat, întreba: unde este mai adînc lacul? În locul în care ne aflăm sau acolo? Celălalt se uită spre locul indicat, iar după aceea, aplecîndu-se peste marginea bărcii, se uită drept în jos. El ajunge la concluzia că lacul este mai adînc în locul în care se aflau.

Prietenul îi spune să vislească spre locul celălalt, mai puțin adînc și să se uite din nou. Ajungînd la locul indicat, el repetă observațiile și constată de data aceasta că lucrurile stau tocmai invers de cum spusese mai înainte: sub barcă lacul pare mai adînc decît în locul de unde plecasează. De aici nedumerire.

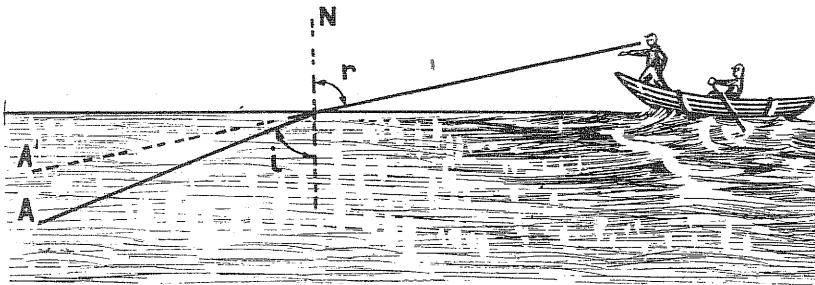


FIG. 228

EXPLICATIE

Privind din barcă spre locul indicat, fundul pare mai ridicat, deoarece fasciculul de lumină care vine din acel loc dinspre fundul lacului la ochi suferă fenomenul de refracție, și anume: la trecerea prin suprafața de separație dintre cele două medii transparente, apă-aer, își schimbă direcția, îndepărțindu-se de normală (fig. 228). Cel care privește nu poate să vadă în linie frintă, ci în prelungirea razelor care sosesc la ochi (în figură, pentru simplificare, s-a luat o singură rază de lumină). În consecință, obiectele de pe fundul lacului sunt văzute mai sus decât sunt în realitate și deci fundul lacului pare mai sus, adică lacul mai puțin adânc.

Privind din barcă pe direcție verticală, fenomenul se petrece diferit. O rază de lumină care străbate normal (perpendicular) suprafața de separație dintre cele două medii, apă-aer, nu se refractă, adică nu-și schimbă direcția; cel care privește pe direcția perpendicularării la obiectul din apă va vedea obiectul în prelungirea razei care sosetează la ochi, adică în direcția verticalei; în acest caz, obiectul este văzut în poziția în care se află el în realitate. Aceasta înseamnă că fundul lacului este văzut acolo unde este în realitate.

Astfel stând lucrurile, lacul pare mai puțin adânc decât este în realitate, dacă privim pe direcția unei raze oblice spre un loc mai îndepărtat, decât dacă privim pe direcția verticalei în locul în care ne aflăm și cînd de fapt observăm adâncimea reală a lacului.

Absorbirea monedei

Intr-un vas de bucătărie, de exemplu o cratiță, sau într-o farfurie adâncă, vom turna apă pînă la umplere. Vom introduce apoi în vas o monedă. Invităm o persoană să se aplece pînă cînd, privind tangențial la marginea vasului (farfuriei), va observa moneda. Îi vom spune apoi că vom absorbi moneda o dată cu apa pe



FIG. 229.

care o aspirăm cu ajutorul unui tub, a unei pipete sau a unei seringi. Recomandăm, de asemenea, persoanei respective ca în tot timpul experienței să rămînă în nemîșcare privind pe aceeași direcție.

Cu ajutorul unei seringi vom aspira o cantitate mică de apă și vom întreba persoana dacă mai vede moneda. Răspunsul va fi negativ, deoarece moneda nu mai

poate fi văzută în condiția recomandării inițiale (fig. 229).

Vom asigura apoi persoana că, reintroducînd în vas apa care a fost absorbită, vom reintroduce și moneda. În adevăr, pomînd în vas apa absorbbită, persoana respectivă ne va înștiința că observă din nou moneda.

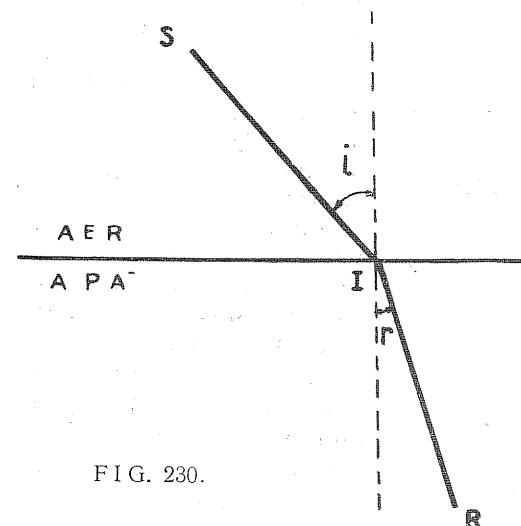


FIG. 230.

EXPLICATIE

Din optică se știe că o rază de lumină trecînd prin suprafața de separație dintre două medii transparente de densități diferite își schimbă direcția, adică se refractă (fig. 230). De exemplu, raza SI , trecînd din aer în apă, se refractă în punctul de incidență I , luînd direcția IR .

Pentru două medii date, cînd unghiul de incidentă i variază, unghiul de refracție r variază și el, astfel încît raportul dintre sinusul unghiului de incidentă și sinusul unghiului de refracție rămîne constant:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{const.}$$

Conform acestei legi, cînd o rază de lumină trece dintr-un mediu mai puțin dens în altul mai dens se apropie de normală, iar cînd trece dintr-un mediu mai dens în altul mai puțin dens se depărtează de normală.

Datorită fenomenului de refracție, privind un băt așezat oblic într-un pahar cu apă îl vedem ca și cum ar fi frînt (fig. 231). Această aparență provine din faptul că observatorul privind partea aflată în apă vede imaginea acesteia în prelungirea razelor refractate. Astfel, imaginea punctului A o vede în A' , adică în prelungirea razei refractate IO , și anume IA' .

De asemenea, tot datorită fenomenului de refracție, obiectele aflate în apă, de exemplu pietrele de pe fundul unui lac, ne par mai sus decît sînt în realitate (fig. 232).

În experiență descrisă, imaginea monedei așezate în farfurie este văzută de observator în prelungirea razei refractate care vine la ochi, tangent la marginea farfuriei, conform condiției impuse.

Absorbînd o cantitate de apă din farfurie, nivelul ei inițial scade (fig. 233), iar raza care pleacă de la monedă nu se mai refractă în I , ci în I' și, în consecință, raza refractată întilnește acum peretele farfuriei și este oprită de acesta să se propage mai departe.

Observatorul, neschimbîndu-și poziția, numai poate vedea imaginea monedei. Reintroducînd cantitatea de

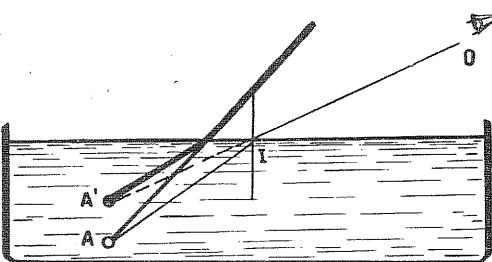
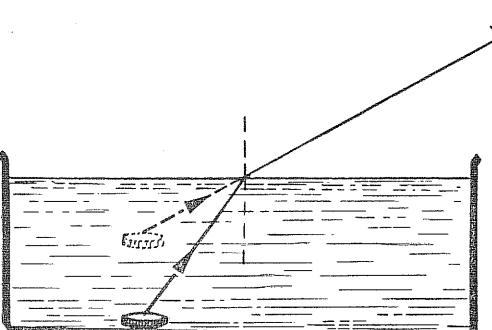
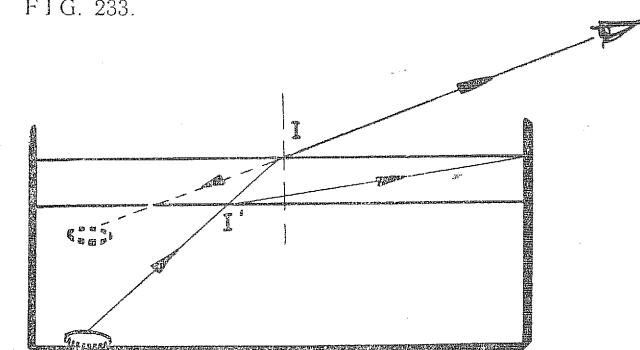


FIG. 2



G. 232.

apă care a fost aspirată, apa din farfurie revine la nivelul initial, imaginea monedei reappeare pentru observator, deoarece se restabilesc condițiile de la începutul experienței.



Cum putem verifica legile reflectiei și refracției luminii

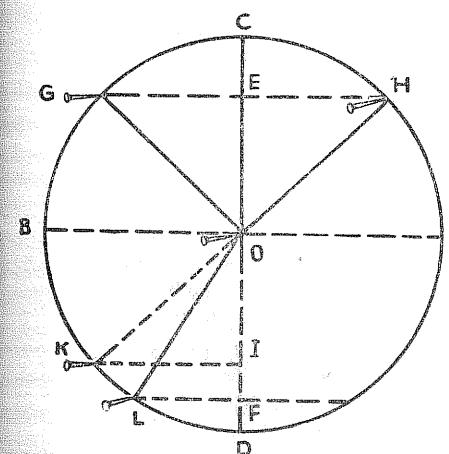


FIG. 234.

EXPLICATIE

Din cauza reflectiei pe suprafața lichidului, imaginea acului înfipt în G se află în punctul K , pe prelungirea razei OH ; aceasta demonstrează că unghiul de reflectie HOC este egal cu unghiul de incidentă GOC . În adevăr, unghiurile GOC și KOD sunt egale prin

confectionăm din carton un disc cu raza de 6 cm. Trasăm diametrele perpendiculare AB și CD . Luăm apoi o lungime arbitrară, de exemplu 1,2 cm, și se suprapune de trei ori pe OC și de patru ori pe OD . Prin punctele E și F astfel determinate se duc segmentele GH și LF parallele cu AB . Se trasează razele HO și OL . Se înfig trei ace cu gămălie cît mai aproape de marginea discului, perpendiculare în punctele G , H și L . Iată deci dispozitivul construit (fig. 234). Tinem discul vertical într-o chiuvetă cu apă, astfel ca diametrul orizontal AB să se confundă cu nivelul apei (fig. 235).

Ne uităm în prelungirea liniei OH și constatăm că acul înfigt în H maschează imaginea celoralte două ace înfigite în G și L .

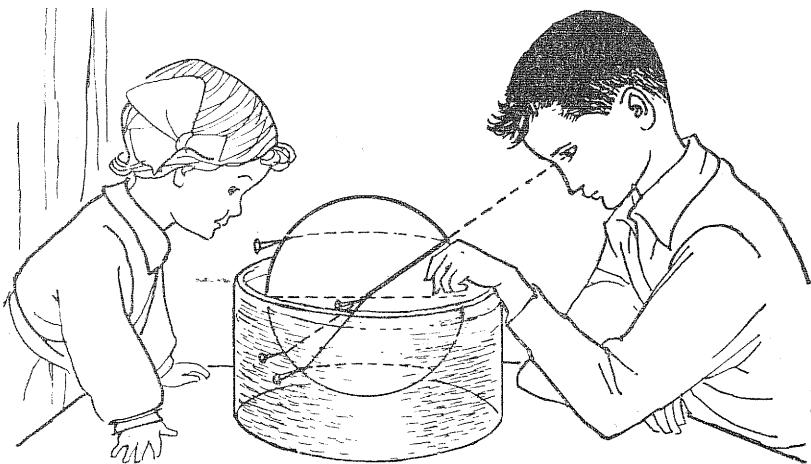


FIG. 235.

construcție, iar unghiurile KOD și HOC sunt egale ca opuse la vîrf. Pe de altă parte, refracția ne arată că același punct K este imaginea acului înfisăt în L , iar distanța de la K la nivelul apei este $3/4$ din distanța punctului L la acest nivel, distanță care este egală cu OF , ceea ce demonstrează că indicele de refracție al apei este egal cu $3/4$. Deci, datorită legilor reflectiei și refracției, imaginea acelor înfisate în G și L se confundă în același punct K mascat pentru ochiul observatorului de acul înfisăt în H .

Este dedesubt, dar îl vedem deasupra

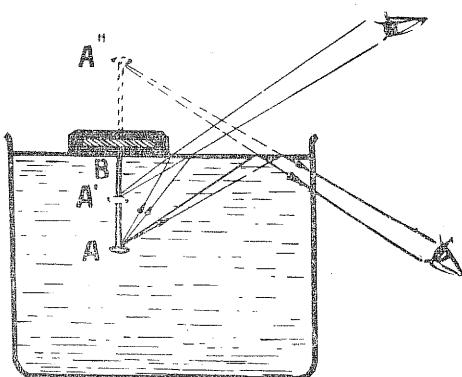


FIG. 236.

Într-un pahar plin cu apă vom face să plutească o rondelă de plută, tăiată dintr-un dop obișnuit, însă de un diametru ceva mai mare; mai întâi însă vom înfisă în rondelă un ac cu gămălie. Rondela va trebui așezată pe suprafața apei cu acul în jos, adică în interiorul apei. Dacă vom privi acul uitându-ne pe deasupra apei din pahar, vom observa acul acolo unde se află, însă îl vom vedea mai scurt decât este în realitate. Dacă vom privi însă acul uitându-ne după o direcție oblică la suprafața apei, fiind astfel plasată încit ochiul să fie sub nivelul apei din pahar, vom observa acul ca și cum ar fi înfisă deasupra rondeliei de plută (fig. 236).

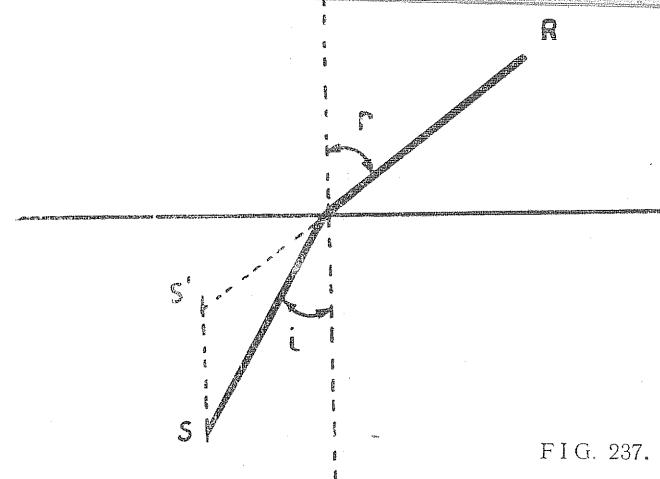


FIG. 237.

EXPLICATIE

Cînd o rază de lumină trece prin suprafața de separație dintre două medii transparente de densități diferite își schimbă direcția, adică se refractă.

Cînd raza trece dintr-un mediu mai dens într-un mediu mai puțin dens, de exemplu din apă în aer, se depărtează de normală. Datorită acestui fenomen, un obiect așezat în apă ne pare mai sus decât este în realitate. Ceea ce observăm însă este imaginea obiectului (fig. 237).

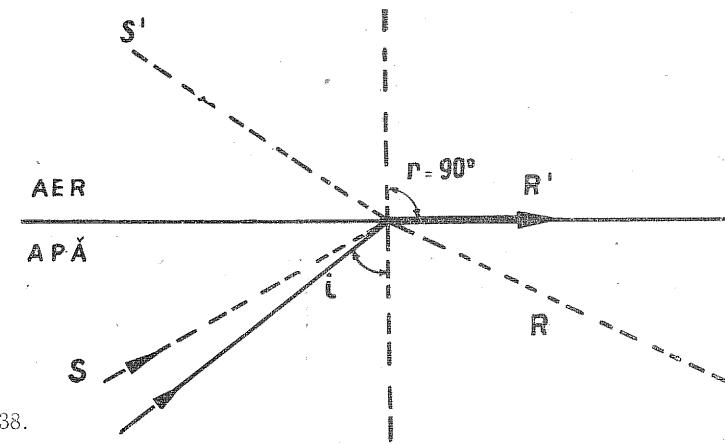


FIG. 238.

În experiența descrisă, cînd ne uităm pe deasupra apei, vedem imaginea virfului acului mai sus decât este în realitate și de aceea ni se pare mai scurt.

Cind unghiul de refracție este de 90° , unghiul de incidență se numește unghi limită. Dacă unghiul de incidență este mai mare decât unghiul limită, atunci raza nu se mai refractă, ci se reflectă total. În acest caz, imaginea punctului de la care vine raza de lumină o vom vedea în prelungirea razei reflectate, adică imaginea punctului S o vedem în S' (fig. 238).

În experiență descrisă observăm imaginea acului deasupra rondelei, datorită fenomenului de reflectie totală. Raza care pornește din vîrful acului se reflectă total și de aceea, uitându-ne în lungul acestei raze, observăm imaginea lui deasupra rondelei.

Lumina se poate propaga și în linie curbă

Luăm o cutie cilindrică din tablă. În apropiere de bază tăiem o deschidere circulară. Diametral opus acesteia tăiem încă o deschidere pe care o acoperim cu un geam. În acest scop se poate confectiona un dop etanș pe care îl perforăm; la capătul interior al dopului lipim cu ceară o plăcuță de geam.

Trimitem un fascicul îngust de lumină prin deschiderea dopului. Lumina se va propaga în linie dreaptă, ieșind prin cealaltă deschidere, și poate fi proiectată și pe un paravan așezat la oarecare distanță în fața deschiderii (fig. 239).

Turnăm apă în cutie. Apa va curge prin deschiderea laterală, curentul de apă va avea o formă arcuită. Pe paravan nu mai apare pata de lumină proiectată,



FIG. 239.

EXPLICĂȚIE

Raza de lumină se propagă în linie dreaptă, dar cind întâlneste un obstacol, se reflectă, schimbându-și direcția de propagare. Cind trece dintr-un mediu transparent în alt mediu transparent de densitate diferită, se refractă. Fenomenul de refracție are însă loc numai dacă unghiul de incidență nu trece de valoarea unghiului limită.

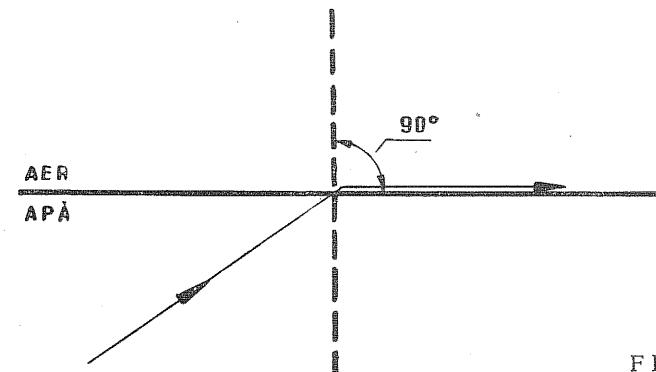


FIG. 240.

Amintim că prin unghi limită se înțelege unghiul de incidență căruia îi corespunde un unghi de refracție de 90° , adică este unghiul făcut de raza incidentă cu normala pentru care raza refractată are direcția tangentă la suprafața de separație a celor două medi (fig. 240).

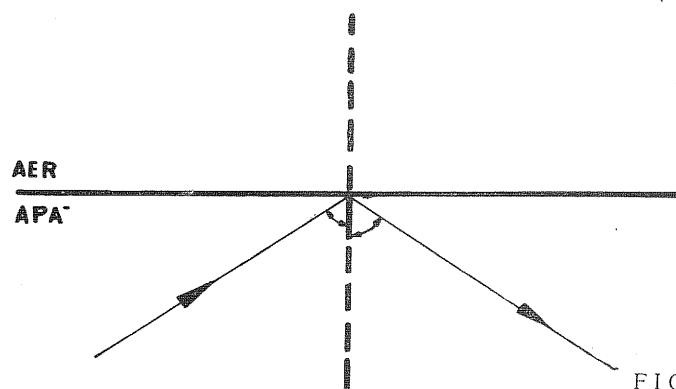


FIG. 241.

Cind o rază cade pe suprafața de separație dintre cele două medii transparente sub un unghi mai mare decât unghiul limită, corespondător mediului din care vine, atunci nu se mai refractă, ci se reflectă total; raza se întoarce deci în același mediu (fig. 241).

În experiență descrisă, raza de lumină intră în curentul de curgere al apei căzînd pe suprafața superioară a curentului, deci pe suprafață de separare dintre apă și aer, sub un unghi mai mare decît unghiul limită al apei; în consecință, ea nu se poate refracta și deci nu poate trece în aer pentru a se proiecta pe paravan, ci se reflectă total. Același fenomen se petrece și cînd această rază reflectată totală întilnește suprafața inferioară a curentului și.a.m.d. Avem de-a face deci cu o serie de reflectii totale și raza parcurge un drum frînt prin curentul de apă, neputînd să iasă din el în aer.

Un fenomen curios de proiecție

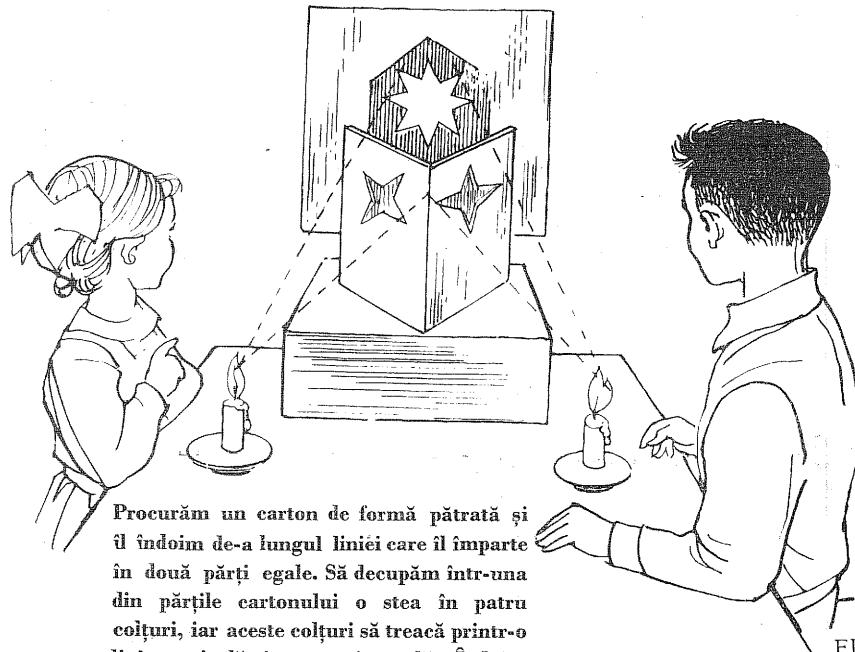


FIG. 242.

Procurăm un carton de formă pătrată și îndoim de-a lungul liniiei care îl împarte în două părți egale. Să decupăm într-o parte din părțile cartonului o stea în patru colțuri, iar aceste colțuri să treacă printr-o linie verticală și una orizontală. Îndoim acum cele două părți ale cartonului astfel încît ele să se suprapună. Se decupează și în partea a doua a cartonului o stea ale cărei colțuri să treacă prin cîte două linii care să formeze cu liniile stelei inițiale unghiuri de 45° . Cartonul îndoit după cum se vede în figura 242 se aşază pe o masă. În spatele cartonului se va pune un para-

van alb (ecran, perete), iar în fața cartonului se aşază două lumini de înălțimi egale pe care le aprindem. Dacă așezăm cum trebuie cartonul (prin încercări), vom izbuti să observăm pe paravan proiecția unei stele luminoase cu opt colțuri, care apare din umbra celor două părți îndoite ale cartonului. Dacă în fața ambelor deschideri, adică în fața stelelor decupate, așezăm sticle colorate în aceeași culoare, steaua cu opt colțuri, proiectată pe paravan, apare colorată în acea culoare. Dacă în fața unei deschideri așezăm o sticlă colorată în altfel, iar în fața celeilalte așezăm o sticlă colorată în altfel, atunci patru colțuri ale stelei proiectate pe paravan apar colorate într-un fel, iar celelalte patru colțuri apar colorate în cealaltă culoare; culorile colțurilor sunt distribuite alternativ. Mijlocul steliei proiectate apare colorat într-o altă culoare decît vîrfurile.

EXPLICATIE

Proiecțarea unei stele cu opt colțuri se datorește faptului că proiecțiile luminoase ale celor două stele cu cîte patru colțuri se suprapun astfel încît — datorită așezării la 45° — colțurile luminate ale uneia din stele se proiectează în spațiile umbrate dintre colțurile luminate ale celeilalte stele.

Apariția stelii colorate se datorește faptului că lumina dată de lumini nu trece în totalitatea ei, adică nu trec toate radiațiile componente prin sticlă colorată, ci numai radiațiile de culoarea sticlei. În consecință, proiecția apare colorată în culoarea luminii care ajunge la paravan.

Colorarea în culori deosebite și alternative a colțurilor se datorește faptului că lumina unei lumini trece printr-o sticlă colorată într-un fel, iar a celeilalte lumini trece printr-o sticlă colorată diferit. În consecință, patru colțuri apar luminate într-o culoare, iar patru în altă culoare. Mijlocul steliei cu opt colțuri apare colorat în culoarea rezultată din compunerea celor două culori care se suprapun în această regiune.

CULOAREA CORPURILOR

Un scris șters care se vede

Pe o foaie de hîrtie albă scriem un cuvînt cu ajutorul unui creion albastru. După aceea, cu un creion roșu, ștergem cuvîntul scris, astfel încît să nu se mai vadă de loc. Privind locul șters printr-o bucată de geam roșu, constatăm că putem vedea clar cuvîntul scris cu creion albastru.

EXPLICATIÂA

Un fascicul de raze de orice fel, căzînd pe suprafața unui corp, în parte este reflectat, iar în parte este absorbit. Cînd suprafața corpului prezintă asperități și reflectă difuz toate radiațiile colorate care intră în compoñența fasciculului de lumină albă ce cade pe acea suprafață, spunem că suprafața respectivă este albă. Dacă suprafața corpului reflectă numai o parte din totalitatea radiațiilor colorate care alcătuiesc lumină albă a fasciculului, iar restul de radiații colorate sunt absorbite, suprafața este colorată, și anume în culoarea care rezultă din compunerea acelor radiații colorate ce au fost reflectate. Avem de-a face aici cu așa-numita culoare prin reflecție. Corpurile care permit trecerea radiațiilor ce cad pe ele se numesc corpuri transparente. În general nu există corpuri absolut transparente; există numai transparență pentru anumite lungimi de undă. De aceea, un același corp poate fi transparent pentru unele radiații și opac pentru altele. De această proprietate depinde culoarea corpurilor privite în lumina care le străbate. Deci, corpurile transparente și colorate absorb o parte din lumină albă care cade pe ele, iar cealaltă parte o lasă să treacă. Culoarea lor rezultă din compunerea acelor radiații colorate care le-au străbătut. Revenind la experiența care a fost efectuată putem spune că în prima fază n-am mai putut vedea cuvîntul scris, deoarece culoarea

roșie cu care am șters cuvîntul scris cu albastru a acoperit în întregime această culoare. Din lumina albă care a căzut pe hîrtie au fost reflectate deci numai radiațiile roșii și, în consecință, hîrtia ne apare roșie. În cea de-a doua fază a experienței am privit hîrtia printr-un geam roșu. Acesta a lăsat să treacă numai radiațiile roșii, iar pentru cele albastre, geamul roșu este opac. În consecință, această opacitate pe care o prezintă geamul numai pentru cuvîntul scris cu albastru face ca acest cuvînt să ne apară clar, cînd este privit prin geamul roșu.

Umbre colorate

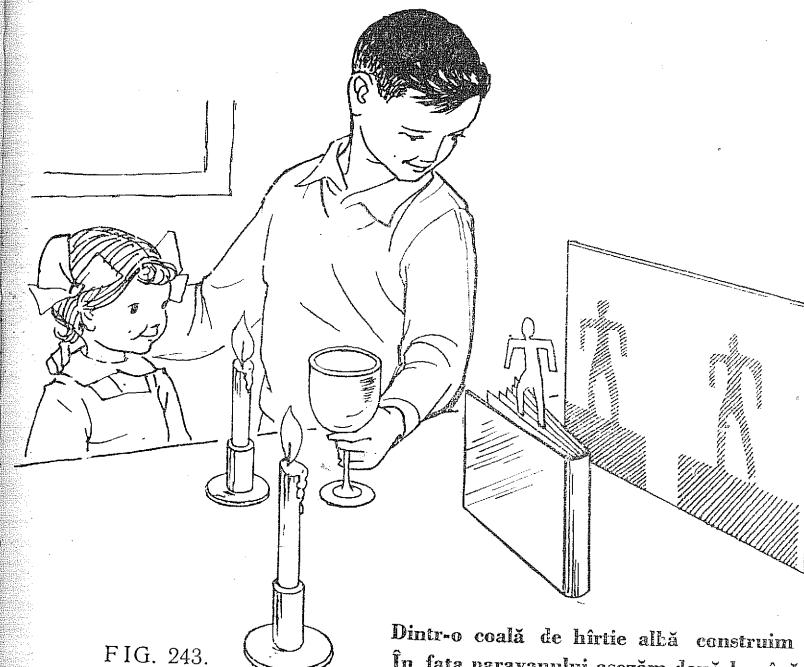


FIG. 243.

Dintr-o coală de hîrtie albă construim un paravan. În fața paravanului așezăm două luminări aprinse, iar între lumenări și paravan fixăm, într-o carte, o figurină tăiată din carton (fig. 243). Datorită lumenărilor aprinse pe paravan se proiectează două umbre negre ale figurinei. Să ținem acum în fața lumenării din dreapta o bucată de sticlă roșie sau un pahar umplut cu apă colorată în roșu. Umbra din dreapta

va deveni roșie, iar umbra din stînga va căpăta o culoare slab verzuie. Dacă se umple paharul cu bere, se constată că umbra din stînga devine violetă. Dacă se umple paharul cu apă colorată în albastru (cu sineală de rufe), umbra din stînga va deveni portocalie. Colorind apă din pahar cu cerneală violetă, umbra va deveni galbenă.

În toate cazurile, umbra din dreapta apare colorată în culoarea pe care o are soluția din pahar.

EXPLICATIE

Cînd un obiect este luminat numai de o singură sursă de lumină, umbra lui pe un paravan este neagră. Dacă vom apropiă însă de obiect o a doua sursă, deosebită în ceea ce privește culoarea ei față de prima sursă, umbra ne apare colorată altfel decît prima și a doua sursă. De exemplu, dacă obiectul este luminat de flacără unei spirtiere în care am dizolvat sare de bucătărie, deci dacă obiectul este luminat de o flacără galbenă, umbra lui este neagră, apropiind însă de obiect o lampă electrică obișnuită, umbra devine albastruie. Invers, umbra neagră provenită de la lumina electrică se transformă brusc în portocaliu, cînd ne apropiem de obiect cu flacără galbenă a spirtierei.

Apariția umbrei colorate se dătorește unui fenomen fizic, deoarece cînd obiectul este luminat de cele două surse avem de-a face cu un amestec al celor două lumini, dar intervine aici și contrastul fiziological, care modifică deosebirea reală dintre cele două umbre din punctul de vedere al culorii.

În experiența descrisă, umbra din stînga își schimbă mereu culoarea, în funcție de schimbarea culorii luminii din dreapta, deoarece intervine aici atât fenomenul fizic cât și cel fiziologic, despre care s-a vorbit mai înainte.

PRINCIPIUL CINEMATOGRAFIEI

Un pahar sau un alt vas dintr-o sîrmă

FIG. 246.

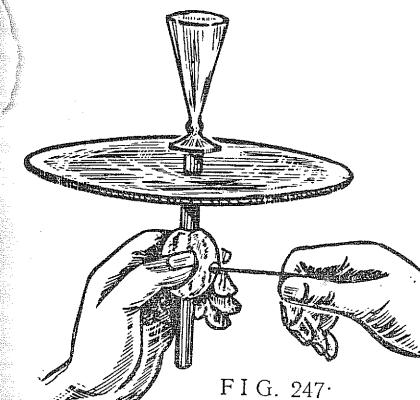
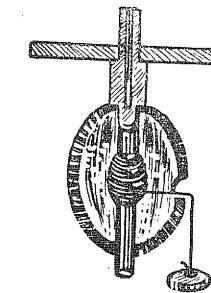


FIG. 247.

prin orificiul practicat în coaja de nuca, tija capătă o mișcare de rotație foarte rapidă.

Dacă în canalul tijei am fixat, de exemplu, profilul unui pahar, atunci, în timp ce axul se învîrtește, pe discul de carton ne apare un pahar așezat în centrul acestuia (fig. 247). Dacă în canal am fixat profilul unei cupe, a unei sticle etc., pe disc va apărea o cupă, o sticlă etc.

Confectionăm mai întîi un dispozitiv simplu, asemănător în ceea ce privește functionarea lui cu mașina centrifugală. În acest scop trebuie să avem o nuca pe care o golim de conținut și de perechi interiori, după ce am despicate-o în două. Construim apoi din lemn o tijă, astfel ca partea ce străbate nuca să fie cilindrică, iar partea superioară, din afară, să fie prismatică; în această parte fixăm prin înfigere forțată un disc de carton, astfel încît tija să treacă prin centrul discului. Înfașurăm acum un fir de ață în jurul tijei cilindrice, iar capătul firului îl scoatem printr-un orificiu practicat în coaja nucăi. Construcția dispozitivului se vede clar în figura 246. Lipim apoi cojile și reconstituim nuca în forma ei inițială. Cu o bucată de sîrmă de fier înroșită în foc executăm un canal în partea prismatică a tijei. În acest canal va trebui să se poată fixa prin frecare un profil din sîrmă, de exemplu profilul unui pahar, al unei sticle, al unei cupe etc. Trăgind de firul de ață al cărui capăt iese

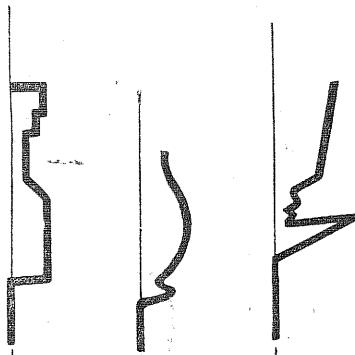


FIG. 248.

EXPLICATIE

În experiență descrisă se petrec un fenomen asemănător cu acela cunoscut aproape de toti: învîrtind repede, în întuneric, un cărbune aprins, vedem în spațiu un cerc luminos continuu. Cauza se datoră faptului că pe retina ochiului, imaginea unui obiect privit are o anumită persistență, cam o zecime de secundă. Dacă o imagine ia locul alteia într-un interval mai mic de timp, atunci pe retină nu apucă să dispară prima imagine și a doua se și formează.

La fel se întimplă cu o a treia imagine, a patra etc. Prin învîrtirea cărbunelui aprins, imaginile lui în diferite poziții se succed pe retina la intervale mai mici de o zecime de secundă și astfel avem impresia că observăm un cerc luminos și nu imagini diferite, corespunzătoare pozițiilor diferite ale cărbunelui.

În cazul experienței efectuate, fiecare punct al profilului supus învîrtirii dă impresia unui cerc, iar în totalitatea lor, diferențele puncte ale profilului ne dau impresia formei vasului al cărui profil îl rotim.

În figura 248 sunt arătate diferite profiluri care pot fi fixate la dispozitivul construit. Desigur, numărul unor astfel de profiluri poate fi oricât de mult mărit, corespunzător obiectelor pe care intenționăm să le vedem.

Avem de-a face aici cu o iluzie optică.

FOTOMETRIE

Dispare pata

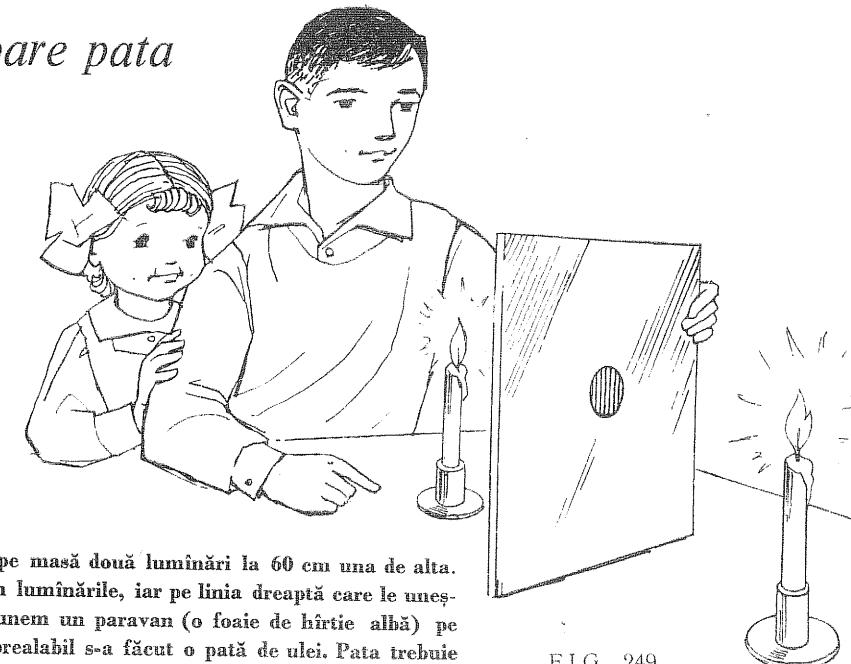


FIG. 249.

Așezăm pe masă două luminări la 60 cm una de alta. Aprindem luminăriile, iar pe linia dreaptă care le unește interpunem un paravan (o foaie de hârtie albă) pe care în prealabil s-a făcut o pată de ulei. Pata trebuie să fie la înălțimea flăcării luminării.

Stând în spatele uneia din luminări să apropiem mai mult paravanul de această luminare (fig. 249). Pata va deveni din ce în ce mai întunecată. Dacă vom deplasa acum paravanul spre cea de-a doua luminare, pata va deveni din ce în ce mai puțin vizibilă și va dispărea complet cind paravanul se va așta la mijlocul distanței dintre cele două luminări.

În loc de două luminări se pot folosi o luminare și un bec de circa 25 W. Repetind experiența, pata va dispărea cind paravanul se va așta într-un anumit loc mai aproape de luminare.

EXPLICATIE

Iluminarea unei suprafețe este proporțională cu intensitatea izvorului luminos și invers proporțională cu pătratul distanței dintre izvorul de lumină și suprafața respectivă.

Notând cu E iluminarea, I intensitatea izvorului luminos și cu d distanța dintre izvor și suprafața iluminată, putem scrie

$$E = \frac{I}{d^2}.$$

Pe de altă parte, cînd o suprafață pe care se află o pată este luminată pe ambele părți, se pot constata două cazuri: dacă iluminările petei sunt inegale pe cele două fețe, atunci apare prin contrastul de iluminare pată întunecată; dacă iluminările petei sunt egale pe cele două fețe, atunci dispără contrastul de iluminare și pată dispără vederii noastre.

Este lesne de înțeles de ce dispără pată cînd paravanul se află la mijlocul distanței dintre cele două luminișuri: intensitățile luminoase ale luminișurilor sunt aceleași și distanțele de asemenea.

În cazul folosirii unei luminișuri și a unui bec, intensitățile celor două izvoare sunt diferite, intensitatea becului fiind mai mare decît a luminișurii. Dar pentru a se obține luminișuri egale pe cele două fețe, trebuie să apropiem paravanul de luminișare. În felul acesta, iluminarea produsă de luminișare crește, deoarece distanța este mică, pe cînd iluminarea becului se micșorează, deoarece se mărește distanța.

Se înțelege că, pentru o anumită poziție a paravanului mai apropiată de luminișare, se va obține egalitatea celor două luminișuri.

Un sfeșnic curios

Un pahar cu apă poate fi folosit drept suport pentru o luminișare. Pentru aceasta se va însigă un cui în capătul luminișurii. Grosimea căpătului va fi astfel aleasă încît, prin greutatea lui, să asigure cufundarea luminișurii în întregime în apă, marginea superioară a luminișurii trebuie să fie la același nivel cu apă din pahar, fără însă ca apă să ajungă la baza fitilului (fig. 250). Aprozind luminișarea, ea va continua să ardă pînă la sfîrșit, flacăra răminind mereu la nivelul lichidului.

EXPLICATIE

Deși în primul moment fenomenul pare irealizabil, argumentul științific și desfașurarea experienței dovedesc posibilitatea înfăptuirii lui. În adevăr, dacă arderea duce la scurtarea luminișurii și s-ar părea că fitilul va veni în contact cu apa, în schimb greutatea luminișurii se micșorează și, în consecință, ea urcă începutul cu încetul. Mai mult, substanța stearică din jur răcătă de apă se va topi mult mai încet decît în aer și se va observa cum apare o scobitură care se adîncește din ce în ce mai mult, astfel că flacăra seamănă cu o mică fântână arteziană. Acest fapt contribuie la ușurarea luminișurii, ceea ce permite arderea pînă la capăt a fitilului.

Experiența prezintă și o latură practică: contrar celor ce se întîmplă în cazul unui sfeșnic obișnuit, flacăra luminișurii, păstrîndu-și acum nivelul de ardere, poate fi folosită ca etalon în măsurările fotometrice pentru determinarea intensității luminoase a altor surse de lumină.



FIG. 250.

INTERFERENȚA LUMINII

O oglindă ciudată



FIG. 251.

Luăm o peliculă transparentă și fină, de exemplu o foită subțire de gelatină care se găsește la magazinele de produse fotografice sau, mai bine, o foită de mică. Dacă foită de mică nu este destul de subțire, putem foarte ușor, cu ajutorul unui briceag.

să o subțiem, desprinzând de pe ea o serie de foite. Aceasta se poate face, deoarece mica prezintă însușirea cunoscută sub numele de clivaj, adică proprietatea de a se desface în foi subțiri. Ne mai trebuie, de asemenea, o lampă de spirit, dintre acelea care se folosesc în laboratoare. În alcoolul care alimentează lămpă, vom introduce puțină sare de bucătărie (clorură de sodiu). Aprinzând fitilul lămpii, flacără obținută va fi colorată în galben, datorită sodiului aflat sub formă de clorură de sodiu în alcoolul cu care să imbibat fitilul.

Vom alege acum un loc mai întunecat sau vom prefera să facem experiența seara. Așezăm oglinda (foită de gelatină sau de mică) în apropierea flăcării dată de lămpă. Folosind drept oglindă foiță de gelatină, imaginea flăcării se va vedea deformată, pe cind dacă vom folosi ca oglindă o foiță de mică, imaginea obținută va fi mult mai regulată. Si într-un caz și în celălalt însă, imaginea flăcării va fi brăzdată de benzi negre (fig. 251). În foiță de mică, benzile apar însă mai frumoase, mai bine conturate decât în foiță de gelatină. Putem privi, de asemenea, într-o oglindă sau cealaltă și imaginea unui obiect oarecare, de exemplu imaginea mîinii așezată lingă flacără.

Dacă vom repeta experiența curbind foiță de mică, benzile negre devin mult mai numeroase.

EXPLICATIE

Fenomenul de compunere al unor fascicule de lumină care duc la formarea de benzi (franje) luminoase și întunecate se numește interferență luminii. Un caz de interferență foarte răspândit este interferența fasciculelor reflectate pe cele două fețe ale unei lame transparente. Cind fețele lamei sunt paralele, adică grosimea lamei nu variază, se formează așa-numitele franje de interferență de egală înclinare. Dacă grosimea lamei variază, se formează franje de interferență de egală grosime.

Referindu-ne la primul caz, dacă vom considera că pe lama cade un fascicul de lumină monocromatică, atunci în parte el va trece prin lama transparentă și în parte va fi reflectat. Dat fiind că acest fascicul se reflectă pe ambele fețe ale lamei, iau naștere două fascicule reflectate, având între ele o anumită diferență de drum. În funcție de valoarea diferenței de drum, oscilațiile celor două fascicule se vor întări sau se vor slăbi reciproc, mai mult sau mai puțin; cind diferența de drum este egală cu un număr par de jumătăți de lungimi de undă $(2n \frac{\lambda}{2})$, în punctul de interferență se produce un maxim de intensitate luminoasă, iar cind diferența de drum este egală cu un număr impar de jumătăți de lungimi de undă $((2n + 1) \frac{\lambda}{2})$, se produce un minim (întunecare).

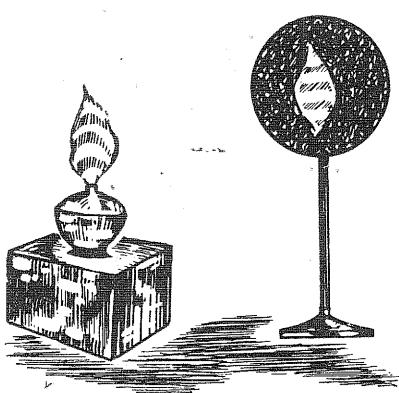


FIG. 252.

undelor (lumină) sau cu o stingere reciprocă (întuneric). Fenomenul de interferență dovedește natura ondulatorie a luminii. O variantă a acestei experiențe o putem realiza folosind în loc de mică o peliculă de săpun. Pentru aceasta ne confectionăm un inel din sîrmă, cu mîner. Introducem acest inel într-o soluție glicerică de săpun, apoi îl scoatem. Vom constata că pe inel s-a format o peliculă de săpun. Așezăm această peliculă vertical. În fața peliculei așezăm flacără lămpii de spirt, în care s-a dizolvat clorură de sodiu. Privind imaginea flăcării dată de pelicula de săpun, care se comportă ca o oglindă, aceasta va apărea brăzdată de benzi orizontale întunecate (fig. 252).

Inele colorate

Folosind lichidul gliceric (soluție de săpun cu glicerină), suflăm cu ajutorul unui tub un balon de săpun, pe care îl așezăm pe marginea unui pahar uns dinainte cu lichid gliceric. La o distanță de circa 80 cm de balon se va așeza o luminare aprinsă; în partea opusă a balonului, la circa 10 cm, se plasează un ecran — un carton alb (fig. 253). Privind, vom observa pe ecran imaginea balonului, iar după puțin timp, această imagine apare brăzdată de inele colorate în culorile cercubeului. Dacă înlocuim ecranul opac printr-o foaie subțire de hîrtie sau printr-o hîrtie de ealcă, atunci se va putea observa prin transparență astăzi imaginea balonului de săpun cît și inelele colorate.

Pentru demonstrarea franjelor de interferență de egală înclinare se poate folosi o foiță subțire de mică, ale cărei fețe sunt destul de plane și paralele între ele.

În experiență descrisă, producerea benzilor negre, adică a franjelor întunecate, se datorează fenomenului de interferență în lumină monocromatică reflectată. După cum diferența de drum a undelor care se suprapun după reflecție pe fețele oglinii este egală cu un număr par de $\frac{\lambda}{2}$ sau cu un număr impar de $\frac{\lambda}{2}$, vom avea de-a face cu o întărire reciprocă a

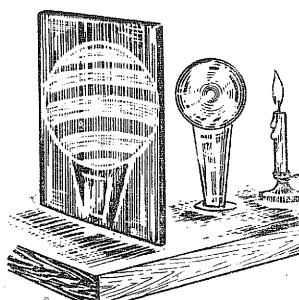


FIG. 253.

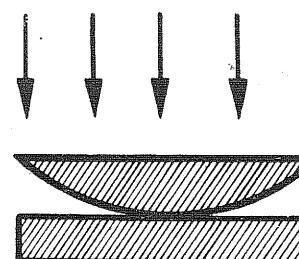


FIG. 254.

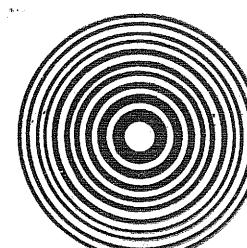


FIG. 255.

Se va observa, de asemenea, că inelele nu au o poziție fixă, ci suferă o mișcare de translacție de sus în jos, iar o culoare este înlocuită cu alta. Succesiunea are loc într-o ordine constantă și este mai evidentă către partea de sus a balonului.

EXPLICATIE

În fizică se studiază, în cadrul fenomenelor de interferență, inelelor lui Newton. Pentru realizarea acestui fenomen se folosește o lentilă plan-convexă cu rază mare de curbură, care se sprijină cu vîrful calotei pe o placă de sticlă cu fețele paralele (fig. 254). Între lentilă și placă se află un strat de aer de formă unei pene circulare, a cărei grosime variază treptat de la zero pînă la o valoare egală cu distanța de la placă la marginile lentilei.

Cînd dispozitivul este luminat cu lumină monocromatică și este privit prin transmisiune, se observă în vîrful calotei o mică regiune circulară luminoasă, iar în jurul acesteia o serie de inele concentrice, numite inelele lui Newton, întunecate și luminate alternativ, (fig. 255). Centrul luminos constituie un maxim de interferență, deoarece oscilațiile care interferează aici sunt în concordanță de fază. Inelele concentrice sunt franje de interferență și sunt mai puțin luminoase, deoarece unele din oscilațiile care interferează suferă mai multe reflexii și își micșorează mult intensitatea. Ele marchează punctele de

egală grosime ale penei circulare și de aceea se numesc franje de egală grosime. Grosimea penei variind treptat, luminozitatea inelelor variază, trecînd alternativ prin maxime și minime.

Cînd dispozitivul este luminat cu lumină albă care conține oscilații luminoase de toate culorile, inelele apar diferit colorate. Acolo unde franjele de diferite culori se suprapun, se va vedea o culoare rezultantă. În centrul inelelor lui Newton, obținute prin transmisiunea

luminii albe, se obține un maxim de lumină albă, deoarece aici toate oscilațiile care interferează sunt în concordanță de fază. În experiență descrisă, fenomenul care se petrece este asemănător cu cel care a fost prezentat sub numele de inelele lui Newton.

Colorațiile frumoase care apar în culorile cercubeului sunt datorită interferenței în lumina albă. Balonul de săpun este format dintr-o peliculă subțire de lichid transparent. Razele care vin de la sursă suferă o reflexie pe o față a peliculei și alta pe cealaltă față, după ce a străbătut pelicula. Dacă vom considera un punct pe pelicula în care o rază se reflectă, o a doua rază reflectată pe cealaltă față va străbate pelicula de două ori pentru a ajunge în punctul de incidentă al primei raze. Ajunsă în acest punct, între cele două raze emise din același loc al sursei există o diferență de drum. După cum s-a arătat în experiența precedentă, în punctele pentru care diferența de drum este egală cu un număr par de $\frac{\lambda}{2}$ se formează maxime, iar în punctele pentru care diferența de drum este egală cu un număr impar de $\frac{\lambda}{2}$ se formează minime, aceasta în lumina monocromatică. În lumina albă nu obținem maxime și minime, ci franje diferite colorate.

Mișcarea de translație de sus în jos a inelelor, precum și înlocuirea culorilor se datorează faptului că grosimea peliculei variază continuu, datorită scurgerii lichidului către bază; pelicula este subțire în partea de sus a balonului și se îngroașe spre bază.

B I B L I O G R A F I E

Arthur God (Tom Tit), *La science amusante* (vol. I—III).

Hermann Hahn, *Physikalische Freihandversuche*.

Richard M. Sutton, *Demonstration experiments in physics*.

xxx *Manuel de l'unesco pour l'enseignement des sciences*.

Ia. I. Perelman, *Zanimatelnaia mehanika*.

M. I., *Metodica și tehnica experiențelor de fizică*.

C U P R I N S U L

CAP. I. MECANICA

I. MECANICA SOLIDELOR	6
Echilibrul corpurilor	6
Legile dinamicii	13
Mișcarea circulară. Forțe centrale	16
Mișcarea de rotație a corpului rigid	22
Mașini simple	31
II. MECANICA LICHIDELOR ȘI A GAZELOR	34
Transmiterea presiunilor	34
Presiunea lichidelor	37
Legea lui Arhimede. Aplicații	39
Plutirea corpurilor	44
Densități	50
Presiunea atmosferică	56
Curgerea fluidelor. Legea lui Bernoulli ..	82

CAP. II. FIZICA MOLECULARĂ ȘI CĂLDURA

Mișcarea cinetico-moleculară	92
Structura moleculară a substanțelor	94
Dilatația corpurilor	98
Proprietățile gazelor	107
PROPRIETĂȚILE CORPURILOR LICHIDE ..	111
Coeziune	111
Adeziune	113

Tensiune superficială	115
Capilaritate	138
Propagarea căldurii	144
Schimbări de stare fizică	159
Termodinamică	170
Higrometrie	173
Meteorologie	175

CAP. III MAGNETISM ȘI ELECTRICITATE

Magnetism	178
Electrostatică	168
Electrodinamică	202
Electromagnetism	210
Curenții Foucault	227

CAP. IV. OSCILAȚII ELASTICE. ACUSTICĂ

Mișcarea oscilatorie	232
----------------------------	-----

CAP. V. OPTICA

Propagarea luminii. Umbre	242
Reflecție. Imagini în oglinzi plane	245
Refracție. Fenomene explicate	252
Culoarea corpurilor	266
Lentile	269
Principiul cinematografiei	271
Fotometric	273
Interferența luminii	276
Bibliografie	281
Cuprinsul	282



LEI 9,40