



NOTIUNI ELEMENTARE DE FIZICĂ

Noțiuni preliminare.

Materie. Corp. Proprietăți generale și particulare ale corpurilor. — Se numește *materie* tot ce cade sub simțurile noastre. Ast-fel aerul pe care 'l respirăm, apa, arborii, petrele etc. fac parte din materie.

O porțiune mărginită de materie formeză un *corp*.

Corpii au proprietăți *generale* și *particulare*.

Proprietățile *generale* sunt acelea pe cari le posedă toate corpurile fără deosebire. Ast-fel, *divisibilitatea*, adică proprietatea ce o are un corp de a fi împărțit în părțile din ce în ce mai mici, este o proprietate generală a tuturor corpurilor.

Proprietăți *particulare* sunt acelea pe cari le are un corp în special și prin cari putem a-l deosebi de alți corpi. Ast-fel culórea, forma etc. sunt proprietăți particulare ale corpurilor.

Fenomen. Fenomene fizice și chimice. Obiectul Fizicii. — Se numește *fenomen*, ori-ce modificare făcută unui corp din natură. Așa, când luăm o bucată de fer și o punem în foc, constatăm că ferul se încălzește. Aceiași bucată de fer lăsată în aer umed ruginesce. Încăldirea ferului, ruginirea lui sunt nise fenomene.

Sunt fenomene cari nu schimbă în mod permanent proprietățile corpurilor; în acest cas, corpurile revin la

starea lor primitivă când cauza care a dat naștere fenomenului a încetat să mai lucreze. Așa, ferul încălzit și lăsat să se răcească va avea tot aceleași proprietăți pe cari le avea înainte de încălzire.

Unor asemenea fenomene, cari nu schimbă în mod permanent natura corpurilor, li se dă numele de *fenomene fizice*.

Fenomenelor, cari alterează în mod permanent natura corpurilor, așa că proprietățile lor sunt cu totul schimbate, li se dă numele de *fenomene chimice*.

Ca exemplu de fenomene chimice: ferul transformat în rugină când este lăsat în aer umed; piatra de var transformată în var prin încălzire; o bucată de lemn care arde și care se transformă în cenușe etc.

Obiectul Fizicii este studiul fenomenelor fizice, adică a acelor fenomene cari nu modifică în mod permanent proprietățile corpurilor.

Părțile Fizicii. — După natura fenomenelor fizice, putem împărți Fizica în următoarele părți: 1^o) Gravitatea; 2^o) Căldura; 3^o) Acustica; 4^o) Optica; 5^o) Electricitatea și Magnetismul.

Proprietățile generale necesare existenței materiei: întinderea, nepenetrabilitatea. — Am văzut mai sus că proprietățile generale ale materiei sunt acelea ce le au toate corpurile fără deosebire.

Intre proprietățile generale ale corpurilor, sunt unele fără cari ele nu ar putea exista. Acestea sunt în număr de două: 1^o) întinderea; 2) nepenetrabilitatea (nepătrunderea).

Întinderea este proprietatea ce o au corpurile de a ocupa un loc în spațiu. Acest loc se numește volum.

Prin urmare, un corp ca să existe trebuie să aibă trei dimensiuni: lungime, lățime și adâncime.

Nepenetrabilitatea este proprietatea, ce o are un corp, de a ocupa singur locul în spațiu, și nu împreună cu alt corp. Ast-fel, o piatră introdusă în apă depărtază particulele de apă și spațiul este ocupat numai de piatră, iar nu și de apă.

Aceste două proprietăți sunt absolut necesare existenței materiei. Descartes și Mallebranche admiteau numai înținderea ca proprietate generală necesară existenței materiei. Acesta însă nu este de ajuns. Când un corp este pus înaintea unei oglinzi, totă lumea scie că se produce o imagine și locul imaginii este ocupat de un corp, ce există în realitate. A doua proprietate a materiei, nepenetrabilitatea, nu este satisfăcută în acest cas. Prin urmare, imaginea unui obiect nu este un corp.

Alte proprietăți generale ale materiei: *divisibilitatea, compresibilitatea, dilatabilitatea, elasticitatea. Atomii. Molecule. Constituțiunea corpurilor.* — Pe lângă înțindere și nepenetrabilitate, alte proprietăți generale sunt: *divisibilitatea, compresibilitatea, dilatabilitatea, elasticitatea.*

Divisibilitatea este proprietatea generală ce o au corpurile de a fi împărțite în părți din ce în ce mai mici.

Ast-fel, o bucată de cretă poate fi pulverisată în pulbere mai mult sau mai puțin fină. Prin mijloace mecanice s'a ajuns a se face foi de aur destul de subțiri pentru ca 25000 de foi suprapuse să aibă de abia grosimea de un milimetru. Se pot face, de asemenea, fire de platină a căror grosime să fie $\frac{1}{1200}$ din un milimetru.

O picătură de substanță colorantă, de exemplu câte-va miligrame de fucsină, poate colora în roșu câți-va litri de apă.

Divisibilitatea corpurilor merge și mai departe cu substanțele odorante, cari, după cum se scie, răspândesc un miros pronunțat în camere spațioase.

Dacă, prin urmare, divisibilitatea materiei poate merge din ce în ce mai departe, ne întrebăm dacă are ea o limită sau nu?

După ideile primite actualmente în știință, se admite că divisibilitatea materiei este limitată la nisce particule cu totul mici, cari nu se mai pot divide, numite *atomii*.

Mai mulți atomi juxtapuși formază o *moleculă*.

Un corp este format din molecule, între cari există nise spații sau intervale mici numite *spații intermoleculare*. Aceste spații intermoleculare sunt tot așa de mici ca și moleculele însăși, cari formază corpul.

Spațiile sau intervalele intermoleculare permit a explica *compresibilitatea și dilatabilitatea corpurilor*.

Compresibilitatea este proprietatea generală, ce o au corpurile, de a putea să și micșoreze volumul sub acțiunea puterilor exterioare. Compresibilitatea se explică prin micșorarea spațiilor intermoleculare.

Elasticitatea este proprietatea ce o au corpurile de a reveni la starea lor primitivă, când puterea care a lucrat asupra lor încetează să mai lucreze. Ast-fel, o vargă de oțel îndoită revine la starea sa primitivă când o lăsăm liberă.

Stările corpurilor. Coesiune. — Corpurile din natură se prezintă sub una din cele trei stări fizice : *solidă, lică, sau gáză*.

Unul și același corp pöte fi, după împregiurări, în stare solidă, lică sau gáză. Ast-fel, apa riurilor și a măriilor este lică ; în atmosferă există vaporii de apă ; iar în timpul ernei, apa răcindu-se, se prezintă sub formă de gheață.

Starea solidă. Corpurile în stare solidă sunt caracterizate prin un *volum determinat și o formă determinată*.

Între moleculele unui corp se exercită puteri de atracțiune numite *puteri de coesiune* sau, mai scurt, *coesiunea*.

La corpurile solide, coesiunea este foarte mare. Următorul exemplu ne pöte pune în evidență mărimea coesiunii la solide : să luăm o sârmă de oțel, de un milimetru pătrat de secțiune, s'o atárnăm cu un capăt de un suport, iar la cel-l'alt capăt să punem greutatea din ce în ce mai mare, până ce sârma se va rupe ; experiența ne va arăta că pentru a putea rupe sârma, va trebui să aplicăm o greutate de 92 kilograme.

Compresibilitatea este foarte mică la corpurile solide :

un solid supus la presiune (apăsare) își micșorează volumul însă foarte puțin.

Elasticitatea la corpurile solide se manifestă în patru moduri :

- a) prin *tracțiune*, când, de exemplu, lungim un fir susținându-l la un capăt și aplicând o greutate la cel-l'alt;
- b) prin *flexiune*, când îndoim o sârmă, de exemplu;
- c) prin *torsiune*, când răsucim o sârmă;
- d) prin *presiune*, când facem o apăsare asupra corpului.

Unele corpuri solide ca oțelul, de exemplu, sunt foarte elastice; pe când altele ca plumbul aproape de loc.

Fenomenele de elasticitate prin tracțiune, flexiune și torsiune se observă numai la corpurile solide.

Starea ligidă. Corpurile în stare ligidă sunt caracterizate prin un *volum determinat*; un ligid nu are o *formă proprie*, și ia forma vasului în care este conținut.

Coesiunea este foarte mică la licide și moleculele lor pot aluneca cu ușurință între ele. Coesiunea totuși există la licide și o putem pune în evidență în modul următor :

Să introducem un baston de sticlă în apă și să'l scótem apoi afară; vom vedea o picătură ligidă atârnată la capătul bastonului. Acastă picătură de apă este formată din molecule; unele din ele, cari vin în contact imediat cu bastonul, sunt ținute prin aderența între solid și ligid, restul moleculelor de apă prin puteri de coesiune.

Licidele sunt *foarte puțin compresibile*; totuși, compresibilitatea la licide este mai mare de cât la solide.

Licidele sunt corpuri *perfect elastice*; dacă am esercitat o apăsare asupra unui ligid așa că volumul lui s'a micșorat și dacă apoi încetăm cu apăsarea, experiența arată că ligidul revine la volumul său primitiv.



Fig. 1.

Starea gazoasă. Corpurile în stare gazoasă sau gazele nu au nici un volum determinat nici formă determinată.

Coesiunea la gaze este nulă. Moleculele gazelor tind a se depărta între ele și a ocupa un volum din ce în ce mai mare; acesta constituie *expansibilitatea* gazelor.

Putem pune în evidență expansibilitatea gazelor prin următoarea experiență:

Se închide un gaz în o bășică (fig. 1) și se introduce sub un clopot de sticlă din care se poate scóte aerul. Incepând a scóte aerul din clopot, vom vedea că bășica cu gaz se umflă din ce în ce mai mult. Volumul gazului devine, prin urmare, din ce în ce mai mare.

Gazele sunt corpuri *forte compresibile și perfect elastice*. Compresibilitatea și elasticitatea gazelor se poate proba (fig. 2) cu ajutorul unui tub de sticlă, cu pereții groși, închis la un capăt și în care străbate un piston.

Introducând pistonul în tub, vom închide un volum de aer. Dacă apăsăm asupra códeii

pistonului, așa ca volumul aerului să fie redus la o fracțiune din volumul primitiv, și apoi lășăm pistonul liber, vom vedea că aerul va împinge pistonul, care va ocupa pozițiunea ce o avea la începutul experienței.

Micșorarea din ce în ce mai mare a volumului gazului probéză *compresibilitatea gazelor*.

Revenirea volumului gazului după ce a fost comprimat la volumul inițial probéză *perfecta elasticitate a gazelor*.

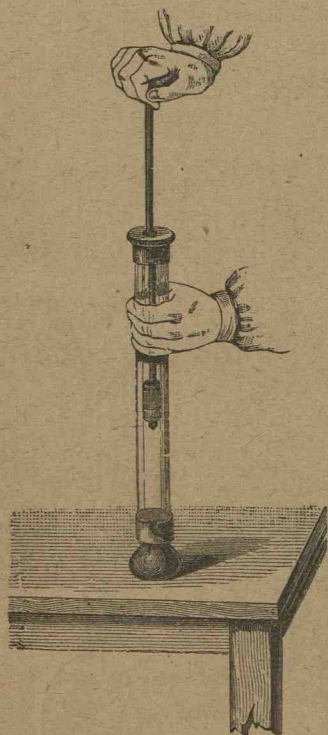


Fig. 2.

NOTIUNI DE MECANICĂ

Mobilitate. Mișcare, repaus. Mișcare absolută și relativă. Repaus absolut și relativ. — *Mobilitatea* este proprietatea ce o au corpurile de a se putea muta de la un loc la altul.

Se dice că un corp este în *mișcare*, când pozițiunea sa în spațiu se schimbă cu timpul. Din contra, când corpul continuă a ocupa același loc în spațiu, se dice că este în *repaus*.

Se dă numele de *mobil* unui corp în mișcare.

Pentru a ne da sémă de diferitele pozițiuni ocupate de un corp în mișcare, îl raportăm la nisce puncte exterioare corpului. De exemplu, mișcarea unui om în raport cu un stâlp telegrafic, un arbore etc.

Când aceste puncte, la cari raportăm corpul în mișcare, sunt imobile, mișcarea mobilului se dice *absolută*. Dacă însă punctele la cari raportăm mișcarea mobilului, ar ocupa diferite pozițiuni variabile cu timpul, adică s'ar mișca și ele, mișcarea este *relativă*.

Un exemplu de mișcare absolută și relativă este următorul: un om care umblă pe un vapor în mișcare. Mișcarea călătorului este absolută în raport cu țermul, care este imobil; aceeași mișcare este relativă în raport cu obiectele de pe vapor, cari sunt tóte în mișcare.

După cum avem mișcare absolută și relativă, observăm de asemenea repaus absolut și relativ, după cum punctele la cari se raportéză corpul în repaus sunt imobile sau nu.

Trebue să scim că pe suprafața pământului nu se observă de cât repaus și mișcare relative, căci toate punctele de pe pământ sunt supuse la două mișcări: una de rotațiune împrejurul liniei polilor, cea-l'altă de translațiune împrejurul sórelui.

Trajectorie. Mișcarea rectilinie și curbilinie. Un corp în mișcare ocupă în timpuri succesive diferite pozițiuni în spațiu. Linia descrisă de mobil în mișcarea sa se numește *trajectorie*.

Mișcarea unui mobil se poate face sau după o linie dréptă, în care cas mișcarea este *rectilinie*; sau după o linie curbă, în care cas mișcarea corpului este *curbilinie*.

Mișcarea mobilului este bine determinată, dacă se cunoște forma trajectoriei, precum și pozițiunea mobilului pe trajectorie la un moment dat.

Mișcarea uniformă. Iuțela în mișcarea uniformă. Cea mai simplă din mișcări este *mișcarea uniformă*. Când un mobil se mișcă ast-fel că descrie spații sau drumuri egale în timpuri egale, se țice că mobilul are o mișcare *uniformă*.

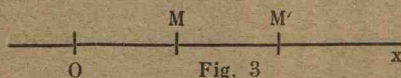
De exemplu, dacă un mobil percurge în prima secundă un spațiu egal cu cinci metri, în secunda a doua același spațiu de cinci metri, și dacă în fie-care din secundele următoare percurge spații egale cu cinci metri, mișcarea mobilului se numește uniformă.

În mișcarea uniformă, se numește *iuțelă* spațiul parcurs în unitatea de timp.

Se ia, în Fistică, ca unitate de timp *secunda* și ca unitate de spațiu *centimetrul*.

Să ne ocupăm, în special, de mișcarea uniformă *rectilinie*.

Să presupunem un corp, care se mișcă pe drépta ox cu o mișcare uniformă (fig. 3).



Fie OM spațiul parcurs de corp în unitatea de timp, de exemplu, în o secundă; în a doua secundă, după definițiunea mișcării

uniforme, spațiul parcurs va fi: $MM' = OM$ și așa mai departe. Fie-care din spațiile OM , MM' , descrise de mobil în unitatea de timp, constituie *iuțela* mobilului.

Să însemnăm cu v spațiul OM descris de mobil în prima secundă. În a doua secundă spațiul parcurs va fi $MM' = OM = v$; deci, în timp de două secunde, mobilul va parcurge spațiul:

$$OM + MM' = 2OM = 2v.$$

Prin urmare, în timp de t secunde, mobilul va parcurge un spațiu s , proporțional cu timpul t , adică:

$$(1) s = v \times t.$$

Relațiunea saă formula (1) se numește *ecuațiunea mișcării uniforme*, și se aplică și atunci când linia descrisă de mobil ar fi o linie curbă.

Se vede de aci, că în mișcarea uniformă *spațiul parcurs de un mobil este egal cu iuțela mobilului înmulțit cu timpul*.

Să dăm un exemplu: să calculăm spațiul (drumul) parcurs de un cal ce alérgă cu o mișcare uniformă în timp de trei ore, cu o iuțelă de 10 kilometri pe oră.

În acest cas, iuțela $v = 10$ kilometri, timpul $t = 3$ ore, deci:

$$s = 10 \times 3 = 30 \text{ kilometri.}$$

Alt exemplu: Să calculăm spațiul parcurs de un mobil, ce se mișcă uniform, în timp de 15 secunde cu o iuțelă de 20 centimetri pe secundă. În acest cas, $v = 20$ centimetri, $t = 15$ secunde; drumul parcurs va fi:

$$s = 20 \times 15 = 300 \text{ centimetri.}$$

Dacă în egalitatea:

$$s = v \times t,$$

împărțim cu t ambii membrii, obținem:

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

ceia ce ne arată că, în mișcarea uniformă, *iuțela este raportul dintre spațiul parcurs de mobil și timpul întrebuințat pentru a'l parcurge*.

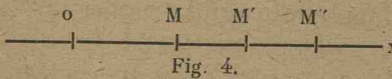
Exemplu: Un tren face cu o mișcare uniformă 200

kilometri în 5 ore. Pentru a avea iuțela trenului, vom divide spațiul de 200 kilometri prin timpul de 5 ore.

Iuțela trenului va fi: $v = \frac{200}{5} = 40$ kilometri.

Mișcarea variată. Iuțela mijlocie. — Se numește *mișcare variată*, mișcarea în care mobilul parcurge spații neegale în timpuri egale.

De exemplu, fie ox linia descrisă de mobil în mișcarea variată (fig. 4). Mobilul parcurge în prima secundă spațiul variată (fig. 4). Mobilul parcurge în prima secundă spațiul OM; în a doua secundă spațiul MM' diferit de OM și așa mai departe. Să consi-



derăm spațiul M'M'' descris de mobil în timpul t . Mobilul poate descrie spațiul M'M'' în o mulțime de feluri. Să presupunem că mobilul se mișcă cu o mișcare uniformă. Iuțela mijlocie a mobilului va fi raportul dintre spațiu și timp, adică: $\frac{M'M''}{t}$.

Prin urmare, *iuțela mijlocie a unui mobil în mișcarea variată, este raportul dintre spațiul parcurs de mobil și timpul întrebuințat pentru a-l parcurge.*

Dacă timpul t devine foarte mic, spațiul M'M'' parcurs de mobil devine și el foarte mic, și se demonstrează cu raportul $\frac{M'M''}{t}$, tinde către o limită numită *iuțela mobilului la timpul t .*

Ast-fel dacă spațiul M'M'' este egal cu 20 metri, și timpul întrebuințat de mobil pentru a parcurge acest spațiu este de 5 secunde, iuțela mijlocie a mobilului în acest interval de timp este: $\frac{20}{5} = 4$ metri.

Mișcarea uniform variată. Accelerațiune. — Dintre mișcările variate cea mai importantă este *mișcarea uniform variată.*

Să presupunem că un mobil se mișcă pe o linie dreaptă și că după o secundă de mișcare, are o iuțelă de 20 metri; după

două secunde iuțela se mărește cu 5 metri și este, prin urmare, de 25 metri; după trei secunde iuțela se mărește încă cu 5 metri și devine 30 metri și așa mai departe.

O asemenea mișcare, în care iuțela mobilului crește cu timpul, se numește mișcare *uniform variată*.

Cantitatea constantă 5 metri, cu care se mărește iuțela, se numește *acelerațiune*.

Mișcarea uniform variată ia numele de *mișcare uniform accelerată*, când iuțela crește cu timpul.

Dacă, din contră, iuțela mobilului ar descrește cu timpul, mișcarea se numește *uniform întârziată*.

Ast-fel este cazul când iuțela mobilului după o secundă este de 40 metri; după două secunde ar descrește cu 2 metri și ar deveni 38 metri; după trei secunde s'ar reduce la 36 metri și așa mai departe.

Cantitatea constantă 2 metri, cu care scade iuțela, se numește ca și în cazul precedent accelerațiunea mobilului.



P u t e r i .

Puteri. Efecte statice și dinamice produse de puteri.— Se numește *putere*, ori-ce cauză ce poate modifica starea de repaus sau de mișcare a unui corp.

Efectele produse de puteri asupra corpurilor sunt de două feluri: a) *dinamice*, b) *statice*.

Ast-fel, când sub acțiunea unei puteri un corp trece din repaus în stare de mișcare, efectul produs de putere asupra corpului este un efect dinamic. Când mișcarea unui corp din uniformă devine variată, efectul puterii este de asemenea dinamic.

Când atârnam un corp greu de un fir, firul se lungesce; greutatea corpului, care este o putere, a produs un efect static. Dacă la o vergea metalică, fixată la un capăt, aplicăm o putere la cea-l'altă extremitate, vom vedea că vergeaua metalică se va îndoi. Efectul puterii, produs în acest cas, este un efect static.

O putere este caracterisată prin următoarele trei elemente : a) *punctul de aplicațiune al puterei*, care este punctul corpului asupra căruia este aplicată puterea ; b) *direcțiunea puterei*, care este direcțiunea după care puterea tinde a mișca punctul de aplicațiune ; c) *intensitatea* sau *tăria puterei*.

Măsura intensității puterilor. Unități de putere. Dinamometre. — Se pot măsura intensitățile puterilor, comparându-le între ele. Intensitățile a două puteri sunt egale, sau mai scurt, două puteri sunt egale, când lucrând asupra aceluiași corp și în aceleași condițiuni, produc aceleași efecte.

În cazul când puterile sunt neegale, pentru a putea stabili comparațiunea între puteri, facem us de următorul principiu, admis ca o aximă în Mecanică : *Când mai multe puteri lucrează în același timp asupra unui corp, fiecare putere produce un efect ca și cum ar lucra ea singură, și, prin urmare, independent de cele-l'alte puteri.*

Acesta este principiul cunoscut în Mecanică sub numele de *principiul independenței puterilor*.

În virtutea acestui principiu, o putere P este de două, 3, n ori mai mare de cât o altă putere p , dacă efectul produs asupra corpului de puterea P este egal cu acel produs de $2p$, $3p$, np puteri, lucrând de o dată asupra corpului.

Pentru a putea compara cu ușurință intensitățile puterilor, s'a admis o unitate de putere. Ca unitate practică de putere s'a luat greutatea unui kilogram. În Fizică s'a adoptat actualmente ca unitate de putere : *dyna* care valorează $\frac{1}{981}$ din un gram sau aproximativ un miligram.

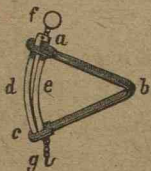


Fig. 5.

Instrumentele, cu cari se compară intensitățile puterilor, se numesc *dinamometre*. Dinamometrele sunt basate pe flexiunea (îndoirea) unui arc sau unui resort metalic, supus la acțiunea puterei.

Un dinamometru întrebuițat este următorul (fig. 5 și 6) : o lamă de oțel abc este recurbată

în formă de V; la cele două capete ale lamei sunt fixate două arce metalice d și e , dintre care unul se termină prin inelul f , iar cel-l'alt prin cârligul g . Fie-care din aceste arce străbate cu extremitățile libere prin deschidături făcute în lama metalică. Ținând dinamometrul în mână, prin ajutorul inelului f , sau fixându-l la un suport, și punând greutatea în g , vom vedea că arcul abc se va îndoi. Flexiunea arcului, până la o limită, este proporțională cu puterile aplicate în g . Vom grada dinamometrul aplicând în g , greutatea de 1, 2, 3... n kilograme, și însemnând pe arcul d , locul unde acest arc străbate lama de oțel. Se vor face apoi gradațiuni intermediare.

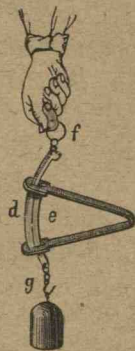


Fig. 6.

Efectul unei puteri va fi de 1, 2, 3... n kilograme, dacă va produce o flexiune corespunzătoare diviziunilor de pe arcul d , egale cu 1, 2, 3... n kilograme.

Dinamometrul Leroy este format din un resort în formă de helice (fig. 7); capătul de sus al resortului este fixat la un tub de metal ab , iar cel inferior la un disc c . Tot pe acest disc, la mijlocul său și perpendicular, este lipită o vergea metalică, ce este din tub și se termină prin inelul d . Tubul de metal are un cârlig e la partea de jos, de care se atârna greutatea. Sub efectul acestor greutatea resortul se strânge, vergeaua metalică este din tub, și un indice fixat în c , indică cantitatea cu care resortul s'a strâns sub acțiunea puterilor.



Fig. 7.

Acest dinamometru se gradază ca și precedentul, atârând greutatea cunoscute în e .

Acest dinamometru este întrebuințat și în economia domestică pentru măsurarea greutatea.

Principiul inerției. — Este util a cunoaște principiul inerției, de care ne servim în explicarea a multor fapte.

Principiul inerției cuprinde două părți: a) *un corp în repaus va rămânea tot-deauna în repaus, dacă nici o putere exterioară nu va lucra asupra lui*; b) *dacă corpul se mișcă și dacă nici o putere exterioară nu lucrăză asupra lui, mișcarea corpului va fi uniformă și rectilinie.*

Prima parte a principiului inerției a fost admisă chiar din timpurile cele mai vechi; a doua parte a fost enunțată de Kepler.

Suntem conduși la a doua parte a principiului inerției prin următoarele considerațiuni: o bilă aruncată pe un plan orizontal se mișcă din ce în ce mai încet și după cât-va timp se oprește, atât din cauza frecării bilei pe plan cât și a rezistenței aerului; dacă planul orizontal este mai neted, bila se va mișca mai mult. Presupunând că bila nu ar avea nici o frecare pe plan și rezistența aerului ar fi nulă, bila ar continua a se mișca neconținut cu o mișcare rectilinie și uniformă.

Vom da câte-va exemple explicabile prin principiul inerției.

Un glonte, care străbate cu regegiune prin un giam, face o gaură în el fără a-l strica; în adevăr, giamul fiind străbătut de glonț în un timp foarte scurt, nu s'a putut comunica mișcarea părților vecine găurei, cari aũ rămas neatınse.

Când sărim din o trăsura, care se mișcă cu regegiune, în direcțiunea mișcării ei, ni se întâmplă adesea să cădem. Causa este următoarea: când suntem în trăsura avem aceeași iuțelă ca și trăsura în mișcare. Când sărim jos, iuțela picioarelor este anulată, pe când corpul continuând a avea aceeași iuțelă ce o avea în trăsura este aruncat înainte. Pentru a evita acest accident, trebuie a sări în sens invers de mișcarea trăsurei.

Când un tren este în mișcare și de-odată se oprește în un mod brusc, toate persoanele din tren, cari aveau iuțela cu care se mișcă trenul, sunt aruncate înainte în sensul mișcării trenului.

Representarea geometrică a puterilor. — S'a vădut că o putere este caracterisată prin : a) punctul de aplicațiune ; b) direcțiunea ; c) intensitatea puterei.

Se representă geometric o putere P prin o dréptă (fig. 8), plecând din punctul A care este punctul de aplicațiune al puterei A • —————→ P și îndreptată în direcțiunea în care lucrăză puterea.

Fig. 8.

Adoptând o unitate de lungime pentru unitatea de intensitate, puterea P va avea o lungime proporțională cu intensitatea sa.

Resultanta puterilor. Componente. — Când mai multe puteri, cari lucrăză asupra unui corp, produc același efect ca și o putere unică, care le póte înlocui, se dá numele de *resultantă* acestei putere unice.

Puterile, cari pot fi înlocuite prin o *resultantă*, se numesc puteri *componente*.

Compunerea puterilor cari lucrăză asupra aceluiași punct în linie dréptă. Casul puterilor egale. — Să presupunem că avem mai multe puteri (fig. 9),

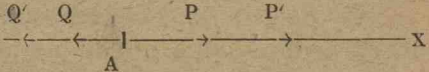


Fig. 9.

care lucrăză în linie dréptă asupra punctului A, d'între cari puterile P și P' în o direcțiune, iar Q și Q' în direcțiune opusă.

Vom considera puterile P și P', cari lucrăză în o direcțiune ca positive, iar puterile Q și Q' lucrând asupra punctului A în direcțiune opusă ca negative. Resultanta R va fi diferența dintre puterile positive și negative :

$$R = P + P' - Q - Q'.$$

După cum R va fi pozitiv sau negativ, punctul A se va mișca în direcțiunea AX sau în direcțiunea opusă.

Dacă $R = 0$, adică dacă puterile cari trag punctul A în o direcțiune sunt egale cu acelea cari îl trag în direcțiune opusă, punctul A va rămânea nemișcat. Se dice atunci că puterile aplicate asupra punctului A își fac *echilibru*.

De exemplu, când mai mulți oameni trag o greutate în aceeași direcțiune, rezultanta este egală cu suma puterilor cu care fie-care om trage greutatea.

Când doi oameni trag o funie în sensuri opuse, rezultanta este egală cu diferența puterilor, cu care oamenii trag funia la cele două capete.

Compunerea a două puteri concurente. — Se dă numele de puteri *concurente* acelor ce sunt aplicate asupra aceluiași punct al corpului.

Să presupunem că asupra punctului A lucrează două puteri concurente P și Q , formând între ele unghiul α (fig. 10).

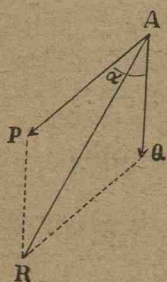


Fig. 10.

Se demonstrează în Mecanică că rezultanta acestor două puteri P și Q se obține formând un paralelogram care să aibă ca laturi adiacente puterile P și Q . Diagonala R a paralelogramului reprezintă în mărime și direcțiune rezultanta puterilor concurente.

Ast-fel este cazul când doi oameni trag un corp după două direcțiuni înclinate între ele.

Discompunerea unei puteri în alte două puteri. — Să presupunem că vom a discompune puterea R , aplicată în A , (fig. 11)

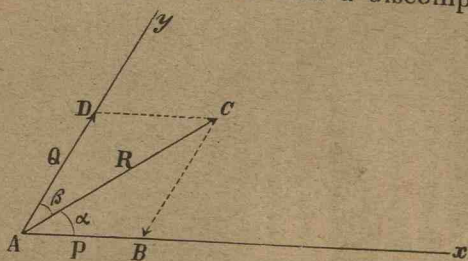


Fig. 11.

în alte două puteri aplicate tot în A , și dirijate după direcțiunile Ax și Ay .

Pentru acesta, vom duce de la extremitatea C a puterii R două

drepte paralele cu Ax și Ay , cari vor fi tăiate în punctele B și D .

În paralelogramul $ABCD$, AB și AD sunt cele două componente, în cari am discompus puterea R . Compo-

nenta $AB=P$, formeză unghiul α cu resultanta R ; iar componenta $AD=Q$, formeză unghiul β cu resultanta R .

× **Compunerea a două puteri paralele și de același sens.**—

Să presupunem că două puteri paralele P și Q lucrăză asupra unui corp și sunt aplicate în punctele A și B (fig. 12). Resultanta puterilor se va obține după regula următoare:

Resultanta a două puteri paralele și de același sens P și Q , aplicate în punctele A și B , este egală cu suma puterilor, având o direcțiune paralelă cu puterile date și de același sens ca ele; punctul de aplicațiune C a resultantei determină pe dreapta AB două segmente AC și CB , invers proporționale cu intensitățile puterilor P și Q .

Prin urmare resultanta puterilor va fi dată prin:

$$(1) R=P+Q.$$

Punctul de aplicațiune C al resultantei va fi determinat prin:

$$(2) \frac{P}{Q} = \frac{CB}{AC}.$$

Acastă din urmă relațiune se mai pôte scrie:

$$\frac{P}{CB} = \frac{Q}{AC} = \frac{P+Q}{AC+CB} = \frac{R}{AB}.$$

adică: fie-care din puterile P , Q și R sunt proporționale cu distanțele între punctele de aplicațiune a celor-lalte două puteri.

Compunerea a două puteri paralele și de sens contrar.— Fie două puteri paralele P și Q (fig. 13), aplicate în punctele A și B a unui corp solid. Se va obține resultanta după regula următoare:

Resultanta a două puteri paralele și de sens contrar P și Q , aplicate în două puncte A și B a unui corp solid, este egală cu diferența

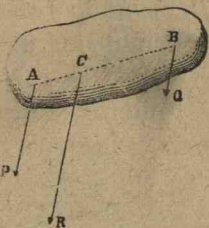


Fig. 12.

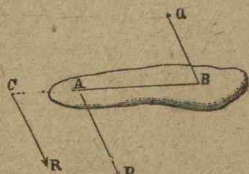


Fig. 13.

puterilor, paralelă cu puterile și dirigiată în sensul puterii celei mai mari; punctul de aplicațiune C al resultantei se află pe prelungirea dreptei AB , așa că distanțele AC și BC sunt în raport invers cu intensitățile puterilor P și Q .

Prin urmare, resultanta puterilor va fi:

$$(1) R = P - Q.$$

Punctul de aplicațiune C a resultantei, este determinat prin relațiunea:

$$(2) \frac{P}{Q} = \frac{BC}{AC}.$$

Relațiunea (2) se mai poate scrie:

$$\frac{P}{CB} = \frac{Q}{CA} = \frac{P-Q}{CB-CA} = \frac{R}{AB},$$

adică: fie-care din puterile P , Q și R sunt proporționale cu distanțele între punctele de aplicațiune a celor-l'alte două puteri.

Cuplu. — Două puteri egale, paralele și de sens contrar aplicate în două puncte diferite a unui corp solid, formeză un *cuplu de puteri*, sau cum se numesc prin prescurtare un *cuplu*.

Ast-fel, puterile P și Q (fig. 14) egale, paralele și de sens contrar, aplicate în punctele a și b ale unui corp solid, formeză un *cuplu*.

Se demonstrează, în Mecanică, că un cuplu nu are *resultantă*.

Efectul unui cuplu este să dea corpului o mișcare de rotațiune, până când dreapta ab , care unesc punctele de aplicațiune a puterilor, să vină în direcțiunea puterilor P și Q .

Se numesc *braț de pârghie* a unui cuplu, lungimea ac a perpendicularei comune la cele două puteri P și Q .

Se definește *momentul unui cuplu*: productul intensității uneia din puteri cu lungimea brațului de pârghie. Ast-fel, momentul cuplului alăturat este $P \times ac$.

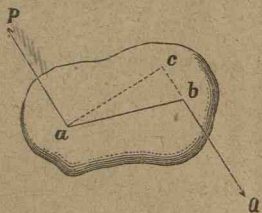


Fig. 14.

Pârghia.— Pârghia este formată din o bară rigidă, care se poate mișca împrejurul unui punct fix, și la care sunt aplicate două puteri, una numită *putere*, cea a doua *rezistență*.

Ast-fel, pârghia de care se servesc lucrătorii (fig. 15) pentru a mișca greutatea P , este formată din bara AB , care se pune pe un corp resistant, așa că se poate mișca împrejurul punctului C . Capătul A al barei este introdus sub greutatea P , iar la capătul B lucrătorul apasă asupra barei. În acest exemplu, puterea este în B , rezistența în A , iar punctul fix în C .

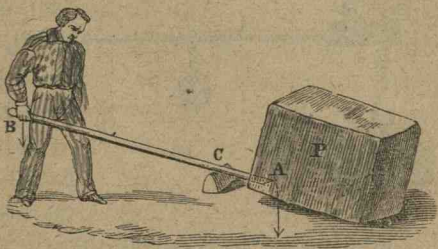


Fig. 15.

Pârghia poate fi formată din o bară dreaptă sau îndoită; de asemenea, puterea și rezistența pot fi paralele sau nu. Casurile, care se prezintă mai des și de care ne vom ocupa, sunt acelea când bara este dreaptă și când puterea și rezistența sunt paralele între ele.

Distingem două feluri de pârghii, după cum punctul fix este între putere și rezistență sau la unul din capetele pârghiei.

Pârghie de primul gen. În pârghiile de primul gen, punctul fix este așezat între putere și rezistență (fig. 16). Fie pârghia AB , a cărei punct fix fie în O ; la capătul A al pârghiei lucrăză puterea P , și la capătul B rezistența Q . Puterile P și Q fiind paralele, pentru ca ele să își facă echilibru, trebuie ca rezultanta lor: $R=P+Q$, să treacă prin punctul fix O și să satisfacă condițiunei:

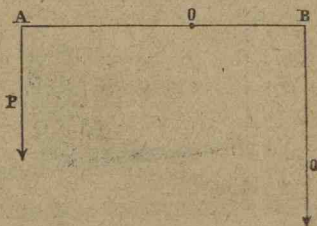


Fig. 16.

$$\frac{P}{OB} = \frac{Q}{OA}$$

Ca exemplu de pârghie de primul gen este balanța cu brațe egale, formată din o bară, la a cărei extremități sunt aplicate corpul de cântărit și greutatea care îi face echilibru, iar punctul fix este la mijlocul barei și este sprijinit pe un plan resistant.

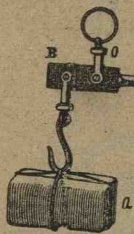


Fig. 17.

Balanța romană (fig. 17) este o pârghie de primul gen cu brațe neegale; greutatea de cântărit Q în B și punctul fix în O .

Pârghii de al doilea gen. În aceste pârghii, punctul fix este la capătul barei. Ast-fel este cazul barei rigide AO , unde punctul fix este în O , puterea în A și rezistența în B . Pentru ca pârghia să fie în echilibru, trebuie să avem (fig. 18).

Fig. 18.

$$\frac{P}{BO} = \frac{Q}{AO}$$

Vom da câte-va exemple de pârghii de al doilea gen.

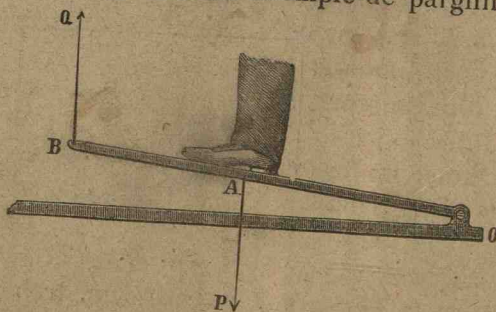


Fig. 19.

este aplicată la brațele rōbei.

Ast-fel, o rōbă încărcată este o pârghie de al doilea gen. Punctul fix este reprezentat prin axul rōtei, rezistența este greutatea pusă în rōbă, iar puterea

De asemenea, pedalele de cari ne servim la tocile pentru a învârti róta, cu cari ascuțim cuțitele, sunt pârgھی de al doilea gen (fig. 19). In acest cas, punctul fix este în O , puterea P este aplicată în A și rezistența Q în B .

Putere centripetă și centrifugă. — Când un mobil este pus în mișcare sub acțiunea unei puteri, mobilul se mișcă în linie dréptă în direcțiunea puterei. Dacă mobilul s'ar mișca după o linie curbă, trebuie să existe neapărat o putere, care să schimbe la fie-care moment direcțiunea traiectoriei. Acésiă putere este îndreptată în partea concavă a curbei.

Să presupunem un mobil, care se mișcă pe un cerc; de exemplu, un corp legat de un fir și pe care 'l învârtim, așa că corpul se mișcă pe un cerc de rază OA (fig. 20). Mobilul supus la o impulsione inițială în direcțiunea AB , dacă ar fi liber s'ar mișca după drépta AB . Inșă, din causă că este legat de fir, se va mișca pe cercul de rază OA .

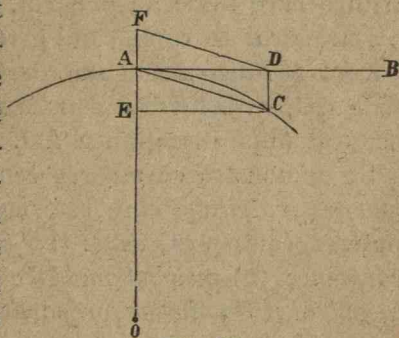


Fig. 20.

Puterea care lucrăză asupra mobilului, când se mișcă pe cerc, și care pôte fi represintată prin córda arcului AC , o putem descompune după regula paralelogramului puterilor în două puteri: a) *puterea tangențială* AD , care este tangență la cerc în punctul A ; b) *puterea* AE , îndreptată de la mobilul A spre centrul O al cercului și în direcțiune radială; acestei puteri, care tinde a apropia mobilul de centrul cercului, i se dă numele de *putere centripetă*.

Puterea tangențială AD , la rîndul ei, pôte fi decompusă, după regula paralelogramului puterilor, în puterile AC și AF . Inșă $AF = DC = AE$; prin urmare, puterea $AE = AF$.

Efectul produs de puterea AC este, prin urmare, același cu acel produs de puterea tangențială AD și puterea centripetă AE, sau cu acel produs de puterile AC, AE și AF.

Puterii AF, care este egală și de direcțiune contrară cu puterea centripetă AE, i se dă numele de *putere centrifugă*. Efectul puterii centrifuge ar fi să depărteze mobilul de centrul O.

Când învârtim un corp legat de un fir, experiența arată că firul este neconținut întins. Puterea centripetă, care tinde a apropia corpul de centrul cercului, este la fie-care moment egală și de sens contrar cu puterea centrifugă care tinde a-l depărta.

Dacă firul se rupe, când învârtim corpul, puterea centripetă AE dispăre, și nu rămâne de cât puterea tangențială AD, care lucrează asupra mobilului, așa că el va fi aruncat după direcțiunea AD.

Se demonstrează că *puterea centripetă*, și prin urmare, și *puterea centrifugă* care este egală și de sens contrar cu puterea centripetă, este: 1^o) *proporțională cu greutatea corpului*; 2^o) *proporțională cu înălțimea mobilului ridicată la pătrat*; 3^o) *invers proporțională cu raza cercului pe care se mișcă mobilul*.

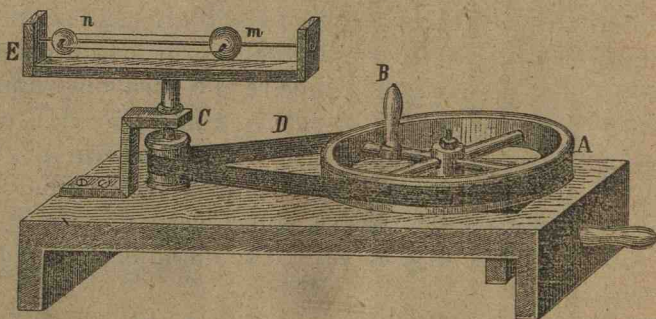


Fig. 21.

Se fac diferite experiențe cu mașina centrifugală (fig. 21) pentru a pune în evidență fenomene explicabile prin

puterea centrifugă Mașina centrifugală este formată din o rotă mai mare A, prevădută cu o manivelă B, care mișcă axul C prin ajutorul unei curele sau unui lanț D.

Pe axul C se adaptează diverse accesorii.

Ast-fel, dacă fixăm pe ax cadrul E, unde pe vergeaua de fer pot aluneca două sfere m și n de greutate diferite, legate prin un fir flexibil, experiența ne va arăta că dacă așezăm sferile la aceeași depărtare de ax și apoi învârtim cadrul, sfera mai grea m se va depărta până la capătul vergelei trăgând după ea și sfera n .

Dacă adaptăm la axul C (fig. 22) un sistem de două cercuri perpendiculare, fixate la capătul de jos în a , și mobile la capătul de sus al axului ab , vom vedea că, prin învârtire, cercurile se vor turti la capete și se vor umfla la mijlocul lor.

Acastă experiență ar explica turtirea pământului la poli și umflarea lui la ecuator.

Lucrul mecanic. Unități de lucru mecanic. Lucrul mecanic motor și resistant. -- O putere aplicată asupra unui

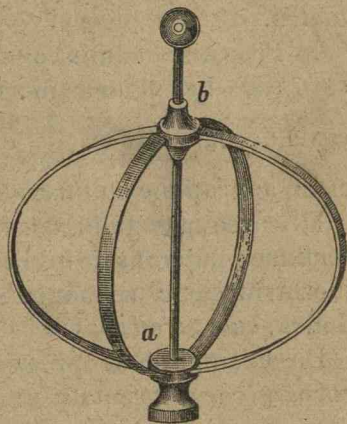


Fig. 22.

corp produce un efect util, când pune în mișcare punctul ei de aplicațiune. In acest cas, puterea efectuează un lucru mecanic. De exemplu, când cine-va ridică o greutate până la o înălțime oarecare produce un lucru mecanic.

Să presupunem (fig. 23) că puterea P este aplicată în punctul A al corpului,

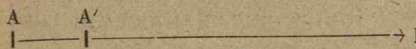


Fig. 23.

și că sub acțiunea acestei puteri, punctul A se mișcă din A în A' cu distanța $AA' = l$ în direcțiunea puterii P.

Se definește, în acest cas, lucrul mecanic în modul

următor : *Lucrul mecanic*, sau, prin prescurtare, *lucrul produs de puterea P*, care mișcă punctul de aplicațiune A al corpului în direcțiunea puterii cu distanța *l*, este productul puterii *P* cu distanța *l*.

După această definițiune, lucrul *W* al puterii, va fi :

$$W = P \times l.$$

În industria mecanică, s'a luat ca unitate de lucru mecanic *kilogrametrul*, luându-se ca unitate de putere *kilogramul* și ca unitate de lungime *metrul*.

Kilogrametrul este lucrul mecanic produs, când ridicăm o greutate de un kilogram cu înălțimea verticală de un metru.

În Fizică, s'a admis ca unitate de lucru mecanic *ergul*, care este lucrul mecanic efectuat de o *dynă* (care este egală aproximativ cu $\frac{1}{981}$ din un gram) care mișcă punctul ei de aplicațiune cu un *centimetru* în direcțiunea puterii.

Mișcarea punctului de aplicațiune se poate face în direcțiunea puterii sau în direcțiune opusă. În cazul întâi, lucrul mecanic se numește *lucru motor*; în cazul al doilea, *lucru resistant*.

De exemplu: să presupunem că lăsăm să cadă un corp a cărui greutate este de *P* kilograme de la înălțimea verticală de *i* metri. Corpul se va mișca în direcțiunea puterii, care este greutatea corpului. Lucrul mecanic va fi motor și va fi reprezentat prin : $P \times i$ kilograme. Ast-fel, 20 kilograme cădând de la înălțimea de 5 metri, vor efectua un lucru motor egal cu $20 \times 5 = 100$ kilograme.

Dacă însă, ridicăm un corp a cărui greutate este *P* cu înălțimea verticală de *i* metri, lucrul mecanic este în acest cas *resistent*, și va fi reprezentat în raport cu lucrul mecanic motor prin $-Pi$ kilograme.

Energie mecanică. Energie cinetică și energie potențială. — Se numește *energie*, capacitatea ce o are un corp de a produce lucru mecanic.


Energia mecanică se poate prezenta sub două forme :
 a) energie de mișcare, numită și *energie cinetică* sau încă *energie actuală* ; b) energie de poziție, numită și *energie potențială*.

Un corp care se mișcă, poate produce lucru mecanic. Energia ce o posedă este *energia cinetică*. Ast-fel, curentul unei ape, vântul etc., posedă *energie cinetică*.

A doua formă a energiei mecanice este *energia potențială*. Așa, când strângem resortul unui ceasornic, resortul capătă energie potențială, căci desfășurându-se va pune în mișcare diversele organe ale ceasornicului și va produce, prin urmare, lucru mecanic.

Alte exemple de energie potențială : O vapore sub presiune, un gaz pe care 'l comprimăm, o substanță explosibilă, posedă energie potențială.

Energia cinetică se poate transforma imediat în lucru mecanic fără intervenirea unei energii streine, pe când energia potențială are nevoie de o asemenea intervenire. Așa, curentul unei ape, vântul, pot efectua imediat un lucru mecanic, pe când o substanță explosibilă, pentru a produce lucru mecanic, trebuie să o aprindem, prin urmare să introducem o energie streină.

 p. acip. Vineri
 7 Noaptea

GRAVITATEA

Noțiuni generale asupra gravității. Echilibrul corpurilor solide.

Gravitatea. — Când ridicăm un corp până la o înălțime oarecare și apoi îl lăsăm liber, experiența ne arată că el cade, îndreptându-se către pământ, și nu se oprește de cât atunci când întâlnește un obstacol în calea sa. *Causa, care face ca corpurile să cadă pe pământ, se numește gravitatea.*

Gravitatea se exercită asupra tuturor corpurilor fără excepțiune, ori-care ar fi natura sa și mărimea lor. Dacă presupunem că dividem un corp în părțile din ce în ce mai mici, constatăm că și acele părțile mici cad. Se deduce de aci, că gravitatea se exercită și asupra celor mai mici părțile, din care un corp ar fi constituit.

Gravitatea fiind o putere, ne propunem a determina: a) *direcțiunea gravității*; b) *intensitatea*; c) *punctul de aplicațiune al gravității*.

Direcțiunea gravității. Verticala. Plan orizontal. Orizontala.— Pentru a vedea care este direcțiunea luată de un corp în căderea sa, să facem următoarea experiență:

Să luăm un corp greu, de exemplu o bucată de plumb, pe care s'o atârnăm la extremitatea unui fir flexibil, și să ținem cu mâna cel-l'alt capăt al firului (fig. 24). Vom vedea că firul cu plumb în repaus va lua o direc-

țiune verticală. Asupra bucăței de plumb se exercită două puteri: a) *gravitatea*, care tinde ca bucata de plumb să cadă îndreptându-se către pământ; b) *tensiunea firului*, care ține firul întins și se opune la căderea corpului. Bucata de plumb fiind în echilibru, și puterile exercitate asupra ei fiind numai cele două indicate mai sus, este necesar pentru echilibru ca aceste două puteri să fie egale și de sens contrar. Direcțiunea firului fiind verticală, urmază ca și *direcțiunea gravității să fie și ea verticală.*

Instrumentul format din un fir flexibil care are o greutate la un capăt servește a determina verticala în un loc óre-care de pe suprafața pământului; el se numește *firul cu plumb.*

Direcțiunea, pe care o ia firul cu plumb în repaus, pe care am numit-o direcțiunea verticală sau *verticala* locului, este perpendiculară pe suprafața apelor liniștite, sau, în general, pe suprafața unui ligid în repaus. Putem pune acesta în evidență prin următoarea experiență (fig. 25). Să atárnăm de un suport în *a*, un fir care are legată la celălalt capăt *b* o greutate, terminată prin un vârful ascuțit. Să punem sub corp un vas cu mercur, așa ca vârful greutății să atingă suprafața mercurului. Când firul este în repaus, vom vedea că imaginea firului, produsă de suprafața lucie a mercurului, va fi în prelungirea firului. Acesta ne arată, că direcțiunea firului și prin urmare a verticalei, este perpendiculară la suprafața ligidelor în repaus.

Suprafața unui ligid în repaus se numește *plan orizontal.* Ori-ce linie dusă în plan orizontal este o *linie orizontală.*

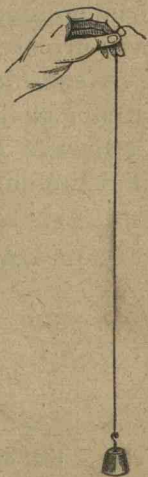


Fig. 24.

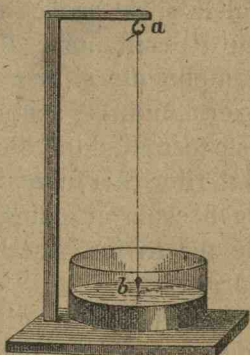


Fig. 25.

Verticalele în două puncte ale suprafeței globului.— Globul terestru fiind aproape sferic, verticala unui loc va fi în prelungirea raței terestre a aceluși loc, și va trece, prin urmare, prin centrul pământului.

Să considerăm (fig. 26) două puncte A și B de pe suprafața globului, prin care trece arcul de cerc mare AB . Verticalele AZ și BZ' a punctelor A și B de pe pământ, fiind prelunghite se vor întâlni în punctul O , care este

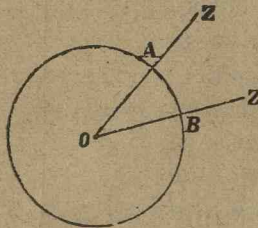


Fig. 26.

centrul pământului. Unghiul format de cele două verticale este unghiul AOB . Ast-fel, verticalele locurilor în două puncte ale suprafeței pământului formeză un unghi determinat. De exemplu, verticalele a două locuri depărtate de un kilometru formeză un unghi aproape egal cu 30 secunde.

Dacă însă punctele A și B sunt foarte apropiate, unghiul format de verticale este foarte mic, așa că verticalele pot fi luate ca fiind paralele între ele. Prin urmare, *verticalele a două locuri foarte apropiate pot fi considerate ca drepte paralele.*

Greutatea unui corp.— Se demonstrează că puterile paralele și de același sens, cari lucrează asupra unui corp, au o resultantă egală cu suma lor, paralelă cu puterile componente și de același sens cu ele. Acțiunea gravitației exercitându-se asupra fie-cărei părți din care un corp este format, după direcțiunea verticală, resultanta tuturor puterilor cari lucrează asupra corpului, datorite gravitației, va fi egală cu suma componentelor, verticală și dirijată de sus în jos. Acastă resultantă se numește *greutatea corpului.*

Centrul de gravitate.— Se demonstrează că, când mai multe puteri paralele și de același sens lucrează asupra unui corp, resultantă lor este aplicată în un punct, care se numește *centrul puterilor paralele.* Acest punct se bucură de proprietatea de a rămânea invariabil, ori-care

ar fi direcțiunea puterilor în raport cu corpul, cu condițiunea ca: 1°) puterile să rămână paralele; 2°) să 'și conserve intensitatea, sau ca intensitatea puterilor să varieze în același raport.

Același lucru și în cazul gravitației. Resultanta puterilor datorite gravitației, adică greutatea corpului, este aplicată în un punct, care se numesce *centrul de gravitate al corpului*.

Centrul de gravitate este un *punct invariabil*, fie că am face să varieze pozițiunea corpului în un loc determinat, fie că am transporta corpul în locuri diferite, unde intensitatea gravitației este diferită.

Invariabilitatea centrului de gravitate al unui corp permite a determina centrul de gravitate al unui solid, ori-care ar fi forma sa.

Se atârnă (fig. 27) corpul cu un fir flexibil ab în punctul a al corpului. Greutatea p a corpului ia direcțiunea verticală și este aplicată în centrul de gravitate G . Pentru ca corpul să fie în echilibru, trebuie ca prelungirea direcțiunii firului vertical ab să treacă prin centrul de gravitate G al corpului.

Dacă atârnăm corpul în un alt punct c , prelungirea firului cd va trece tot prin G . Intersecțiunea prelungirilor lui ab și cd va fi centrul de gravitate G al corpului.

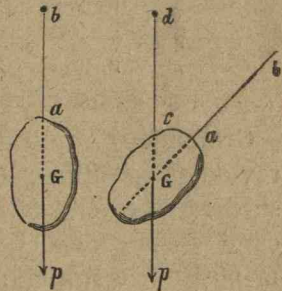


Fig. 27.

Când un corp este omogen, adică materia este răspândită în un mod uniform în totă întinderea sa, și pe lângă acestea are o formă regulată, centrul de gravitate se poate afla ușor prin calcul. Ast-fel, centrul de gravitate a unei sfere este în centrul ei; centrul de gravitate a unui cilindru cu baza circulară este la mijlocul dreptei care unesc centrele cercurilor de basă; de asemenea, centrul de gravitate a unui paralipiped este punctul de întretăiere a diagonalelor.

Echilibrul unui corp solid care se poate mișca împrejurul unui ax sau unui punct fix.— Când un corp solid este mobil împrejurul unui ax sau unui punct fix, pentru ca să fie în echilibru, trebuie ca verticala care trece prin centrul de gravitate al corpului să treacă și prin ax sau prin punctul fix.

Echilibrul unui corp mobil împrejurul unui ax sau unui punct fix, poate fi : a) *stabil* ; b) *nestabil* ; c) *indiferent*.

Să considerăm un corp solid (fig. 28), a cărui greutate

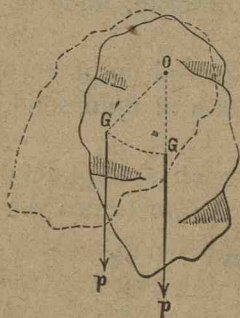


Fig. 28.

p este aplicată în centrul de gravitate G , și fie O axul împrejurul căruia corpul se poate mișca. Să presupunem că centrul de gravitate G este dedesubtul axului O . Pentru ca corpul să fie în echilibru, trebuie ca verticala greutății p să treacă prin punctul O .

Să presupunem că depărtăm corpul din pozițiunea sa primitivă, așa ca centrul de gravitate să vină din G în G' .

Greutatea p , aplicată în G' , tinde a face ca corpul să revină la pozițiunea primitivă. Echilibrul în acest cas, se dice că este *stabil*. Echilibrul stabil este deci atunci, când corpul depărtat din pozițiunea sa tinde a reveni la pozițiunea inițială.

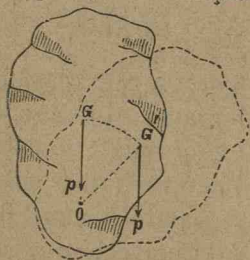


Fig. 29.

Să considerăm (fig. 29) corpul în o pozițiune ast-fel ca centrul de gravitate G să fie deasupra axului O . Pentru ca corpul să fie în echilibru, trebuie ca verticala greutății p să treacă prin axul O . Dacă depărtăm corpul din pozițiunea sa primitivă, așa că centrul de gravitate G să vină în G' , corpul se va depărta și mai

mult, până când centrul de gravitate va veni dedesubtul axului O și pe verticala care trece prin O . Echilibrul

corpului, în acest cas, se *ține* că este *nestabil*. Echilibrul nestabil este deci atunci, când corpul depărtat din pozițiunea sa tinde a se depărta și mai mult.

În fine, când centrul de gravitate trece prin axul O , echilibrul este *indiferent*, corpul rămânând în echilibru or-care ar fi pozițiunea lui.

Echilibrul unui corp solid sprijinit pe un plan.—Să presupunem un corp solid, de exemplu un cilindru (fig. 30), pus pe un plan. Corpul atinge planul în mai multe puncte, cari reunite formeză un poligon, numit *poligon de susținere*. În cilindrul considerat, poligonul de susținere este o elipsă.

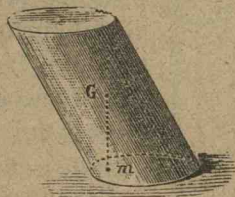


Fig. 30.

Pentru ca corpul să fie în *echilibru stabil*, trebuie ca verticala Gm , dusă din centrul de Gravitate G al cilindrului să cadă în interiorul poligonului de susținere.

Echilibru unui corp sprijinit pe un plan este *nestabil* (fig. 31), când verticala Gm dusă din centrul de gravitate G al corpului cade în afara poligonului de susținere; corpul, în acest cas, cade în partea unde verticala întâlnește planul orizontal.

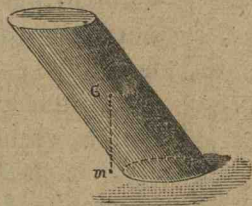


Fig. 31.

Echilibrul unui corp sprijinit pe un plan este *indiferent*, când corpul rămâne în echilibru în ori-ce pozițiune s'ar afla.

Ast-fel este cazul unei sfere puse pe un plan orizontal.



Căderea corpurilor.

Căderea corpurilor în vid.— Dacă lăsăm să cadă pe pământ de la aceeași înălțime corpuri de formă și greutate diferite, cum ar fi de exemplu, o bucată de plumb, o bucată de cretă, o foie de hârtie, constatăm că bucată de plumb va cădea mai întâi, apoi creta și, în fine, hârtia.

Cauza, care face ca corpurile să cadă în aer cu iuțeli diferite, este *rezistența* aerului atmosferic.

Dacă ne-am pune în condițiuni, ast-fel ca rezistența aerului să fie suprimată, făcând experiența în un loc vid (gol), se pôte constata că, în vid *tôte* corpurile cad cu *aceiași* iuțelă. Acest fapt a fost mai întâi remarcât de Galileu, pe când era profesor la Pisa (1589—1592), lăsând să cadă din vârful turnului înclinat da la Pisa diferite greutateți. Mai târziu, Mariotte în Franța, Newton în Anglia, repetară experiențele lui Galileu. Se datoresce lui Newton experiența cu tubul ce pörtă numele său, pentru verificarea legii de mai sus.

Tubul lui Newton (fig. 32) este un tub lung de sticlă, având o lungime cam de doi metri, închis la un capăt, iar la cel-l'alt este prevăduț cu o piuliță și un robinet. Prin ajutorul piuliței se pôte adapta la o mașină pneumatică, pentru a face vidul în tub; robinetul servește pentru a pune sau întrerupe comunicațiunea interiorului cu exteriorul.

Introducând în tub corpuri de greutateți diferite: plumb, cretă, fulgi de pene etc., experiența ne arată că făcând vidul toți acești corpi vor cădea în tubul vid cu *aceiași* iuțelă. Dacă introducem

Fig. 32. aer în tub, prin ajutorul robinetului, vom constata că va cădea mai întâi plumbul, apoi creta și, în fine, fulgi de pene.

Se mai pôte verifica legea de mai sus, luând un disc de metal și un disc de carton de același diametru. Lăsându-le să cadă separat în aer, va cădea mai întâi discul de metal și apoi discul de carton. Suprapunând discul de carton peste discul de metal, ambele discuri formeză ca un singur corp și vor cădea de odată pe pământ.

Căderea corpurilor în vid cu *aceiași* iuțelă mai pôte fi demonstrată prin *ciocanul cu apă*. Ciocanul cu apă



(fig. 33) este format din un tub de sticlă, terminat prin un glob. S'a introdus mai întâiu apă în tub și s'a fiert apa, pentru a goni aerul din tub. În timpul fierberii, s'a topit vârful globului de sticlă la suflător, și a rămas ast-fel în tub numai apă.

Dacă întorcem aparatul, așa ca apa să fie conținută în glob, și apoi răsturnăm aparatul, totă apa va cădea de odată ca un corp solid, producând un șgomot analog loviturii unui ciocan. În această experiență, picăturile de apă nu au fost despărțite între ele prin aer, cum s'ar întâmpla când apa ar cădea în aerul atmosferic, dar cad toate reunite; acesta probază că în vid, toate aceste picături cad cu aceeași înălțime.



Fig. 33.

Planul înclinat a lui Galileu. — Dacă atârnăm un corp la un dinamometru, în un loc óre-care, vedem că flexiunea dinamometrului este constantă. Acesta probază că, în un loc determinat, gravitatea este o *putere constantă*.

Se demonștră că mișcarea unui corp sub acțiunea unei puteri constante este o mișcare uniform variată. Prin urmare, gravitatea fiind o putere constantă, mișcarea imprimată de gravitate unui corp în căderea sa va fi o mișcare uniform variată.

Experiența arată că spațiul parcurs de corp după t secunde de cădere, este proporțional cu pătratul timpului.

Așa, dacă un corp parcurge în căderea liberă 5 metri în prima secundă, el va parcurge $5 \times 2^2 = 20$ metri în două secunde, $5 \times 3^2 = 45$ metri în trei secunde și așa mai departe.

Putem verifica experimental că spațiile parcurse de un corp în cădere sunt proporționale cu pătratele timpurilor, servindu-ne de planul înclinat a lui Galileu.

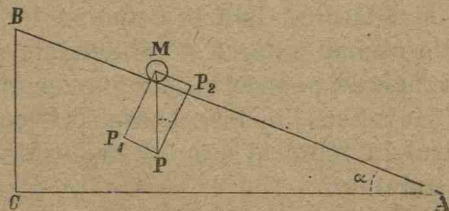


Fig. 34.

Să considerăm (fig. 34) un plan înclinat și să ducem un plan vertical perpendicular pe intersecțiunea planului înclinat cu un plan orizontal. Fie AB intersecțiunea acestui plan vertical cu planul înclinat. Dreapta AB formează cu orizontala AC, situată în același plan vertical ca și AB, unghiul $BAC = \alpha$. Să considerăm o sferă M, a cărui greutate este P, și care se mișcă pe planul înclinat după direcțiunea BA.

Greutatea P a sferei M, o putem discompune, după regula paralelogramului puterilor, în două componente: 1^o) P_1 , perpendiculară pe AB și care este distrusă prin rezistența planului înclinat; 2^o) P_2 paralelă cu AB. Această componentă P_2 este singura putere efectivă, care produce mișcarea sferei.

Este ușor a verifica legea spațiilor cu planul înclinat descris mai sus. Este de ajuns a măsura direct spațiile în căderea sferei pe planul înclinat după 1, 2, 3, etc. secunde. Experiența va arăta că spațiile sunt proporționale cu numerile 1, 4, 9 etc. adică cu pătratele timpurilor.

P e n d u l u l .

Istoric. — Cele d'întâi observațiuni asupra pendulului sunt datorite lui Galileu. Galileu observă, în catedrala de la Pisa, că oscilațiunile unei lampe de bronz, suspendate la extremitatea unei corde lungi, se efectuează în acelaș timp. Această observațiune datéză din 1583.

Mai târziu, Galileu demonștră experimental că duratele oscilațiunilor a două pendule sunt între ele ca și rădăcinile pătrate ale lungimelor acelor pendule.

Huyghens, în fine, complectă teoria pendulului și construiește în 1657 cel d'întâiu orologiu pus în mișcare de un pendul.

Pendulul simplu. — Se numește *pendul simplu* un punct material greu atârnat la extremitatea unui fir inextensibil

și fără greutate, a cărui cea altă extremitate este fixată în un punct.

Un asemenea pendul nu are o existență reală; pentru aceia pendulul simplu se mai numește *ideal* sau *matematic*.

Să considerăm un punct material greu, atârnat la capătul firului OM , ce este fixat în O (fig. 35). Acest sistem constituie un pendul simplu.

Pendulul este în echilibru când punctul material este în direcțiunea verticalei ce trece prin punctul de suspensiune O . Fie OM această direcțiune verticală.

Să depărtăm punctul material din pozițiunea de echilibru și să-l mișcăm până în A , pe arcul de cerc MA .

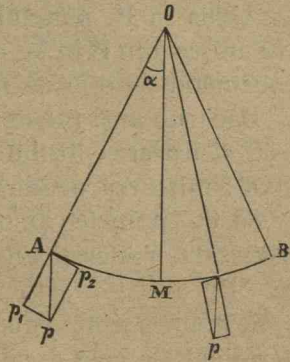


Fig. 35.

Fie p greutatea punctului material. Putem discompune greutatea p , conform teoremului paralelogramului puterilor, în două componente dreptunghiulare: a) p_1 , în direcțiunea prelungirii firului OA ; b) p_2 , în direcțiunea tangențială la arcul de cerc AM .

Componenta p_1 , fiind în direcțiunea prelungirii firului, este distrusă din cauză că firul este inextensibil; prin urmare, această componentă nu are nici un efect asupra mișcării punctului material.

A doua componentă p_2 este singura componentă eficientă, care determină mișcarea punctului material.

Efectul puterii p_2 , variabilă la fie-care moment în direcțiune și intensitate, este a determina mișcarea punctului material în direcțiunea AM .

Punctul material mișcându-se din A în M , iuțela sa crește; această iuțelă este cea mai mare când punctul material ajunge în M .

Când punctul material ajunge în M , în virtutea iuțelei

căpătate își va continua mișcarea mai departe pe arcu de cerc MB. Puterea, care lucrează asupra punctului material, fiind de direcțiune contrară mișcării punctului, iuțelă sa va merge descrescând până ce va ajunge la punctul B, unde iuțela punctului va fi nulă așa că arcu MB descris de mobil este egal cu arcu AM.

Ajuns în B, punctul material solicitat de gravitate se va mișca din B în M, apoi din M în A și așa mai departe, efectuând o serie de mișcări alternative.

Dacă nu ar fi rezistența aerului asupra punctului material și frecarea firului împrejurul punctului O unde este fixat, mișcarea pendulului s'ar efectua la infinit.

Să dă numele de *oscitațiune* a pendulului mișcării punctului material între cele două pozițiuni extreme OA și OB.

Se numesce *amplitudinea pendulului* unghiul AOB, determinat de cele două pozițiuni extreme OA și OB ale pendulului. După figură se vede că amplitudinea pendulului este: $AOB=2\epsilon$.

Legile oscilațiunilor pendulului simplu.—Este imposibil a realiza în practică pendulul simplu, căci nu putem avea un corp redus la un punct material și nici un fir fără greutate. Putem însă ajunge la verificarea legilor pendulului simplu, stabilite prin calcul matematic, construind un pendul format din o sferă mică și grea, atârnată la capătul unui fir subțire inextensibil, al cărui capăt superior este fixat. Oscilațiunile unui asemenea pendul, după cum se arată prin calcul, s'ar apropia de acelea a unui pendul simplu, a cărui lungime ar fi distanța între punctul de suspețiune și centrul sferei.

Se pot verifica cu un asemenea pendul următoarele patru legi ale pendulului simplu:

1^o) *Isocronismul oscilațiunilor pendulare mici a căror amplitudine nu trec peste 3°*. Dacă luăm un pendul de o lungime determinată, constatăm că durata oscilațiunilor variază când amplitudinea lor este mai mare de 3°. Dacă

însă amplitudinea oscilațiilor este de 3° sau mai mică, experiența arată că fie-care din aceste oscilațiuni este efectuată în același timp; cu alte cuvinte, oscilațiunile mici cari nu trec peste 3' sunt isocrone.

Putem verifica această lege, evaluând timpul în care un pendul efectuează un număr determinat de oscilațiuni cu amplitudinea mai mică de 3°. Vom constata, de exemplu, că 50 de oscilațiuni sunt efectuate în 40 secunde; alte 50 oscilațiuni următoare tot în 40 secunde și așa mai departe.

2^o) *Durata oscilațiunilor unui pendul nu depinde de substanța din care este format pendulul.* Dacă facem pendule, cari să aibă aceiași lungime, atârând la capătul liber al firului sfere de platină, fer, fildeș etc., de același diametru, experiența arată că pentru oscilațiuni a căror amplitudine nu trece de 3' durata unei oscilațiuni este aceeași.

3^o) *Legea lungimelor.* Legea lungimelor este următoare: *timpul unei oscilațiuni pendulare este proporțional cu rădăcina pătrată a lungimeii pendulului.* Vom verifica această lege luând pendule a căror lungimi să fie proporționale cu numerele 1, 4, 9 etc. Vom constata că duratele aceleiași număr de oscilațiuni sunt între ele ca numerele 1, 2, 3 etc.

4^o) *Legea intensității gravității.* Legea intensității gravității este următoarea: *timpurile aceleiași număr de oscilațiuni ale pendulului în diferite locuri de pe pământ sunt invers proporționale cu rădăcinele pătrate a intensităților gravității în locurile considerate.*

Putem verifica această lege transportând același pendul în diverse locuri, unde intensitățile gravității sunt diferite.

Formula pendulului simplu. Timpul unei singure oscilațiuni a unui pendul simplu, când amplitudinea nu trece de 3°, este dat prin următoarea formulă:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

unde t , este timpul unei singure oscilațiuni; l , lungimea pendulului; g , intensitatea gravitației; π , raportul constant al circumferinței la diametru, care este egal cu 3,14159.

Pendulul compus. — Pendulul simplu, fiind un pendul ideal, nu p \acute{o} te fi realizat în practică. T \acute{o} te pendulele, pe cari le putem construi, sunt pendule compuse.

Se numește *pendul compus saũ real*, un corp material greũ, care p \acute{o} te oscila ĩmprejurul unui ax, numit ax de suspenziune, care nu trece prin centrul de gravitate al corpului.

Numirea de pendul compus derivă de la constituirea acestui pendul, care fiind un corp material greũ este compus din o mulțime de puncte materiale.

Să considerăm un corp greũ, mobil ĩmprejurul axului de suspenziune, care se proiectează în O (fig. 36); fie G , centrul de gravitate al corpului. Acest sistem constituie un *pendul compus*.

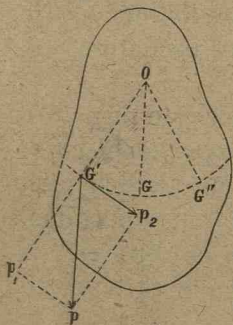


Fig. 36.

Pendulul va fi în echilibru, când verticala centrului de gravitate va trece prin axul de suspenziune. Să presupunem că depărtăm centrul de gravitate din pozițiunea sa de echilibru din G în G' . Asupra pendulului lucrăză greutatea corpului p aplicată în G' . Putem discompune greutatea p în două componente drept unghiulare: a) p_1 ,

care este în direcțiunea prelungirei lui OG' ; b) componenta p_2 , tangentă la arcul de cerc $G'G$.

Componenta p_1 este distrusă, căci distanța OG' rămâne invariabilă. Singura componentă eficace, care produce mișcarea pendulului, este p_2 . Centrul de gravitate al pendulului se va mișca pe arcul de cerc $G'G$, cu o iuțelă care merge crescând din G' în G , unde are valoarea cea mai mare.

Când centrul de gravitate vine în G , în virtutea iuțelei căpătate, își continuă mișcarea mai departe, descriind un arc de cerc GG'' egal cu $G'G$.

Din G'' , unde iuțela este nulă, centrul de gravitate se va mișca în G , apoi în G' și așa mai departe, descriind mișcări alternative.

Pendulul compus este format, în general, din o sferă metalică grea, de platină de exemplu, atârnată la capătul unui fir de platină, a cărui cel alt capăt este prins de un clește fix.

O altă formă usitată a pendulului compus este aceea a unei bare metalice (fig. 37), având la capătul de jos un disc lenticular; la capătul de sus, bara este străbătută de o prismă cu secțiunea triunghiulară, a cărei muchie se rașimă pe un plan de agat saŭ de oțel. Muchia prismei este perpendiculară pe planul de oscilațiune al pendulului; această muchie constituie *axul de suspenziune* al pendulului.

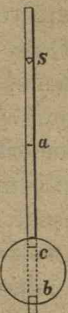


Fig. 37.

Aplicațiunea pendulului la măsurarea timpului. — O aplicațiune importantă a oscilațiunilor isocrone ale pendulului a fost făcută de Huyghens la măsurarea timpului (1657).

Să considerăm roța dințată A (fig. 38), care se mișcă în sensul săgeții prin ajutorul unui resort saŭ unei greutatei atârnată la capătul unei sfori înfășurate pe axul O al roței dințate. Dacă mișcarea roței ar fi datorită numai greutății ce cade, mișcarea roței ar fi uniform variată, așa că un ac fixat pe rotă ar descrie în timpuri egale spații diferite și nu ar putea servi la măsura timpului.

Prin ajutorul unui pendul, putem regula mișcarea roței A , oprind periodic căderea greutății ce pune roța A în mișcare.

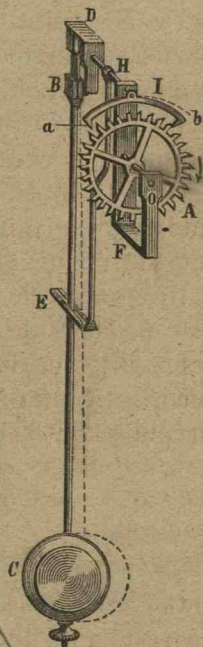


Fig. 38.

În acest scop pendulul BC , atârnat de suportul D prin

o lamă flexibilă, când oscilază, pune în mișcare furca E, care intră în coda pendulului, precum și vergeaua F și axul H. De acest ax este fixat arcul I, terminat la cele două capete prin virfurile ascuțite *a* și *b*, cari intră între dinții roței dințate A.

Dacă pendulul este în repaus, virful *b* opresce mișcarea roței. Când însă pendulul în mișcarea sa oscilatorie ocupă pozițiunea indicată în figură prin linia punctată, róta dințată se mișcă în sensul săgeții, până când un dinte al roței vine de atinge virful *a*. Arcul cu care s'a mișcat róta este semi-arcul între doi dinți consecutivi. Când pendulul efectuează oscilațiunea următoare, virful *a* se ridică și róta este oprită de virful *b*. Oscilațiunile pendulului fiind isocrone, urmează că și mișcările roței A se fac în timpuri egale.

Un ac indicator fixat pe róta A va percurge în timpuri egale arce egale. Va trebui în urmă să combinăm lungimea pendulului cu numărul dinților roței dințate pentru a avea un orologiú cu care să putem evalua timpul în secunde.

Orologiile de perete sunt puse în mișcare de o greutate motrice saú de un resort și mișcarea lor este regulată de un pendul regulator.

În césornicele portative de buzunar, acțiunea motrice este produsă de un resort, iar pendulul regulator este represintat prin o róta regulatrice care se vede, la césornice, mișcându-se cu iuțelă alternativ de la stânga la dreapta și de la dreapta la stânga.

B a l a n ț a.

Greutate absolută. Variația ei pe pământ.— S'a vădut că resultanta tuturor puterilor paralele, cari lucrază asupra unui corp, datorite gravității, este o putere egală cu suma componentelor, pe care am numit' o greutate.

Greutății ast-fel definite, i se dă în special numele de *greutate absolută*.

Greutatea absolută a unui corp nu este o cantitate constantă; ea variază cu latitudinea și cu înălțimea locului de-asupra nivelului mării.

Greutate relativă. Măsurarea greutăților relative și a maselor cu balanța. — Se numește *greutate relativă* raportul dintre greutatea unui corp și o greutate luată ca unitate; greutatea luată ca unitate este greutatea unui gram (gramul fiind greutatea unui centimetru cub de apă destilată la 4° C).

Greutatea absolută a unui corp este variabilă de la un loc la altul. Greutatea relativă a unui corp este însă aceeași ori-care ar fi locul considerat de pe fața pământului.

Aparatele, de cari ne servim pentru a compara între ele greutatea, se numesc *balanțe*.

Operațiunea, care consistă în a compara greutatea între ele, se numește *cântărire*.

Balanța cu brațe egale. — Balanța cu brațe egale (fig. 39) este formată din o pârghie dreaptă ABC, care se poate mișca împrejurul axului orizontal B. La extremitățile pârghiei în A și C, sunt atârnat două discuri P și P' egale în greutate, pe cari se pot pune greutăți. Cele două brațe AB și BC ale pârghiei sunt egale între ele; din această cauză, balanța se numește *balanța cu brațe egale*.

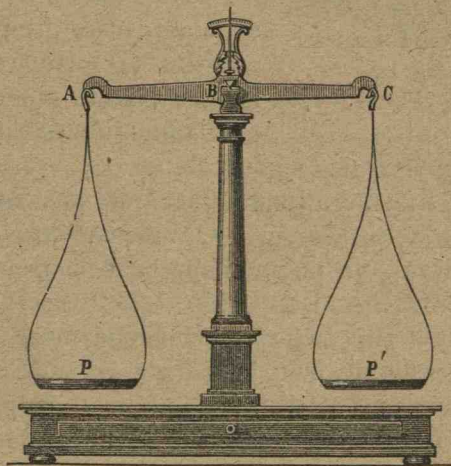


Fig. 39.

Am spus că pârghia se poate mișca împrejurul unui ax

orizontal ce trece prin B. In acest scop (fig. 40), axul de suspensiune este format de muchia ascuțită B a unei prisme triunghiulare, ce străbate perpendicular pârghia la mijlocul ei. Muchia ascuțită B a acestui cuțit se rezimă pe două plane *a* și *b*, așezate în acelaș plan orizontal. Pentru ca planele *a* și *b* să fie cât se poate mai rezistente, ele sunt tăiate din oțel, din quartz sau din agat.

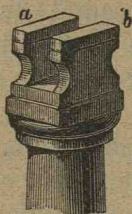


Fig. 40.

Lacele două capete ale pârghiei, în A și C (fig. 41), se află două cuțite, formate fie-care din o prismă triunghiulară și perpendiculară pe pârghie. Muchiile acestor cuțite sunt îndreptate în sus și sunt paralele cu muchia cuțitului B, împrejurul căruia se mișcă pârghia.

De cuțitele A și C, se atarnă cârligele cari susțin discurile balanței.

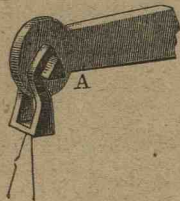


Fig. 41.

Acest mod de suspensiune prezintă avantajii, căci greutatea puse pe discuri constituiesc, ori-care ar fi înclinațiunea balanței, două puteri verticale, cari trec prin muchiile ascuțite ale cuțitelor terminale.

In general, balanțele sunt construite ast-fel, că muchiile cuțitelor din A, B, C să fie în acelaș plan. Pentru simplitate, ne putem imagina cele trei muchii reduse la trei puncte A, B și C (fig. 42). In acest cas, linia ABC este linia pârghiei, iar cele două brațe ale pârghiei sunt reprezentate prin lungimele AB și BC. La mijlocul pârghiei este fixat, perpendicular pe linia pârghiei, un ac D care se poate mișca înaintea unui arc de cerc gradat.

La mijlocul arcului se află divisiunea notată zero. Când acul se opresce înaintea acestei diviziuni, acesta ne indică că acul este vertical iar pârghia orizontală.

Pentru ca cântăririle efectuate cu o balanță să fie *exacte*, cu alte cuvinte ca balanța să fie *exactă* (*justă* sau *drăptă*), trebuie ca balanța să satisfacă următoarelor condițiuni: 1^o) ca linia pârghiei să fie orizontală, când discurile balanței nu sunt încărcate; 2^o) ca linia pârghiei să rămână tot orizontală, după ce am adăugat două greutateți egale în fie-care din cele două discuri ale balanței. Teoria indică că, pentru ca o balanță să fie exactă, cele 2 brațe de pârghie ale balanței să fie egale în lungime.

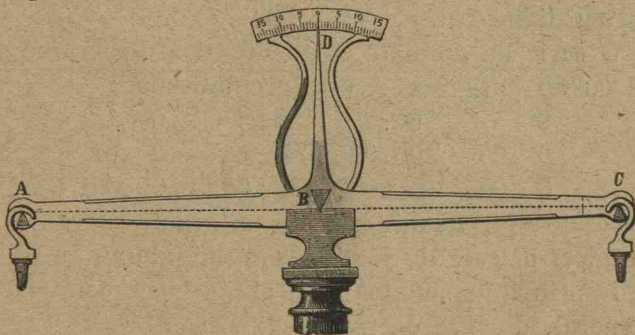


Fig. 42.

Să presupunem că o balanță, satisfăcând condițiilor de exactitate, conține în fie-care disc greutateți egale. Dacă apoi punem în unul din discuri o mică greutate p , pârghia se va înclina în sensul greutății puse pe disc și un nou echilibru se va stabili. Se ține că o balanță este *sensibilă*, când pentru o mică greutate pusă pe un disc, balanța se înclină cu un unghiū apreciabil. Ast-fel, dacă pentru o greutate de un miligram, pârghia se înclină cu un unghiū apreciabil, balanța se ține că este sensibilă până la un miligram.

Cuții cu greutateți. — Pentru a putea compara greutatețile între ele, ne servim de greutateți marcate, începând de la un kilogram și mergând până la un miligram. Aceste greutateți sunt conținute în cuții numite *cuții de greutateți*.

Greutățile, întrebuințate la balanțele de precisiune, sunt formate din următoarele trei grupe :

a) O greutate de un kilogram.

b) O serie de greutăți începând cu 500 grame și fiind cu un gram. Aceste greutăți sunt :

500 ^{gr.}	200 ^{gr.}	100 ^{gr.}	100 ^{gr.}
50	20	10	10
5	2	2	1

Greutatea totală a acestei serii este de un kilogram. Forma acestor greutăți este cilindrică, având înălțimea egală cu diametrul.

c) O serie de greutăți începând cu 5 decigrame și fiind cu un miligram. Aceste greutăți sunt :

0 ^{gr.} ,5	0 ^{gr.} ,2	0 ^{gr.} ,1	0 ^{gr.} ,1
0 ,05	0 ,02	0 ,01	0 ,01
0 ,005	0 ,002	0 ,002	0 ,001

Greutatea lor totală este de un gram. Ele au forma unor plăci pătrate de platină sau de aluminiu, pe care sunt imprimate greutatea lor. Miligramele sunt făcute, în general, din fire de platină.

Greutățile, începând de la 500 grame până la miligram, sunt conținute în aceeași cutie cu greutăți.

Este necesar, când voim a face cântăriri precise, a verifica greutatele conținute în o cutie cu greutăți. Pentru acesta se va compara între ele greutățile egale, de exemplu greutățile de 10 grame; se va compara apoi suma acestor greutăți cu greutatea de 20 grame și așa mai departe.

Metode de cântărire. — Metodele obicinuite de cântărire sunt următoarele :

1^o) *Metoda simplei cântăriri.* Se cântărește un corp prin metoda simplei cântăriri, punând corpul în unul din discurile balanței, de obicei în cel din stânga, și punând în cel-l'alt disc greutăți marcate până când acul balanței se oprește înaintea divisiunii zero.

Când ne servim de această metodă, presupunem că

balanța este exactă (justă), adică cele două brațe ale pârgheii sunt egale în lungime.

2^o) *Metoda dublei cântăriri sau a lui Borda.* Borda a indicat o metodă, care dă rezultate exacte, chiar când balanța nu ar fi justă; condițiunea ce trebuie a o îndeplini balanța în acest cas este să fie *sensibilă*.

Pentru a cântări corpul prin metoda dublei cântăriri, se procedeză în modul următor: se pune corpul de cântărit pe discul din dreapta al balanței, iar pe discul din stânga se pun alice de plumb, grăunțe de nisip etc. până ce acul balanței se oprește înaintea divisiunii zero. Când echilibrăm greutatea corpului în modul indicat mai sus, să ție că *luăm sau facem tara* (popular daraua) greutății date.

După această primă operațiune, luăm corpul de pe discul balanței și îl înlocuim prin greutateți marcate până ce acul balanței se oprește din nou la zero.

Greutățile marcate și corpul de cântărit făcând echilibru aceleiași tara, greutatea corpului este represintată prin greutatețile marcate.

3^o) *Metoda cântăririi cu greutateți constante.* Când linia pârgheii nu este o linie dreaptă, se demonștră că sensibilitatea balanței depinde și de greutatețile totale puse pe discuri; în acest cas, pentru ca balanța să păstreze aceiași sensibilitate, ne servim de metoda cântăririi cu greutateți constante.

Iată cum se procedeză în acest cas. Să considerăm o balanță cu care putem cântări greutateți de la 500 grame până la un miligram. Se pune atunci în unul din discuri, obicnuit în cel din dreapta, seria greutateților până la un miligram, așa că suma lor totală să fie de 500 de grame. În cel al doilea disc, se pune sau 500 grame sau i se face tara, pentru a avea echilibru.

Când voim a cântări corpul, îl punem pe discul cu greutatețile divisionare, și scótem din aceste greutateți până ce acul revine din nou la zero. Greutățile marcate scóse de pe disc represintă greutatea corpului.

Când operăm în acest mod, discurile sunt încărcate neconținut cu aceeași greutate de 500 grame fie-care și balanța conservă aceeași sensibilitate.

Cântarul sau balanța romană. — Cântarul sau balanța romană (fig. 43) este o pârghie de primul gen, (punctul

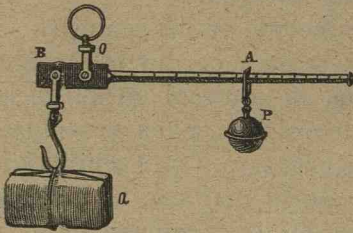


Fig. 43.

fix fiind între putere și rezistență), cu brațe neegale. Această balanță este formată din o vergea de metal, mobilă împrejurul axului O. În B se află un cârlig, mobil împrejurul unui ax, și de care putem atârna corpul de cântărit. În A este sfera P, susținută de inelul A,

care se poate mișca pe vergea.

Greutatea sferei P este constantă; Q este greutatea de cântărit. Pentru ca cântarul să fie în echilibru, trebuie ca resultanta greutăților P+Q să treacă prin axul O; tot-odată, brațele de pârghie AO și BO să satisfacă condițiunei următoare:

$$\frac{P}{BO} = \frac{Q}{OA}$$

Cântarul se gradază în un mod empiric. Se atârna de cârligul din B greutatea cunoscută de 1, 2, 3. etc. kilograme. Se notează prin linii locul unde inelul A se oprește pentru ca pârghia să fie orizontală. Aceste linii indică greutatea corespunzătoare cu 1, 2, 3 etc. kilograme. Se procedeză în un mod analog cu greutatea inferioare unui kilogram.

Cântarul servește în economia domestică.

Balanța decimală. — Balanța decimală este o aplicațiune a pârghiilor.

Această balanță (fig. 44) se compune din pârghia ABCD, mobilă împrejurul axului B. Acest ax este format din muchia ascuțită a unui cuțit.

În C și D sunt două vergele verticale; de capetele de jos ale acestor vergele sunt legate pârghiile HI și EG. Pârghia HI este mobilă împrejurul axului I; pârghia EG împrejurul

axului G. Pe pârghia HI este fixată o placă, pe care se pune greutatea $P+p$, pe care vom a

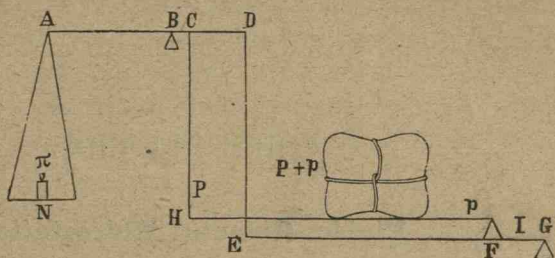


Fig. 44.

o cântări. În fine, la capătul A al pârghiei ABCD se află discul N, pe care punem greutatea marcată, care contrabalansează greutatea $P+p$ ce vom a o cântări.

Pârghiile satisfac următoarelor condițiuni: a) lungimea brațului de pârghie AB este de 10 ori mai mare de cât lungimea brațului de pârghie BC; b) distanțele BC, CD, EF și EG, satisfac condițiunei:

$$\frac{BC}{BD} = \frac{EG}{FG}$$

Dacă aceste condițiuni sunt satisfăcute, când greutatea de cântărit $P+p$ este contrabalansată prin o greutate π pusă pe disc, așa că pârghia ABCD să fie orizontală, acesta ne indică că greutatea $P+p=10\pi$. Prin urmare, greutatea pusă pe disc multiplicată cu zece, când echilibrul balanței este stabilit, ne dă greutatea corpului ce vom a cântări.

De aci derivă și numele de *balanță decimală* dată acestei balanțe.

+ paci p. *Printre 14 noian*

CORPURI LICIDE

Fluide. Obiectul Hidrostaticeii.

Fluide. Obiectul Hidrostaticeii.—Moleculele, cari formeză un corp ligid, întocmai ca și moleculele unui corp gazos, fiind foarte mobile, s'a dat numele general de *fluide* corpurilor licide și gazóse.

Există însă diferențe între licide și gaze. Intre altele este următoarea : Un ligid pus în un vas are un volum determinat ; dacă vasul are o capacitate mai mare de cât volumul ligidului, în acest cas ligidul conținut în vas se termină prin o suprafață liberă, adică prin o suprafață care nu atinge pereții vasului. Un gaz însă, conținut în un vas închis, ocupă tot spațiul interior.

Obiectul *Hidrostaticeii* este studiul condițiunilor de echilibru a fluidelor.

Ne vom ocupa mai întâiu de condițiunile de echilibru a corpurilor licide.

Echilibrul licidelor independente de gravitate. Principiul lui Pascal.

Principiul lui Pascal.—Să presupunem un ligid asupra căruia nu se exercită acțiunea gravitației. Un ligid fiind format din molecule foarte mobile și fiind tot-odată perfect elastic, o presiune exercitată asupra ligidului se va transmite în toate părțile ligidului cu aceeași intensitate

Pascal a enunțat cel d'întâiu principiul următor, cunoscut sub numele de principiul egalei transmisiuni a presiunilor la licide sau de principiul lui Pascal :

Când exercităm o presiune asupra unei porțiuni plane din suprafața licidului, această presiune se transmite în toate părțile și cu o egală intensitate; prin urmare, porțiuni plane de aceeași suprafață luate pe peretele vasului în care licidul este conținut sau în interiorul licidului vor încerca presiuni egale.

Ast-fel, să presupunem că licidul este conținut în un vas (fig. 45), prevăzut cu mai multe tuburi identice; în fie-care din aceste tuburi intră pistoane cari au aceeași suprafață. Dacă presupunem că pe pistonul vertical punem o greutate de 5 kilograme, vom exercita pe suprafața plană a licidului în contact cu pistonul o presiune de 5 kilograme. Această presiune se va transmite în toate părțile cu o egală intensitate; prin urmare, pe fie-care din suprafețele egale ale celor-l'alte pistoane se vor exercita din interior în afară presiuni egale cu 5 kilograme. Pentru ca aceste pistoane să rămână imobile, va trebui să aplicăm pe fie-care din ele presiuni de 5 kilograme îndreptate din afară în interior.

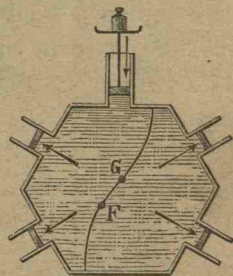


Fig. 45.

Să considerăm o suprafață plană FG , luată în interiorul licidului, așa că suprafața FG să fie egală cu suprafața pistonului vertical. Dacă asupra acestui piston exercităm o presiune de 5 kilograme, conform principiului lui Pascal, asupra suprafeței FG se va exercita o presiune tot de 5 kilograme.

Am presupus că porțiunile plane considerate sunt egale în suprafață. Să considerăm cazul când aceste porțiuni plane au suprafețe diferite. Fie S și s aceste suprafețe. Să presupunem că asupra suprafeței s se exercită

presiunea p . Putem considera suprafața S , ca formată din n suprafețe s . Asupra fie-căreii din suprafețele s exercitându-se, conform principiului lui Pascal, presiunea p , asupra suprafeței S se va exercita o presiune egală cu np . Avem deci :

$$(1) S = ns$$

$$(2) P = np.$$

De unde, divizând relațiunea (2) prin (1), obținem :

$$(3) \frac{P}{S} = \frac{p}{s}.$$

Acastă consecință a principiului lui Pascal o putem enuncia în modul următor :

Presiunile transmise în un ligid sunt proporționale cu suprafețele.

Putem verifica, cu ôre-care aproximațiune, acastă consecință a principiului lui

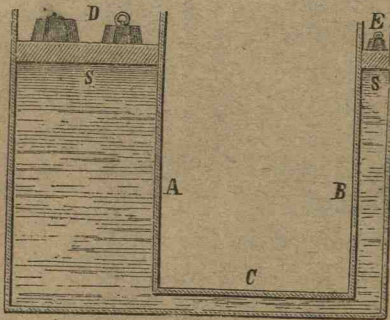


Fig. 46.

Pascal prin următorea dispozițiune, care dă explicațiunea preseii hidraulice descrisă mai jos : Două cilindri verticali A și B (numiți corpuri de pompă) sunt reuniți la basă prin tubul C (fig. 46). Două pistone D și E pătrund exact în cele două tuburi

verticale. Fie S și s suprafețele plane ale pistonelor. Un ligid, de exemplu apa, este conținut între cele două pistone.

La începutul experienței, ligidul este la acelaș nivel în ambele tuburi. Să presupunem că am pus o greutate de 5 kilograme pe pistonul E. Dacă suprafața S a pistonului D este de 100 ori mai mare de cât suprafața s a pistonului E, presiunea exercitată de ligid asupra pistonului D va fi de 100 de ori mai mare ; prin urmare, presiunea ligidului asupra pistonului D este de 500 kilo-

grame. Experiența arată că, pentru ca pistonul D să rămână imobil, trebuie să punem pe acest piston o greutate de 500 kilograme.

Presa hidraulică. — Presa hidraulică este o aplicațiune a principiului lui Pascal. Ea a fost imaginată de însuși Pascal; construcțiunea ei însă datéză de la 1797 când mecanicul englez Bramah 'i-a dat o formă practică. Cu începutul secolului XIX, presa hidraulică a găsit numeroase aplicațiuni în industrie.

Presa hidraulică (fig. 47 și fig. 48) este formată din

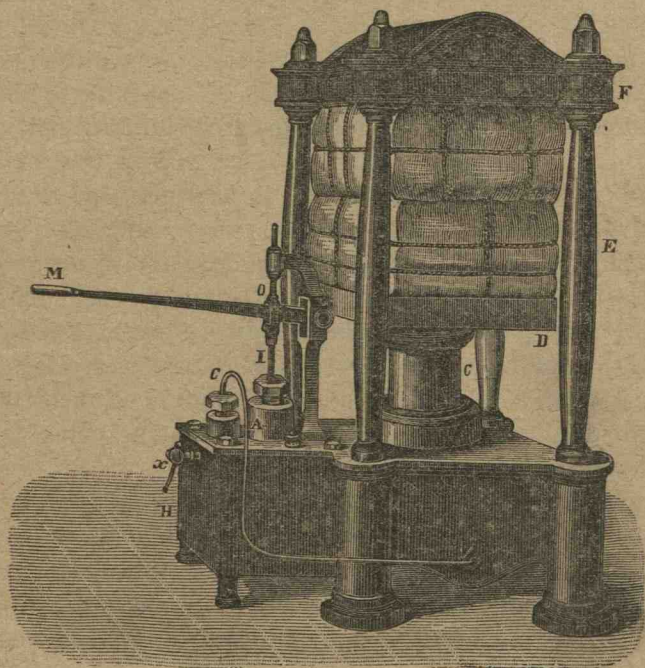


Fig. 47.

doi cilindri, numiți corpuri de pompă A și B, legați între ei prin tubul de comunicațiune c. Corpurile de pompă, trebuind a fi rezistente, sunt construite în fontă ca și cele-l'alte părți ale aparatului.

Corpul de pompă B, suportând presiuni mari, are pereții foarte groși. În acest corp de pompă se mișcă pistonul C format din un cilindru masiv. Pe cilindrul

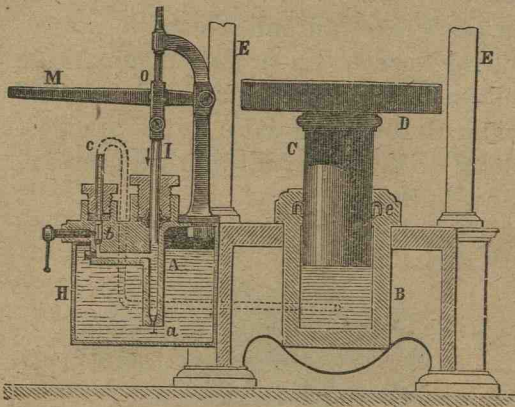


Fig. 48.

C este fixată masa D, care se poate mișca împreună cu cilindrul C între 4 colone verticale E. De capetele de sus ale colónelor E este înșepenită prin șuruburi placa F. Între plăcile D și F sunt a-

șezate obiectele, pe cari voim să le supunem la acțiunea preseii hidraulice.

Corpul de pompă A este împlântat în un rezervor cu apă H. În acest corp de pompă se mișcă pistonul I prin ajutorul unei pârgșii M mobile în jurul unui ax orizontal fixat la o colónă laterală verticală.

Două ventile *a* și *b* fac posibilă comunicațiunea între rezervoriu și corpul de pompă A, și între acelaș corp de pompă și tubul de comunicațiune *c*.

Funcționarea preseii hidraulice se face în modul următor: Să presupunem că ridicăm pârgșia M în sus. Ventilul *a* se deschide și apa din rezervoriul H se introduce în corpul de pompă A; mișcând pistonul I în jos, ventilul *a* se închide, apa din corpul de pompă apasă asupra ventilului din *b*, pe care 'l deschide, și se introduce prin tubul de comunicațiune *c* în cilindrul B. La mișcarea în sus a pistonului I, se va închide ventilul *b* și se va deschide ventilul *a* și așa mai departe.

Apa introdusă în corpul de pompă B va apăsa asupra cilindrului C, care se va ridica în sus împreună cu placa D.

Este ușor de înțeles că obiectele aședate pe D, când distanța d'între plăci va deveni din ce în ce mai mică, vor fi supuse unei presiuni considerabile.

Din cauza presiunilor enorme, apa ar putea trece între spațiul d'între corpul de pompă B și cilindrul C. Pentru a se evita acest lucru, care ar face imposibilă funcționarea preseii hidraulice, se introduce în o deschidere circulară *e*, făcută în corpul de pompă B un inel de piele (fig. 49), a cărui secțiune are forma de U resturnat. Pentru ca apa să nu străbată prin inel, trebuie să avem precauțiunea să 'l îmbibăm cu ulei, înainte de a ne servi de presă.

Presa hidraulică are întrebuițări foarte numeroase. Ast-fel, ea este întrebuițată la extragerea sucului din sfeclă, din care se prepară sacharul; la extragerea uleiului din plantele oleoșinoșe; la comprimarea substanțelor, cari prezintă un volum mare, de exemplu a fânului, bumbacului, etc. De asemenea presa hidraulică servește a încerca rezistența unor materiale, de exemplu a căldărilor întrebuițate la motorii, a lanțurilor utilizate în marină etc.

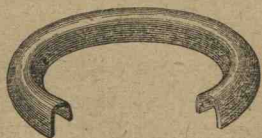


Fig. 49.

Echilibrul lichidelor dependente de gravitate.

Condițiunea de echilibru a unui lichid supus la acțiunea gravitației.—Pentru ca un lichid, supus la acțiunea gravitației se fie în echilibru, se cere ca lichidul să îndeplinească condițiunea următoare:

Un lichid supus la acțiunea gravitației este în echilibru, când presiunea este aceeași în toate punctele aceluiasi plan orizontal luat în interiorul lichidului.

Presiunea exercitată de un lichid pe fundul orizontal al unui vas.—Să considerăm un lichid, supus la acțiunea

gravitației, conținut în vasul $abcd$ (fig. 50). Să luăm pe fundul vasului bc o suprafață foarte mică (un element de suprafață) ef ; să ducem din fiecare punct al acestei suprafețe drepte verticale, care vor tăia în suprafața liberă a lichidului un element de suprafață $e'f'$. Avem astfel un cilindru lichid, a cărui

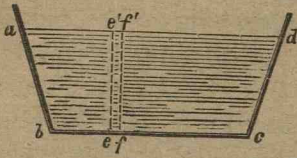


Fig. 50.

basă este ef . Fiind-că acest cilindru are o greutate, presiunea lichidului pe suprafața ef este greutatea colonei lichide a cărei basă este ef și înălțimea ee' a cilindrului.

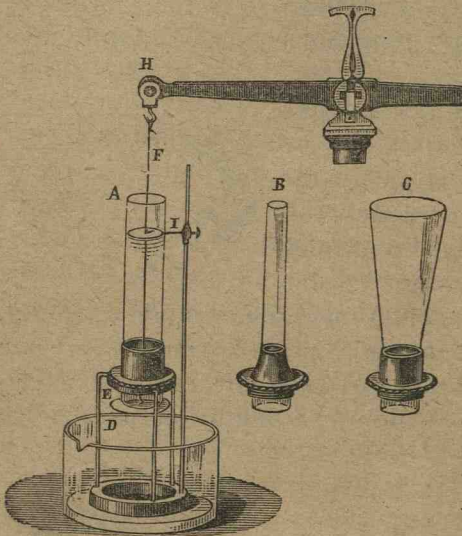


Fig. 51.

Dacă presupunem că totă baza bc a vasului a fost descompusă în elemente de suprafață de forma ef , pe fiecare din ele se vor exercita presiuni analoge. Presiunea totală exercitată pe bc va fi suma presiunilor exercitate pe elementele de suprafață din

care se compune baza bc . Deducem de aci:

Presiunea exercitată de un lichid greu pe fundul orizontal al unui vas este egală cu greutatea unei colone cilindrice de lichid, având drept basă fundul vasului, iar drept înălțime distanța de la fundul vasului până la suprafața liberă a lichidului.

Putem verifica experimental presiunea pe fundul unui vas prin aparatul lui Masson, care este o modificare a unui aparat imaginat anterior de Pascal.

Aparatul lui Masson (fig. 51) se compune din trei vase

A, B, C de formă diferită, deschise la ambele capete, și prevădute cu garnituri metalice la partea inferioară, grație cărora se pot înșuruba pe un trepied D. Tóte aceste vase aú aceiași deschidere la partea inferioară.

Să înșurubăm vasul A pe trepiedul D. Vom pune sub vas o placă de sticlă E (numită obturator), susținută la mijloc prin un fir F, a cărui capăt superior este legat la extremitatea H a brațului de pârghie a unei balanțe.

Se pune pe al doilea disc al balanței o greutate óre-care. Se tórnă apoi apă în vasul A, până ce observăm că câte-va picături de apă aú început să iasă din vas. In acest cas, presiunea exercitată de ligid asupra fundului vasului este egală cu puterea cu care obturatorul este susținut la basa vasului A. Insemnăm, prin ajutorul indicelui I, înălțimea colónei licide în vasul A.

Să repetăm apoi experiența cu vasele B și C, cel d'intăi mai strîmt, iar al doilea mai larg la capătul de sus de cât la basă, lăsând indicele I fix. Experiența va arăta că, turnând apă în aceste vase, imediat ce vom depăși indicele I, obturatorul se va deslipi de vas.

Se vede deci că presiunea ligidului pe fundul vasului nu depinde de forma vasului; ea depinde de suprafața fundului, precum și de înălțimea colónei licide. Fiind-că licidele luate sub acelaș volum aú greutateți diferite, presiunea va depinde de asemenea și de natura ligidului.

Putem determina experimental presiunea exercitată pe fundul vasului în grame. Este de ajuns ca menținénd indicele I fix, să punem greutateți marcate în grame pe fundul obturatorului, pentru a putea deslipi obturatorul de vasul deșert. Se găsește că greutatețile marcate reprezintă tocmai greutatea colónei cilindrice de apă din vasul A.

Greutatețile apei din vasul B și C, diferind de greutatea apei din vasul A, se vede că presiunea pe fundul vasului este mai mare de cât greutatea apei din vasul B și mai mică de cât greutatea apei din vasul C.

Presiunea de jos în sus asupra unei suprafețe orizontale din interiorul unui lichid. — S'a vădut că presiunea exercitată asupra suprafeței s din un plan orizontal este egală cu greutatea colonei cilindrice, care ar avea ca basă suprafața dată și ca înălțime distanța verticală de la basă până la suprafața liberă. Fînd-că acest strat lichid orizontal rămîne în echilibru, acesta ne indică că asupra lui se exercită o presiune de jos în sus, egală cu greutatea colonei cilindrice.

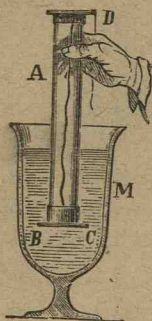


Fig. 52.

Putem dovedi experimental existența acestei presiuni de jos în sus și chiar s'o măsurăm. Se ia (fig. 52) un tub larg A, deschis la ambele capete, și pe care 'l putem închide la basă cu un disc de sticlă (obturator) BC, prevădut la mijlocul său cu un fir D. Introducem tubul A în vasul cu apă M, menținînd obturatorul lipit de tubul A prin ajutorul firului D. Experiența va arăta că putem să lăsăm firul liber și obturatorul nu va cădea. Acesta ne arată că asupra obturatorului se exercită o presiune de jos în sus.

Ne propunem să măsurăm această presiune. Să turnăm apă în vasul A. Experiența va arăta că obturatorul nu va cădea, de cât atunci când nivelul lichidului în vasul A este aproape același ca și în vasul M. În acest cas, presiunea de jos în sus exercitată asupra obturatorului este egală cu presiunea de sus în jos; însă, presiunea de sus în jos este egală cu greutatea colonei de apă, avînd de basă fundul vasului și ca înălțime distanța de la basă la suprafața liberă. Urmază deci că acesta va fi și valoarea presiunii de jos în sus exercitată asupra obturatorului, și, prin urmare, a suprafeței orizontale a lichidului în contact imediat cu obturatorul.

Se pôte verifica prin ajutorul aceluiași aparat că presiunea este aceeași în toate părțile unei suprafețe orizontale a unui lichid în echilibru. Transportând tubul A așa

ca obturatorul să fie neconținut în acelaș plan orizontal, vom constata că va trebui să turnăm în tub apă, a cărei înălțime să fie aceeași, pentru a putea deslipi obturatorul de tub.

Putem demonstra existența presiunii de jos în sus prin experiența numită polobocul lui Pascal.

Se aplică (fig. 53) pe fundul de sus a unui poloboc un tub lung de sticlă. Se umple polobocul și se tórna apă în tub până la o înălțime de mai mulți metri. Presiunea exercitată de sus în jos asupra stratului ligid, care atinge fundul de sus, devine din ce în ce mai mare; prin urmare, presiunea de jos în sus exercitată de ligid asupra fundului polobocului, devine considerabilă. Vom vedea acest fund ridicându-se, devenind convex și apoi aruncat afară. Acastă experiență ne arată că cu o mică cantitate de ligid putem produce presiuni considerabile.

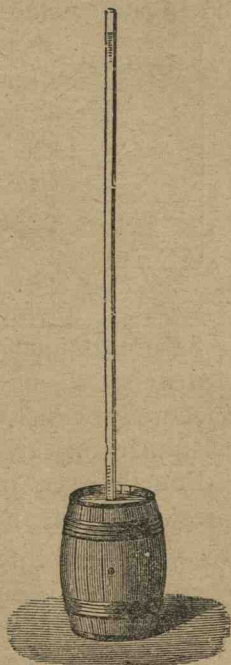


Fig. 53.

Presiuni laterale. — Licidele exercită presiuni laterale asupra pereților vasului, în care sunt conținute. Putem proba existența acestei presiuni, făcând o deschidere mică în peretele unui vas. Vom vedea ligidul țîșnind în afară, sub forma unui fir ligid, perpendicular la început la peretele vasului și apoi recurbându-se sub acțiunea gravității. Direcțiunea normală, care o ia firul ligid la început, ne arată că presiunea laterală a ligidului este normală la peretele vasului, ce conține ligidul. Ast-fel, presiunea p exercitată de ligid asupra suprafeței ab este normală la acea suprafață (fig. 54).

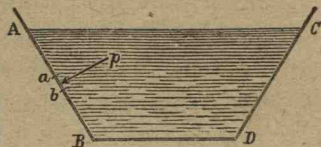


Fig. 54.

Consecință dedusă din presiunile laterale. Morişca hidraulică. Fie vasul ABCD (fig. 55) care conține un lichid. Să presupunem că pereții AB și CD sunt plani și paraleli.

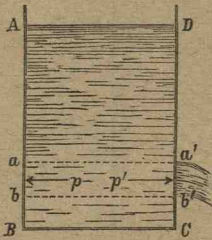


Fig. 55.

Să luăm pe peretele AB suprafața plană ab , și prin fie-care din punctele conturului acestei suprafețe să ducem normale la această suprafață. Cilindrul drept ast-fel format va tăia pe CD porțiunea plană $a'b'$ egală cu ab . Presiunile p și p' , exercitate de lichid pe aceste două suprafețe sunt egale și de sens contrar.

Să presupunem acum că detașăm din fața CD porțiunea de perete $a'b'$. Presiunea p' va avea de efect a face să curgă lichidul din vas; iar presiunea p tinde să dea vasului o mișcare în sens contrar curgerii lichidului.

Funcționarea morişcei hidraulice este explicată prin presiunile laterale. *Morișca hidraulică* (fig. 56) se compune din un rezervoriu de sticlă, care se poate mișca cu ușurință împrejurul unui ax vertical AB.

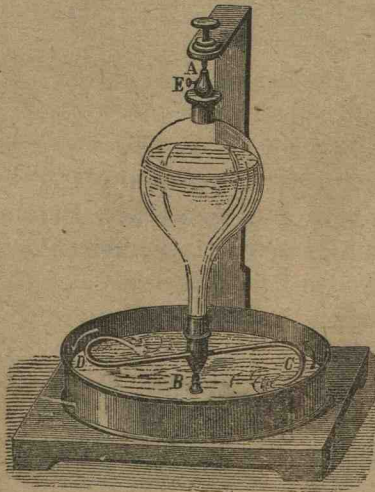


Fig. 56.

com-pune din un rezervoriu de sticlă, care se poate mișca cu ușurință împrejurul unui ax vertical AB. Vasul AB comunică la partea sa inferioară cu un tub orizontal CD recurbat în formă de Z și deschis la ambele capete.

Vasul AB fiind umplut cu apă, dacă tubul CD este închis cu dopuri la extremitățile sale, aparatul nu se mișcă. Dacă scotem dopurile și deschidem robinetul E, pentru ca să lăsăm aerul să intre în rezervo-

riul AB, vom vedea aparatul punându-se în mișcare în sens invers cu deschiderile tubului CD.

De aci derivă numele de *morișca hidraulică* dată acestui aparat. Presiunile efective, cari produc mișcarea, sunt acele ce apasă pe pereții tubului CD în direcțiune opusă deschiderilor tubului.

X ~~~~~ De aci p. concurs

Principiul lui Archimede.

Principiul lui Archimede. — Archimede, celebru mathematic al anticității, a enunțat principiul următor care poartă numele său :

Orice corp cufundat în un lichid perde din greutatea sa o parte egală cu greutatea volumului de lichid dislocuit.

Putem demonstra *experimental* principiul lui Archimede. Se atârână (fig. 57) la unul din discurile B a unei

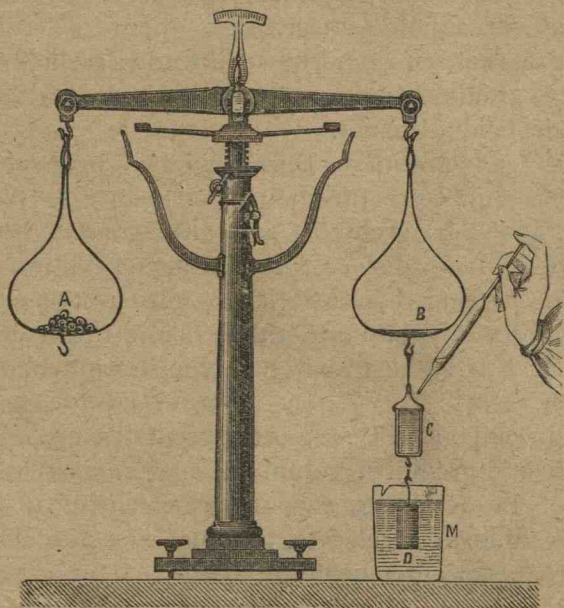


Fig. 57.

balanțe hidrostactice (balanța hidrostactică are colóna care susține pârghia mai lungă ; de discuri sunt fixate cârlige

pentru a atârna greutatea) cilindrul gol în interior C și cilindrul masiv D . Aceste cilindre sunt ast-fel construite, că volumul cilindrului masiv fiind egal cu capacitatea interioară a cilindrului C , cilindrul masiv intră perfect în cilindrul gol.

După ce am atârnat cilindrele de discul B , facem tara, punând pe discul A greutatea, de exemplu alice de plumb, grăunțe de nisip etc. Balanța fiind în echilibru, să punem sub cilindrul masiv D , un vas cu apă M , așa ca cilindrul să fie cu totul cufundat în liciu. Experiența ne va arăta că pârghia balanței se va înclina spre discul A . Cilindrul D , introdus în apă, a pierdut deci din greutatea sa.

Pentru ca pârghia balanței să reia din nou pozițiunea orizontală, va trebui să umplem cu apă cilindrul C . Inșă, greutatea apei introduse în C este egală cu greutatea apei dislocuite de cilindrul masiv D .

Urméază deci, că cilindrul D , introdus în liciu, a pierdut din greutatea sa o parte egală cu greutatea volumului de liciu dislocuit.

Greutatea aparentă. — După principiul lui Archimede, greutatea unui corp introdus în un liciu este diferența a două forțe: 1^o) greutatea sa P ; 2^o) greutatea P' a volumului de liciu dislocuit de corp. Se dă numele de *greutate aparentă* diferenței $P - P'$ între greutatea corpului și greutatea volumului egal de liciu dislocuit de corp.

Relativ la greutatea aparentă, vom examina următoarele trei casuri:

1^o) Diferența $P - P' > 0$, adică greutatea corpului mai mare de cât greutatea volumului egal de liciu dislocuit de corp. În acest cas, corpul va cădea în liciu cu o mișcare uniform accelerată, însă mai încet de cât în aer din cauza rezistenței liciului.

2^o) $P - P' = 0$, când greutatea corpului este egală cu greutatea liciului dislocuit; în acest cas, corpul stă în liciu fără a se sui sau cobori.

3^o) $P - P' < 0$, greutatea corpului mai mică de cât

greutatea ligidului dislocuit. Un asemenea corp, introdus în ligid, va fi aruncat de ligid în afară; corpul va eși la suprafață până ce greutatea volumului de ligid, dislocuit de corp, este egală cu greutatea corpului. Acesta este cazul *corpurilor plutitoare*. Ast-fel, pluta, lemnul și toate corpurile mai ușore de cât apa, plutesc la suprafața ei; de asemenea, fierul fiind mai greu de cât apa și mai ușor de cât mercurul, va cădea la fund dacă l'am introduce în apă și va pluti la suprafața mercurului, dacă l'am pune în acest din urmă ligid.

Ne putem convinge de aceste fenomene, făcând următoarea experiență: Să introducem un ou în un vas cu apă distilată; vom vedea că corpul, fiind mai greu de cât apa, va cădea la fund. Dacă disolvim în apă o cantitate mai mare de sare, oul fiind mai ușor de cât apa în aceste condițiuni, va pluti la suprafața apei. În fine, dacă disolvim sarea în o cantitate convenabilă de apă, vom putea face ca oul să stea în interiorul apei fără a se mișca.

Am spus că corpul, plutind la suprafața sa în interiorul ligidului, dislocuesce un volum de ligid a cărui greutate este egală cu greutatea totală a corpului. O putem proba acesta experimental (fig. 58). În vasul A prevădut cu tubul lateral B se tornă apă, până când începe să curgă prin deschiderea laterală. Se introduce în A un corp, care poate pluti la suprafața sa în interiorul ligidului. Ligidul, dislocuit de corp, va curge prin deschiderea laterală B și 'l vom culege în vasul C. Cântărind greutatea ligidului cules precum și corpul, se constată că aceste două greutăți sunt egale.

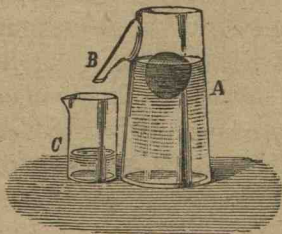


Fig. 58.

Inotarea. Corpul omului este ceva mai ușor de cât un volum egal de apă de riuri sa de mare, așa că omul

s'ar putea menține la suprafața apei dacă n'ar fi greutatea capului, care tinde a se cufunda în apă. Exercițiul înotărei consistă în a ține capul afară din apă pentru a putea respira.

Condițiuni de echilibru a corpurilor plutitoare. — Să considerăm mai întâi cazul unui corp care plutesce în interiorul lichidului.

Dacă corpul este *omogen* (când părți egale din volumul corpului au aceeași greutate) centrul de gravitate al corpului se confundă cu centrul de gravitate al masei lichidului; tot-odată se demonstrează că, în acest centru de gravitate se aplică și greutatea P a corpului și greutatea P' a lichidului dislocuit de corp. Pentru ca un corp omogen, cufundat în un lichid, să fie în echilibru, trebuie ca puterile P și P' , aplicate în centrul de gravitate al corpului, să fie egale și de sens contrar.

Dacă corpul *nu este omogen*, cum se întâmplă în general, punctul de aplicațiune al greutății P (fig. 59) a

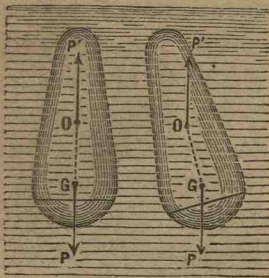


Fig. 59.

corpului este aplicat în G , iar punctul de aplicațiune al lui P' în O , care este centrul de gravitate a masei lichide dislocuite de corp. Pentru ca corpul să fie în echilibru, trebuie ca punctele de aplicațiune G și O a puterilor P și P' să fie pe aceeași verticală. În adevăr, dacă G și O nu ar fi pe aceeași verticală, puterile egale P și P' aplicate la extremitățile lui GO , ar forma un cuplu care ar avea drept efect să aducă GO în direcțiune verticală și, prin urmare, ca punctele G și O să fie situate pe aceeași verticală.

Pentru ca echilibru să fie *stabil*, este necesar ca G să fie situat sub punctul O .

Condițiunile ce trebuie deci să îndeplinescă un corp cufundat în interiorul unui lichid, ca să fie în echilibru, sunt următoarele: *a)* greutatea lichidului dislocuit să fie

egală cu greutatea corpului; b) centrul de gravitate al corpului și centrul de gravitate al lichidului dislocuit să fie pe aceeași verticală. Pentru stabilitatea echilibrului, centrul de gravitate al solidului trebuie să fie sub centrul de gravitate al lichidului.



Densitățile corpurilor solide și lichide.

Densitate. Principiul metodelor de determinare a densităților corpurilor solide și lichide.— Se definește *greutatea specifică relativă* sau *densitatea relativă* său, mai scurt, *densitatea* unui corp, raportul între greutatea corpului și greutatea aceleiași volum de apă destilată la temperatura de 4° C.

Prin urmare, pentru a cunoște densitatea unui corp solid sau lichid, vom determina: 1^o) greutatea unui volum oarecare din corpul a cărui densitate o căutăm prin una din metodele de cântărire, de preferință prin metoda dublei cântăriri; 2^o) greutatea unui volum egal de apă destilată la temperatura de 4° C. Cocientul între cele două numere găsite va reprezenta densitatea căutată.

Acest principiu de determinare a densităților este realizat prin trei metode diferite: a) metoda flaconului; b) metoda balanței hidrostactice; c) metoda areometrelor.

Trebuie să observăm că densitățile variază cu temperatura corpurilor; pentru acesta s'a convenit a se lua corpul la temperatura de 0° C., iar apa la temperatura de 4° C.

Fiind-că este foarte greu a menține apa la temperatura de 4° C., se determină densitatea corpului în raport cu apa la temperatura de zero grade. Dacă d' este densitatea corpului în raport cu apa la 0° C., pentru a avea densitatea d a corpului în raport cu apa la 4° C., vom înmulți d' cu 0,9998, care reprezintă densitatea apei la 0° .

Determinarea densităților corpurilor solide și lichide cu balanța hidrostatică. — Ne vom ocupa succesiv cu determinarea densităților la solide și lichide prin metoda balanței hidrostactice.

Densitatea solidelor cu balanța hidrostatică. Se atarnă corpul solid (fig. 60), a cărui densitate voim să aflăm, la discul *c* a unei balanțe hidrostactice prin ajutorul unui fir subțire de metal, de exemplu de platină sau de fer. Se pune în cel-l'alt disc *a* greutate și se face tara.

Se desface corpul de fir. Pentru a avea echilibrul ba-

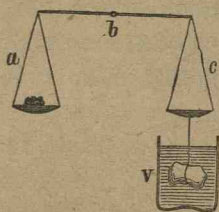


Fig. 60.

lanței cu aceeași tara pusă în discul *a*, trebuie să punem pe discul *c* greutatele marcate *P* grame, cari represintă greutatea corpului solid. Se vede de aci că corpul solid a fost cântărit prin metoda dublei cântăriri.

Se lĂgă apoi solidul din nou de discul *c* prin ajutorul firului, și se introduce sub corp vasul *V* plin cu apă destilată la temperatura de 0° C. In acest vas cufundăm corpul solid. Balanța se va înclina spre discul *a* și pentru a reveni la echilibrul primitiv, trebuie a pune în discul *c* o greutate marcată de *P'* grame.

Aceste *P'* grame represintă greutatea volumului apei la 0°, egal cu volumul corpului la 0°. In adevăr, conform principiului lui Archimede, solidul introdus în apă la 0° perde o parte din greutatea sa egală cu greutatea volumului de apă dislocuit. Perderea greutăței corpului măsurată prin *P'* grame represintă greutatea unui volum de apă egal cu volumul corpului dat la 0°.

Raportul $\frac{P}{P'}$ este densitatea solidului în raport cu apa la 0°; acest raport multiplicat cu 0,9998 represintă densitatea solidului în raport cu apa la 4° C.

Densitatea lĂcidelor cu balanța hidrostatică. Balanța hidrostatică este de asemenea întrebuițată la determinarea densităței lĂcidelor.

Să presupunem că vom a determina densitatea alcoolului. Se atarnă de discul c al balanței hidrostatice (fig. 60), prin ajutorul unui fir subțire, o sferă de sticlă în care s'a introdus prealabil alicie de plumb, nisip etc. pentru a fi mai grea. Se pune apoi pe discul a diferite greutateți pentru a lua tara sferei.

Se cufundă în urmă sfera în un vas V cu alcool la $0^{\circ} C$. Sfera fiind complet cufundată în ligid, va perde, conform principiului lui Archimede, o parte din greutatea sa egală cu volumul de ligid dislocuit. Pentru a avea orizontalitatea balanței, vom pune pe discul c greutatea marcată P grame, care va represinta greutatea volumului alcoolului dislocuit de sferă la $0^{\circ} C$.

Operând în mod analog și pentru apa distilată la $0^{\circ} C$, vom vedea că va trebui să punem pe discul c greutatea P' grame, pentru a avea echilibrul balanței cu aceeași tară.

P și P' represintă greutatețile respective a două volume egale de alcool și apă la $0^{\circ} C$.

Raportul $\frac{P}{P'}$ represintă densitatea alcoolului în raport cu apa la $0^{\circ} C$; $\frac{P}{P'} \times 0,9998$ este densitatea alcoolului în raport cu apa la $4^{\circ} C$.

~~~~~ X Areometre.

Areometre. — În practica zilnică având necesitate de o determinare expeditivă a densităților, s'a adoptat areometrele numite *areometre cu greutate constantă și volum variabil*, pe când altor areometre, ca ale lui Nicholson și Fahrenheit, cari conservă același volum și numai greutatea lor variază, li s'a dat numele de *areometre cu volum constant și greutate variabilă*.

Areometre cu greutate constantă. Areometrele lui Baumé. — *Areometrele cu greutate constantă* sunt nisce

instrumente, cu ajutorul cărora putem determina concentrarea unui ligid, adică proporțiunea de apă conținută într'un ligid.

În adevăr, în industrie, comerțiu sau economia domestică, nu avem atât necesitate de a cunoște densitatea unui ligid, cât proporțiunea de apă cu care ligidul este amestecat. Acesta explică întrebuițarea acestor areometre.

Areometrele cu greutate constantă, sunt formate din un tub cilindric de sticlă *a* (fig. 61), continuat prin un tub mai larg *b* și care are la partea de jos o beșică *c*, care conține mercur sau alicie de plumb, pentru ca instrumentul să aibă o greutate mai mare și să se poată cufunda în licide.

Unul din areometrele cele mai răspândite este areometrul lui Baumé. Baumé a construit două tipuri de areometru, după cum voim a determina concentrarea licidelor mai grele sau mai ușore de cât apa.

Areometrul lui Baumé pentru licide mai dense de cât apa. Acest areometru este întrebuițat pentru determinarea concentrării aciziilor, disoluțiunilor saline, siropurilor, a căror densitate este mai mare de cât a apei.



Gradațiunea acestui areometru se face în modul următor: Se pune în beșica *c* a areometrului (fig. 61) greutatea necesară pentru ca instrumentul introdus în apa distilată să se cufunde până aproape de vârful său. Se notéză cu zero linia unde areometrul atinge suprafața liberă a apei.

Se introduce apoi areometrul în o soluțiune formată de 15 părți în greutate de clorur de sodiu (sare de bucătărie) și 85 părți apă (de exemplu, 15 grame clorur de sodiu și 85 grame apă). Acestă soluțiune fiind mai grea de cât apa (densitatea ei este 1,116), areometrul se va cufunda mai puțin. Se însamnă cu 15 linia unde areometrul atinge supra-

Fig. 61.

fața liberă a soluțiunei. Intervalul de la 0 la 15 se divide în 15 părți egale și divițiunile se prelungesc mai departe în jos pe tub. Pentru ca areometrul să pótă servi la determinarea concentrațiunei aciđilor, trebuie să aibă un tub destul de lung pentru ca divițiunile să pótă fi continuate până la 70. Divițiunile se numesc gradele areometrului. Gradațiunea este făcută la $12^{\circ},5$ C, sau 10° Réaumur.

Se vede că gradarea acestui areometru fiind cu totul arbitrară, instrumentul nu ne va indica nici densitatea, nici cantitatea săreii disolvate în apă. El servește a arăta dacă o soluțiune óre-care are o concentrare determinată. Ast-fel, areometrul va trebui să indice 66 grade când îl introducem în acidul sulfuric concentrat, 36 grade în acidul azotic, 22 grade în acidul clorhidric ordinar; de asemenea, 35 grade în siropuri etc.

Areometrul lui Beaumé pentru licide mai ușóre de cât apa. Acest areometru (fig. 62) se gradază în modul următor. Greutatea areometrului este ast-fel potrivită, prin întroducerea unei cantități de mercur în beșica *c*, că cufundat în soluțiunea formată de 10 părți în greutate de clorur de sodiu și 90 părți apă (densitatea soluțiunei 1,0847), să se cufunde până la basa tubului cilindric *a*. Se însamnă cu zero linia areometrului, care este la nivelul suprafeței libere a soluțiunei.

Introdus apoi în apă distilată, areometrul se va cufunda mai mult; se însamnă cu 10 linia areometrului la nivelul apei. Intervalul de la 0 la 10 este diviđat în 10 părți egale și aceste diviđiuni sunt continuate până la capétul tubului *a*.

Gradațiunea se face la $12^{\circ},5$ C. (10° R.).

Ca și precedentul, acest areometru indică numai dacă un ligid are o concentrare determinată. Ast-fel, introdus

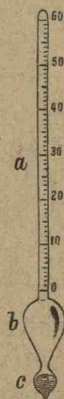
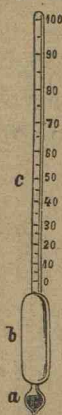


Fig. 62.

în eterul ordinar din comerciū, instrumentul trebuie să indice 36 grade; în eterul rectificat 65 grade etc.

Alcoometrul centesimal a lui Gay-Lussac. — Alcoo-



metrul lui Gay-Lussac este un areometru cu greutate constantă și volum variabil; el indică proporțiunea în volum de alcool conținut în un amestec de alcool și apă. Gradațiunea acestui alcoometru (fig. 63) se face ast-fel. Se prepară în vase divisate în centimetri cubi amestecuri de alcool și apă destilată în diverse proporțiuni; de exemplu, 10 centimetri cubi alcool și 90 centimetri cubi apă; 20 c. c. alcool și 80 c. c. apă etc.

Se introduce mai întâiū alcoometrul în alcool absolut și se pune în beșica *a* o greutate suficientă pentru ca alcoometrul să se cufunde în alcool pur până la capătul de sus. Se însemnă cu 100 linia alcoometrului: care este la același

Fig. 63.

nivel cu suprafața liberă a licidului.

Se cufundă apoi alcoometrul succesiv în amestecuri formate de 90, 80, 70 etc. părți în volum de alcool și 10, 20, 30 etc. părți de apă distilată. Se însemnă cu 90, 80, 70 etc. liniile alcoometrului la nivelul amestecului. În fine, se va introduce alcoometrul în apă curată și se va nota cu zero linia instrumentului la nivelul apei.

Expieriența arată că distanțele între 100, 90, 80 etc. divițiuni nu sunt egale între ele, dar fiind-că diferă prea puțin le putem divide pe fie-care din ele în 10 părți egale. Alcoometrul va fi ast-fel divizat în 100 părți; de aci numirea de *alcoometru centesimal* dat acestui areometru.

Când voim a cunoște proporțiunea de alcool conținut în un amestec, vom introduce alcoometrul în licid și vom observa ce divițiune corespunde la nivelul licidului; fie 75 acele divițiuni. Acesta indică că alcoometrul conține 75 la sută în volum alcool.

Trebuie a observa că gradațiunea alcoometrului este

făcută la 15° C. Când vom a cunoște proporțiunea de alcool din un amestec la o temperatură diferită de 15° C., ne vom servi de nisce table de corecțiune anume construite de Gay-Lussac.

Alcoometrul se întrebuintează exclusiv la amestecurile de alcool și apă. Dacă am voi să determinăm proporțiunea de alcool din vin, va trebui să luăm un volum determinat de vin, să 'l distilăm și să culegem alcoolul. La alcoolul ast-fel obținut vom adăoga un volum de apă suficient pentru a reproduce volumul inițial de licid. Vom cufunda apoi alcoometrul în amestecul de alcool și apă ; indicațiunile alcoometrului ne va da proporțiunea de alcool conținut în volumul inițial de vin. Motivul pentru care operăm ast-fel este că vinul, pe lângă apă și alcool, conține și alte substanțe.

Generalisarea gradațiunei centesimale. Gradițiunea centesimală s'a aplicat și la alte areometre, cari indică proporțiunea în greutatea de sare conținută în o soluțiune. Ast-fel, să presupunem că vom a construi un areometru care să indice cantitatea de carbonat de sodiū conținut în o soluțiune. Se va introduce mai întâi areometrul în apă curată, apoi în soluțiuni coprindeud 5, 10, 15, 20 etc. părți în greutate de sare și restul până la 100 de apă. Se va nota cu 5, 10, 15, 20 etc. liniile areometrului cari coincid cu suprafața liberă a licidului.

Un asemenea areometru nu se întrebuintează de cât numai la soluțiunea pentru care a fost gradat. Se vor construi, prin urmare, areometre distincte pentru carbonatul de sodiu, sulfatul de zinc, sulfatul de cupru etc.

Lactometrul. — Lactometrul este un areometru care indică proporțiunea în volum de lapte conținut în un amestec de lapte și apă. Lactometrul are forma unui alcoometru (fig. 63). Pentru a 'l grada, vom introduce instrumentul succesiv în lapte curat și în amestecuri conținend în volume 90 părți lapte și 10 părți apă, 80 părți

lapte și 20 părți apă etc. Densitatea laptelui curat fiind mai mare de cât a amestecurilor de lapte și apă, vom potrivi greutatea lactometrului așa ca introdus în lapte curat, acest instrument să se cufunde până la partea de sus a rezervorului *b* unde notăm cu 100. Lactometrul va fi apoi cufundat succesiv în amestecuri formate de 90, 80, 70 etc. părți în volum de lapte și 10, 20, 30 etc. părți în volum de apă. Se va însemna cu 90, 80, 70 etc. liniile lactometrului la nivelul ligidului. Lactometrul va fi introdus în urmă în apă curată și se va nota cu zero linia corespunzătoare nivelului apei.

Când vom voi a cunoaște proporțiunea de lapte conținut în un amestec, vom introduce lactometrul în ligid și vom observa ce diviziune a lactometrului corespunde la nivelul ligidului. Dacă diviziunea cetită este 75, acesta indică că ligidul conține 75 la sută în volum de lapte.

Echilibrul ligidelor în vase comunicante. Aplicațiuni.

Vase comunicante. Echilibrul unui ligid și a două licide în vase comunicante. — Vom examina succesiv

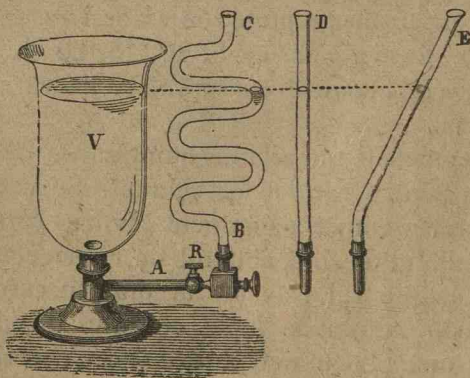


Fig. 64.

condițiunile de echilibru a unui singur ligid și a două licide în vase de formă diferită cari comunică între ele.

1) *Casul unui singur ligid.* Să considerăm mai multe vase, cari comunică între ele, conținând același ligid.

Când ligidul este în echilibru, experiența arată că : 1) *suprafețele libere a lici-*

dului în fie-care din vase sunt orizontale ; 2) lichidul se ridică până la aceeași înălțime în fie-care din vasele comunicante, așa că suprafețele lor libere sunt în același plan orizontal.

Putem demonstra experimental aceste condițiuni de echilibru, prin ajutorul aparatului următor (fig. 64), format din un rezervoriu de sticlă V, prevăzut la baza sa cu un tub orizontal A. În B se pot adapta tuburile C, D, E de forme diferite. În R este un robinet, destinat a stabili sau întrerupe comunicațiunile între rezervoriul V și tuburile C, D, E. Pentru a face experiența, se închide robinetul R și se umple vasul V cu un lichid colorat, după ce am fixat prealabil în B tubul C, de exemplu. Deschidând robinetul R, experiența arată că lichidul descinde din vasul V până când suprafețele libere din V și C se vor afla în același plan orizontal. Dacă repetăm experiențele cu tuburile D și E, de formă diferită de C, ajungem la același rezultat. Experiența arată încă că suprafețele libere ale lichidului în fie-care din vasele comunicante sunt ele însăși orizontale.

2) *Echilibrul a două lichide în două vase comunicante.* Când două lichide, fără acțiune chimică între ele și de densități diferite, sunt introduse în două vase comunicante, experiența arată că, când lichidele sunt în echilibru, *lichidul cel mai greu ocupă tubul de comunicațiune a vaselor comunicante și că înălțimile colónelor lichide, de la suprafața de separațiune a lichidelor până la suprafețele libere, sunt în raport invers cu densitățile lichidelor.*

Pentru a demonstra experimental acest fapt, se ia un tub de sticlă (fig. 65) cu două ramuri A și B, și se toarnă mai întâiu mercur și apoi apă prin ramura A. Experiența arată că mercurul va ocupa tubul de comunicațiune și se va ridica în ramura

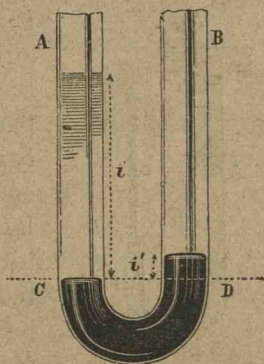


Fig. 65.

B până la o înălțime oarecare; tot o dată suprafața de separațiune între cele două lichide va fi orizontală.

Fie CD un plan care trece prin suprafața de separațiune a lichidelor. Dacă măsurăm înălțimile i și i' ale colónelor de apă și mercur de-asupra lui CD, găsim că înălțimea colónei de apă este de 13,6 ori mai mare de cât aceea a colónei de mercur. Inșă, fiind-că densitatea mercurului este de 13,6, pe când densitatea apei este unitatea, vedem că înălțimile colónelor lichide sunt în raport invers cu densitățile. Dacă, pentru generalitate, i și i' represintă înălțimile colónelor de apă și mercur, densitățile acestor lichide fiind d și d' , după cele vădute, vom avea :

$$(1) \quad \frac{i}{i'} = \frac{d'}{d}.$$

Fântâni ordinare. Fântâni artesiane. Jocuri de apă.— Fântânile ordinare, fântânile artesiane, jocurile de apă sunt basate pe principiul vaselor comunicante, conținând același lichid.

Următórea experiență explică jocurile de apă și fântânile artesiane : Să introducem un lichid, de exemplu apă, în vasele comunicante formate din două ramuri A și B (fig. 66), ramura A fiind mai lungă și terminată cu un rezervoriu, iar ramura B, mai scurtă. Presiunea exercitată de lichid asupra părții terminale a ramurei B, este egală cu cea a unei colóne lichide având ca basă suprafața extremității ramurei B, iar ca înălțime diferența de nivel CD între cele două suprafețe terminale ale lichidului. Dacă ramura B este deschisă, lichidul va țîșni din B, și se va ridica la o înălțime verticală mai mică de cât

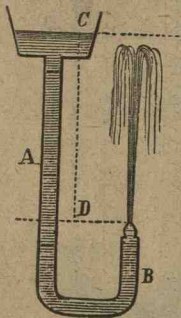


Fig. 66.

CD, atât din cauza rezistenței aerului cât și a frecărei moleculelor lichidului de pereții tubului B.

Jocurile de apă, unde apa este conținută în tuburi de

înălțimi diferite, sunt o aplicațiune a experienței de mai sus.

Fântânele artesiane sunt niște găuri verticale făcute în pământ și din cari apa se ridică la înălțimi mai mult sau mai puțin mari.

Se știe că scorța globului este formată din strate, rare ori horizontale, cele mai dese ori înclinate pe orizont. Din aceste strate, prin unele apa poate străbate cu ușurință, precum sunt stratele nisipoase; altele sunt impermeabile, ca stratele de argilă, marnă etc. Să presupunem că un strat permeabil este coprins între două strate impermeabile de argilă. Dacă stratul permeabil este în comunicațiune cu alte terenuri mai ridicate, prin cari poate străbate apa de ploie sau apa din un lac C, de exemplu (fig. 67), apa se va strînge în stratul per-

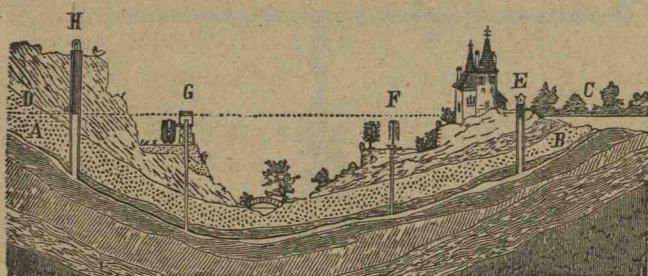


Fig. 67.

meabil AB și nu va putea eși la suprafața pământului din cauza stratului impermeabil, ce îi este suprapus. Să facem săpături verticale în pământ până la stratul permeabil; unele din ele, ca cele făcute în punctele E și H de pe fața pământului, fiind la stațiuni mai înalte de cât nivelul CD, apa din stratul permeabil se va ridica, în virtutea principiului vaselor comunicante, până la nivelul CD; apa din aceste fântâni nu va eși la suprafața pământului. Acestea constituiesc *fântânele ordinare*.

Dacă fântânele sunt făcute în punctele F și G, sub nivelul CD, apa va țîșni din fântână la o înălțime cu atât

mai mare cu cât diferența de nivel între CD și stațiunea dată este mai mare.

Fântânele artesiane au fost cunoscute și de antici, căci găsim ast-fel de fântâni în China și Egipt. Li s'a dat numele de *artesiane*, din cauză că în timpurile mai noi au fost săpate ast-fel de fântâni în vechea provincie Artois din Franca.

Nivela cu apă. Nivelare. — *Nivela cu apă* este un instrument care servește la *nivelare*, adică la aflarea diferenței de înălțime între două puncte. Acest aparat, basat pe principiul vaselor comunicante, este format din un tub de metal A (fig. 68), terminat la cele două capete prin

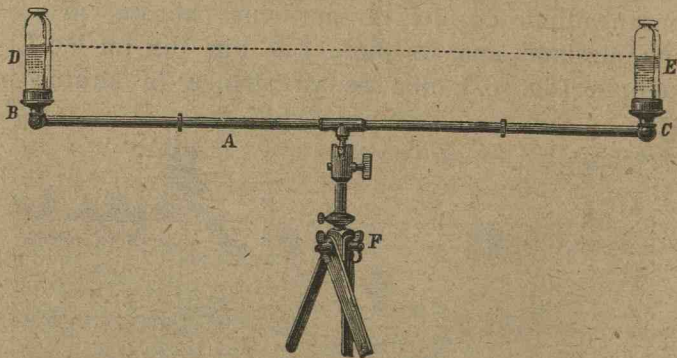


Fig. 68.

două tuburi metalice B, C, perpendiculare pe direcțiunea tubului A. În tuburile B și C pătrund două cilindre de sticlă D și E, deschise la ambele capete. Tubul este pus pe un trepied F, prin ajutorul căruia se poate ușor instala aparatul. Se tornă apă colorată în nivelă, care constituie un sistem de două vase comunicante. Planul, care trece prin suprafețele libere ale lichidului în vasele D și E, este un plan orizontal.

Să vedem în ce mod se poate afla cu nivela cu apă diferența de nivel între două puncte A și B de pe pământ (fig. 69).

Se aşedă nivela între punctele A și B, ast-fel ca operatorul să pótă vedea riglele fixate vertical în acele puncte. Acele rigle sunt diviđate în metri și subdiviđiunile sale. Pe fie-care din rigle alunecă o *mira* formată din o placă, diviđată în patru mici pătrate, din cari două sunt colorate în alb și două în roșu sau negru. Centrul mirei este vârful comun a celor patru patrate.

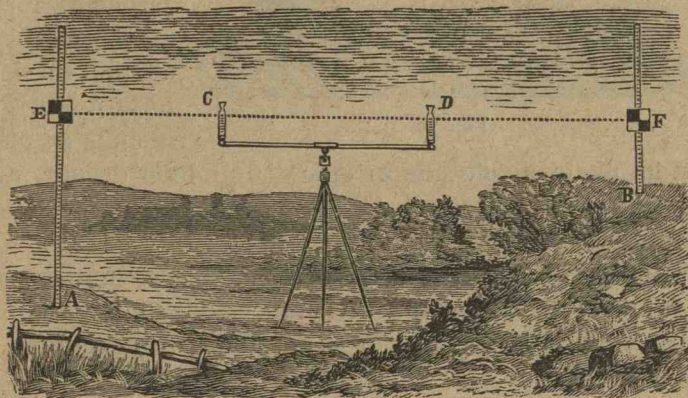


Fig. 69.

Operatorul, privind din C, caută ca rađa visuală dusă prin planul orizontal CD al suprafeței libere a apei să trecă prin centrul mirei. Pentru acésta, va face semn cu mâna unui ajutor al său ca să mișce mira, până ce centrul mirei va veni în direcțiunea rađei vizuale ce trece prin CD. Fie F acésta pozițiune a mirei. Se va ceti pe riglă distanța BF și se va nota acésta distanța.

Operatorul, privind din D, va opera în un mod analog și pentru stațiunea A. Fie AE înălțimea verticală citită pe rigla diviđată. Diferența $AE - BF$ a celor două lecturi este diferența de nivel a punctelor A și B.

Nivela cu globula de aer.— Să presupunem că un vas închis este plin cu un ligid, în care s'ar afla o globulă de aer. Experiența arată că ligidul va ocupa fundul vasului și globula se va aşedă de-asupra ligidului. Pe acésta

experiență este basată construcțiunea *nivelei cu globula de aer*.

Nivela cu globula de aer (fig. 70) este formată din un tub de sticlă AB, închis la amândouă capetele, având o curbură circulară foarte mică. Tubul AB conține un ligid foarte mobil și o globulă de gaz;

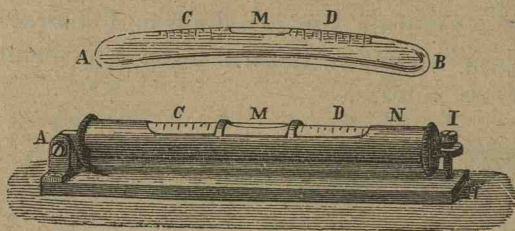


Fig. 70.

ast-fel unele nivele conțin apă și o globulă de aer, alte nivele alcool sau ether și o globulă de vapore de alcool sau ether.

Globula de aer așezându-se în partea cea mai de sus a tubului, se face pe tub diviziuni echidistante, deopotrivă depărtate de o parte și de alta a mijlocului M al tubului AB.

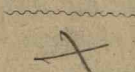
Tubul de sticlă AB este introdus în o garnitură metalică N, prevădută de o deschidere și fixată pe placa plană H. Nivela este ast-fel arangiată că planul tangent care trece prin M, mijlocul tubului AB, este paralel cu placa plană H. In acest cas, dacă placa H este așezată pe un plan orizontal, mijlocul globulei de aer va veni în M, așa că extremitățile ei vor fi egal depărtate de primele diviziuni din C și D. Dacă această condițiune n'ar fi satisfăcută, șurubul I mișcat în mod convenabil permite a stabili paralelismul planului tangent dus prin M cu placa plană H.

Nivela cu globula de aer servește a constata dacă un plan este orizontal. Pentru ca un plan să fie orizontal, este necesar ca două drepte duse în plan să fie orizontale. Vom constata deci, orizontalitatea unui plan, punând nivela în acel plan în două pozițiuni dreptunghiulare, în general; dacă în fie-care din aceste pozițiuni,

nivela este orizontală, deducem că și planul este orizontal.

Nivela descrisă ne poate indica de asemenea orizontalitatea în direcțiunea unei drepte; de exemplu, dacă o lunetă este orizontală.

Putem constata cu această nivelă verticalitatea unui ax. Dacă axul este perpendicular pe un plan, pentru a verifica verticalitatea axului, este destul a ne asigura dacă planul perpendicular acestui ax este orizontal.



CORPURI GAZOSE

Proprietățile generale ale gazelor. Statica gazelor.

Proprietățile generale ale gazelor. Forma. Volumul. Expansibilitatea. Forța elastică. Compresibilitatea. Elasticitatea. Greutatea gazelor. — Vom examina proprietățile principale ale gazelor; dintr'aceste proprietăți, unele au fost studiate.

Un gaz este un *fluid*, care nu are nici *formă determinată* nici *volum determinat*. Pe când un lichid, introdus în un vas, are un volum determinat și ia forma vasului care 'l conține, un gaz, de exemplu aerul, are volumul și forma vasului în care este conținut.

Am văzut că un lichid prezintă o suprafață liberă; un gaz însă, nu are o *suprafață liberă*.

Moleculele gazelor tind a se depărta între ele și a ocupa un volum din ce în ce mai mare. Acastă proprietate a gazelor, numită *expansibilitate*, se poate demonstra experimental cu ajutorul unei beșici (fig. 1), în care s'a închis o mică cantitate de aer. Punând beșica sub un clopot de sticlă din care se scote parțial aerul, experiența arată că beșica se va umfla; prin urmare, volumul aerului din beșică se va mări din ce în ce mai mult.

Un gaz exercită o apăsare asupra pereților vasului în care este închis, căreia i se dă numele de *forță elastică*, *tensiune* sau *presiune*.

Pe când lichidele sunt fluide foarte puțin compresibile însă perfect elastice, gazele sunt fluide *foarte compresibile și perfect elastice*. Se poate pune în evidență marea compresibilitate a gazelor, sub influența unor puteri mici exercitate asupra lor, precum și perfecta lor elasticitate prin un aparat (fig. 2) format din un cilindru de sticlă închis la un capăt și în care străbate un piston. Apăsând asupra pistonului, volumul gazului din cilindru se va reduce din ce în ce mai mult; acesta probază *expansibilitatea* gazului. Incetând de a mai apăsa asupra gazului, fluidul va împinge pistonul care va relua pozițiunea inițială; acesta probază *perfecta elasticitate* a gazelor.

Greutatea gazelor. Aerul atmosferic, precum și toate gazele, sunt corpuri *grele*. Galileu demonstră această proprietate a gazelor, cântărind un balon în care introdusese mai întâiu aer la presiunea atmosferică și apoi aer comprimat. Galileu găsi că balonul umplut cu aer comprimat este mai greu; de aci deduse că aerul este un corp greu.

Se probază comod greutatea gazelor prin următoarea experiență datorită lui Otto de Guericke (fig. 71). Se face vidul în un balon de sticlă A, prevăzut cu robinetul R; se atâră balonul de unul din discurile unei balanțe hidrostactice, punându-se greutatea în al doilea disc, pentru ca balanța să fie în echilibru. Dacă se deschide robinetul R, aerul va intra în balon și pârghia balanței se va înclina în partea balonului. Acesta probază că aerul, conținut în balon, este un corp *greu*. Experiența poate fi repetată cu orice gaz; se va constata că *tote gazele sunt corpuri grele*.

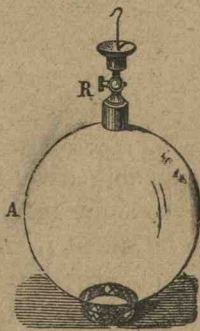


Fig. 71.

Efectuându-se cântăriri, s'a constatat că un litru de aer cântărește $1^{\text{gr}},293$; prin urmare, un centimetru cub de aer cântărește aproximativ $0^{\text{gr}},0013$.

Obiectul staticii gazelor.— Gazele și lichidele, cunoscute sub numele general de fluide, au câte-va proprie-

tăți comune, cum sunt de exemplu mobilitatea moleculelor și o perfectă elasticitate. Sunt principii de hidrostatică aplicabile la lichide, cari se aplică în același timp și la gaze. Reunirea acestor principii, cari exprimă condițiunile de echilibru ale unui gaz, formeză obiectul *staticii gazelor*. Ast-fel este principiul egalei transmisiuni a presiunilor în un gaz în toate sensurile, principiul lui Pascal aplicat la gaze etc.

Transmisiunea presiunilor în un gaz în toate sensurile. — Principiul lui Pascal, care exprimă că o presiune exercitată asupra unei porțiuni plane din suprafața unui lichid se transmite în toate părțile și cu o egală intensitate, se aplică de asemenea și la gaze.

Se poate demonstra experimental acest principiu pentru gaze prin un aparat (fig. 72), format din un rezervoriu

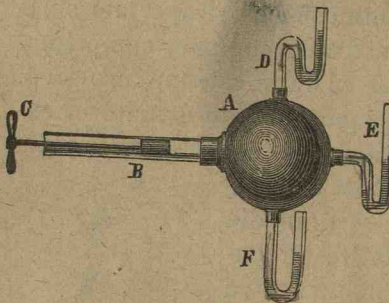


Fig. 72.

A, prevăzut cu cilindrul B în care se poate mișca un piston. Pe rezervoriu sunt adaptate tuburile recurbate D, E, F. Pentru a face experiența, turnăm același lichid în aceste tuburi și ne arangiam astfel, mișcând pistonul în cilindru, ca lichidul să fie

la același nivel în tuburile D, E, F. Exercitând în urmă o presiune asupra gazului, făcând să înainteze pistonul în cilindrul B, vom vedea că lichidul se ridică deopotrivă în fie-care din tuburile D, E, F. Acesta indică că presiunea exercitată de piston asupra gazului s'a transmis în toate părțile acestui fluid și cu aceeași intensitate.

Am văzut, ca o consecință a principiului lui Pascal, că presiunile transmise în un lichid sunt proporționale cu suprafețele asupra cărora se exercită presiunile; s'a văzut că pe acest principiu se bazează construcțiunea preseii hidraulice.

Experiența următoare confirmă și la gaze exactitatea consecinței principiului lui Pascal (fig. 73). Un sac de cauciuc A comunică prin un tub B cu suflătorul C. Se pune pe sacul A o placă plană și o greutate D și se introduce aer în sac prin ajutorul suflătorului C. Vom vedea că sacul se va umfla și va ridica greutatea D. În această experiență, o mică presiune exercitată de suflător asupra secțiunii tubului B produce o presiune consi-

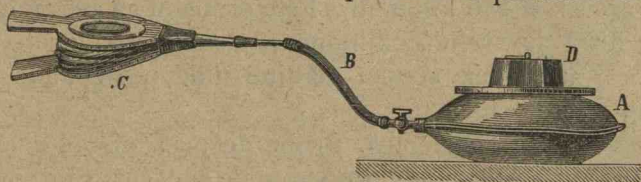


Fig. 73.

derabilă pe suprafața de contact a sacului cu placa. Să presupunem că secțiunea tubului B este un centimetru pătrat și suprafața plăcii în contact cu sacul de cauciuc 1000 centimetri pătrați. Dacă exercităm o presiune de 20 grame pe secțiunea de 1 cm. pătrat a tubului, gazul va putea ridica pe suprafața de 1000 centimetri pătrați o greutate de 1000 de ori mai mare, adică greutatea de 20 kilograme.



Presiunea atmosferică.

Atmosfera. — Atmosfera este stratul de aer care înconjură pământul, și care participă împreună cu el la mișcarea de translațiune a pământului în spațiu, precum și la rotațiunea sa diurnă împrejurul axei polilor.

Aerul atmosferic este un amestec de două gaze: *oxigenul* și *azotul*. Analizele făcute asupra aerului au arătat că 100 părți de aer în volum conțin 20,9 părți oxigen și 79,1 azot; de asemenea, 100 grame de aer conțin 23,1 grame oxigen și 76,9 grame azot. Afară de aceste gaze,

aerul mai coprinde cantități foarte mici de acid carbonic, vapori de apă, amoniac etc.

Atmosfera are aceeași formă ca și pământul, adică o formă elipsoidolă.

Atmosfera fiind formată din strate de aer din ce în ce mai ușoare cu cât ne ridicăm mai sus, fără ca legea descrescerea densității să fie cunoscută, înălțimea atmosferei nu poate fi stabilită exact. G. Schmidt evaluează înălțimea atmosferei la 210 kilometre. Este probabil că această înălțime ar fi de vre-o 75 kilometre, efectul stratelor de aer ce ar fi suprapuse acestei înălțimi fiind neglijabile din cauza rarimei lor.

Presiunea atmosferică. Probe despre existența ei. — Atmosfera fiind formată din strate de aer, care sunt grele, va exercita o presiune asupra corpurilor. Vom indica mai multe experiențe, care demonstrează existența presiunii atmosferice :

a) Se ia un cilindru de sticlă, deschis la ambele capete (fig. 74), și se lăgă la unul din capetele cilindrului o beșică

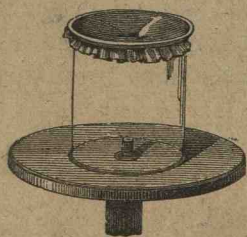


Fig. 74.

puțin muiată; beșica apoi uscându-se, se stringe și devine cu totul plană. Punem apoi cilindrul pe discul mașinei pneumatice. Cât timp aerul nu este scos din cilindru, beșica rămâne plană; în acest cas, presiunea exercitată de atmosferă asupra beșicii este egală cu presiunea aerului din interiorul cilindrului.

Scotând însă aerul din cilindru, observăm că beșica se îndoesce sub acțiunea presiunii atmosferice, până ce crapă. Detunarea ce o auzim, când crapă beșica, provine din intrarea bruscă a aerului în cilindru.

Putem repeta experiența, punând beșica în o pozițiune înclinată sau verticală și vom ajunge la același rezultat; acesta arată că presiunea atmosferică se exercită asupra tuturor suprafețelor, ori-care ar fi direcțiunea lor.

b) Putem proba existența presiunii atmosferice prin *hemisferele de Magdeburg*, numite ast-fel din cauză că prima experiență a fost făcută la Magdeburg de Otto de Guericke.

Hemisferele de Magdeburg (fig. 75) sunt formate din două hemisfere A și B, de cupru sau de alamă, góle în interior. Marginele hemisferei B sunt tăiate ast-fel, ca să pótă intra exact în acele ale hemisferei A, formând o sferă închisă cu totul. Dacă este necesar, se prevede marginele hemisferei A cu o bandă de piele, pe care o ungem cu o substanță grasă, pentru ca închiderea să fie hermetică. Hemisfera A este prevădută cu un inel D; hemisfera B cu un tub cu robinet C, care se póte adapta la o mașină pneumatică.

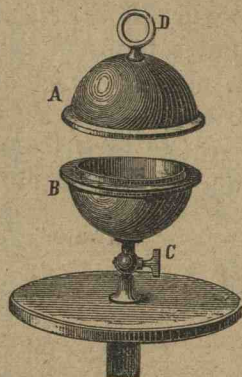


Fig. 75.

Dacă aerul nu este scos din hemisfere, le putem separa fórté ușor, presiunea exterióră a aerului fiind egală cu forța elastică a aerului din hemisfere. Scoțénd însă aerul din hemisferele suprapuse și apoi închidénd robinetul, vom vedea că va trebui să întrebuițăm puteri mari ca să le putem separa; în acest cas, presiunea exterióră a aerului nu mai este echilibrată de forța elastică a aerului din interiorul hemisferelor. Deschidénd robinetul C și lăsând ca aerul să intre în interiorul hemisferelor, vom vedea că ele vor putea fi din nou separate cu ușurință.

c) Se mai póte dovedi presiunea atmosferică prin experiența numită *plóia cu mercur*.

Se ia (fig. 76) un tub lung de sticlă A, care se póte adapta la o mașină pneumatică, prevădută la capétul de sus cu un tub mai larg de metal B. În tubul B se introduce un disc de lemn sau de piele

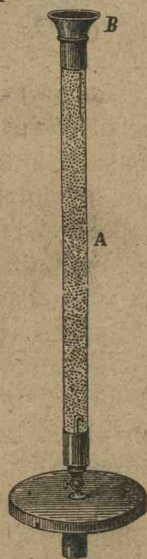


Fig. 76.

grósă. Dacă turnăm mercur în B și scótem aerul din tubul A, vom vedea că mercurul va cădea în lungul tubului sub formă de plóie fóрте mărunță. Explicațiunea este următórea : presiunea atmosferică din exterior ne mai fiind echilibrată prin forța elastică a aerului din tubul A, mercurul va fi împins de presiunea atmosferică și va străbate prin porii peleī saū a lemnului.

Acéstă experiență mai pune în evidență existența porilor apreciabili ai corpurilor, cărora li s'a dat numele de porii sensibili.



Fig. 77.

d) În fine, putem face experiența următóre : Să umplem un pahar până la vârș cu apă și să punem peste lícid o fóie de hârtie. Ținénd mâna pe fóia de hârtie și întorcénd paharul cu gura în jos (fig. 77), vom vedea că lícidul se va menține în pahar, chiar dacă am retrage mâna. Causa este presiunea aerului exercitată asupra lícidului de jos în sus.

Să observăm că hârtia are rolul de a împedica ca aerul, care este mai ușor de cât lícidul, să străbată în masa lícidului și să'i producă căderea. În adevér, dacă am lua un tub cu un diametru mic, închis la unul din capete, și l'am umplea complet cu apă, experiența arată că am putea să'l întórcem cu capétul deschis în jos fără ca lícidul să cadă din tub.

Experiența lui Torricelli. — Până la Torricelli (născut la 1608, mort la 1647) se explica ridicarea lícidelor în tuburile, din cari s'a scos aerul, prin ipotesa că *natura are oróre de vid*. Săpându-se la Florența o fântână, în timpurile lui Torricelli, și căutând a ridica apa prin ajutorul pompelor, s'a văđut că apa nu se póte ridica în tubul gol mai mult de 10 metri. Torricelli, elevul lui Galileu, a dat adevérata interpretare acestui fenomen, arătând că este datorit presiunei atmosferice.

Putem repeta expieriența lui Torricelli în modul ur-

mător : Se ia (fig. 78) un tub de sticlă A, închis la unul din capete, de aproape un metru de lungime și larg de la 7 până la 8 milimetri. Se umple tubul complet cu mercur și astupându-l cu degetul, îl răsturnăm pe un vas cu mercur V, așa că capătul deschis al tubului să intre în mercurul din vas. Retrăgând apoi degetul, vom vedea că mercurul se va coborî în tubul A până în D, așa că înălțimea colonei de la nivelul D al mercurului din tub până la nivelul BC al mercurului din vasul V va fi aproximativ de 76 centimetri. Spațiul vid de aer rămas în tubul A se numește *camera barometrică*; tubul A, care servește la asemenea experiențe, se numește un *tub barometric*.

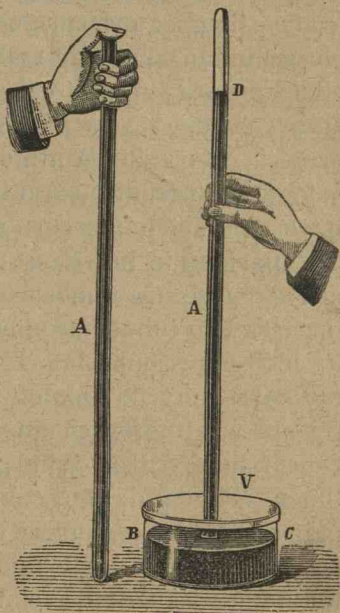


Fig. 78.

Torricelli a interpretat ast-fel această experiență. Să considerăm (fig. 79) două suprafețe egale ab și $a'b'$, luate pe planul orizontal dus prin suprafața liberă a mercurului din vasul V, ab în interiorul și $a'b'$ în exteriorul tubului. Fiind-că mercurul din aparat se află în echilibru, rezultă că presiunile exercitate asupra suprafețelor egale ab și $a'b'$ situate în același plan orizontal sunt egale. Inșă presiunea exercitată asupra suprafeței ab este greutatea colonei de mercur având ca basă

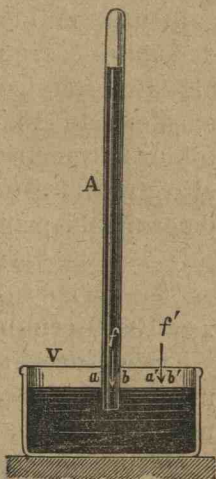


Fig. 79.

$a b$ și ca înălțime distanța verticală de la $a b$ până la suprafața liberă a mercurului din tubul A. În exterior, mercurul fiind în contact numai cu atmosfera, presiunea exercitată asupra lui $a' b'$ este greutatea colonei de aer, care ar avea drept basă $a' b'$. Aceste două presiuni fiind egale, urmează că presiunea atmosferică este egală cu greutatea colonei de mercur a cărei înălțime este diferența de nivel între suprafețele mercurului din tubul A și din vasul V.

Experiențele lui Pascal și Périer. — Pentru a verifica că presiunea atmosferică este cauza care ține ridicat mercurul în tubul barometric, Pascal și Périer repetară în 1648 experiența lui Torricelli pe vârful și la pôlele muntelui Puy de Dôme. Pascal raționă ast-fel: Dacă presiunea atmosferică este adevărata cauză care menține ridicat mercurul în tubul barometric, trebuiesc ca înălțimea colonei de mercur de la vârful muntelui să fie mai mică de cât aceia de la basa lui, căci presiunea atmosferică este mai mică pe vârful de cât la pôlele muntelui. Experiența confirmă aceste prevederi a lui Pascal. Se găsi, în adevăr, că înălțimea colonei de mercur era mai mică pe vârful muntelui de cât la basa lui.

În un mod cu totul aproximativ, dacă admitem că densitatea aerului în raport cu apa, în diferitele strate ale atmosferei, este 0,001293, pe când densitatea mercurului este 13,59, pentru ca mercurul să descindă în tubul barometric cu un centimetru, trebuie a ridica aparatul lui Torricelli cu o înălțime de x centimetri, determinată prin relațiunea vaselor comunicante:

$$\frac{x}{1} = \frac{13,59}{0,001293}; \text{ de unde:}$$

$$x = 10510 \text{ centimetri} = 105,10 \text{ metri.}$$

Trebuie deci o diferență de nivel de 105 metri aproximativ, pentru ca mercurul să descindă în tubul barometric cu un centimetru.

Măsura presiunii atmosferice și a forței elastice a aerului cu aparatul lui Torricelli. — Aparatul lui Tor-

ricelli permite, după cum am văzut, ca să măsurăm presiunea atmosferică a aerului în un loc determinat. Același aparat servește a măsura și *forța elastică* a aerului în același loc. În adevăr, să presupunem că am izolat, în locul luat pe pământ, o masă de aer limitată prin o suprafață ideală. Asupra acestei suprafețe se exercită din afară în interior presiunea atmosferică, iar din interior în afară forța elastică a masei de aer. Din cauză că suprafața considerată este în echilibru, urmază că forța elastică și presiunea atmosferică vor fi egale între ele și vor fi exprimate prin greutatea aceleiași colone de mercur.

Greutatea colonei de mercur, care face echilibru presiunii atmosferice, este aceeași în interiorul unei camere sau în afară în aer liber. În adevăr, masa de aer din cameră fiind în echilibru cu masa de aer din exterior, ele au aceeași forță elastică; presiunea atmosferică va fi deci aceeași în ambele cazuri.

Presiunea exercitată de atmosferă asupra corpului uman.— Presiunea atmosferei asupra corpului uman este considerabilă. Știind că presiunea atmosferei pe un centimetru patrat este ceva mai mare de un kilogram, și corpul omului având o suprafață medie de 1,75 m. p., urmază că presiunea asupra corpului omului este cam de 17500 kilograme. Această greutate enormă nu are nici un efect asupra organelor noastre, din cauză că cavitățile și țesăturile organismului sunt pline cu lichide, cari sunt foarte puțin compresibile, și cu gaze a căror forță elastică echilibrează presiunea atmosferică exterioară.

Când presiunea atmosferică se micșorează sau se mărește prea mult în raport cu valoarea ei mijlocie, forța elastică a gazelor din interiorul organismului nu mai echilibrează presiunea atmosferică exterioară și atunci simțim o greutate în mișcările noastre. Ast-fel, când ne suim pe munți înalți, unde presiunea atmosferică este mică, respirația devine neregulată, pulsul se accelerează și simțim

o tendință neresistibilă de a dormi. De asemenea, muncitorii cari lucrează sub apă în aer comprimat sunt expuși la accidente grave.

Barometre.

Barometre. Presiunea atmosferică este proporțională cu înălțimea colonei de mercur din tubul barometric.— Presiunea atmosferică variând cu înălțimea unui loc de-asupra nivelului mării, de asemenea variând în același loc în diferite momente ale zilei, s'a vădut necesitatea a se adopta aparate precise cu cari să putem măsura presiunea atmosferică.

Se numesc *barometre* aparatele cu cari putem măsura presiunea atmosferică.

S'a vădut că presiunea atmosferică este reprezentată prin greutatea colonei de mercur, ce face echilibru presiunii atmosferice. Din cauză că greutatea acestor colone de mercur, cu secțiunea de 1 cm. patrat, sunt proporționale cu înălțimile lor, se usită a se exprima presiunile atmosferice prin numărul ce reprezintă înălțimile acestor colone. Ast-fel, dacă înălțimile colónelor de mercur sunt de 755, 760, 765 etc. milimetre, se dice că presiunea atmosferică este de 755, 760, 765 milimetri.

Construcțiunea barometrului cu mercur. — Aparatul lui Torricelli, pe care l'am descris, este un barometru cu mercur. Pentru ca barometrul cu mercur să dea indicațiuni cu totul precise, trebuie a căuta : a) ca mercurul din tubul barometric să fie cu totul pur ; b) ca camera barometrică să fie lipsită de aer, vapóre de apă etc., cari ar apăsa asupra colonei de mercur din tubul barometric și ar face, prin urmare, ca observațiunile să fie neexacte.

Pentru a construi un bun barometru, se ia un tub de sticlă drept, fără strii, de 85 până la 90 centimetri lungime și de la 7 până la 8 milimetri diametru. Pentru a

curăți tubul, îl spălăm mai întâiu cu acid azotic, apoi cu apă distilată și, în fine, îl uscăm. Închidem tubul la unul din capete, iar la cel-l'alt adaptăm un mic balonaș. Mercurul, care 'l introducem în tub, trebuind a avea o densitate constantă, îl purificăm punând un strat subțire de acid azotic diluat peste mercur și încăldind la 60° în timp de 24 de ore; spălăm apoi mercurul cu apă și 'l uscăm. Cu mercurul ast fel purificat, care presintă o suprafață lucie, umplem tubul de la baza sa până la balonaș.

Dacă observăm tubul plin cu mercur, vedem o mulțime de globule de aer precum și de picături de apă interpușe între mercur și tub. Repetând experiența lui Torricelli și resturnând tubul barometric pe un vas cu mercur, globulele de aer precum și vapórea de apă s'ar ridica în camera barometrică și ar apăsa asupra colónei mercuriale din tub. Pentru ca camera barometrică să fie absolut vidă de aer saú de vapóre de apă, se pune tubul barometric AB (fig. 80) pe un grătar de fer înclinat C,

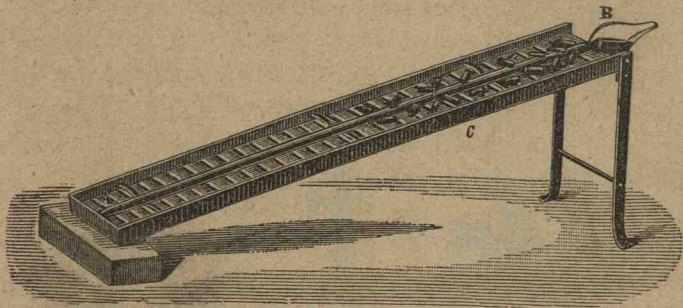


Fig. 80.

pe care'l încăldim începând din B spre A, la o temperatură vecină de aceea a febrei mercurului. Prin încăldire, globulele de aer saú de vapóre de apă, aderente pãreșilor tubului, se vor degagia. Balonașul B servește a culege mercurul aruncat afară din tub prin degagiarea globulelor de aer saú de vapóre de apă. Când tóte aceste globule s'aú degagiat, lãsăm să se rēcescă tubul baro-

metric, despărțim balonașul B de tub și umplem complet tubul barometric cu mercur purificat, așa ca mercurul de la partea deschisă să formeze un menisc convex.

Astupând apoi capătul deschis al tubului cu degetul, îl întorcem cu gura în jos în un vas cu mercur. Se va constata că camera este lipsită de gaze, atunci când înclinând tubul barometric așa ca mercurul să atingă capătul închis al tubului, vom auzi mercurul producând un sgomot brusc când lovesce pereții tubului.

Dacă rezervoriul cu mercur, în care este introdus tubul barometric, este profund, se poate ușor constata că camera barometrică este absolut vidă, cufundând tubul din ce în ce mai mult în rezervoriu; când înălțimea colonei de mercur din tub rămâne neschimbată, acesta ne indică că nu există gaze sau vapori, cari prin forța lor elastică ar face să varieze înălțimea colonei barometrice.

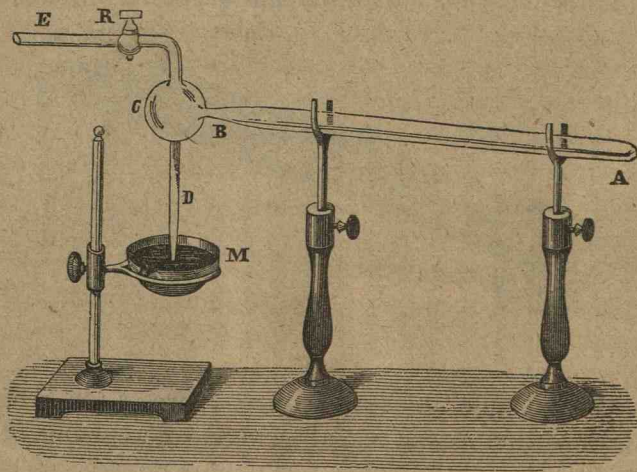


Fig. 81.

În cazul când tubul barometric este larg, este foarte greu a-l umplea cu mercur în modul indicat mai sus. Iată cum se procedeză în acest caz: Se lipesc (fig. 81)

la tubul barometric AB un balon C, prevădut cu tubul D, terminat cu un vârf ascuțit închis; de la balonul C plăcă tubul lateral E prevădut cu robinetul R. Deschidând robinetul R, se pune E în comunicațiune cu o mașină pneumatică cu care se scote aerul din tubul barometric și din balon. Se intrerupe apoi comunicațiunea cu mașina pneumatică și se pune AB în legătură cu un rezervoriu conținând hidrogen; în acest mod, tubul barometric AB, balonul C și tubul E se vor umplea cu hidrogen. Se reincepe apoi operațiunile punând sistemul în legătură cu mașina pneumatică, pentru a face din nou vidul, și apoi cu rezervoriul cu hidrogen. Repetându-se operațiunile de 15 până la 20 de ori, și scoțând gazul pentru ultima dată, avem siguranța că vidul din tubul AB și balonul C este aproape perfect. Se introduce apoi extremitatea tubului D în vasul M ce conține mercur purificat. Rupând vârful tubului D sub mercur, presiunea atmosferică va apăsa asupra mercurului din M, așa că va umplea complect tubul barometric. Se separă apoi tubul AB de balonul C și se restornă cu gura în jos în un rezervoriu cu mercur.

Tubul barometric și rezervoriul sunt fixați pe o scândură verticală, pe care sunt trase diviziuni în centimetri și milimetri. Diviziunea zero începe de la nivelul mercurului din rezervoriu. Câte odată aceste divisiuni sunt făcute chiar pe tubul barometric.

Este ușor de înțeles că presiunea atmosferică variând, mercurul se va ridica în tubul barometric și se va coborî în rezervoriu, așa că nivelul mercurului din rezervoriu nu corespunde exact la divisiunea zero a gradațiunei. S'a căutat a se evita acest inconvenient, luând rezervoriul destul de larg, pentru ca variațiunile de nivel în rezervoriu să fie negliabile. Vom descrie în special câte-va barometre cu mercur.

Barometru cu nivel invariabil.— Acest instrument este format din tubul barometric A (fig. 82), cufundat în un

reservoriu larg și puțin înalt B continuat cu bamba E.

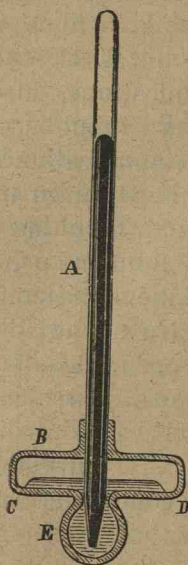


Fig. 82.

Mercurul umple bamba E și o porțiune din suprafața plană CD a rezervoriului fără a-i atinge pereții laterali. Înălțimea la care se află mercurul în rezervoriu este aproape neconținut aceeași, ori-care ar fi înălțimea colonei mercuriale în tubul A. În adevăr, s'a observat că dacă vărsăm mercur în cantitate foarte mică pe o suprafață plană, mercurul ia o formă sferică; dacă îi adăugim cantități mici de mercur, globula de mercur se întinde pe suprafața plană conservând aproape aceeași înălțime. Prin urmare, dacă observațiunile făcute cu barometrul deschis sunt făcute în condițiuni ca pătura de mercur din rezervoriul B să se întindă numai pe suprafața plană CD, fără a atinge pereții laterali, înălțimea mercurului în rezervoriu va fi aproape neconținut aceeași.

O piele de cămilă legând tubul barometric A cu gâtul rezervoriului B, permite atmosferei să 'și exercite presiunea asupra mercurului din rezervoriu; pelea de cămilă servește în același timp să oprască praful să se depună pe suprafața mercurului.

Reservoriului B i se dă numele *de cuvetă*. Barometrul cu nivel invariabil mai este cunoscut și sub numele de *barometru cu cuvetă*.

Barometrul normal. — Pentru determinări exacte ale presiunii atmosferice, se întrebuintează un barometru foarte precis, construit de Regnault și cunoscut sub numele de *barometrul normal* sau *barometrul lui Regnault*.

Barometrul normal (fig. 83) este format din un tub barometric, lung aproape de un metru, larg de cel puțin 30 milimetri de diametru; tubul este cufundat în o cu-

vetă cu mercur ce are forma unei cutii paralelipedice. Atât rezervoriul cât și tubul barometric sunt fixați la o scândură de lemn verticală. Una din fețele cuvetei este prevădută cu un suport recurbat în unghiū drept, terminat prin o piuliță, în care intră șurubul vertical *s*. Lungimea acestui șurub a fost determinată prealabil prin ajutorul unui instrument numit *catetometru*. Cu catetometrul ne servim să măsurăm distanța verticală între două puncte situate în două plane orizontale diferite; el se compune din un ax vertical metalic, divizat în centimetri și milimetri, și în lungul căruia alunecă o lunetă; pentru a determina distanța verticală între două puncte, vom visa cu luneta acele puncte și vom citi pe axa verticală distanța între cele două pozițiuni ale lunetei.

Pentru a face o observațiune cu barometrul normal, vom întorce șurubul *s* până când vârful său atinge mercurul din rezervoriū; această pozițiune va fi determinată exact atunci când extremitatea șurubului și imaginea sa vedută în mercur par a veni în contact. Vom măsura în urmă, tot cu ajutorul catetometrului, distanța verticală de la capătul de sus al șurubului până la nivelul mercurului din tubul barometric. Înălțimea colonei barometrice va fi suma acestor două distanțe.

Am spus că în barometrul normal, diametrul tubului barometric este cel puțin 30 milimetri; în acest cas, suprafața liberă a mercurului din tub este plană. Dacă diametrul este mai mic de 30 milimetri, suprafața liberă presintă un menisc convex și înălțimea colonei mercuriale este mai mică de cât în cazul precedent. Se numește *depresiune capilară* diferența observată între înălțimile colónelor de mercur din un tub barometric de 30 mili-

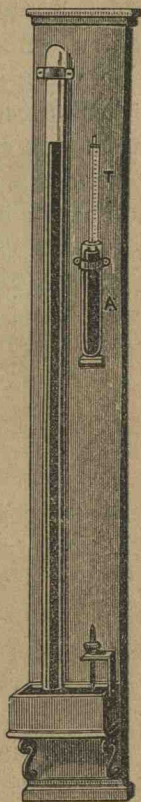


Fig. 83.

metri diametru și un altul cu un diametru mai mic de 30 milimetri. Din această cauză, când facem observațiuni cu un tub barometric mai strîmt de 30 milimetri, trebuie să facem corecțiunea relativă la depresiunea capilară; table anume construite indică mărirea acestei corecțiuni pentru tuburi de diferite diametre.

Se vede imediat precisiunea determinărilor cu barometrul normal: *a*) înălțimea colonei barometrice determinată cu exactitate; *b*) evitarea corecțiunii capilare.

Pentru a cunoște temperatura la care se fac observațiunile, se fixează lângă barometru un termometru *T* introdus în vasul cu mercur *A*.

Barometru cu cadran. — Barometru cu cadran (fig. 84) este format din două ramuri, una mai lungă și închisă,

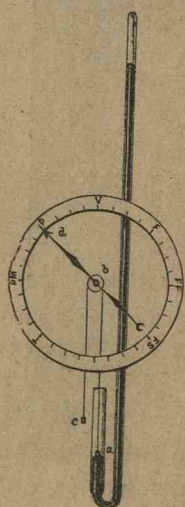


Fig. 84.

alta mai scurtă și deschisă. În ramura deschisă plutesce o mică greutate de fier *a*, susținută de un fir subțire, înfășurat pe un scripete foarte mobil *b*; o mică contragreutate *c* ține firul întins. Pe axul scripetului *b* este fixat acul indicator *d*, care se mișcă înaintea unui cerc. Gradațiunile în milimetri, la cari se oprește acul, sunt date prin observațiunea simultană a unui barometru sensibil și precis. Pe cadran sunt scrise în ordinul presiunilor crescînde literile *T*, *PM*, *P*, *V*, *F*, *FF*, *FU*, corespundînd expresiunilor: tempestă, plóie mare, plóie, vînt, frumos, frumos fix, foarte uscat.

Acest barometru este puțin sensibil și indicațiunile sale sunt cu totul aproximative. Este întrebuințat ca barometru casnic.

Barometre metalice. — Barometrele metalice, numite încă și aneroide, sunt basate pe deformațiunile ce le încercă, sub acțiunea presiunii atmosferice, o cutie metalică perfect închisă cu pereții elastici și vidă de aer.

Vom descrie aci *barometrul metalic a lui Bourdon*.

Barometrul lui Bourdon este format din un tub metalic turtit *amb* (fig. 85) cu pereții subțiri, vid de aer și fixat la mijlocul său *m*. Extremitățile *a* și *b* ale tubului sunt legate prin ajutorul a două vergele articulate cu pârghia *c* mobilă împrejurul unui ax care trece prin mijlocul ei. Se fixează pe pârghia *c* sectorul dințat *gh*. Dinții acestui sector intră în dinții axului mobil *o*, la care este fixat axul indicator *cd* ce se mișcă înaintea unui cadran gradat.



Fig. 85.

Dacă presiunea atmosferică se mărește, tubul se turtesc și extremitățile sale *a* și *b* se vor apropia. Pârghia *c* se va mișca de la stânga la dreapta, sectorul *gh* în sens invers iar axul *o* cu acul indicator de la stânga la dreapta sau în sensul mișcării acelor unui ceasornic.

Dacă presiunea atmosferică scade, mișcarea acului indicator *cd* se face în sens invers. Grădațiunile se vor obține notând la extremitatea *c* a acului indicator presiunea atmosferică observată în același moment la un barometru cu mercur.

S'a luat obiceiul a se înscrie pe cadran în dreptul divisiunilor 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79 centimetri notațiunile *tempesta*, *plóie mare*, *plóie saú vènt*, *variabil*, *timp frumos*, *frumos fix*, *fórte uscat*, cari, în regiunile Europei centrale și chiar ale noastre, corespund apoximativ la stările atmosferice indicate mai sus, când acul indicator este în vecinătatea acestor divisiuni.

De și aneroidale prezintă un avantajiiu din cauză că ocupă puțin loc și sunt ușor transportabile, au însă incon-

venientul că gradațiunile făcute la un moment dat, încetază de a fi exacte după cât-va timp și atunci este necesitate de o nouă gradațiune. Acesta provine din cauza variațiunei elasticității pe care o încercă cu timpul tubul metalic.

Intrebuințările barometrului. — Barometrul servește a determina distanța verticală între două locuri situate la aceeași latitudine. S'a vădut că pentru fie-care înălțime verticală de 10^{m.},5, mercurul descinde în tubul barometric aproape cu un milimetru; de aci rezultă un mijloc cu totul aproximativ pentru determinarea înălțimeii verticale între două stațiuni. S'a stabilit formule precise, prin ajutorul cărora putem determina cu multă exactitate distanța verticală între două stațiuni.

Variațiunile înălțimeii coloneii mercuriale permite a prevedea cu óre-care probabilitate timpul, când ținem socotélă și de temperatura atmosferei, gradul de umiditate al aerului, direcțiunea vânturilor etc. Vom reveni mai departe asupra acestei cestiuni.

COMPRESIBILITATEA GAZELOR

Legea lui Boyle-Mariotte.— Gazele sunt corpuri compresibile și perfect elastice. Compresibilitatea gazelor a fost studiată cam în aceeași epocă (1661-1676) de Boyle și Mariotte.

Când asupra unei mase de gaz, a cărei temperatură rămâne neschimbată, exercităm presiuni din ce în ce mai mari, experiența arată că volumul se reduce din ce în ce mai mult. Boyle și Mariotte au arătat că dacă volumul V al gazului se reduce la $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, . . . $\frac{1}{n}$ din volumul primitiv, trebuie ca presiunea P exercitată asupra gazului să devină de 2, 3, . . . n ori mai mare.

Legea lui Boyle-Mariotte se enunță în modul următor :
Volumele ocupate de o masă gazoasă, a cărei temperatură este menținută constantă, sunt în raport invers cu presiunile exercitate asupra aceleiași mase de gaz.

Dacă, prin urmare, V și V' sunt volumele ocupate de masa de gaz, asupra căreia se exercită presiunile P și P' , legea lui Boyle-Mariotte se va scrie :

$$1) \quad \frac{V}{V'} = \frac{P'}{P}.$$

Din relațiunea (1) deducem :

$$(2) \quad VP = V'P' = \text{cantitate constantă};$$

ceia-ce constituie un al doilea enunțiu al legii lui Mariotte :
Pentru o masă determinată de gaz, productul volumului

gazului cu presiunea exercitată asupra lui, este o cantitate constantă.

Verificarea legei lui Boyle-Mariotte pentru presiuni mai mari de o atmosferă. — Pentru a verifica legea lui

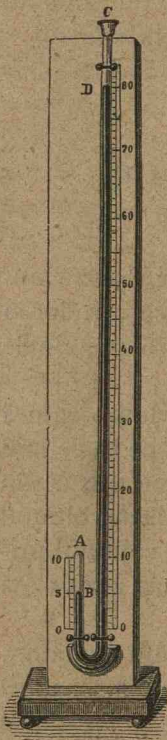


Fig. 86.

un barometru vecin și V volumul aerului închis în A.

Continuând a turna mercur prin tubul C, așa ca volumul aerului din A să fie redus la jumătate, experiența va arăta că, pe când nivelul mercurului în ramura închisă A va ajunge în B, mercurul se va ridica în ramura deschisă C până în D. Forța elastică a masei de gaz a cărui volum redus la jumătate a devenit $\frac{V}{2}$, este echilibrată prin presiunea colonei de mercur, având ca înăl-

Boyle-Mariotte, în cazul când supunem aceiași masă de gaz la presiuni mai mari de cât o atmosferă, ne servim de un tub de sticlă AC cu două ramuri (fig. 86), dintre care una mai scurtă și închisă A și o a doua C mai largă și deschisă. Acest tub, numit *tubul lui Mariotte*, este fixat vertical pe o scândură de lemn. Ramura scurtă a tubului este împărțită în părți de egală capacitate; ramura mai lungă C în părți de egală lungime. Pentru a face experiența se toarnă prin ramura deschisă C mercur, care va ocupa fundul tubului. Turnând o cantitate suficientă de mercur și înclinând tubul, pentru a face să iasă parțial aerul închis în tubul A, vom parveni a face ca mercurul să vină în ambele ramuri la același nivel oo , de unde se încep gradațiunile ramurilor A și C. Presiunea sa și forța elastică a aerului închis în A este echilibrată prin presiunea exercitată de atmosferă asupra mercurului din ramura C; fie P presiunea atmosferei măsurată la

țime DB, diferența între nivelele suprafețelor libere a mercurului din cele două ramuri A și C, mărită cu presiunea P , exercitată de atmosferă pe suprafața mercurului în D. Experiența arată că înălțimea colonei BD este tocmai înălțimea colonei barometrice citită la un barometru vecin; presiunea colonei BD este deci P .

Vedem, prin urmare, că volumul V fiind redus la $\frac{V}{2}$, presiunea exercitată asupra gazului devine de două ori mai mare adică $2P$.

Dacă volumul aceleiași mase de aer este redus la $\frac{1}{3}$ din volumul primitiv, diferența de nivel între suprafețele mercurului din ramurile C și A va fi proporțională cu $2P$; adăogând și presiunea P , exercitată de atmosferă asupra mercurului din C, va rezulta că masa de aer sub volumul $\frac{V}{3}$ este supusă la presiunea $3P$.

În un mod general, dacă volumul aerului devine $\frac{V}{n}$, presiunea la care este supusă masa de aer va fi nP .

Verificarea legii lui Mariotte pentru presiuni mai mici de cât o atmosferă. — Ne servim în acest scop de următoarea dispozițiune (fig. 87): Se ia un tub barometric AB, care să prezinte pe cât este posibil același diametru în totă lungimea sa, și se divide în părți de egală capacitate, notate chiar pe tub. Se umple tubul cu mercur, întocmai ca și un tub barometric și se introduce cu capătul deschis în rezervoriul plin cu mercur C. În acest cas, scim că mer-

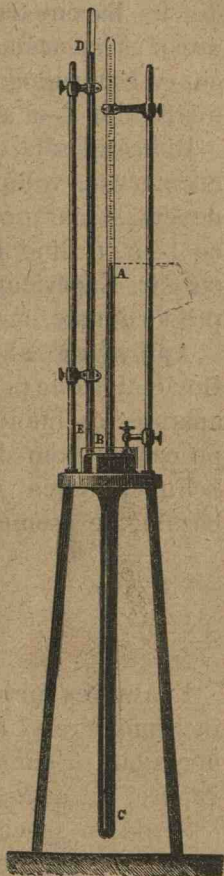


Fig. 87.

curul din tub se va coborî și înălțimea colónei mercuriale măsórá presiunea atmosferică. Introducând un gaz în camera barometrică, experiența arată că mercurul se va coborî mai mult în tub. Fie V volumul ocupat de masa gazósă din tub și $AB=i$, înălțimea colónei de mercur. Dacă măsurăm înălțimea $DE=I$ a colónei de mercur din un barometru vecin, format din un tub barometric introdus în același rezervoriu cu mercur, volumul de gaz V este supus la o presiune proporțională cu diferența înălțimilor $I-i$ a colónelor de mercur.

Ridicând sau cufundând tubul cu gaz în rezervoriul cu mercur, volumul ocupat de aceeași masă de gaz va deveni V' , iar presiunea P' a gazului va fi proporțională cu $I-i'$, i' fiind înălțimea colónei de mercur din tubul cu gaz. Experiența arată că aceste presiuni sunt invers proporționale cu volumele ocupate de gaz.

Aplicațiuni ale legei lui Boyle-Mariotte.— Legea lui Boyle-Mariotte permite a explica funcționarea mai multor aparate, ca manometrele, pompele de compresiune etc., pe cari le vom descrie mai jos.

Funcționarea *fólelor* sau a *suflátorului* (fig. 73) este bazată, de asemenea, pe legea lui Boyle-Mariotte.

+ B. aci pentru concurs (39)

Manometre.

Evaluarea forței elastice a unui gaz sau a unei vapóre în atmosfere și kilograme.— În industrie este de mare necesitate a cunoște forța elastică a unui gaz sau a unei vapóre, de exemplu a vapórei de apă.

Se dá în special numele de *forța elastică* a unui gaz sau a unei vapóre, presiunii exercitate de gaz sau vapóre pe o suprafață egală cu un centimetru pătrat.

Forța elastică póte fi evaluată în *atmosfera*. O atmosferă este presiunea exercitată de un gaz pe o suprafață de un centimetru pătrat, egală cu presiunea unei colóne de

mercur având de basă un centimetru pătrat și înălțimea de 76 centimetri. Fiind-că greutatea colonei de mercur în condițiunile indicate este $1^{\text{kil.}},033$, forța elastică de o atmosferă corespunde la o presiune de $1^{\text{kil.}},033$ pe centimetru pătrat.

Actualmente se obișnuiesc foarte mult în industria mecanică a se exprima forța elastică în kilograme. Fiind-că înălțimea colonei mercuriale, a cărei basă este 1 centimetru pătrat și greutatea de un kilogram, corespunde la o înălțime de $73^{\text{cm.}},5$, se va dice că forța elastică a unui gaz sau a unei vapore este de un kilogram, când presiunea exercitată asupra unui centimetru pătrat corespunde greutății unei colone de mercur având ca basă un centimetru pătrat și ca înălțime $73^{\text{cm.}},5$.

Manometre.— Se numesc *manometre* aparatele destinate a măsura forțele elastice ale gazurilor sau ale vaporilor.

Se întrebuintează în practică trei feluri de manometre : a) manometre cu aer liber ; b) manometre cu aer comprimat ; c) manometre metalice.

Manometre cu aer liber.— În manometrele cu aer liber, forța elastică a gazului este măsurată direct prin înălțimea unei colone de mercur sau de alt lichid, care se ridică în un tub deschis.

Un model de manometru cu aer liber este următorul (fig. 88). Un tub de sticlă conținând mercur și de două ori recurbat este pus în comunicațiune prin extremitatea E cu gazul sau vaporea, a căreia forță elastică vom a măsura. Când gazul este la presiunea atmosferică, mercurul este în același plan orizontal AB în ambele ramuri. Când forța elastică a gazului crește, mercurul se coboară în o ramură până în C și se ridică în cea-laltă ramură până în D. O riglă gradată indică diferența de nivel DC între cele două suprafețe libere

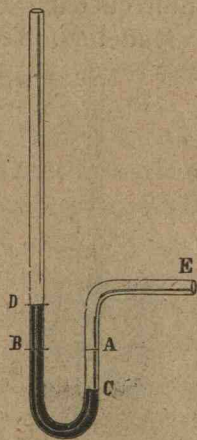


Fig. 88.

ale mercurului. Forța elastică a gazului va fi egală cu greutatea colonei de mercur, având ca basă un centimetru pătrat și ca înălțime DC , la care se adaugă și presiunea atmosferică cetică la un barometru vecin. Dacă I este înălțimea colonei barometrice, ce măsoară presiunea atmosferică, și $DC=i$, forța elastică a gazului corespunde la greutatea colonei de mercur având ca basă 1 centimetru pătrat și ca înălțime $I+i$ centimetri.

Dacă luăm ca presiune atmosferică valoarea medie a unei *atmosfere* (care corespunde după cum se știe la greutatea colonei de mercur a cărei înălțime este de 76 centimetri), forța elastică a gazului este proporțională cu $76+i$ centimetri. Să presupunem că mercurul se ridică în tubul deschis cu $4 \times 76 = 304$ centimetri, forța elastică a gazului va fi proporțională cu înălțimea $5 \times 76 = 380$ centimetri a colonei mercuriale; ar trebui deci un tub aproape de 4 metri pentru a putea face determinările forței elastice. Din această cauză nu se întrebunțază manometrele cu aer liber de cât pentru forțe elastice egale cel mult cu cinci atmosfere.

Modelul întrebunțat în industrie, unde sunt permise

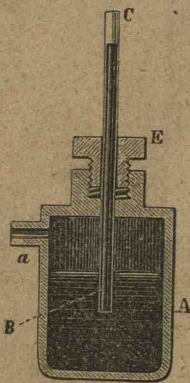


Fig. 89.

determinările cu aproximațiune, este format (fig. 89) din rezervoriul larg de fontă A, conținând mercur, și în care este introdus tubul de sticlă BC deschis la partea superioară. Un șurub E lipit de tub, intră în o piuliță tăiată în rezervoriul de fontă și permite a-l închide hermetic. Un tub lateral a servește a introduce în rezervoriu gazul sau vapoarea, a cărei forță elastică voim a determina. Gazul, apăsând asupra mercurului din cuvetă, îl ridică în tub; din cauză însă că diametrul rezervoriului este mare în raport cu acel al

tubului, se neglijează variațiunea nivelului mercurului din rezervoriu. O riglă gradată, al cărei zero corespunde

cu nivelul mercurului din rezervoriu, este aplicată pe tub.

Manometre cu aer comprimat.— Una din formele cele mai usitate ale manometrului cu aer comprimat este următoarea (fig. 90): Un tub de sticlă A, închis la capătul de sus, este masticat ceva mai sus de capătul său inferior la o cuvetă resistantă de fontă B. Cuveta B conține mercur; capătul de jos al tubului A este cufundat în mercurul din cuvetă. În tubul A s'a introdus prealabil o cantitate oare-care de aer uscat. La rezervoriul B este adaptat tubul lateral C, prevăzut cu robinetul D, prin care este introdus în rezervoriu gazul sau vapórea a cărei forță elastică voim s'o măsurăm. Pe tubul A este aplicată o riglă, pe cari sunt trase gradațiuni indicând forțele elastice.

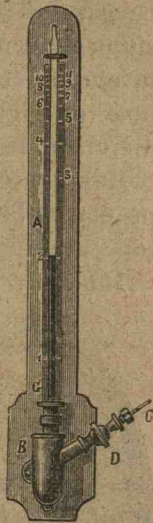


Fig. 90.

Să presupunem că forța elastică a aerului închis în tubul A este egală cu presiunea atmosferei; mercurul din tubul A și din rezervoriul B vor fi la același nivel. Să introducem un gaz în rezervoriul B; mercurul se va sui în tubul A; forța elastică a gazului din cuvetă este egală cu forța elastică a aerului comprimat la care se adaugă presiunea colónei de mercur, a cărei înălțime este diferența de nivel între suprafețele libere a mercurului din tub și rezervoriu. Așa, dacă volumul aerului din tub s'ar reduce la jumătate, forța elastică a gazului din cuvetă ar fi egală cu forța elastică a aerului comprimat, care în acest cas este de două atmosfere, la care se adaugă și presiunea colónei de mercur ridicată în tubul A.

Se vede de aci, că dacă forța elastică a gazului este de două atmosfere, mercurul se va ridica în tub la o înălțime mai mică de cât jumătatea tubului.

Se obicinesce a se grada manometrele cu aer compri-

mat prin comparațiune cu un manometru cu aer liber. Pentru acésta, se pun cuvetele manometrelor cu aer liber și aer comprimat în comunicațiune cu același rezervor cu gaz. Efectuând asupra gazului din rezervoriu o presiune determinată, vom măsura forța elastică a gazului la manometrul cu aer liber; acésta forța elastică se va nota pe riglă în dreptul nivelului la care s'a ridicat mercurul în tubul cu aer comprimat.

Manometre metalice.— Aceste manometre sunt basate pe elasticitatea metalelor. Vom descrie manometrul metalic al lui Bourdon în forma cea mai usitată.

Manometrul lui Bourdon (fig. 91) este format din un

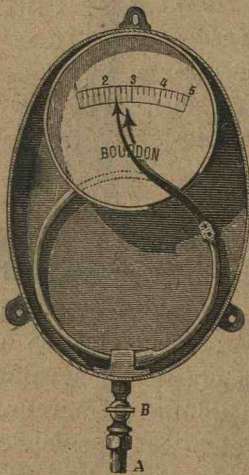


Fig. 91.

tub metalic, cu pereții subțiri și flexibili, învârlit în spirală. Secțiunea acestui tub este eliptică. Unul din capetele tubului este fix și comunică, prin tubul A prevăzut cu robinetul B, cu rezervoriul cu gaz sau vapore, de exemplu cu căldarea cu vapori, a căror forță elastică vom s'o măsurăm. Cel-l'alt capăt al tubului în spirală este închis și liber. La acest capăt este fixat un ac indicator, ce se mișcă înaintea unui cadran divizat. Când introducem un gaz în tubul în spirală, dacă forța elastică a gazului crește, spirala tinde a se deschide, extremitatea liberă a spiralei

se va mișca în un sens și cu ea se va mișca pe cadran și acul indicator. Când forța elastică a gazului se micșorează, spirala se strânge și acul indicator se mișcă pe cadran în sens invers.

Gradațiunea acestui manometru se face în comparațiune cu un manometru cu aer liber. Gradațiunile se fac, după casuri, în atmosfere sau în kilograme.

Manometrul metalic, fiind un instrument solid și ușor

transportabil, este foarte mult întrebuințat în industrie. Elasticitatea tubului în spirală fiind modificată cu timpul, trebuie să din când în când a 'l compara cu manometrul cu aer liber și a proceda chiar la o altă gradațiune dacă alterațiunea elasticității tubului metalic este pronunțată.

X ~~~~~ Da
Mașina pneumatică.

Mașina pneumatică cu două corpuri de pompă. — Mașina pneumatică este un aparat destinat a face vidul în un spațiu limitat.

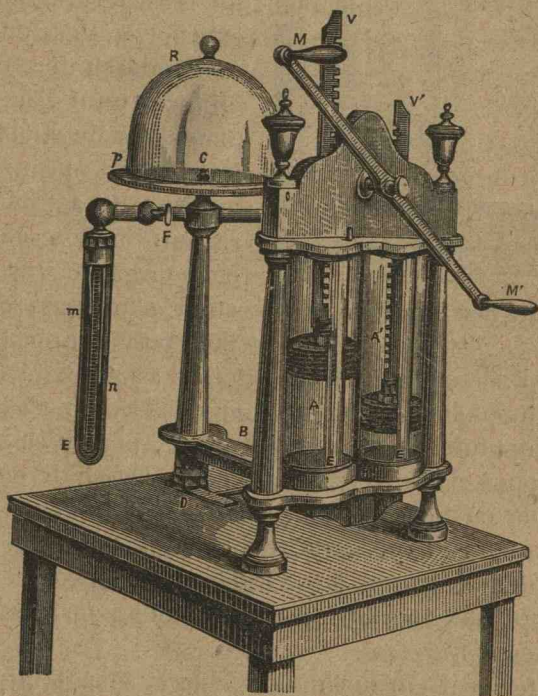


Fig. 92.

Cea d'întâiu mașină pneumatică a fost realizată la 1654 la Magdeburg de Otto de Guericke. Acastă mașină a fost

neconținut perfecționată, mai cu sémă de Boyle (1626) și Papin (1710).

Vom descrie aci o mașină pneumatică cu două corpuri de pompă în forma cea mai întrebuințată (fig. 92 și 93).

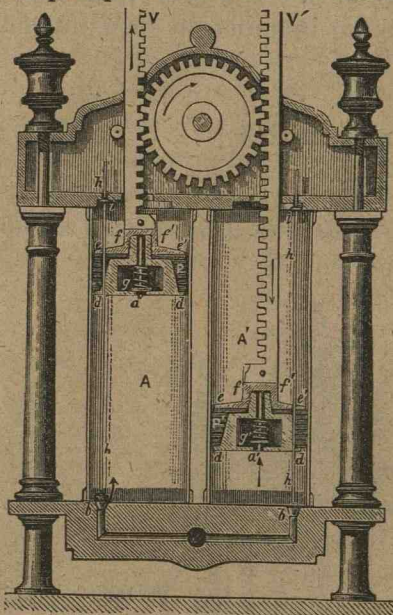


Fig. 93.

Partea principală a mașinei pneumatice consistă în două corpuri de pompă A și A', de metal sau de cristal, comunicând prin deschiderile *b*, *b'* cu tubul B, apoi cu canalul din colóna perpendiculară tubului B și terminându-se în exterior cu deschiderea C. Această deschidere C este la mijlocul unui disc absolut plan și ros de sticlă *p*, numit *platina* mașinei pneumatice. Pe această platină se pun clopote de sticlă cu marginile rósé și absolut plane, așa ca să se pótă perfect aplica pe discul *p*, și să nu lase aerul exterior să străbată în interiorul clopotelor.

Se unge chiar dacă este necesar marginile clopotului cu o substanță grasă, pentru ca aderența între clopot și disc să fie perfectă. Deschiderea C este prevădută cu un șurub, la care se pot înșuruba diferite aparate pentru experiențe, de exemplu tubul lui Newton pentru demonstrarea legii căderii corpurilor.

Clopotul său aparatul, din care scótem aerul sau gazul, se numește *recipient*.

În interiorul corpurilor de pompă se pot mișca două pistóne P, P' prin ajutorul códelor dințate V și V', fixate la aceste pistóne. Dinții códelor intră în dinții unei róte dințate care este pusă în mișcare prin mânerul MM'

alternativ când în un sens când în altul; ast-fel, când róta dințată se mișcă în un sens, unul din pistóne se ridică, pe când cel-l'alt se cobórá; la o mișcare inversă a rótei dințate, se va produce mișcarea inversă a pistónelor.

Pistónele P, P' sunt formate din discuri de piele îmbibate cu uleiú și strinse între două plăci circulare de metal dd' și ee' , așa că fețele laterale ale pistónelor să se pótă aplica exact pe pereții interiori a corpurilor de pompă.

Corpul metalic, care ocupă mijlocul fie-cărui piston, este străbătut de un canal vertical în tótă lungimea sa, comunicând la partea superióră cu exteriorul. Pe partea de jos a canalelor aa' sunt aplicate ventile gg' cari nu se pot deschide de cât de jos în sus; aceste ventile sunt formate din un disc mic de metal, pe care apasă un resort.

În discurile de piele ale pistónelor P, P' străbat două vergele hh , cari alunecă în pistóne cu mare greutate. Vergelele hh sunt terminate la partea inferióră cu dopuri de formă conică, cari pot astupa perfect deschiderile bb ; pedicele ii , fixate la partea de sus ale vergelelor, vin de apasă asupra părței superióre a corpurilor de pompă și opresc vergelele în mersul lor când sunt ridicate prin mișcarea de jos în sus a pistónelor.

Funcționarea mașinei pneumatice. Să examinăm funcționarea unui singur piston. Să presupunem că pistonul P este la baza corpului de pompă A ; deschiderea b este închisă prin dopul conic al vergelei h . Ridicând pistonul în sus, vergeaua h , care alunecă cu frecare în discurile de piele ale pistonului P , va fi ridicată în sus și deschiderea b va rămânea liberă. Dar, vergeaua h va fi oprită îndată în mișcarea sa de pedica i și pistonul P va continua singur să alunece în lungul vergelei h . Aerul conținut în recipientul, pus pe platina mașinei pneumatice, se va respândi în interiorul corpului de pompă. Presiunea saú forța elastică a aerului conținut în corpul de pompă fiind inferióră presiunii atmosferice, ventilul g ,

asupra căruia apasă de o parte atmosfera de sus în jos, de altă parte aerul rarefiat din corpul de pompă de jos în sus, va continua a închide canalul a al pistonului.

După ce pistonul P a atins partea superioară a corpului de pompă să-l coborim în jos. Vergeaua h va fi luată în jos de piston și dopul conic al vergelei va astupa deschiderea b . Continuând cu mișcarea descendentă a pistonului, aerul comprimat din ce în ce mai mult în corpul de pompă va câștiga o forță elastică superioară presiunii atmosferice, va deschide ventilul g și va fi gonit în exterior. Când pistonul atinge cu basa sa partea inferioară a corpului de pompă, tot aerul din corpul de pompă va fi alungat în afară.

Pe când unul din pistoane se ridică, cel'alt se coboară; funcționarea celui al doilea piston P' este analogă cu a pistonului P . Repetând mișcarea alternativă a pistonelor de mai multe ori, vom parveni a scote aerul din recipient.

Mașina pneumatică cu două corpuri de pompă prezintă avantajii în raport cu mașina cu un singur corp, cum se construia mai înainte. Efectul este dublu căci ambele pistoane funcționează în același timp.

Manometrul mașinei pneumatice. Când scotem aerul din un recipient, este necesar a cunoște forța elastică a gazului rămas în fie-care moment. Această determinare se face prin ajutorul manometrului mașinei pneumatice.

Manometrul mașinei pneumatice (fig. 92) este format din un tub de sticlă recurbat cu două ramuri, din cari una închisă m și având o lungime cel mult de 20 centimetri, și cea-l'altă n deschisă. Tubul recurbat $m n$ este închis în un clopot de sticlă E comunicând prin canalul, ce se poate închide cu robinetul F , cu recipientul mașinei pneumatice.

În tubul $m n$ este introdus mercur; ramura închisă m , fiind mai scurtă de 76 centimetri și presiunea gazului exercitându-se asupra mercurului din ramura n , ramura m va fi umplută în totalitate cu mercur.

Când scótem aerul din recipient, forța elastică a aerului descrescând, ajunge un moment când ea este mai mică de cât greutatea unei colóne de mercur având ca înălțime 20 centimetri; mercurul se va coborí, în acest cas, în ramura *m* și se va ridica în ramura *n*. Diferința de nivel între suprafețele libere ale mercurului din ramurile *m* și *n* va măsura forța elastică a gazului. Dacă aerul ar fi scos în totalitate, suprafețele mercurului din ramurile *m* și *n* ar fi în același plan orizontal. Experiența arată că este imposibil a ajunge la acest rezultat.

Cheia mașinei pneumatice. Când s'a scos aerul și voim a menține vidul în recipient, trebuie a întrerupe comunicațiunea între recipient și corpii de pompă. De asemenea din cauză că presiunea exercitată de atmosferă asupra recipientului este considerabilă (1033 grame pe centimetru pătrat), am încerca o forțe mare greutate a ridica recipientul, în care s'a făcut vidul, de pe platina mașinei pneumatice. Pe lângă acestea, este necesitate a introduce aer în corpii de pompă, după ce mașina a funcționat.

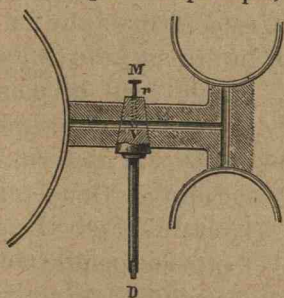


Fig. 94.



Fig. 94 bis.

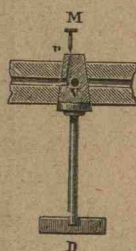


Fig. 94 ter.

De aci necesitatea unei dispozițiunii speciale, grație căreia să putem stabili după voință comunicațiunea între corpii de pompă și recipient, între corpii de pompă sau recipientul cu aerul exterior.

Putem satisface acestor cerinți prin *cheia mașinei pneumatice*. Cheia mașinei pneumatice este robinetul D (fig. 94, 94 bis, 94 ter), aplicat perpendicular pe canalul B

(fig. 92), care pune în comunicațiune corpii de pompă cu recipientul mașinei.

Robinetul D are două canale: *a*) unul V, în sensul canalului tubului B (fig. 92 și 94), permițând a stabili comunicațiunea între corpii de pompă și recipient; *b*) canalul cotit *r*, situat în un plan perpendicular canalului V. Canalul *r* pôte comunica saũ cu corpii de pompă (fig. 94 bis), saũ cu platina mașinei pneumatice (fig. 94 ter). Putem introduce aer în corpii de pompă saũ în recipient, scoțând cuiul M, ce astupă canalul *r*, și punând robinetul D în pozițiunile indicate în figurile 94 bis și 94 ter.

Pompa de compresiune. — Pompa de compresiune este un aparat destinat a comprima aerul saũ un gaz 6re-care în un recipient.

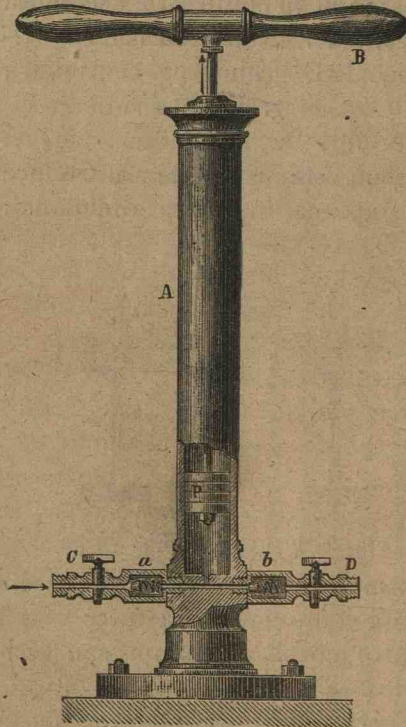


Fig. 95.

Pompa de compresiune, sub forma cea mai usitată (fig. 95), este formată din un cilindru metalic lung A, numit *corp de pompă*, în care se mișcă pistonul P prin ajutorul mânerului B. Două tuburi laterale C și D, sunt fixate perpendicular pe direcțiunea corpului de pompă. Axul acestor tuburi este prevăzut cu două ventile *a* și *b*, formate fie-care din un vîrf conic, pe care apasă două mici resorturi. Ventilul *a* se deschide din afară în interior; cel al doilea *b* din interior în afară.

afară în interior; cel al doilea *b* din interior în afară.

Pentru a comprima aerul sau un gaz în un recipient, vom pune tubul C în comunicațiune cu aerul sau gazul, iar D cu recipientul în care voim a face comprimarea.

Să presupunem la începutul experienței pistonul P la baza corpului de pompă. Ridicându-l în sus, ventilul *a* se deschide și gazul străbate în corpul de pompă. Când scoborâm apoi pistonul, ventilul *a* se închide, ventilul *b* se deschide și gazul străbate în recipient. Repetând de mai multe ori operațiunea, vom putea comprima o cantitate de gaz destul de mare în recipient.

Pompa descrisă poate servi și la facerea vidului. Punând tubul C în comunicațiune cu recipientul în care voim a face vidul, tubul B cu atmosfera și operând în modul indicat mai sus vom putea rareficia aerul din recipient.

P o m p e.

Pompe în general. — Pompele sunt aparate destinate a ridica licidele, mai cu sémă apa, la înălțimi mai mult sau mai puțin mari de-asupra rezervoriului, în care sunt conținute.

Distingem trei specii principale de pompe : a) *pompa aspirătoare* ; b) *pompa respingătoare* ; c) *pompa aspirătoare-respingătoare*.

Pompa aspirătoare. — Pompa aspirătoare (fig. 96) se compune din un corp de pompă A, în care se mișcă pistonul P, străbătut de două canale transversale, cari pot fi închise prin două supape *b b*, cari se deschid de jos în sus. Corpul de pompă A comunică cu rezervoriul R, care conține apă, prin tubul aspirator B. Acest tub este

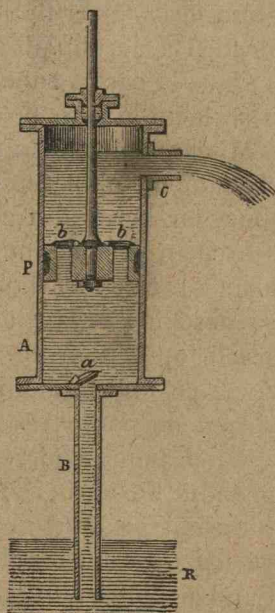


Fig. 96.

prevădută la partea superioară cu supapa *a*, care se deschide de jos în sus; această supapă servește a stabili comunicațiunea între tubul aspirator B și corpul de pompă A. Un tub lateral C lasă să se verse apa ridicată până la nivelul său.

Să vedem modul cum funcționează această pompă.

Să presupunem că pistonul P este la baza corpului de pompă și tubul aspirator plin cu aer. În acest caz, apa este la același nivel în tubul aspirator B și în rezervoriul R. Să ridicăm pistonul P în sus; vidul se produce sub piston; aerul conținut în tubul aspirator va ridica supapa *a* și va umplea locul vid lăsat în corpul de pompă.

Aerul din tubul aspirator B mărindu-și volumul, forța sa elastică se micșorează și apa din rezervoriul R se va ridica în tub, așa că presiunea acestei coloane de apă mărită cu forța elastică a gazului va face echilibru presiunii atmosferice. În această mișcare ascendentă, supapele *bb* ale pistonului P sunt închise, căci presiunea atmosferică a aerului exterior este mai mare de cât forța elastică a aerului din corpul de pompă. Când pistonul a ajuns la partea superioară a corpului de pompă, supapa *a* se închide prin propria sa greutate.

Mișcând pistonul în jos, supapa *a* rămâne închisă, apa ridicată în tubul aspirator continuă a ocupa aceiași înălțime, iar aerul din corpul de pompă va fi comprimat din ce în ce mai mult, până ce ajunge un moment când forța sa elastică, fiind superioară presiunii atmosferice, va deschide supapele *bb* și va eși în exterior. Repetând aceste operațiuni de mai multe ori, apa se va ridica din ce în ce mai mult în tubul aspirator și va străbate în corpul de pompă deschidând supapa *a*.

Când tubul aspirator este plin cu apă, dacă coborâm pistonul P, aerul comprimat va eși prin supapele *bb*. Ridicând pistonul în sus, supapa *a* se va deschide și apa va urma baza pistonului formând o colônă ligidă continuă. Când pistonul se coboră, supapa *a* se închide, supapele

bb se deschid și apa din corpul de pompă trece de-asupra pistonului. Dacă ridicăm din nou pistonul, supapele *bb* vor fi închise, apa aflată pe partea superioară a pistonului va fi ridicată și va curge prin tubul lateral C. Mai departe, la fie-care mișcare ascendentă a pistonului, va curge prin tubul lateral cantitatea de apă aflată de-asupra pistonului.

Pentru ca apa să se ridice în tubul aspirator, trebuie ca înălțimea colonei licide de la rezervoriul R până la baza corpului de pompă să nu treacă de $10^m,33$. În adevăr, ceea-ce face ca apa să se ridice în tubul aspirator este presiunea atmosferică. Se scie, că valoarea medie a presiunii atmosferice este echilibrată prin o colónă de mercur a cărei înălțime este de 76 centimetri. În virtutea principiului vaselor comunicante, înălțimea colonei *x* de apă, care face echilibru colonei de mercur, este:

$$\frac{76}{x} = \frac{13,6}{1},$$

unde 1 și 13,6, sunt densitățile apei și a mercurului.

Deducem din relațiunea precedentă : $x = 10^m,33$.

În practică, înălțimea colonei de apă se reduce cam la opt metri, din cauza imperfecțiunii aparatului, cu care nu putem face complet vidul.

Pompa respingătoare. — Pompa respingătoare (fig. 97) se compune din corpul de pompă A, în care se mișcă pistonul plin P. Tubul aspirator la pompa respingătoare fiind suprimat, corpul de pompă este introdus direct în rezervoriul R cu apă.

La baza corpului de pompă este făcută o deschidere,

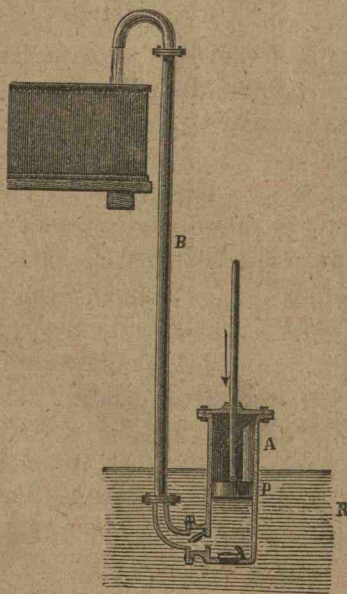


Fig. 97.

pe care este aplicată o supapă ce se deschide de jos în sus. În partea inferioară și laterală a corpului de pompă, este adaptat tubul vertical B; o supapă ce se deschide din interiorul corpului de pompă în exterior permite a stabili comunicațiunea între corpul de pompă și tubul lateral B.

Să presupunem, la începutul funcționării pompei, că pistonul este la baza corpului de pompă. Ridicând pistonul în sus, vidul se produce sub piston; presiunea atmosferică apăsând asupra apei din rezervoriul R, va face să se ridice apa în corpul de pompă deschidând supapa; apa va urma baza corpului de pompă formând o colônă ligidă continuă. Când pistonul se opresce în mișcarea ascendentă, supapa de la baza corpului de pompă cade în jos prin propria sa greutate.

La mișcarea descendentă a corpului de pompă, supapa laterală se deschide și apa trece în tubul lateral B. La fie-care mișcare descendentă a pistonului se va ridica în tubul B un volum de apă egal cu capacitatea corpului de pompă. Repetând mișcarea alternativă a pistonului de mai multe ori, apa se va ridica din ce în ce mai mult în tubul lateral B, până ce, ajunsă la capătul de sus al tubului, va curge în afară.

Să observăm că în pompa respingătoare, curgerea ligidului se produce la descinderea pistonului, pe când în pompa aspirătoare curgerea se efectuează la ascensiunea pistonului în corpul de pompă.

Pompa de incendiu. — În pompa respingătoare, pe care am descris-o, apa este respinsă prin tubul de curgere numai la mișcarea descendentă a pistonului. Pompa de incendiu este formată din două pompe respingătoare, combinate ast-fel între ele ca curgerea apei să fie continuă.

Acastă pompă (fig. 98) este formată din două corpuri de pompă, prevădute la partea lor inferioară cu supapele a și a' ; în aceste corpuri de pompă se mișcă pistónele P și P', puse în acțiune de același mâner LL', care este o dublă pârghie mobilă împrejurul lui O. Corpurile de

pompă introduse în rezervoriul cu apă M, comunică prin supapele laterale b și b' cu aceeași cameră R plină cu aer. Prin mișcarea mânerului LL', unul din pistone se ridică pe când cel-l'alt se coboară.

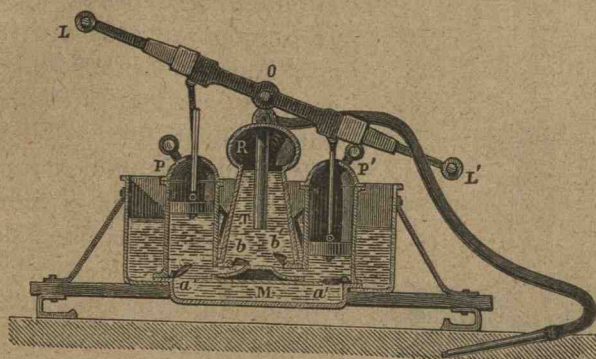


Fig. 98.

Să presupunem pistonul P ridicându-se și P' descinzând. Apa din rezervoriul M va deschide supapa A și va străbate în corpul de pompă sub pistonul P, pe când supapa b va rămânea închisă; din contra, apa din al doilea corp de pompă va fi respinsă, în mișcarea descendentă a pistonului P', în camera R, deschizând supapa b' pe când supapa a' va rămâne închisă. Apa intrând în camera R, va comprima aerul conținut în ea; forța elastică a aerului va împinge apa prin tubul T în exterior.

Presiunea aerului din camera R fiind continuă, apa va curge neconținut prin tubul T în tot timpul funcționării pompei.

Pompa aspirătoare și respingătoare. — Acestă pompă este o combinațiune a pompei aspirătoare și a pompei respingătoare.

Pompa aspirătoare și respingătoare (fig. 99) se compune din corpul de pompă A, în care se mișcă pistonul plin P. La baza corpului de pompă este adaptat tubul aspirator B, al cărui capăt de jos este introdus în rezervoriul cu

apă R. Supapa *a*, de la baza corpului de pompă, se deschide de jos în sus și permite comunicațiunea între corpul de pompă A și tubul aspirator B. Tubul C, care pleacă de la partea inferioară și laterală a corpului de pompă, este prevăzut cu supapa *b* care se deschide din lăuntru în afară.

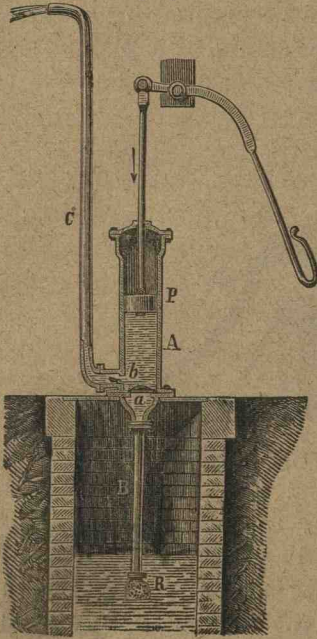


Fig. 99.

Ridicând pistonul P în sus, apa din R se ridică în tubul aspirator. Când apa trece de supapa *a*, la mișcarea descendentă a pistonului ea va fi împinsă prin supapa *b* în tubul lateral C.

Tubul aspirator nu poate să aibă, teoreticesce, o lungime mai mare de 10^m.,33; în practică, înălțimea tubului aspirator este cel mult de opt metri.

Pa. J. J. J. J.

Curgerea licidelor. Mașine hidraulice cu mișcarea continuă. Sifon.

Curgerea licidelor prin o deschidere făcută în pere-

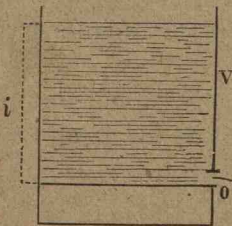


Fig. 100.

tele unui vas. Principiul lui Torricelli. — Să considerăm un lichid greu conținut în vasul V (fig. 100). Dacă facem o deschidere O în peretele vasului, echilibrul presiunilor exercitate între moleculele fluidului este distrus și lichidul curge prin deschiderea O.

Moleculele lichidului, trecând prin orificiul O, sunt animate de o iuțelă satisfăcând

legei cunoscute sub numele de *principiul saŭ regula lui Torricelli*.

Principiul lui Torricelli este următorul: iuțela unui ligid, care curge prin o deschidere mică făcută în perețele unui vas, este egală cu iuțela pe care ar câștiga-o un corp cădând liber în vid de la o înălțime egală cu distanța verticală între suprafața liberă a ligidului și centrul deschiderii.

Fie i , distanța verticală de la suprafața liberă a ligidului până la mijlocul orificiului. Iuțela v a unui corp în căderea liberă de la înălțimea verticală i , este :

$$v = \sqrt{2gi},$$

g fiind intensitatea gravitației în locul considerat.

Iuțela curgerii ligidului, în condițiunile indicate, va fi și ea exprimată prin relațiunea $v = \sqrt{2gi}$.

Dacă observăm vena ligidă ce iese din o deschidere făcută la baza rezervoriului, ce conține ligidul, constatăm că vena ligidă se contractează la o mică distanță de la deschidere.

Dacă adaptăm la deschiderile, prin cari iese ligidul, canale în forma venei licide, se constată că curgerea ligidului nu este modificată. Când forma canalelor variază, se observă că și iuțela curgerii este modificată. Ast-fel, dacă canaua are o formă conică deschisă în afară, iuțela curgerii este micșorată, pe când cantitatea de ligid ce iese din rezervoriu este mărită. De asemenea, ligidul curgând în conducte, formate din tuburi împreunate la capete, își micșorează iuțela pe măsură ce se depărtază de rezervoriu.

Mașine hidraulice cu mișcarea continuă. — Puterea motrice a apei, produsă prin un curent saŭ de căderea apei, este utilizată în mașinile hidraulice pentru a produce o mișcare circulară continuă.

Se usită a se clasifica mașinile hidraulice în : a) roți

verticale, cari se mișcă în jurul unui ax orizontal, numite *roți hidraulice*; b) roți orizontale cari se mișcă în jurul unui ax vertical, căror li se dă numele de *turbine*.

Roțile hidraulice și turbinele se construiesc în diverse moduri. Vom da câte-va exemple de roți hidraulice. Astfel rота hidraulică (fig. 101) formată din o rота verticală, pe conturul căreia sunt fixate lopeți; această rота este pusă în mișcare de însuși curentul apei. La alte roți hidraulice (fig. 102), apa cade înclinat și lovesce asupra lope-

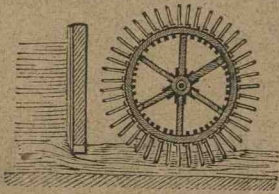


Fig. 101.

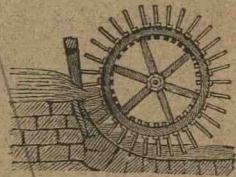


Fig. 102.

ților de la partea inferioară a roței. În fine, conturul unor roți hidraulice este prevăzut de cupe (fig. 103), în cari cade apa din un canal.

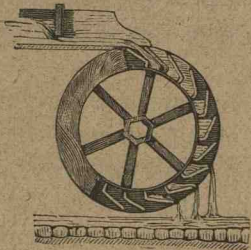


Fig. 103.

Mișcarea mașinelor hidraulice poate fi utilizată pentru a produce un lucru mecanic util. Ca exemple: măcinarea grâului sau a porumbului la *morile de apă*, funcționarea unei mașine dynamo etc.

Sifon. — Sifonul este un aparat format din un tub curbat cu două ramuri, una mai scurtă și alta mai lungă, destinat a transvasa un lichid din un vas în altul.

Să presupunem că vom a transvasa un lichid, de exemplu apa, din vasul V în vasul V' (fig. 104). Vom umplea mai întâiu cu lichid sifonul ABCD, vom astupa cu degetele extremitățile A și D ale sifonului și apoi 'l vom răsturna pe vasele V și V', așa ca ramura mai scurtă AB a sifonului să fie introdusă în vasul V din care vom să

transvasăm lichidul. Vom observa că lichidul va începe să curgă prin sifon din vasul V în vasul V'.

Iată în ce mod se explică funcționarea sifonului. Fie aa' și bb' suprafețele libere ale lichidului din vasele V și V'. Presiunea exercitată de atmosferă pe suprafețele aa' și bb' este măsurată prin greutatea colonei lichide, a cărei înălțime ar fi I. Această presiune, proporțională cu I, transmitându-se în toate părțile lichidului, se va transmite de jos în sus și la stratul lichid conținut în interiorul sifonului și la același nivel cu aa' și bb' .

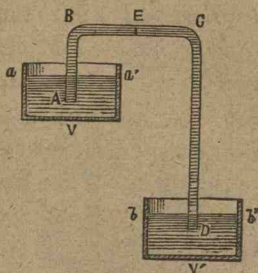


Fig. 104.

Să considerăm un strat lichid vertical E în partea BC a sifonului. Acest strat E va încerca presiuni pe ambele sale fețe de la B spre C și de la C spre B. Când una din aceste presiuni este mai mare, stratul de lichid E va ceda și se va mișca împins de presiunea cea mai mare.

Presiunile exercitate pe cele două fețe ale stratului E fiind neegale, și anume presiunea în sensul BC mai mare de cât în sensul CB, stratul lichid E se va mișca din B spre C. Acestui strat lichid îi va succeda un altul, așa că lichidul din vasul V va curge în V'.

~~~~~ 2.a

### Principiul lui Archimede aplicat la gaze. Aerostate.

Principiul lui Archimede aplicat la gaze. — Din cauza mobilității moleculelor corpurilor gazoase, principiul lui Archimede se aplică și la gaze întocmai ca și la lichide. În cazul gazelor, principiul lui Archimede se va enunța astfel: *orî-ce corp introdus în un gaz, perde din greutatea sa o parte egală cu greutatea volumului de gaz dislocuit.*

Putem proba acest fapt prin experiența baroscopului, datorită lui Otto Guericke.

*Baroscopul* (fig. 105) este format din pârghia unei balanțe, la extremitățile căreia sunt atârinate două sfere metalice, de exemplu de cupru, una mai mare și gōlă în interior B, alta mai mică și masivă C. Greutățile B și C satisfac condițiunei că în aerul atmosferic pârghia balanței stă orizontală.

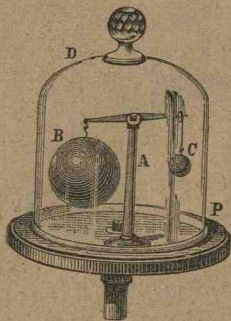


Fig. 105.

Să punem baroscopul pe platina P a unei mașine pneumatice și să'l acoperim cu clopotul de sticlă D. Scoțând în urmă aerul din clopot, vom vedea că pârghia balanței se va înclina spre sfera cea mai mare B. Acesta probază că sfera B este mai grea în vid de cât sfera C; dacă în aerul atmosferic pârghia balanței stă orizontală, cauza este că sfera B perde în aer o greutate mai mare de cât sfera C.

**Consecințele principiului lui Archimede.** — Vom examina următoarele cazuri:

a) Dacă corpul cufundat în un gaz este mai greu de cât gazul dislocuit, corpul va cădea în jos; ast-fel este cazul corpurilor solide și licide cari lăsate libere în aerul atmosferic vor cădea pe pământ;

b) Când corpul are aceeași greutate ca și gazul, el se va menține în echilibru fără a se ridica sau cobori; exemplu ni'l oferă norii cari plutesc în atmosferă.

c) Când corpul are o greutate mai mică de cât a gazului, el se va ridica în sus; exemple: fumul, aerostatele cari se ridică în atmosferă până ce dau de strate de aer a căror greutate este egală cu greutatea acestor corpuri.

**Aerostate.** — Se numesc *aerostate* nisce aparate formate din o învelitoare subțire și impermeabilă, în cari sunt introduse gaze mai ușore de cât aerul. In virtutea principiului lui Archimede aplicat la gaze, dacă greutatea gazului din aerostat mărită cu greutatea globului și a



accesoriilor este mai mică de cât greutatea volumului de aer dislocuit, aerostatul se va sui în atmosferă.

Lana, fisician din secolul XVII, pare a fi avut cel d'întâiu ideia aerostatelor. Realizarea practică a acestor aparate, în 1782, este datorită fraților Montgolfier, fabricanți de hârtie la Annonay (sudul Franței).

Aerostatele, construite de frații Montgolfier, consistau din globuri mari de pânză căptușită cu hârtie în interior, continuate la basă prin un apendice deschis conic sau cilindric; diametrul globului era cam de 12 metri. Un coș, format din sîrme metalice, era fixat sub deschiderea largă a apendicelui. Se pune în coș diferite materii combustibile, cari aprinse încălzeau aerul din glob și făceau ca aerostatul să fie mai ușor de cât greutatea aerului dislocuit. Aerostatul lăsat liber se ridica în atmosferă, până ce ajungea la stratele de aer, așa că greutatea gazului și a accesoriilor din aerostat erau egale cu greutatea aerului dislocuit. Se dă în special numele de *montgolfiere* aerostatelor umplute cu aer cald.

În aceeași epocă, fisicianul Charles din Paris construi aerostate pe cari le umplu cu hidrogen, gaz mai ușor de cât aerul. Actualmente, aerostatele se umplu cu hidrogen sau cu gaz de luminat. Aerostatele umplute cu hidrogen sau cu gaz de luminat sunt cunoscute sub numele de *balóne*.

Forma balónelor (fig. 106) este aceea a unui glob aprópe sferic, terminat prin un apendice cilindric sau conic, prevădut la basă cu o mică deschidere prin care hidro-

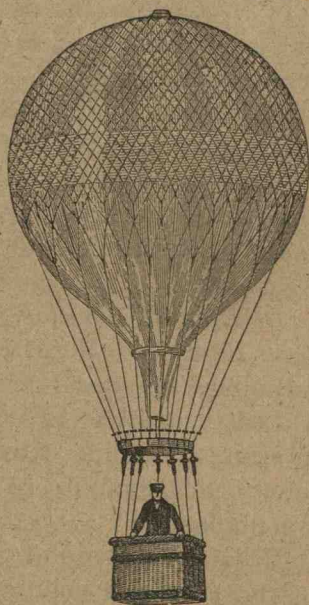


Fig. 106.

genul său gazul de luminat ar putea să iasă în afară, când aceste gaze s'ar dilata prea mult. Invelitorea balonelor este formată în general din mătase grósă pe care se aplică pe ambele fețe un lac de cauciuc pentru a o face impermeabilă gazelor. Hemisferul superior al balonului este acoperit cu o rețea, de la care plăcă frânghii, la a căror extremități este legat un coș de dimensiuni mai mult sau mai puțin mari, după destinațiunea ce se dă balonului.

Balonul este prevădut la partea superioară cu o supapă menținută aplicată pe balon prin ajutorul unui resort; supapa pöte fi deschisă prin o frânghie, a cărei extremitate atinge coșul în care stă aeronatul. Când supapa se deschide, o parte din gazul din balon ese în exterior, volumul balonului se micșorează și aparatul devenind mai greu pöte descinde.

În coș se introduc saci cu nisip (lest), cari aruncați, pot ușura balonul și s'el facă să se ridice în sus sau să modereze descinderea balonului.

În fine, aeronautul se prevede cu un barometru care indică dacă balonul se ridică sau se coböră; în adevör, aeronautul neavënd nici un punct fix la care să raporteze mișcarea balonului, numai scăderea sau mărirea colönei barometrice îl pöte îndruma dacă balonul se ridică sau se coböră.

*Direcțiunea balónelor.* Să considerăm un balon destinat a se ridica la înălțimi förte mari în atmosferă. Balonul în momentul plecării va fi incomplect umplut cu gaz. Cu cât balonul se ridică mai mult în atmosferă, cu atât presiunea aerului exterior va fi mai mică; gazul din interiorul balonului își va mări volumul și balonul se va umfla.

Greutatea balonului rămâne însă invariabilă. De altă parte, greutatea volumului de aer dislocuit de balon va rămâne neconținut aceeași; în adevör, greutatea volumului de aer dislocuit fiind egală cu volumul balonului înmulțit cu densitatea aerului, pe măsură ce volumul balo-



nului crește, densitatea aerului descrește în același raport. Prin urmare, atât greutatea balonului cât și greutatea aerului dislocuit de balon rămânând aceleași, se deduce că forța ascensională a balonului rămâne aceeași. Acesta se întâmplă tot timpul cât balonul nu este complet umflat.

Când balonul este *complect umflat*, volumul său rămâne invariabil întocmai ca și greutatea sa; greutatea volumului de aer dislocuit de balon devine din ce în ce mai mică cu cât balonul se ridică în stratele de sus ale atmosferei. Urmază deci că forța ascensională a balonului descrește. Când balonul ajunge în strate de aer, unde greutatea sa se fie echilibrată de greutatea aerului dislocuit, forța ascensională este nulă, balonul va pluti în acele strate de aer și va fi purtat în direcțiune orizontală de vânturile cari suflă în acele regiuni.

Problema direcțiunii balónelor consistă în a utiliza un dispozitiv experimental prin ajutorul căruia un balon ar putea naviga în atmosferă în direcțiune orizontală în ori-ce sens, chiar contra vânturilor cari eventual ar sufla în stratele de aer unde se află balonul.

Este evident că nu putem întrebuița în acest scop nici supapa balonului, nici sacii de nisip (lest), căci acestea nu servesc de cât a imprima balonului o mișcare de coborîre sau ascensiune.

Problema direcțiunii balónelor este în studiu. Încercările cele mai reușite, relative la direcțiunea balónelor, sunt până în prezent cele efectuate de căpitani Renard și Krebs, la 1884, la Meudon (lângă Paris), imitând în multe puncte experiențele anteriore a lui Dupuy de Lôme (1872), precum și ale lui Santos Dumont (1902). Balonul lui Renard și Krebs, de formă elipsoidală, era prevădut cu o helice la un capăt și cu o cârmă la cel-l'alt. Helicea era pusă în mișcare de un motor electric puternic și ușor. La 9 August 1884, făcură primele experiențe, parcurgând în 23 minute 7,5 kilometre, revenind

cu balonul la punctul de plecare, rezultat la care nici un aeronaut nu ajunsese mai înainte. În drumul lor, căpitani Renard și Krebs efectuară cu balonul în aer o mulțime de mișcări, comparabile cu acelea a unui vapor pe mare. Totuși, cu acest balon nu se putu obține de cât o iuțelă de cel mult 6 metri pe secundă, care este inferioară iuțelei mijlocii a vântului.

*Sonde aeriene.* Se întrebuintează actualmente mici balóne pentru a sonda regiunile superioare ale atmosferei. Aceste balóne, formate din o învelitoare de formă sferică a cărui diametru nu trece de 6 metri, sunt umplute cu hidrogen și sunt prevădute cu aparate înregistrătoare ca barometre, termometre, higrometre etc. înregistrătoare. Aceste balóne, numite *balóne-sonde* sau *sonde aeriene*, pot ajunge adesea până la înălțimi considerabile.

Pa ~~~~~

### **Atracțiuni moleculare. Fenomene capilare.**

**Atracțiuni moleculare la corpurile solide.** — Se admite că între moleculele unui corp solid se exercită puteri de atracțiune, cari constituiesc *coesiunea*.

Când punem în contact două corpuri solide se manifestă între ele, în circumstanțe determinate, o aderență mai mult sau mai puțin mare. Ast-fel de aderențe observăm între corpuri și pulberile depuse pe ele, între cretă și tablou, între foile subțiri de aur și obiectele pe cari sunt depuse etc. Se dă numele de *adesiune* puterilor de atracțiune exercitate între moleculele superficiale a două corpuri în contact. Aceste puteri de atracțiune se exercită la distanțe extrem de mici, inferioare chiar celor mai mici distanțe pe cari le putem aprecia cu aparatele noastre de măsură.

Puterile de adesiune între două corpuri solide sunt adesea considerabile. Așa, dacă facem în două glónțe de plumb două suprafețe plane și egale și apoi punem su-



prafetele în contact, resucind glónțele și apăsându-le unul asupra altuia pentru a goni aerul interpus și a apropia moleculele suprafețelor, vom constata că glónțele vor adera și va trebui să întrebuițăm o putere apreciabilă pentru a le separa.

Experiența *planurilor de Magdeburg* pune de asemenea în evidență adesiunea între corpurile solide.

*Planurile de Magdeburg* (fig. 107) consistă în două discuri A și B de sticlă, cu fețele róse și absolut plane. Discurile sunt prevădute pe fețele opuse cu două cârlige.

Vom suprapune discurile, făcând să alunece cu apăsare suprafața unui disc pe suprafața celui-l'alt, gonind în acest mod aerul dintre discuri.

Atárnând apoi sistemul prin cârligul discului A, experiența arată că va trebui să întrebuițăm o greutate P destul de considerabilă pentru a deslipi cele două discuri.

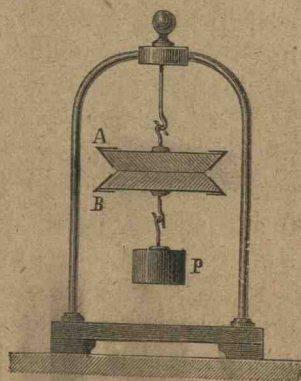


Fig. 107.

Adesiunea discurilor nu este produsă de presiunea atmosferică. Experiența arată, în adevăr, că va trebui să întrebuițăm aceiași greutate P în aerul atmosferic său în vid pentru a produce separarea discurilor. Adesiunea discurilor este deci datorită atracțiunilor exercitate între moleculele corpurilor solide puse în contact.

Adesiunea, în unele cazuri, este așa de pronunțată la corpurile solide în cât póte da nascere coesiunii. Ast-fel Spring a arătat că pulberi metalice de plumb, zinc, aluminiiu, cupru, bismut pot fi transformate în blocuri omogene când sunt supuse la presiuni fórte mari de la 4000 până la 6000 atmosfere.

Tot asemenea este cazul ferului care devine móle când este încălđit la o temperatură înaltă. Apropiând extre-

mitățile muiate prin căldură a două bucăți de fer și bătându-le cu ciocanul, vom parveni a le lipi între ele; experiența arată că partea lipită este tot așa de resistantă ca și restul metalului. Pe această proprietate a ferului se bazează lucrarea acestui metal atât de întrebuițat în industrie.

**Atracțiunile moleculare între moleculele aceluiași lici și între un lici și între un solid.**— Intre moleculele unui lici se exercită atracțiuni moleculare. Să punem în evidență aceste atracțiuni prin un exemplu. Să turnăm pe un plan orizontal o picătură de mercur; experiența arată că mercurul va lua o formă sferică. Dacă ar lucra numai gravitatea asupra picătorei de mercur, ea ar trebui să se întindă pe suprafața plană; picătura însă luând o formă sferică, acesta ne indică că atracțiunile moleculare sunt cu mult superioare acțiunei gravitației.

Dacă vărsăm pe suprafața plană o cantitate mai mare de mercur, vom vedea că mercurul se întinde luând pe marginile sale o formă convexă, datorită atracțiunilor moleculare.

Atracțiunile moleculare se exercită de asemenea între un solid și un lici. Ast-fel este casul unei picături licide suspendate la extremitatea unui baston de sticlă, a fenomenelor capilare etc.

**Fenomene capilare.**— Sunt unele fenomene produse între un corp solid și un lici în contact, cari se abat de la legile cunoscute ale hidrostativei. Ast-fel sunt fenomenele observate cu un lici introdus în un tub cu diametrul mic și comparabil unui fir de păr. De la numirea latină *capillus* a firului de păr, s'a dat numele de *fenomene capilare* acestui gen de fenomene.

Sunt licide, cum sunt de exemplu apa, alcoolul, eterul etc. la cari adesiunea între lici și tubul solid, în care liciul este conținut, este mai mare de cât coesiunea care ține unite moleculele licide; se țice că aceste licide udă tubul de sticlă în care sunt conținute.



La alte licide, ca la mercur, adesiunea între solid și ligid este mai mică de cât coesiunea moleculelor ligidului; aceste licide nu udă tubul de sticlă ce le conține.

Fenomenele capilare difer după cum ligidul, introdus în tub, udă sau nu tubul.

Să introducem vertical (fig. 108) un tub de sticlă T cu diametrul mic (un tub capilar) în un ligid ce udă sticla, de exemplu în apă. Experiența va arăta că ligidul se va ridica în tub; tot-odată suprafața liberă  $m n$  a ligidului din tub va lua o formă concavă numită *menisc concav*.

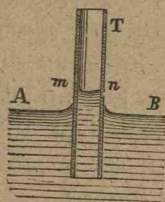


Fig. 108.

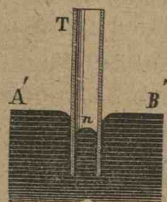


Fig. 109.

Se observă în același timp că ligidul din vas, în contact cu pereții exteriori ai tubului, este ridicat.

Să repetăm aceeași experiență introducând un tub de sticlă capilar T în un vas cu mercur (fig. 109), care nu udă sticla. Experiența va arăta că mercurul se va coborî în interiorul tubului, așa că nivelul mercurului din tub va fi mai jos de cât nivelul ligidului exterior din vas; suprafața liberă a mercurului din tub va lua o formă convexă numită *menisc convex*. Se observă tot-odată, că mercurul din vas în contact cu pereții tubului este deprimat.

Aceste fenomene sunt datorite atracțiunilor moleculare între peretele solid al tubului și licidele conținute în tub; aceste atracțiuni nu se exercită de cât la distanțe foarte mici.

Acțiunile capilare nu pot fi atribuite presiunii aerului; în adevăr, experiențe au confirmat că ascensiunile sau depresiunile ligidelor în tuburi capilare sunt aceleași în vid sau în aerul atmosferic.

Jurin a enunțat o lege care poartă numele său, indicând ascensiunea ligidelor, cari udă sticla, în tuburi capilare de diametre diferite. Această lege se enunță: *Pentru un ligid determinat și la o temperatură dată, înălțarea*

licidului în un tub capilar este în raport invers cu diametrul tubului.

Legea lui Jurin este aplicabilă și la depresiunea mercurului în tuburi capilare.

Dacă considerăm licide diferite, cari udă sticla, ascensiunea licidelor în un tub capilar determinat și la o temperatură dată depinde de natura licidelor. Ast-fel, dacă luăm un tub de sticlă având un diametru de un milimetru și 'l introducem succesiv în vase conținând apă, alcool și eter, vom observa că la temperatura de 8°, apa se va ridica în tubul capilar cu 30 milimetri, pe când alcoolul se va ridica numai cu 12 milimetri și eterul cu 10 milimetri.

Grație fenomenelor capilare, ne putem explica un mare număr de fenomene. Așa, uleiul și petroleul lampant se ridică în tuburile capilare ale fitilului din lampă; stearina și seul topit. în fitilul luminăreii; de asemenea, când punem o bucată de sachar numai în parte în apă, experiența va arăta că apa se ridică prin tuburile capilare ale sacharului în tótă întinderea sa etc.

**Osmosă.** — Când două licide de natură diferită sunt separate prin o membrană, de natură vegetală sau animală, se constată că licidele străbat prin membrană. Acestor fenomene li se dă numele de *osmosă*.

Putem pune în evidență aceste fenomene în modul următor: se turnăm (fig. 110) în un tub de sticlă T, închis la un capăt prin o membrană a, o cantitate oare-care de alcool; se introducem apoi tubul în un vas mai larg V conținând apă curată și

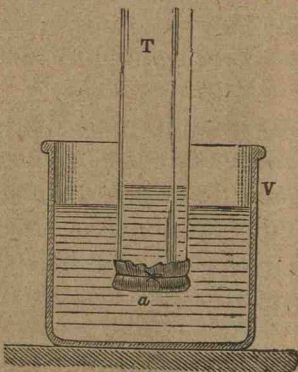



Fig. 110.

să ne arangiam ast-fel ca nivelele licidelor să fie aceleași în tub și în vasul cu apă. Vom constata, după oare-care



timp, că nivelul lichidului din tub este mai ridicat de cât a lichidului exterior din vas; tot-odată, se constată că apa a trecut din vas în tub precum și alcoolul din tub în vas. Se dă numele de *endosmosă* fenomenului de difuziune a apei din vas în tubul cu alcool și de *exosmosă* difuziunii alcoolului din tubul T în vasul V.

P. a.



D. a. p. c.

## CĂLDURA

### Generalități.

Sensațiune de căldură și frig. — Când punem mâna în apropiere de o sobă, în care arde focul, avem o senzațiune de căldură; dacă însă, am pune mâna în zăpadă încercăm, din contră, o senzațiune de frig. Causa acestor senzațiuni este căldura.

Sensațiunile noastre de căldură și de frig sunt relative. Ast-fel, dacă am face următoarea experiență, punând în același timp o mână în apă ferbinte și alta în gheață și apoi le-am pune de-odată în un vas cu apă puțin încălzită, vom încerca o senzațiune de frig în mâna pusă mai înainte în apă caldă și o senzație de căldură în mâna pusă anterior în gheață. Se vede de aci, că același isvor de căldură poate produce asupra noastră senzațiuni diferite.

Efectele căldurei.— Intre efectele căldurei, pe cari le vom studia, vor fi :

1) Variațiunea volumului corpurilor sub acțiunea căldurei, adică *dilatarea* corpurilor.

2) Schimbarea stărei corpurilor, adică fenomenele de topire, ferbere, evaporare.

Producerea căldurei.— Căldura se poate produce în mai multe moduri. Vom cita câte-va cazuri :

1) *Căldura produsă prin acțiuni mecanice.* Când frecăm două corpuri unul de altul, de exemplu două bucăți



de lemn sau un nasture de metal de o masă, aceste corpuri se încălzesc; de asemenea, când comprimăm brusc un gaz în un corp de pompă, gazul se încălzește etc.

2) *Căldura produsă prin reacțiunile chimice.* Reacțiunile chimice efectuate între corpuri degagiază, în general, căldură. Ast-fel, când stingem varul în apă, se observă o mare degagiare de căldură.

Combustiunea, care este o reacțiune chimică, produce căldură. Totă lumea știe că o bucată de lemn care arde degagiază căldură.

3) *Căldura produsă prin electricitate.* Când un curent electric trece prin o sîrmă metalică subțire, sîrma se poate încălzi până ce devine incandescentă.

4) *Sórele* este pentru pămînt isvorul cel mai puternic de căldură. Fenomenele atmosferice, evaporarea apelor riuurilor și ale mărilor, viața animală și vegetală etc., sunt datorite acestui astru.

### Dilatarea corpurilor.

*Dilatarea corpurilor prin căldură.* — Când încălzim corpurile, în general ele își măresc volumul sau se *dilatéză*; din contra, când corpurile sunt răcite, ele își micșoréză volumul sau se *contractéză*.

Vom proba, prin câte-va experiențe, *dilatarea* la corpurile solide, licide și gázóse.

*Dilatarea corpurilor solide.* — Când corpurile solide se presintă sub formă de bare sau sîrme, așa că celelalte două dimensiuni ale lor sunt mici și negliabile în raport cu lungimea, putem pune în evidență dilatarea corpului în sensul lungimeii sub influența căldureii prin ajutorul *pirometrului cu cadran*:

O sîrmă AB de fer, oțel sau alt metal (fig. 111) trece prin două colóne C și D. Sîrma este fixată la un capăt prin ajutorul unui șurub la colóna C și cel-l'alt capăt

trece liber prin colóna D și atinge pârghia dreptunghiulară BFG, formată din ramurile BF și FG. Acastă pârghie se mișcă împrejurul punctului F ca centru, iar extremitatea G pe arcul de cerc gradat HI. In fine MN este un vas, în care se pôte pune alcool, pentru a putea încălzi sirma.

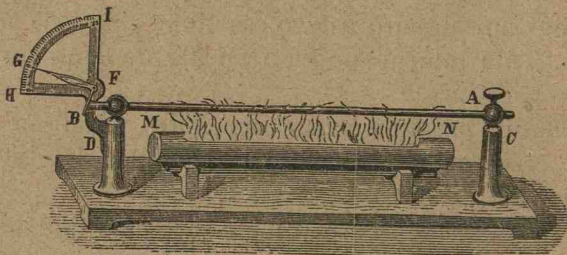


Fig. 111.

Aprindând alcoolul din vasul MN, sirma AB se va încălzi și se va dilata în sensul lungimeii. Unul din capetele sirmeii fiind fixat în A, lungirea se va face la celălalt capăt al ei, în B. Sirma va împinge pârghia BFG, așa că extremitatea G se va mișca pe arcul de cerc HI.

Dilatarea sirmeii devine apreciabilă, grație acestei dispozițiuni. In adevăr, să presupunem de exemplu că FG este de 100 ori mai mare de cât BF; arcul descris de extremitatea G, măsurat pe HI, este de 100 ori mai mare de cât arcul descris de extremitatea B. Avem deci posibilitatea de a măsura dilatațiunii cât de mică.

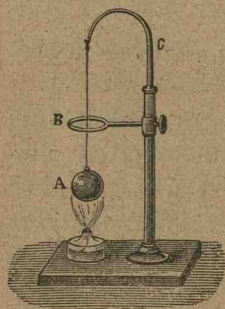


Fig. 112.

Inelul lui S' Gravesande (fig. 112) este format din o sferă metalică A, de exemplu de aramă sau de fer, sus-



ținută prin un lanț de suportul C. Sfera A poate trece exact prin inelul B, care este tot de aceeași materie ca și sfera A. Dacă încăldim sfera A, experiența ne va arăta că ea nu mai poate trece prin inelul B. Sfera A și-a mărit volumul; ea s'a dilatat, prin urmare, când a fost supusă la acțiunea căldurei. Dacă însă, încăldim în același timp sfera A și inelul B, experiența ne va arăta că sfera continuă a trece exact prin inel. Acesta ne arată că locurile góle ale unui corp solid, se dilatăză în același mod ca și un corp solid de aceeași natură și care ar umplea locul gol. Să considerăm, de exemplu, un balon de sticlă. Dacă 'l încăldim, cantitatea cu care se mărește capacitatea balonului de sticlă este egală cu cantitatea cu care s'ar dilata un solid de sticlă, a cărui volum ar fi egal cu capacitatea interioară a balonului.

**Dilatarea ligidelor.** — Putem proba dilatațiunea ligidelor în modul următor (fig. 113).

În balonul de sticlă A, la care este lipit tubul B, de diametru mic, să introducem un ligid óre-care, de exemplu apă sau alcool. Pentru a observa mai bine dilatarea ligidelor, să colorăm ligidul conținut în balon. Dacă punem balonul în un vas cu apă încăldită și urmărim cu atențiune nivelul ligidului din tub, observăm mai întâi că nivelul ligidului se cobórá în tub din *a* în *b* și apoi începe a se ridica trecând mai sus de nivelul inițial până în *c*. Explicațiunea este următórea: când am introdus balonul de sticlă în apa încăldită, căldura s'a comunicat mai întâi balonului, care s'a dilatat, fără a se comunica ligidului; capacitatea balonului mărindu-se, nivelul ligidului s'a

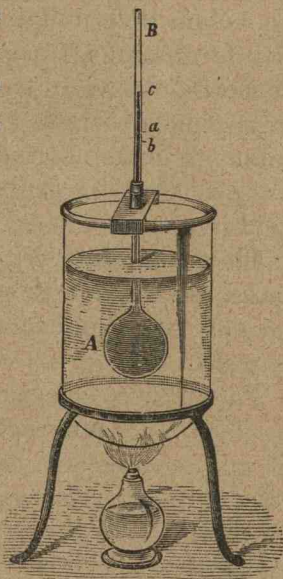


Fig. 113.

coborât în tub; căldura apoi comunicându-se lichidului, el s'a dilatat și nivelul său a trecut peste nivelul inițial.

**Dilatarea gazelor.** — Dilatarea gazelor este cu mult mai mare de cât a lichidelor. Putem pune în evidență dilatațiunea la gaze în modul următor :

Să luăm (fig. 114) un balon de sticlă A, prevăzut de un tub lung și subțire B, și să introducem în tub o mică cantitate de mercur sau de lichid colorat C. Limităm astfel, prin ajutorul indicelui C,

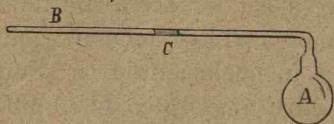


Fig. 114.

un volum determinat de aer. Dacă încălzim balonul A, și este de ajuns a acoperi balonul cu mâna, vom vedea că indicele C se mișcă spre extremitatea tubului. Această experiență ne arată că volumul aerului s'a mărit sub influența căldurii. Experiența poate fi repetată cu ori-ce alt gaz. Gazele, prin urmare, se dilată sub influența căldurii.

Observăm, în această experiență, că presiunea la care gazul este supus este presiunea atmosferică. *Dilatațiunea gazului este, prin urmare, sub presiune constantă și volum variabil.*

Putem face experiențe asupra unui gaz, așa că de și l-am încălzi, volumul gazului să rămână același, iar presiunea la care gazul este supus să varieze. Să luăm (fig. 115) în acest scop, un balon A, la care este adaptat tubul de două ori recurbat BC. Să introducem, la începutul experienței, mercur în tubul C, așa ca nivelul mercurului în B și C să fie același. Dacă încălzim balonul A, experiența arată că nivelul mercurului se coboară în B și se ridică în C. Această experiență arată deci, că gazul încălzit se dilatază și că atât volumul cât și presiunea gazului variază.

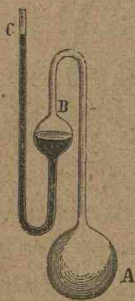


Fig. 115.

Dacă acum, turnăm mercur prin ramura C, așa ca



nivelul mercurului în B să fie acelaș care l'a avut la începutul experienței, atunci închidem în balon un volum de aer egal cu volumul inițial, iar presiunea la care gazul se află este presiunea atmosferică, mărită cu presiunea colonei de mercur, a cărei înălțime este diferența între nivelele din tuburile C și B.

În această din urmă experiență gazul încălzit și-a conservat volumul, dar presiunea sa și forța elastică a gazului s'a mărit. Această dilatațiune se numește: *dilatațiune sub volum constant și presiune variabilă*.

**Aplicațiuni ale dilatațiunilor corpurilor.** — Vom examina câte-va cazuri:

*Aplicațiuni ale dilatațiunilor corpurilor solide.* — Cunoșterea dilatațiunii corpurilor solide ne explică o mulțime de fenomene și găsește în același timp numeroase aplicațiuni.

Ast-fel, când încălțim un vas de sticlă numai în o parte a suprafeței sale, se întâmplă adesea că sticla crapă. Causa este că sticla fiind rea conducătoare de căldură, nu s'a dilatat de cât suprafața sticlei direct încălțită, care împingând asupra părților vecine a provocat stricarea vasului.

Între șinele drumului de fer se lasă mici intervale, pentru ca șinele să se pótă dilata în timpul verei fără ca extremitățile lor să se atingă.

Lucrul mecanic, produs prin dilatarea sa și contractiunea solidelor, este considerabil. Se face us de acest fapt în multe cazuri în viața practică. Așa, de exemplu, când lucrătorul voesce să aplice un cerc de fer pe róta de lemn a unei trăsuri, face mai întâi un cerc al cărui diametru este mai mic de cât diametrul roței; încălțind cercul, el se dilată și și măresce diametrul; aplicându-l în urmă pe róta și lăsându-l să se răciască, cercul se va contracta și va stringe róta.

*Dilatarea apei.* Maximul de densitate al apei. Licidele, în general, își măresc volumul prin dilatare. Apa prezintă o excepțiune; din această cauză dilatațiunea apei a fost studiată în special de numeroși fisiciani.

Să punem în aceeași baie un termometru cu mercur și un tub termometric conținând apă. Să presupunem că temperatura băii la începutul experienței este de  $16^{\circ}$  C. și că apoi descresce gradat până la  $0^{\circ}$ . Va fi ușor de constatat că atât mercurul cât și apa descind în tuburile termometrice până în apropierea temperaturii de  $4^{\circ}$  C; de la temperatura de  $4^{\circ}$  C. până la  $0^{\circ}$ , pe când nivelul mercurului va continua să se coboare, nivelul apei se va ridica în tubul termometric. Această experiență ne indică că *la temperatura de  $4^{\circ}$  C. apa prezintă cel mai mic volum*; urmază deci că *la temperatura de  $4^{\circ}$  C. densitatea apei este maximă*.

Expieriența următoare, datorită fisicianului Hope, pune în evidență maximul de densitate al apei. Pentru a re-

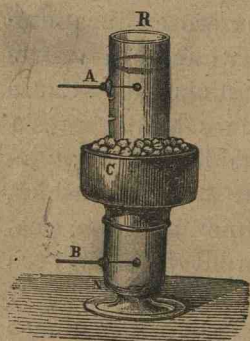


Fig. 116.

peta experiența lui Hope, ne servim de un aparat (fig. 116) format din un pahar de sticlă R, în pereții căruia străbat două termometre A și B. Paharul R fiind umplut cu apă până aproape de vârf, termometrul A va fi în contact cu stratele superioare ale ligidului, pe când al doilea termometru B cu stratele inferioare. O garnitură metalică C, fixată la mijlocul aparatului, poate fi umplută cu

ghiață, determinând ast-fel o scădere de temperatură în apa din R.

Să presupunem că la începutul experienței apa din pahar avea temperatura de  $16^{\circ}$  C. Când ghiața este introdusă în C, experiența arată că temperaturile indicate de termometrele A și B vor scădea, temperatura termometrului B mai iute de cât cea a termometrului A. Această scădere de temperatură va continua până când termometrul B va atinge temperatura de  $4^{\circ}$  C. Din acest moment, temperatura termometrului B rămâne staționară, pe când temperaturile indicate de termometrul A



vor continua a scădea până ce vor ajunge temperatura de  $4^{\circ}$  C. Mai departe, termometrul B continuă a indica  $4^{\circ}$  C, pe când termometrul superior A scade sub  $4^{\circ}$  C.

Explicațiunea acestor fenomene este următoarea : Când temperatura se coboară de la  $16^{\circ}$  C., de exemplu, la  $4^{\circ}$  C., stratele licide devin mai grele și cad la fundul vasului R, așa că termometrul B va atinge cel d'întâiu temperatura de  $4^{\circ}$  C. Când temperatura descinde sub  $4^{\circ}$  C, stratele de apă fiind mai ușore la aceste temperaturi de cât la  $4^{\circ}$  ele nu vor descinde ; termometrul A va indica deci temperaturi inferioare acelei de  $4^{\circ}$  C, pe când termometrul din B va continua a indica temperatura de  $4^{\circ}$  C.

Experiența precedentă ne explică pentru ce temperatura lacurilor, începând de la o adâncime oarecare, este neconținut egală cu  $4^{\circ}$  C. atât în timpul verei cât și al ernoii. În adevăr, dacă temperatura descresce, stratele superioare de apă devenind mai grele cad la fundul lacului, pe când stratele profunde es la suprafață ; se produc curenți ascendenți și descendenți în masa licii până ce temperatura atinge  $4^{\circ}$  C. Dacă temperatura scade sub  $4^{\circ}$  C, stratele superioare fiind mai ușore încetază a mai descinde. Când temperatura stratelor superioare ajunge la  $0^{\circ}$  C, ele îngheață mărindu-și volumul. Stratul de gheață, rămânând la suprafața apei, apără stratele licide de răcire, așa că pescii și alte animale acuatice pot trăi în acest mediu.

### Temperatură. Termometre.

Temperatură. Termometre. — Se numesce *temperatură* starea de încălzire a unui corp. Când două corpuri puse în prezență își păstrează volumele lor, se dice că corpurile au *aceeași temperatură*. Când din cele două corpuri puse în prezență, unul A își micșorează volumul iar cel-alt B

și'l măresce, se dice că cel d'intăi A a cedat căldură celui al doilea B, și că temperatura corpului A a fost mai mare de cât a corpului B în momentul când am pus acești corpi în prezență. Dacă unul din corpi B are o masă negliabilă în raport cu corpul A, căldura primită de corpul B de la corpul A este negliabilă; corpul A își va conserva volumul, pe când corpul B și'l va mări. Variațiunile volumului corpului B vor măsura temperaturile corpului A.

Se dă numele de *termometre* instrumentelor cu cari putem măsura temperaturele corpurilor. Când termometrele sunt basate pe dilatațiunea corpurilor, se dă termometrului o masă ast-fel ca ea să fie negliabilă în raport cu masa corpurilor a căror temperatură se caută. Când un ast-fel de termometru pus în contact cu un corp ocupă un volum mai mare de cât când l'am pune în contact cu alt corp, se dice că temperatura primului corp este superioară celui al doilea; dacă volumele ocupate de termometru sunt aceleași când il punem succesiv în contact cu două corpuri, se dice că temperaturile corpurilor sunt aceleași.

Vom descrie aci câte-va termometre din cele mai usitate, basate pe dilatațiunea corpurilor.

**Termometrul cu mercur.** — Vom descrie mai întâi în un mod general acest termometru și vom indica în urmă modul cum se construesce și se gradéză.

*Descrițiunea termometrului cu mercur.* Termometrul cu mercur este format din un rezervoriu la care este lipit un tub de sticlă cilindric, cu diametrul mic și închis la cel-l'alt capăt. Reservoriul precum și o parte a tubului sunt umplute cu mercur. După cum temperatura se ridică sau se cobóră, nivelul mercurului se ridică sau descinde în tub. Pentru a putea compara observațiunile termometrice, se notéză pe tub două puncte fixe 0 și 100; notăm pe tub zero locul unde se opresce mercurul când il introducem în gheață care se topesce; se va însemna



de asemenea cu 100 locul unde se ridică mercurul când îl punem în vapori de apă, care ferbe sub presiunea de 760 de milimetri. Se divide apoi în 100 părți intervalul între cele două puncte fixe și se prelungesc apoi diviziunile de-asupra lui 100 și de desubtul lui zero. O diviziune a termometrului se numește un grad termometric centigrad. Gradele de-asupra lui zero se numesc grade positive și se preced de semnul +; gradele sub zero se numesc grade negative și se notează cu semnul —. Ast-fel, 10 grade sub zero se vor nota — 10° C.

Măsura temperaturilor cu termometrul cu mercur este basată pe dilatațiunea mercurului în vasul de sticlă ce-l conține, adică pe *dilatațiunea aparentă a mercurului*.

*Construcțiunea termometrului cu mercur.* Când voim a construi un termometru, vom căuta mai întâi un tub termometric cu canalul fin și cilindric în totă lungimea sa. Pentru a ne convinge că tubul are o secțiune interioară uniformă în totă lungimea sa, vom introduce în tub o colónă de mercur lungă de la 30 până la 40 milimetri; dacă această colónă de mercur are neconținut aceeași lungime în totă întinderea tubului, atunci tubul este bun și putem construi cu el un termometru. Tubul termometric, găsit bun, este spălat cu acid azotic concentrat, apoi cu apă distilată și, în fine, uscat prin un curent de aer cald.

Se lipesc apoi la unul din capetele tubului un rezervoriu A (fig. 118) de formă sferică sașu, în general, cilindrică. La cel-l'alt capet al tubului se lipesc un balonaș B, de dimensiuni mai mari de cât a rezervoriului și terminat prin un vârș ascuțit. Balonașul B este ținut închis până în momentul când voim a introduce mercur în aparat, pentru a împedica umiditatea și pulberea să nu străbată în interior.

Când voim să introducem mercur în aparat, vom rupe vârșul balonașului B și vom încălzi puțin la o lampă cu

alcool rezervoriul A și balonașul B; aerul din aparat mărindu-și volumul prin dilatare, o parte din el va fi gonit în afară. Se introduce apoi vârful balonașului B în un vas cu mercur pur și uscat (fig. 117). Aerul din inte-



Fig. 117.

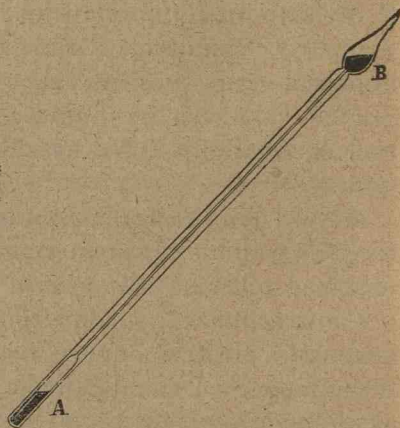


Fig. 118.

riorul aparatului se răcesce și se contractează; forța sa elastică devenind mai mică de cât presiunea atmosferică această din urmă va apăsa asupra mercurului din vas și îl va împinge în balonașul B. Când s'a introdus în balonaș o cantitate suficientă de mercur, răsturnăm aparatul așa ca rezervoriul A să vină în jos.

Aerul din tub, continuând a se reci, se contractează și o mică cantitate de mercur străbate în tub. Se va înclina apoi aparatul (fig. 117), se va încălzi din nou cu o lampă cu alcool rezervoriul A și tubul termometric; o nouă cantitate de aer va eși în afară și mercur din balonaș se va introduce în aparat. Repetând aceste operațiuni de mai multe ori, vom ajunge a umplea aparatul cu mercur. Pentru a alunga ultimele globule de aer și de umiditate ce ar fi interpușe între mercur și pereții de



sticlă, punem aparatul pe un grătar înclinat pe care îl încălzim cu cărbuni în totă lungimea sa (fig. 119). Mercurul, recindu-se, va umplea complet rezervoriul și tubul termometric.

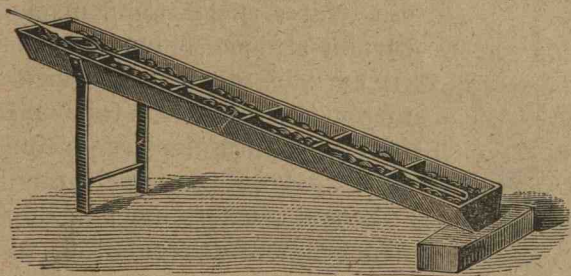


Fig. 119.

Rămâne a determina cantitatea de mercur ce trebuie a conserva în termometru. Pentru acesta, după ce vom despărți balonașul de tub, vom încălzi aparatul până la o temperatură superioară temperaturii celei mai înalte ce vom ca termometrul să indice. Mercurul dilatându-se, excesul mercurului va cădea afară din tub; vom topi apoi la suflător capătul deschis al tubului termometric.

*Gradațiunea termometrului centigrad.* Pentru ca indicațiunile termometrelor să fie comparabile, se determină mai întâi nivelele la care se opresce mercurul în tubul termometric, când îl punem în contact cu două izvoare de căldură a căror temperatură este invariabilă și ușor de reprodus. Temperaturele invariabile, care servesc la gradarea termometrului, sunt: *a/* temperatura de topire a gheaței; *b/* temperatura ferberii apei sub presiunea normală de 760 milimetri. Nivelele, la care se opresce mercurul la cele două temperaturi invariabile, constituiesc cele două puncte fixe ale termometrului. În termometrul centigrad cele două puncte fixe se notază cu  $0^{\circ}$  și  $100^{\circ}$ .

Pentru a determina punctul fix zero se introduce vertical termometrul în un vas A (fig. 120) care conține gheață care se topește. Vom avea precauțiunea ca gheața

să fie sfărâmată în mici bucățele, așa că mercurul termometrului să fie complet acoperit cu gheață. Vasul A este prevăzut cu o mică deschidere, prin care se scurge apa provenind din topirea gheței. Când nivelul mercurului rămâne staționar, se însamnă cu un vârf de diamant locul unde mercurul se oprește în tubul termometric. Această trăsătură reprezintă punctul fix zero al termometrului.

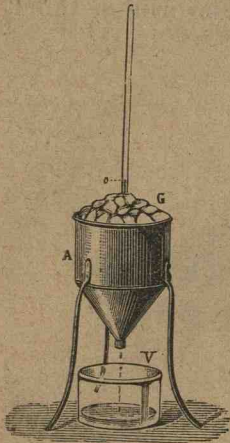


Fig. 120.

Pentru a determina punctul fix 100 al termometrului centigrad, va trebui să luăm oarecari precauțiuni. Experiența a arătat că temperatura fierberii apei depinde nu numai de presiunea exterioară a atmosferei, dar și de natura vasului care conține apa precum și de impuritatea lichidului; de asemenea temperatura nu este aceeași în toate stratele unui lichid care ferbe

și descresce de la basă la nivelul liber. Pentru a se evita aceste cauze de erori, punctul fix 100 se determină introducând termometrul în vaporii de apă, care ferbe sub presiunea de 760 milimetri. Aparatul (fig. 121), în care se determină punctul 100, este format din o căldare care conține apă supusă fierberii. Căldarea este prevăzută la partea superioară cu un dublu cilindru, așa că vaporii produși în căldare vor circula în cilindrul central și vor trece apoi în spațiul inelar cuprins între

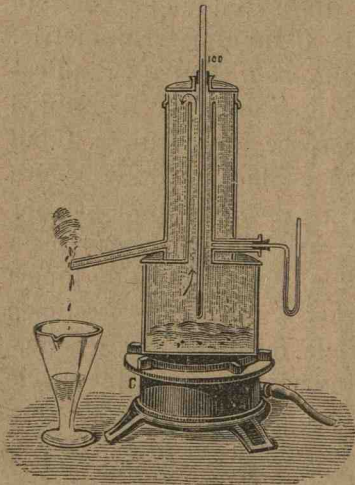


Fig. 121.

șir și vor trece apoi în spațiul inelar cuprins între



cele două cilindre și prin o tubulură laterală vor eși în exterior.

Cilindrul extern este prevăzut la partea sa superioară cu o deschidere, unde se fixează un dop prin care trece cu frecare termometrul ce vom a grada.

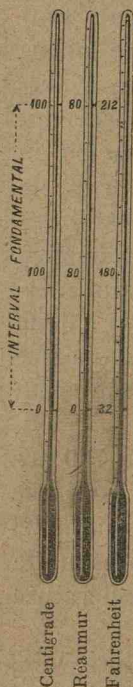
Vom avea precauțiunea ca rezervoriul termometrului să nu atingă apa din căldare. Cu dispozitivul indicat, vaporii de apă cari înconjoară termometrul și cari sunt protegiați contra răcirii prin spațiul inelar, care înconjoară cilindrul central, vor avea exact temperatura fierberei apei. O tubulură laterală, cu care este prevăzut cilindrul central, poartă la capăt un mic manometru cu aer liber, cu care verificăm dacă presiunea vaporilor de apă din interiorul aparatului este egală cu presiunea exterioară a aerului atmosferic. Mercurul din termometru se va dilata și va ajunge un moment când nivelul mercurului va rămâne staționar. Vom face atunci o a doua trăsătură pe tubul termometric în locul unde se opresce mercurul în termometru; această trăsătură va reprezenta *punctul fix 100* al termometrului centigrad.

Am presupus că presiunea atmosferică este de 760 milimetri; dacă ea ar fi diferită de 760 milimetri, vom face o mică corecțiune, știind că o variațiune de 27 milimetri în plus sau în minus a presiunii atmosferice, corespunde cu o mărire sau o scădere de un grad la temperatura fierberei apei.

Punctele fixe 0 și 100 determinate, vom divide intervalul în 100 părți și vom continua diviziunile d'asupra lui 100 și dedesubtul lui 0. Gradațiunea acosta poartă numele de gradațiune *centigradă* sau a lui *Celsius* după numele fisicianului suedez, care a introdus cel d'întâiu această gradațiune.

*Diverse scări termometrice.* Pe lângă gradațiunea centigradă, care este cea mai răspândită și singura admisă actualmente în cercetările științifice, se mai întrebuintează în unele țări *gradațiunile* sau *scările* ale lui *Réaumur* și ale lui *Fahrenheit*.

Gradațiunea saŭ scara lui *Réaumur* consistă în a nota cu 0 și 80 cele două puncte fixe ale termometrului, și a divide intervalul între aceste puncte fixe, pe care 'i vom numi *interval fundamental*, în 80 părți egale. Aceste divițiuni sunt apoi continuate d'asupra lui 80 și dedesubtul lui 0. Gradațiunea lui Réaumur este actualmente întrebuințată în multe părți în Germania.



În gradațiunea saŭ scara lui *Fahrenheit*, se notéză punctele fixe cu 32 și 212; intervalul fundamental între punctele fixe este împărțit în 180 părți egale. Divițiunile sunt apoi continuate d'asupra lui 212 și dedesubtul lui 32. Gradațiunea Fahrenheit este usitată în Anglia și Statele-Unite.

*Conversiunea diverselor gradațiuni termometrice.* Este ușor a găsi corespondența între gradațiunile : centigradă, Réaumur și Fahrenheit și a converti gradele între ele. Să considerăm (fig. 122) trei termometre identice, la cari intervalul fundamental este împărțit în 100 grade centigrade, 80 grade Réaumur și 180 grade Fahrenheit.

Fie  $c$  lungimea unui grad centigrad,  $r$  a unui grad Réaumur și  $f$  a unui grad Fahrenheit. Spațiul între punctele fixe, adică intervalul fundamental, fiind același, vom avea :

$$(1) \quad 100 c = 80 r = 180 f.$$

Să presupunem că aceste termometre sunt puse în aceeași sală, așa că indică aceeași temperatură. Fie  $C$ ,  $R$  și  $F$  numărul de grade arătate, pentru aceeași temperatură, de termometrele cu gradațiunile centigradă, Réaumur și Fahrenheit.

Mercurul din termometre fiind la aceeași înălțime, distanța între punctul zero și nivelul mercurului va fi exprimată în cele trei gradațiuni :

$$(2) \quad C c = R r = (F - 32) f.$$



Dividând relațiunea (2) prin (1), găsim :

$$\frac{C}{100} = \frac{R}{80} = \frac{F-32}{180},$$

saŭ, prin simplificare :

$$(3) \quad \frac{C}{5} = \frac{R}{4} = \frac{F-32}{9}.$$

Ecuatiunile (3) permit a efectua orŭ-ce conversiune a gradelor centigrade, Réaumur saŭ Fahrenheit.

Ast-fel, pentru a cunoște câte grade Réaumur și Fahrenheit prețuesc 20 grade Celsius, vom scrie :

$$\frac{20}{5} = \frac{R}{4} = \frac{F-32}{9}.$$

Ecuatiunile rezolvite ne dau :

$$20^{\circ} C = 16^{\circ} R = 68^{\circ} F.$$

*Înălțarea punctului fix zero.* Dacă introducem în gheață un termometru cu mercur construit și gradat de cât-va timp, experiența arată că nivelul mercurului va fi ceva mai sus de locul unde am însemnat punctul fix zero. Explicațiunea acestui fenomen este următoarea : Când s'a lipit rezervoriul de sticlă la tubul termometric, a trebuit să încălțim rezervoriul la o temperatură înaltă ; prin răcire, rezervoriul s'a călit și a conservat o capacitate mai mare de cât aceea ce ar fi avut'o dacă trecerea de la temperatura înaltă la temperatura ordinară s'ar fi făcut gradat. Cu timpul rezervoriul se decălesce și ocupă o capacitate mai mică ; de aci resultă înălțarea mercurului în tubul termometric. Tubul termometric însă, nefiind încălțit ca rezervoriul termometrului la o temperatură înaltă și apoi răcit la temperatura ordinară, conservă același volum ; acesta se probază și prin faptul că cu cât se înalță punctul zero în tubul termometric cu atât se înalță și punctul fix 100, așa că distanța între punctele fixe rămâne aprópe invariabilă.

Când voim, prin urmare, a face determinări exacte cu un termometru construit de mai mult timp, trebuie a verifica numărul de grade cu care s'a înalțat punctul

fix zero, și a scădea acest număr din gradele citite pe termometru.

Fenomenul înălțării punctului zero ne arată că este avantajos a grada un termometru cât-va timp după ce a fost construit.

**Termometrul cu alcool.** — Din cauză că mercurul îngheață la temperatura de  $-39^{\circ}\text{C}$ . și ferbe la  $+360^{\circ}\text{C}$ , nu ne putem folosi de termometrul cu mercur de cât între aceste două temperaturi.

Pentru temperaturi inferioare se întrebuintează termometrul cu alcool, care nu se solidifică de cât la temperaturi foarte joase.

Pentru a construi un termometru cu alcool, se ia un tub termometric bine calibrat (având aceeași secțiune în totă lungimea sa) și se lipesce la un capăt un rezervoriu de sticlă. Se încăldește apoi puțin rezervoriul la o lampă cu spirt pentru a dilata aerul și a-l face să iasă parțial din aparat; se introduce apoi capătul deschis al termometrului în un vas cu alcool anhidru. Aerul din aparat răcindu-se și forța sa elastică fiind mai mică de cât presiunea atmosferică, această din urmă va apăsa asupra alcoolului din vas care va intra în rezervoriu. Vom întorce apoi termometrul și vom încălzi din nou rezervoriul la o lampă, ceea-ce va determina ferberea liciului; vaporii de alcool degagiându-se vor lua cu ei aerul din rezervoriu și din tubul termometric. Introducând din nou capătul deschis al termometrului în vasul cu alcool, vaporii de alcool din aparat răcindu-se se vor condensa și alcoolul din vas va intra și va umplea complet atât rezervoriul precum și tubul termometric.

Aparatul fiind ast-fel umplut cu alcool, îl vom încălzi puțin pentru a alunga un exces de alcool; vom topi, în fine, capătul deschis al termometrului, după ce'l lăsăm puțin să se răcească așa că o mică cantitate de aer se rămână în tub de-asupra alcoolului.

Aerul închis în partea de sus al tubului servește a



impedica, prin forța sa elastică, ca alcoolul din tub să nu se fragmenteze când am înclina termometrul.

Pentru a grada acest termometru, îl vom pune mai întâiu în gheață, care se topește; vom nota cu  $0^{\circ}$  locul la care se oprește alcoolul în tub. Din cauză că alcoolul ferbe la  $+78^{\circ}$  C, nu putem determina al doilea punct fix cum s'a făcut la termometrul cu mercur; îl vom introduce însă în o baie cu apă, încălțită la 40 sau  $50^{\circ}$  C, și vom măsura temperatura băii foarte exact prin ajutorul unui termometru cu mercur. Vom nota nivelul alcoolului din tubul termometric cu numărul de grade indicate de termometrul cu mercur. Vom continua apoi divisiunile sub  $0^{\circ}$ .

Experiența a arătat că alcoolul devine sirupos la temperaturi inferioare; pe lângă acesta, alcoolul nu poate fi obținut absolut anhidru, așa că cantitățile de apă, de și minime, conținute de alcool, fac ca indicațiunile termometrelor cu alcool să nu fie concordante.

Pentru a se evita aceste inconveniente, s'a propus a se întrebuința în locul alcoolului licide care sunt anhidre și care își conservă fluiditatea la temperaturele inferioare; ast-fel de licide sunt: sulfura de carbon, eterul etc.

În timpurile din urmă s'a construit termometre cu *toluen*, lcid care își păstrează fluiditatea la temperaturele inferioare și care ferbând la o temperatură mai mare de  $100^{\circ}$  C., permite a determina direct intervalul fundamental  $0^{\circ}$ — $100^{\circ}$ .

**Termometrul metalic.**—Bréguet a construit un termometru metalic foarte sensibil, basat pe dilatațiunea acestor corpuri.

Termometrul lui Bréguet (fig. 123) se compune din o lamă formată din trei metale lipite între ele: platina, aurul

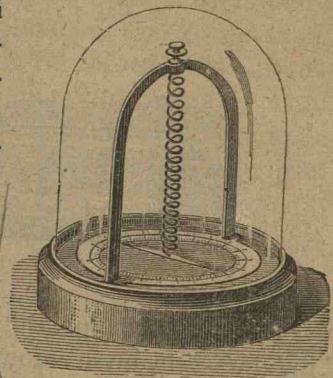


Fig. 123.

și argintul. Aceste metale sunt așezate în ordinul de mărime a dilatabilității lor : platina, metalul cel mai puțin dilatabil, după care urmărește aurul și în fine argintul. Lama este trasă prin laminoriu pentru a face o panglică foarte subțire, careia i se dă în urmă forma de spirală. Se fixează panglica cu un capăt la un suport fix, iar de capătul liber se atârână un ac indicator orizontal de cupru, care se mișcă înaintea diviziunilor unui cadran.

Când temperatura se ridică, argintul, care este la partea internă a bandei, se dilată mai mult de cât aurul și platina ; spirala se desface și acul indicator se mișcă pe cadran în un sens ; când temperatura se coboară, spirala se strânge și acul indicator se mișcă în sens invers. Gradațiunea acestui termometru foarte sensibil se face în comparațiune cu indicațiunile unui termometru cu mercur.

**Termometrul de maximă și de minimă a lui Rutherford.** — Este adesea ori necesar a cunoște temperaturile maxime și minime în un loc determinat și în un interval ore-care de timp, fără a fi nevoiți a observa necontenit termometrul. Rutherford a construit termometre satisfăcând acestor cerințe.

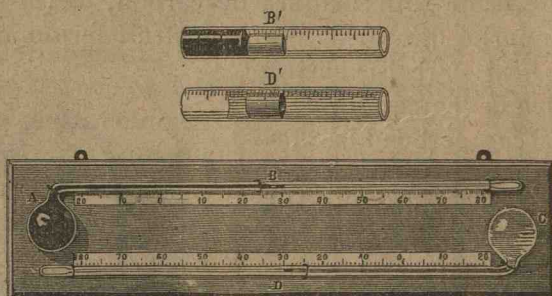


Fig. 124.

Termometrul lui Rutherford indicând temperaturile maxime este un termometru cu mercur AB (fig. 124), orizontal, conținând în interiorul tubului termometric un indice B, care se vede mărit în B', format din un



cilindru de fer. Dacă temperatura se ridică, indicele B este împins de mercurul din tub care se dilată; dacă temperatura descinde, colona de mercur se retrage în tubul termometric și fiind-că mercurul nu udă ferul, indicele B rămâne în locul unde a fost împins de colona de mercur când indica temperatura maximă.

Termometrul lui Rutherford indicând temperaturele minime este un termometru cu alcool CD (fig. 124), orizontal, și conținând în tubul termometric un indice de smalt D, care se vede mărit în D'. Dacă temperatura se ridică, alcoolul alunecă pe lângă indice, care rămâne staționar. Dacă temperatura descinde, alcoolul se contractează; când capătul colonei atinge indicele D, acest indice urmărește prin aderență colona de alcool până în locul unde ea se oprește și care corespunde temperaturii minime.

p.a. p. 4 Jun

## SCHIMBĂRILE STĂREI CORPURILOR

### Generalități.

**Schimbările stărei corpurilor.** — Când încăldim din ce în ce mai mult un corp solid, pe care l punem în contact cu un termometru, experiența arată că temperatura corpului se ridică și ajunge un moment când corpul trece din stare solidă în stare ligidă; se dă numele de *topire* (fusiune) acestui fenomen. Invers, când răcim din ce în ce mai mult corpurile licide, ele pot trece din stare ligidă în stare solidă; acesta este *fenomenul solidificării*.

Un corp poate trece din stare solidă în stare ligidă fără a fi încăldit. Acest fenomen se observă în cazul *disoluțiunii* unui corp solid în un ligid. Fenomenul invers disoluțiunii este *cristalisarea*.

Când ridicăm progresiv temperatura unui ligid, expe-

riența arată ca ligidul trece în stare gazosă ; această trecere constituie *fenomenul vaporisațiunei*. Reciproc, un gaz răcit progresiv și supus la presiuni din ce în ce mai mari poate trece din stare gazosă în stare ligidă ; acesta este *fenomenul licefieri* sau *condensațiunei* unui gaz.

+

~~~~~  
 ✕ **T o p i r e a.**

D^a

Topirea (fusiunea) corpurilor. Topire progresivă și bruscă. Legile topirei. — Când încăldim din ce în ce mai mult un corp solid, pus în contact cu un termometru, experiența arată că temperatura corpului se ridică neconținut până ce apar primele picături de ligid ; din acest moment termometrul conservă o temperatură invariabilă până când tot corpul solid s'a transformat în o masă ligidă.

Unele corpuri, trecând din starea solidă în starea ligidă, încep mai întâi a se muia și apoi trec gradat în starea ligidă, așa că presintă o semi-fluiditate în un interval de temperatură destul de mare. Ast-fel sunt sticla, ferul, grăsimile, cari trec *progresiv* de la starea solidă la starea ligidă.

Cele mai multe corpuri însă, trec *brusc* de la starea solidă la starea ligidă. Ast-fel sunt apa, sulful, metalele în general, etc.

Legile, la cari sunt supuse corpurile cari se topesc în un mod brusc, sunt următoarele :

1) *Un corp solid, cu o compozițiune chimică definită, supus la o presiune determinată, se topesce tot-d'a-una la aceeași temperatură.* Această temperatură este *temperatura sa* punctul de topire al corpului.

2) *Dacă presiunea exercitată asupra corpului este invariabilă, temperatura rămâne constantă în tot timpul topirei.*

În tabloul următor sunt indicate temperaturele de topire a câtor-va corpuri solide.

Corpurî solide	Temperatura de topire
Mercur	—40
Ghiață. . . .	0°
Fosfor. . . .	44°
Ceră albă . . .	68°
Sulful	114°
Staniul	230°
Plumbul. . . .	335°
Zincul. . . .	410°
Argintul. . . .	950°
Aurul	1040°
Cuprul	1050°
Platina	1775
Iridiul. . . .	1950°

Căldura de topire.— Experiența arată că în tot timpul topirei unui corp, temperatura sa rămâne invariabilă, oricare ar fi intensitatea isvorului de căldură. Trebuie deci a deduce că căldura absorbită de corp în timpul topirei este întrebuințată a l'liceția, adică a produce în acest caz lucrul mecanic de desagregare a moleculelor corpului.

Se dă numele de *căldură de topire* cantității de căldură absorbită de unitatea de greutate al unui corp solid când se licifiază fără a și schimba temperatura. Căldura de topire varie după compozițiunea chimică a corpului ; pentru un corp determinat este proporțională cu greutatea corpului.

Căldura de topire, fiind insensibilă la termometru, se mai numește și *căldura latentă de topire*.

Schimbarea volumului corpului în topire.— Prin topire corpurile își măresc, în general, volumul. Resultă de aci, că corpul în stare ligidă are o densitate mai mică de cât atunci când este solid. De exemplu, când topim sulful, se observă bucați de sulf cari rămân la fundul vasului sub masa deja licifiată.

La această regulă generală fac excepțiune câte-va corpuri, a căror volum se micșorează când sunt topite. Intre aceste corpuri vom cita: apa, fonta, bismutul, argintul etc. Ast-fel, dacă încălțim progresiv gheața, începând de la o temperatură inferioară de 0° , experiența arată că acest corp se dilată mărindu-și volumul până la 0° ; la temperatura de 0° gheața trece în un mod brusc în stare ligidă micșorându-și volumul și continuă apoi a-și contracta volumul până la 4° C. Gheața, prin urmare, la 0° are o densitate mai mică de cât a apei la aceeași temperatură. Experiența indică, în adevăr, că gheața pluteste la suprafața apei.

Influența presiunii asupra temperaturii de topire.— Temperatura de topire a corpurilor variaza, când exercităm asupra lor presiuni considerabile. Pentru corpurile, a căror volum se micșorează prin topire cum este de exemplu gheața, o creștere de presiune face să se micșoreze temperatura de topire; din contra, pentru corpurile care și măresc volumul prin topire, unei creșteri de presiune corespunde o ridicare a temperaturii de topire.

Numerose experiențe, datorite lui Bunsen, Lordului Kelvin (anterior Sir William Thomson), Mousson, Amagat au confirmat influența presiunii asupra variațiunii temperaturii de topire.

Vom indica aci temperaturile de topire ale gheței supuse la presiuni din ce în ce mai mari, după experiențele Lordului Kelvin:

Presiuni în atmosfere	Temperatura de topire
1	$0^{\circ},00$
8	$-0^{\circ},06$
17	$-0^{\circ},13$

Plasticitatea gheței.— Gheața, de și este un corp dur, are proprietatea ca bucăți din acest corp fiind supuse la

presiuni considerabile să se lipescă între ele formând o singură masă. Această proprietate este cunoscută sub numele de plasticitatea gheței.

Explicațiunea acestui fenomen este următoarea : când supunem bucăți de gheață la presiuni considerabile, temperatura se va scobori sub zero grade și o parte din gheață se va licesia; ligidul produs, care umple spațiile góle dintre bucățile de gheață, va rămânea în această stare atâta timp cât va fi menținută presiunea asupra gheței. Când această presiune este suprimată, temperatura se ridică la 0° și ligidul se solidifică, formând în acest mod o singură masă solidă.

Experiența următoare, datorită lui Tyndall, pune în evidență plasticitatea gheței sub influența presiunilor considerabile. Tyndall se servește de două blocuri de lemn A și B (fig. 125), în cari sunt săpate două cavități de formă hemisferică, așa că suprapunând blocurile, cavitățile interioară are forma unei sfere. Introduce în cavitate gheață pisată și exercită asupra ei o presiune considerabilă prin ajutorul unei prese hidraulice. Din cauza presiunii, gheața va fi redusă în bucățele mai mici și o parte din ea va trece în stare ligidă

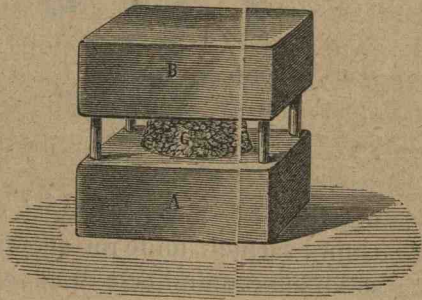


Fig. 125.

umplând spațiile dintre fragmente. Când suprimăm presiunea, ligidul se solidifică reunind între ele fragmentele de gheață. Experiența arată că vom scóte din aparat o sferă de gheață G transparentă (fig. 126).

Experiența următoare confirmă proprietatea ce au bucățile de gheață a se lipi între ele în condițiunile indicate mai sus.

Se ia o bucată de gheață (fig. 127) pe care o susținem

pe două suporturi. Se pune pe gheață o sârmă metalică, la a cărei capete sunt legate două greutateți. Din cauza

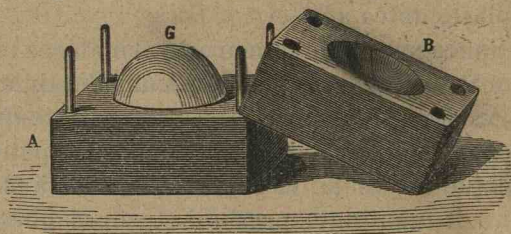


Fig. 126.

presiunii exercitate de sârmă, punctele gheței în contact cu sârma se vor licefia și sârma va putea străbate în interiorul bucății de gheață; ligidul produs rămânând

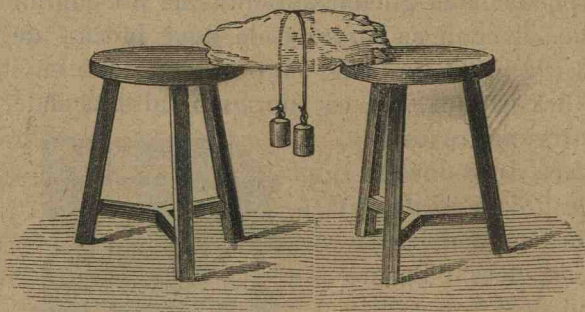


Fig. 127.

de-asupra sârmei, unde nu se mai exercită presiune, se va solidifica reunind cele două secțiuni formate de sârmă. In acest mod sârma metalică va putea străbate tot blocul de gheață fără a'l despărți în două bucăți.



× Solidificarea.

Solidificare. Legile solidificării. — Solidificarea este trecerea unui corp din stare ligidă în stare solidă prin răcire; solidificarea este, deci, fenomenul invers topirei.

Când punem un termometru în o substanță ligidă su-

pusă răcirii, așa ca presiunea exercitată asupra corpului să fie invariabilă, experiența arată că temperatura descrește gradat până când o parte din masa ligidului se solidifică; din acest moment până ce totă masa ligidului este solidificată, termometrul continuă a indica neconținut aceiași temperatură. Acest fenomen se observă când corpul trece în un mod brusc din stare ligidă în stare solidă.

Legile solidificării, în cazul trecerii brusce din stare ligidă în stare solidă, sunt următoarele:

1) *O substanță ligidă, supusă la o presiune determinată, se solidifică tot-d'a-una la aceeași temperatură. Temperatura de solidificare este aceeași ca și temperatura de topire a corpului.*

2) *Dacă presiunea exercitată asupra corpului este invariabilă, temperatura rămâne constantă în tot timpul solidificării.*

Căldura de solidificare. — Am văzut că temperatura unui corp rămâne invariabilă în tot timpul solidificării. Experiența arată că corpul degagiază căldură solidificându-se. Se numește *căldură de solidificare* cantitatea de căldură degagiată de unitatea de greutate a unui corp ligid când se solidifică fără a-și schimba temperatura. Pentru o substanță determinată, căldura de solidificare este egală cu căldura de topire.

Schimbarea volumului corpului în solidificare. — Când un corp trece din starea ligidă în starea solidă, în general își micșorează volumul; densitatea corpului, în acest cas, este mai mare în stare solidă de cât în stare ligidă.

Unele corpuri, ca apa, fonta (tuciul), argintul, bismutul își măresc volumul când se solidifică; densitatea acestor corpuri în starea solidă este mai mică de cât în starea ligidă. Ast-fel, densitatea gheței la 0° este 0,92 pe când densitatea apei la aceeași temperatură este 0,9998.

Mărirea volumului apei, ce trece din starea ligidă în starea solidă, precum și presiunea considerabilă exerci-

tată de apa solidificată asupra pereților vasului ce o conțin, permit a explica o mulțime de fenomene.

Așa, tuburile prin care se aduce apa în orașe crapă, când apa din ele îngheță în timpul ernilor frigurose. Același lucru se întâmplă cu carafele umplute cu apă și cari în timpul ernei sunt lăsate în camere a căror temperatură este sub 0° .

Tot prin înghețarea sevei din vasele vegetalelor în timpul ernilor reci se explică deteriorarea plantelor; de asemenea, stricarea fructelor și a legumelor este datorită înghețării apei conținute în celule și fibre.

Sunt petre poroșe care se sfărâmă în timpul ernei. Aceste petre, cari sunt nisce calcare, absorb apa de plôe în porii lor; când apa îngheață, ea își mărește volumul și determină sfărâmarea petrei în bucăți.

Suprafusiunea.— Studiând topirea și solidificarea, am vădut că temperatura de topire coincide cu temperatura de solidificare a aceluiași corp. Cu toate acestea, sunt casuri când un corp pôte fi menținut ligid sub temperatura de solidificare.

Se dă numele de *suprafusiune* fenomenului cêl presintă unele corpuri de a se menține licide sub temperatura normală de solidificare.

Vom da câte-va exemple de corpuri cari presintă fenomenul suprafusiunii.

Gay-Lussac a observat că apa fêrtă prealabil, de-asupra căreia se tórnă un strat de uleiú și se conservă în un vas ce stă în repaus, pôte fi rêcită până la -12° C, fără să se solidifice; agitând însă vasul, tótă masa ligidă îngheață. Desprețz rêcind apa în tuburi capilare, a arêtat că acest corp se pôte menține ligid până la temperatura de -20° C.

Fosforul alb se topesce la $+44^{\circ},2$; cu toate acestea, el pôte fi menținut ligid până la $+20^{\circ}$, când il conservăm sub un strat de apă în un vas în repaus.

Când un corp este în stare ligidă sub temperatura sa

de solidificare, putem provoca solidificarea agitând vasul, ce conține liciul, sau frecând cu o vergea de metal sau cu un baston de sticlă fundul și pereții vasului. Aceste mijloce mecanice nu sunt în totd'a-una eficace. Unicul mijloc sigur pentru a determina solidificarea corpului suprafusionat, consistă în a pune în contact cu corpul suprafusionat un fragment din aceeași substanță în stare solidă.

Iată în ce mod d-l Gernez pune în evidență suprafusiunea fosforului precum și solidificarea acestui corp suprafusionat.

În un balon mare de sticlă (fig. 128) plin cu apă se introduce tubul A, care conține la fund în B fosfor alb; fosforul din B este acoperit cu un strat de apă C. Temperatura apei din balon este indicată prin termometrul T. Se încăldește apa din balon până la o temperatură superioară celei de $44^{\circ},2$, care este temperatura de topire a fosforului. După ce tot fosforul s'a topit, luăm balonul de pe foc și'l lăsăm să se răcească. Din cauza masei considerabile de apă, răcirea balonului se va face foarte încet. Se va putea constata că, lăsând balonul în repaus, temperatura indicată de termometrul T se va coborî până la 20° și fosforul va rămâne în stare liciă. Experiența arată că în corpul suprafusionat vom putea introduce o vergea de fer fără a reuși să producem solidificarea liciului. Dacă însă, frecăm vergeaua de o bucată de fosfor solid așa ca de vergea să se lipescă un fragment de fosfor solid, experiența arată că solidificarea fosforului suprafusionat se face instantaneu.

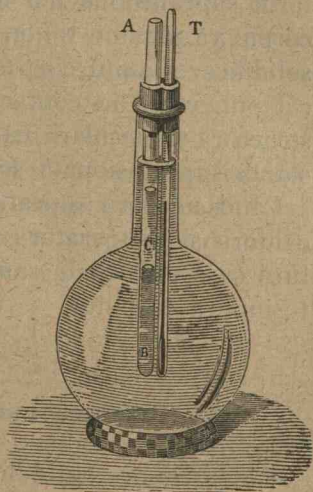


Fig. 128.

Trebue să observăm că solidificarea fosforului alb supra-

fusionat nu se p \acute{o} te face de c \acute{a} t atunci c \acute{a} nd \acute{i} l punem \acute{i} n contact cu un fragment de fosfor alb ; dac \acute{a} atingem fosforul suprafusionat cu un fragment solid de fosfor ro \acute{s} u, corpul va r \acute{e} m \acute{a} ne tot \acute{i} n stare ligid \acute{a} . \acute{I} n un mod general, solidificarea unui corp suprafusionat nu se p \acute{o} te face de c \acute{a} t pun \acute{e} ndu-l \acute{i} n contact cu un corp care ar avea aceia \acute{s} i structur \acute{a} molecular \acute{a} ca \acute{s} i corpul solid format din substan \mathring{a} suprafusionat \acute{a} solidificat \acute{a} .

C \acute{a} nd un corp suprafusionat se solidific \acute{a} , el degagiaz \acute{a} c \acute{a} ldura \acute{s} i temperatura sa se ridic \acute{a} p \acute{a} n \acute{a} la o temperatur \acute{a} care este egal \acute{a} sau pu \acute{t} in inferi \acute{o} r \acute{a} temperatur \acute{e} i de fusiune a corpului.



Disolu \mathring{t} iunea corpurilor solide \acute{i} n licide.

Disolu \mathring{t} iunea solidelor \acute{i} n licide. — Experien \mathring{t} a arat \acute{a} c \acute{a} dac \acute{a} punem sachar, sare de buc \acute{a} t \acute{a} rie \acute{i} n ap \acute{a} , aceste corpuri trec din starea solid \acute{a} \acute{i} n starea ligid \acute{a} \acute{s} i se difus \acute{a} \acute{i} n t \acute{o} t \acute{a} masa ap \acute{e} i. Licefierea produs \acute{a} \acute{i} n acest mod constitu \acute{e} *disolu \mathring{t} iunea* corpului solid \acute{i} n ligid.

Un corp solid determinat p $\acute{o$ te fi solubil \acute{i} n unele licide \acute{s} i insolubil \acute{i} n altele. Ast-fel, sacharul este solubil \acute{i} n ap \acute{a} \acute{s} i insolubil \acute{i} n alcool ; gr \acute{a} simele sunt insolubile \acute{i} n ap \acute{a} \acute{s} i solubile \acute{i} n benzin \acute{a} .

Licidele disolvante mai usitate sunt : apa, alcoolul, benzina etc.

Coefficient de solubilitate. — Am v \acute{e} du \mathring{t} c \acute{a} , \acute{i} n fenomenul topirei, un solid se licefiaz \acute{a} la o temperatur \acute{a} fix \acute{a} . \acute{I} n fenomenul licefi \acute{a} rei prin disolu \mathring{t} iune, corpul p $\acute{o$ te trece din starea solid \acute{a} \acute{i} n starea ligid \acute{a} la or \acute{i} -ce temperatur \acute{a} . Experien \mathring{t} a arat \acute{a} c \acute{a} , la o temperatur \acute{a} dat \acute{a} , o greutate determinat \acute{a} de disolvant p $\acute{o$ te disolvi o greutate maxim \acute{a} de substan \mathring{a} solid \acute{a} ; solu \mathring{t} iunea, \acute{i} n acest cas, se dice c \acute{a} este *saturat \acute{a}* . Ast-fel, 100 grame de ap \acute{a} p $\acute{o$ te disolvi o cantitate maxim \acute{a} de 32^{gr.}5 de nitrat de potasiu

la 20°; aceeași greutate de apă poate dizolvi 85 grame de nitrat de potasiu la 50° etc.

Se dă numele de *coeficient de solubilitate* la o temperatură determinată greutății maxime de substanță solidă pe care o poate dizolvi unitatea de greutate a lichidului dizolvant la acea temperatură.

Coeficientul de solubilitate crește, în general, cu temperatura pentru cele mai multe din corpuri. Pentru unele corpuri, ca sarea de bucătărie, creșterea coeficientului de solubilitate se face foarte încet. Sunt corpuri la cari coeficientul de solubilitate descrește cu temperatura; ast-fel sunt serurile de calciu.

Căldura de dizoluțiune. — Experiența arată că, când un corp solid se dizolvă în un lichid, se produce o absorbire de căldură datorită: *a)* trecerii corpului din starea solidă în starea lichidă; *b)* difuziunii moleculelor corpului dizolvit în masa dizolvantului. Această căldură absorbită constituie *căldura de dizoluțiune*.

În cazul când nu intervine nici o acțiune chimică în fenomenul dizoluțiunii, nu se observă de cât o scădere de temperatură. Dacă intervine o acțiune chimică, două fenomene termice intervin: *a)* o ridicare, în general, de temperatură a dizoluțiunii, datorită acțiunii chimice; *b)* o coborire de temperatură datorită absorbirii căldurii de dizoluțiune. După cum cantitatea de căldură datorită acțiunii chimice este mai mare, egală sau mai mică de cât cantitatea de căldură de dizoluțiune, temperatura dizoluțiunii se va ridica, va rămânea staționară sau se va cobori.

Amestecuri frigorifere. — Amestecurile frigorifere, prin ajutorul cărora putem răci corpurile, sunt basate pe absorbirea de căldură în fenomenele topirei și dizoluțiunii. Ast-fel, dacă amestecăm trei părți gheață cu o parte sare de bucătărie, se obține un amestec a cărui temperatură descinde până la — 21° C. Descinderea de temperatură produsă în acest cas este datorită atât topirei gheței, care

absorbă căldură de la amestec, cât și disoluțiunii serei de bucătărie în liciul produs.

Un amestec frigorifer, cu care putem produce o descindere de temperatură până la -50° , este format din patru părți clorur de calciu pulverizat și trei părți gheață pisată. Cu acest amestec refrigerent putem îngheța mercurul.

Adese ori se întrebuițază amestecuri frigorifere basate pe disoluțiunea unui solid în un liciu. Ast-fel este amestecul format din 2 părți acid clorhidric și 3 părți sulfat de sodiu, cu care putem produce o scădere de temperatură de 27° .

Pentru a răci corpurile solide, le introducem direct în amestecul frigorifer. Dacă voim a răci un liciu, îl turnăm prealabil în un vas de metal, pe care 'l introducem apoi în amestecul frigorifer. Așa, pentru a face înghețată, turnăm liciul sirupuos în vasul cilindric de metal AB (fig. 129) pe care 'l introducem apoi în vasul C plin cu un amestec frigorifer, format în general din gheață și sare. Liciul din AB va ceda

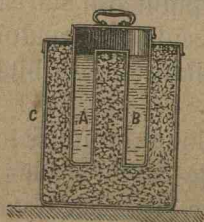


Fig. 129.

căldură amestecului refrigerent; temperatura lichidului coborîndu-se până la punctul de congelare, el va trece din stare liciu în stare solidă. Pentru ca înghețarea lichidului să se facă mai repede, trebuie a mișca neconținut cilindrul AB, punînd ast-fel în contact moleculele lichide din AB cu amestecul refrigerent.

Cristalisarea.— Când moleculele unui corp licefiat, ce trece în starea solidă, se dispun sub formă de *cristale*, adică de solide geometrice regulate cu fețele plane, trecerea corpului din starea liciu în starea solidă se numește *cristalisare*.

Cristalisarea pe *calea umedă* se efectuează în cazul când corpul este dizolvat în un liciu; acest mod de cristalisare este cel mai usitat în laboratorii și în industrie.

Dacă solubilitatea corpului crește repede cu temperatura, cum este cazul azotatului de potasiu, producem cristalisarea în modul următor: se disolvă până la saturațiune corpul în lăcid la o temperatură superioară temperaturii ambiante și lăsam apoi soluțiunea să se răciască la temperatura ambiantă. Prin *răcire*, disoluțiunea va depune cristali de corpul disolvat. Ast-fel putem cristalisa alunul, sulfatul de cupru, sulfatul de sodiu etc., disolvându-i până la saturațiune în apă la 100° și lăsand apoi soluțiunea să se răciască.

Dacă solubilitatea corpului variază foarte puțin cu temperatura, cum este cazul clorurului de sodiu disolvat în apă, disolvim până la saturațiune corpul în lăcid la temperatura ambiantă; *evaporând* lăcidul disolvant, soluțiunea va depune cristali.

Cristalisarea se mai poate produce și pe *cale uscată* fără intervenirea unui disolvant. Cristalisarea pe cale uscată se poate efectua: a) prin *topire*, când, după ce am licefiat corpul prin topire, îl lăsam să se răciască încet; b) prin *sublimațiune*, când corpul încălzit, după ce a trecut direct din starea solidă în starea găzósă, revine din nou la starea solidă. Ca exemplu de cristalisare pe cale uscată, putem cita sulful care cristalisază prin topire, și arsenicul care cristalisază prin sublimațiune.

Intocmai ca și la solidificare, corpul cristalisând degajază căldură.

VAPORISAREA. LICEFIAREA.

Vaporisarea.

Vaporisare. Formarea vaporilor prin fierbere și evaporare.— Se numește *vaporisare* trecerea unui corp din starea lăcidă în starea găzósă. Fenomenul invers vaporisării este *licefiarea*.

Un ligid se p \acute{o} te transforma \acute{i} n vapori \acute{i} n dou \acute{e} moduri :
 a) prin *ferbere*, c \acute{a} nd t \acute{o} t \acute{a} masa ligidului se transform \acute{a}
 \acute{i} n vapori ; b) prin *evaporare*, c \acute{a} nd vaporii se produc
 numai la suprafa \acute{t} a ligidului.

Licidele, cari se vaporisase la temperaturi pu \acute{i} n ridi-
 cate, se numesc licide *volatile*.

Formarea vaporilor \acute{i} n vid.

Formarea vaporilor \acute{i} n vid. — Dac \acute{a} introducem un
 ligid \acute{i} n un spa \acute{i} u vid, se observ \acute{a} formarea apr \acute{o} pe in-
 stantanee de vapori, cari umplu spa \acute{i} ul vid. Putem pune
 \acute{i} n eviden \acute{t} a formarea vaporilor \acute{i} n vid prin urm \acute{a} t \acute{o} rea
 experien \acute{t} a :

Servindu-ne de aparatul (fig. 130) format din tuburile

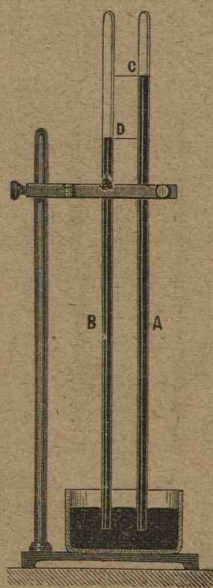


Fig. 130.

barometrice A \acute{s} i B, \acute{i} n cari nivelele
 mercurului sunt la aceea \acute{s} i \acute{i} n \acute{a} l \acute{t} ime, se
 introduce \acute{i} n barometrul B prin ajutorul
 unei pipete c \acute{a} te-va pic \acute{a} turi de un ligid
 volatil, de exemplu de ap \acute{a} , alcool sau \acute{i}
 ether. Ligidul fiind mai u \acute{s} or de c \acute{a} t
 mercurul, se va ridica p \acute{a} n \acute{a} la v \acute{e} rful
 col $\acute{o$ nei, se va transforma apr \acute{o} pe in-
 stantaneu \acute{i} n vapori, produc \acute{e} nd depre-
 siunea col $\acute{o$ nei mercuriale din C \acute{i} n D.
 Puterea elastic \acute{a} a vaporilor produ \acute{s} i va
 fi m \acute{e} surat \acute{a} prin presiunea col $\acute{o$ nei de
 mercur a c \acute{a} rei \acute{i} n \acute{a} l \acute{t} ime este CD. Dac \acute{a}
 \acute{i} n \acute{a} l \acute{t} imele col $\acute{o$ nelor mercuriale din tu-
 burile A \acute{s} i B sunt reprezentate prin I
 \acute{s} i I', puterea elastic \acute{a} a vap $\acute{o$ rei va fi
 exprimat \acute{a} prin diferen \acute{t} a I—I' a \acute{i} n \acute{a} l \acute{t} i-
 melor col $\acute{o$ nelor de mercur.

S \acute{a} presupunem c \acute{a} temperatura este
 men \acute{t} inut \acute{a} constant \acute{a} ; introduc \acute{e} nd din nou c \acute{a} te-va pic \acute{a} -

turii de ligid în camera barometrică, vom observa din nou o depresiune a mercurului din B. Continuând cu experiențele, vom ajunge un moment când ligidul introdus în B nu se mai vaporizează; în acest cas, când vapoarea este în contact cu ligidul din care se formeză, experiența arată că nivelul mercurului în tubul B rămâne invariabil.

Vapori saturanți.— Să presupunem că am introdus în camera barometrică o cantitate suficientă de ligid, așa că după vaporizare, vaporii să rămână în contact cu un strat ligid depus la suprafața mercurului din tub. Spațiul, care conține vaporii, este saturat de vapori; se dice că *vapoarea este saturantă*.

Când vapoarea este saturantă la o temperatură dată, forța elastică a vapoarei rămâne invariabilă, ori-care ar fi spațiul ocupat de vapoare în camera barometrică. În adevăr, să presupunem că tubul A (fig. 131) care poate fi implântat în rezervoriul mai larg și adânc R, conține vapori saturanți. Introducând tubul A în R, după cum se vede în B și C, vapoarea va fi neconținut saturantă, cantitatea ligidului ce pluteste pe suprafața mercurului se mărește prin licesfierea vapoarei, iar înălțimea colonei mercuriale rămâne neconținut aceiași.

Invariabilitatea colonei mercuriale probază că forța elastică a vapoarei saturante la o temperatură dată este constantă.

Vapori nesaturanți.— Să presupunem că ridicăm suficient tubul barometric A (fig. precedentă), așa că tot

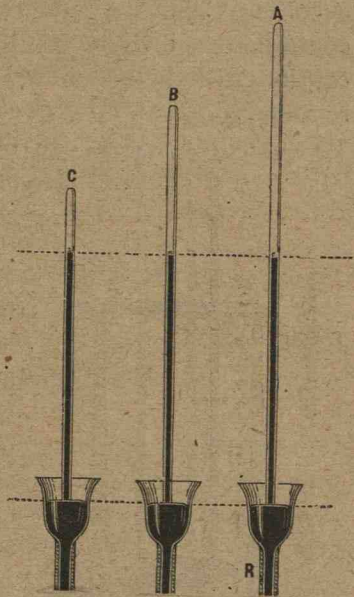


Fig. 131.

spațiul de-asupra mercurului să fie ocupat cu vapóre. Se ȃice cã vapórea este, în acest cas, *nesaturantã*.

Experiența aratã cã forța elasticã a vapórei se micșorãzã pe mãsura ce volumul ocupat de vapóre crește. Dacă presupunem cã tubul A este divizat prealabil în pãrți de egalã capacitate, menținând temperatura constantã și mãsura la fie-care experiența volumul ocupat de vapóre și forța sa elasticã, vom putea ușor verifica cã vaporii urmãzã ca și gazele legea lui Boyle-Mariotte.

Puterea elasticã maximã a vaporilor la o temperaturã datã. — Dacă afundãm tubul conținând vapórea nesaturantã în rezervoriu, forța elasticã a vapórei se mãrește neconținut pãnã ce apare prima picãturã de ligid. Dacă continuãm a introduce tubul în rezervoriu, s'a vãdut cã cantitatea de ligid se mãrește dar forța elasticã a vapórei rãmâne constantã. *Forța elasticã a vapórei saturante este,*

decì, forța elasticã maximã ce pòte s'o aibã vapórea la o temperaturã datã.

Puterea elasticã maximã a vaporilor de naturã diferitã la aceiași temperaturã. — Puterea elasticã maximã la o temperaturã determinatã variazã de la un ligid la altul. Putem pune în evidența acẽstã variabilitate și tot-odatã sã mãsura forța elasticã maximã a vapórei la o temperaturã determinatã în modul urmãtor :

Maì multe barometre A, B, C, D, (fig. 132) sunt cufundate în același rezervoriu ; mercurul din tuburi se aflã, decì, la începutul experienței la același nivel. Se introduce în camera barometricã a tubului B apã în cantitate suficientã,

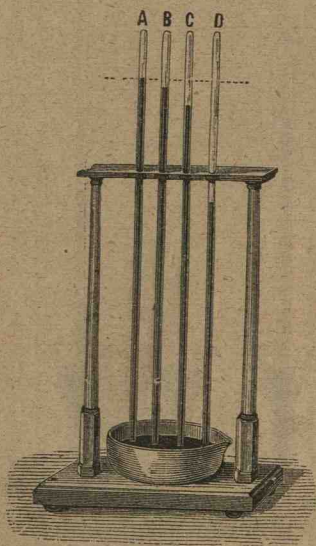


Fig. 132.

Se introduce în camera barometricã a tubului B apã în cantitate suficientã,

aşa că vapórea produsă, fiind în contact cu lícidul generator, va fi saturantă ; în un mod analog, se vor introduce vapóri saturanţi de alcool în C şi vapóri saturanţi de ether în D. Experienţa arată că nivelul mercurului va scădea în tubul B ; o depresiune a mercurului mai pronunţată va fi produsă în tubul C ; în fine, depresiunea cea mai mare este în D. Diferinţele între înălţimele colónelor de mercur din tubul A şi tuburile B, C şi D, măsura forţele elastice maxime a vaporilor saturanţi de apă, alcool şi ether. Acéstă experienţă comparativă arată că, la o temperatură dată, forţa elastică maximă a vaporilor de natură diferită depinde de natura substanţei.

Forţa elastică maximă a unei vapóre creşte cu temperatura. — Putem pune în evidenţă că forţa elastică maximă a unei vapóri creşte cu temperatura, servindu-ne de aparatul (fig. 130), în care este introdusă în camera unuia din barometre o vapóre saturantă. Ambele barometre sunt înconjurate de un cilindru de sticlă conţinând apă încălđită la diverse temperaturi. Experienţa arată că, cu cât temperatura mediului în care este introdus tubul barometric cu vapórea saturantă este mai ridicată, cu atât mercurul descinde mai jos în acel tub şi diferenţa între colónele mercuriale din barometrul propriu şi barometrul cu vapóre saturantă devine mai pronunţată.

Dacă presupunem că, după ce am înconjurat tuburile barometrice de mai sus cu cilindrul cu apă încălđită, lăsăm să se răciască apa, experienţa arată că mercurul se ridică în tubul cu vapóre saturantă ; forţa elastică a vapórei saturante descreşte, deci, pe măsură ce temperatura se cobórá.

Forţa elastică a vaporilor conţinuţi în un mediu a cărui temperatură nu este aceeaşi în tóată întinderea sa. Principiul lui Watt. — Să presupunem că tubul barometric conţinând vapórea saturantă (fig. 133) este terminat prin o sferă B, introdusă în un vas C a cărui

temperatură este t . De altă parte, lichidul generator A în contact cu vapórea este la o temperatură T mai mare de cât t .

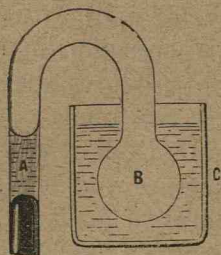


Fig. 133.

Pentru ca vapórea să fie în echilibru este necesar ca forța elastică a vapórei să fie aceeași în toate punctele ei. Forța elastică a vapórei la temperatura T fiind mai mare, după cele vădute, de cât la temperatura t , urmază că, pentru a avea echilibrul, vapórea va trece din A în B, unde venind în contact cu perețele răcit la temperatura t se va condensa. În urma acestei condensări, forța elastică a vapórei din A se va micșora dar va fi mai mare de cât forța elastică a vapórei din B. Această diferență de presiune va determina formarea unei noi cantități de vapori, care va trece din A în B unde se va condensa. Fenomenul se va repeta până când tot lichidul din A va fi vaporizat și condensat în B; în acest cas, forța elastică a vaporilor în totă întinderea lor este cea corespunzătoare temperaturii t . Putem deci enunția următorul principiu, cunoscut sub numele de principiul lui Watt: *forța elastică a vaporilor conținuți în un mediu a cărui temperatură nu este aceeași în toate părțile sale este cea corespunzătoare temperaturii celei mai inferioare, când echilibrul forțelor elastice este stabilit.*

De aici forța de

Evaporarea.

Evaporare. Evaporare în un spațiu limitat și în un spațiu nelimitat.— Un lichid se poate transforma în vapori prin evaporare. Se definește *evaporarea* formarea de vapori la suprafața liberă a unui lichid.

Vom examina succesiv casurile când un lichid se evaporază în un spațiu limitat și în un spațiu nelimitat:

1) *Evaporarea în un spațiu limitat.* Când spațiul în care se vaporizează lichidul este limitat, fie că acel spațiu ar fi vid sau ocupat de un gaz, lichidul se va evapora până când forța elastică a vaporei formate ajunge a fi maximă la temperatura experienței, sau, cu alte cuvinte, până ce spațiul limitat ajunge a fi saturat de vapore la temperatura dată.

2) *Evaporarea în un spațiu nelimitat.* Când un lichid se evaporază în un spațiu nelimitat, cum ar fi de exemplu în aerul liber, spațiul ne mai putând fi saturat, evaporarea lichidului se continuă neconținut până ce tot lichidul s'a transformat în vapore. Ast-fel, experiența arată că apa conținută în un vas deschis, lăsat în atmosferă, dispare complet după cât-va timp.

Condițiunile de cari depinde evaporarea în un spațiu nelimitat.— Experiența arată că evaporarea depinde de diverse condițiuni. Dalton, pentru a studia rapiditatea evaporării în diverse circumstanțe, cântărea lichidul supus evaporării în un timp determinat și în condițiuni cunoscute înainte și după evaporare; perderea de greutate a lichidului exprimă cantitatea de lichid evaporată. De aci Dalton deduse influența acelor circumstanțe asupra rapidității evaporării.

Să examinăm condițiunile de cari depinde evaporarea :

Influența suprafeței de evaporare. Fie S suprafața de evaporare, adică suprafața de contact a lichidului cu spațiul nelimitat. Experiența arată că evaporarea este proporțională cu suprafața de evaporare S . Se profită de acest fapt, pentru a vaporiza apa de mare, din care se estrage sarea, distribuind'o în bazine cu suprafața mare.

Influența forțelor elastice a vaporilor produși prin evaporare și a vaporilor de aceeași natură din atmosfera nelimitată. Fie F forța elastică maximă a vaporilor produși prin evaporarea lichidului și f forța elastică actuală a vaporilor de aceeași natură în atmosfera nelimitată la temperatura experienței. Experiența arată că evaporarea

este proporțională cu diferența $F - f$ a acestor forțe elastice, cu condițiune ca diferența $F - f$ să fie mică.

Urmază de aci, că evaporarea apei în o atmosferă cu totul uscată este proporțională cu forța elastică maximă F a vaporilor de apă la temperatura t la care se face evaporarea, forța elastică f a vaporilor de apă din atmosferă fiind nulă. Dacă atmosfera este saturată de vapori de apă, forța elastică actuală f a vaporilor de apă din atmosferă devine egală cu forța elastică maximă F a vaporei de apă produse de ligidul care se evaporază; evaporarea apei, în acest cas, este nulă.

Să considerăm un alt ligid, de exemplu, etherul, care se evaporază în atmosferă. Fie F forța elastică maximă a vaporilor de ether la temperatura t la care ligidul se evaporază și f forța elastică actuală a vaporei de apă din atmosferă la temperatura ambientă. Cantitatea de ether evaporată este proporțională cu forța elastică F ; evaporarea etherului se va face, deci, în același mod, fie că aerul atmosferic ar fi uscat sau ar conține umiditate.

Influența temperaturii asupra evaporării. Evaporarea crește cu temperatura. S'a vădut, în adevăr, că evaporarea crește cu forța elastică maximă a vaporei. Inșă, forța elastică maximă a unei vapori crește cu temperatura; urmază, deci, că cantitatea de ligid evaporat va crește cu temperatura. Acésta ne explică pentru ce licidele se evaporază mai lesne vara de cât iarna.

Influența presiunii atmosferice asupra evaporării. Experiența arată că evaporarea se efectuează în vid cu o forțe mare rapiditate; în aerul atmosferic, evaporarea este cu atât mai mică cu cât presiunea atmosferică exercitată asupra suprafeței de evaporare este mai mare. Dacă I este presiunea atmosferică, experiența arată că evaporarea este în raport invers cu I .

Influența mișcării aerului atmosferic asupra evaporării. Dacă stratul de aer atmosferic în contact cu suprafața de evaporare ar fi imobil, el s'ar satura de vapori după

un timp 6re-care și evaporarea ar înceta. Dacă însă aerul se mișcă, strate de aer vor veni neconținut în contact cu ligidul și vor absorbi noui cantități de vapori. Acest fapt ne explică pentru ce rufele umede se usucă mai repede când sunt expuse la vânturi.

Formula care exprimă evaporarea unui ligid.— Putem exprima influența diverselor circumstanțe, cari favoriséză evaporarea, prin următ6rea formulă :

$$p = \frac{AS(F-f)}{I}$$

În acéstă expresiune, p represintă greutatea vap6rei produsă prin evaporare în unitatea de timp, S este suprafața de evaporare, F forța elastică maximă a vap6rei produsă de ligid la tempratura experienței, f forța elastică actuală a vap6rei conținute în atmosfera nelimitată la temperatura ambiantă, I presiunea atmosferică și A o constantă care depinde de natura ligidului și de starea de agitare a atmosferei.

Récire prin evaporare. Căldura de vaporisațiune.— Când un ligid se evaporéză, fără intervenirea unui isvor de căldură, el abs6rbe căldură de la el însuși și de la vasul, în care este conținut. Experiența arată o scădere de temperatură în masa unui ligid, care se evaporéză în aceste condițiuni. Putem pune în evidență récirea produsă prin evaporare, vârsând pe mână câte-va picături de ether ; ligidul evaporându-se vom avea senzațiunea unei réciri destul de pronunțate. Dacă am încunjura rezervoriul unui termometru cu mercur cu o bucată de vată și am turna peste ea ether, experiența ne va arăta că, după cât-va timp, termometrul indică o temperatură mai scădută ; acéstă scădere de temperatură este datorită evaporațiunii etherului.

Căldura de vaporisațiune. Experiența arată că un ligid, când se vaporiséză, abs6rbe o cantitate de căldură care depinde de natura sa, de cantitatea de vap6re formată precum și de temperatura la care se face vaporisarea.

Se definesce căldura de vaporisațiune în modul următor : *căldura de vaporisațiune a unei substanțe la o temperatură determinată este cantitatea de căldură absorbită de unitatea de greutate a substanței pentru a trece din stare ligidă în starea de vapori saturanți la aceeași temperatură.*

Experiențe cari probază răcirea produsă prin evaporare. — Vom descrie aci *experiența lui Leslie*, cu care putem realisa *înghețarea apei în vid*, și experiența cu *crioforul lui Wollaston*.

Înghețarea apei în vid. Leslie produce înghețarea apei în vid prin următorul dispozitiv (fig. 134) :

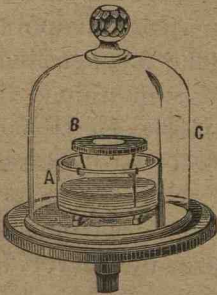


Fig. 134.

mașinei pneumatice C se aședă un vas A cu acid sulfuric. De-asupra vasului A și bine izolat de ligidul din vas se dispune o capsulă de plută B, în care s'a făcut la mijloc o cavitate care s'a carbonisat prealabil la suprafață. Se introduce în această cavitate câte-va grame de apă. Grație carbonisării cavității, apa nu va fi absorbită de capsula de plută. Scoțând aerul din recipient, presiunea acestui gaz se va micșora și evaporarea apei se va face mai repede. Vaporii de apă, pe măsură ce se formază, vor fi absorbiți de acidul sulfuric din vasul A. Însă vaporii formați prin evaporare, absorb căldură de la globula de apă ; globula răcindu-se se va transforma în o bucată de gheață.

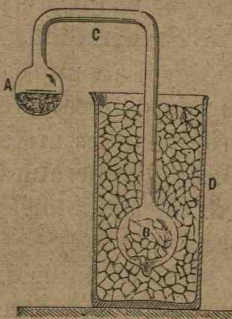


Fig. 135.

Crioforul lui Wollaston. Crioforul lui Wollaston este basat pe principiul lui Watt. El este format (fig. 135) din două globuri de sticlă A și B, reunite între ele prin tubul recurbat C. Se introduce în globul A apă lipsită de aer. In acest scop globul B este terminat prin un vârș

deschis; se tórnă prin B în globul A apă, care apoi se încăldește până la ferbere, așa că vaporii de apă formați să gonéscă aerul din aparat; când tot aerul a fost gonit, se topesce la o lampă vérful deschis a globului B.

Globul A, ce conține apă, fiind lăsat în mediul ambiant, se introduce globul B în vasul D plin cu un amestec refrigerent. Temperatura globului B fiind inferioară acelei a globului A, forța elastică a vapóreii din aparat va fi aceea corespundătoare temperaturéi din B, conform principiului lui Watt. Evaporarea lícidului conținut în globul A, se va face foarte repede și vaporii formați trecând în globul B se vor condensa. Inșă, vaporii formați în A absorb căldură de la masa lícidă; apa conținută în globul A se va răci și experiența arată că, după câte-va minute, se va transforma în o masă de gheață.

Aparatul lui F. Carré pentru înghețarea apei basat pe vaporisarea amoniacului lícefiat. — F. Carré a utilizat răcirea produsă prin vaporisarea amoniacului lícefiat pentru a îngheța apa. Vom descrie un aparat de acest gen și utilizat adesea-orî în laboratorii, construit de Ferdinand Carré.

Un recipient metalic A (fig. 136), de formă cilindrică, este umplut până la $\frac{2}{3}$ din capacitatea sa cu o soluțiune saturată de gaz amoniac. Cilindrul A comunică prin tubul C cu vasul metalic B, care are o cavitate longitudinală la mijloc. Recipientul A și vasul B legate prin tubul C, conțin un spațiu închis de toate părțile. Un termometru T introdus în recipientul A indică temperatura soluțiunei.

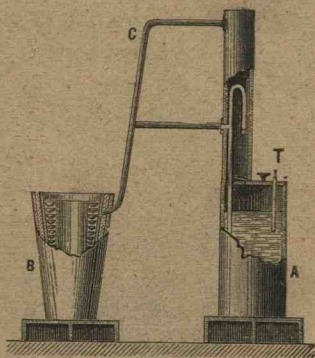


Fig. 136.

Iată modul cum funcționéază acest aparat. Se încăldește recipientul A la un isvor de căldură; amoniacul

disolvit în apă se va degagia și se va licefia în vasul B. Experiența arată că tot amoniacul s'a degagiat din soluțiunea din recipientul A, când temperatura indicată de termometrul T ajunge la 120°. Se suprimă în urmă isvorul de căldură cu care încălțim recipientul A și se introduce acest recipient în un vas cu apă rece. Temperatura în A fiind mai mică de cât în B, conform principiului lui Walt, amoniacul licefiat din B se va vaporiza și se va redisolva din nou în apa din recipientul A. Prin vaporizarea amoniacului licefiat, se produce o răcire foarte mare în vasul B. Dacă introducem un vas cu apă în cavitatea vasului B, apa cedând căldură amoniacului vaporizat se răcesce considerabil și trece în stare solidă.

Ferberea.

Ferberea. Descrierea fenomenului. — Să examinăm



Fig. 137.

modul în care se produce ferberea apei. Să introducem apă în un balon de sticlă și să'l încălțim la un isvor de căldură (fig. 137). Vom observa la început globule foarte mici de gaz, cari se vor degagia; aceste globule sunt formate din aerul atmosferic disolvat în masa lichidă. Continuând cu încălțirea, vom vedea că apar pe pereții balonului, direct încălțit la isvorul de căldură, globule mai mari de vapori, a căror volum se micșorează pe

măsură ce se ridică în stratele superioare mai reci ale

licidului și se condensă înaintea de a ajunge la suprafața liberă. Fermarea și condensarea acestor globule de vapori determină în ligid o mișcare alternativă, însoțită de un șgomot particular. Când totă masa apei a atins temperatura de 100° , presupunând că presiunea exterioară a atmosferei este presiunea normală, globulele de vapori formate nu se mai condensă în stratele superioare ale ligidului; aceste globule ajung până la suprafața liberă, unde crapă, producând în parcursul lor prin masa ligidă o mișcare tumultoasă. Se dice atunci că ligidul a început a ferbe.

Ferberea este, deci, o vaporizare produsă în masa ligidului sub formă de globule de vapori.

Legile ferberii.— Ferberia unui ligid este supusă următoarelor legi :

1) Un ligid dat ferbe la o temperatură determinată, când presiunea exterioară exercitată asupra ligidului este constantă.

Temperatura, la care ferbe ligidul sub o presiune determinată, se numește *temperatura sa* sau *punctul de ferbere* al ligidului.

Experiența arată că temperatura ferberii variază cu presiunea exercitată asupra ligidului. Din această cauză, s'a convenit a se determina temperatura ferberii unui ligid sub presiunea normală de 760 milimetri. Se definesc *temperatura normală de ferbere* a unui ligid, temperatura la care acel ligid ferbe sub presiunea normală de 760 milimetri.

Vom indica, în tabela de mai jos, temperaturele normale de ferbere a câtor-va licide :

Licide	Temperatura normală sau punctul normal de ferbere
Acid sulfuros	-10°
Ether ordinar.	$35^{\circ},5$
Alcool absolut.	$78^{\circ},5$
Apă distilată .	100° ,
Acid sulfuric .	326° ,
Mercur	$357^{\circ},2$

2) In tot timpul ferberii, temperatura vapórei rămâne constantă.

Din cauza invariabilității temperaturii vapórei în tot timpul cât ține ferberia, suntem conduși a admite că căldura cedată de izvorul termic masei ligidului în ferbere este întrebuițată a produce trecerea substanței din starea ligidă în starea de vapori. Căldura absorbită de unitatea de greutate a substanței ca să trecă din starea ligidă la temperatura t în starea de vapori saturați la aceeași temperatură se numește *căldură latentă de vaporizațiune* sau, mai scurt, *căldură de vaporizațiune*.

După această din urmă lege a ferberii, dacă izvorul termic cedază mai multă căldură ligidului ce ferbe, vaporizațiunea ligidului se face mai repede însă temperatura ferberii rămâne aceeași.

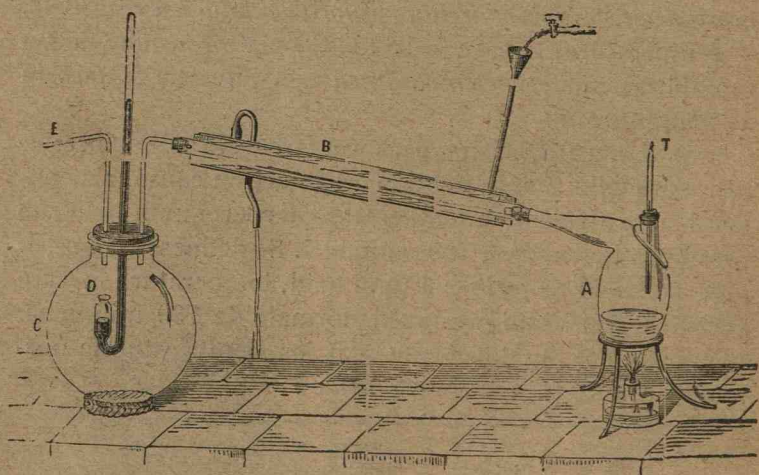


Fig. 138.

Putem verifica experimental cele două legi enunțiate prin următorul dispozitiv datorit lui Dulong. În un corn de sticlă A (fig. 138) se toarnă un ligid, de exemplu apă, care să umple o parte din capacitatea sa. La gâtul cornului de sticlă se adaptază un tub abductor încunjurat

de un refrigerent B, în care circulă un curent de apă rece. Tubul abductor este pus în legătură prin un tub recurbat cu balonul C, în care străbate barometrul D. În fine, tubul recurbat E permite a pune balonul în legătură cu o mașină pneumatică și a face un vid parțial în aparat. Un termometru T introdus în balonul A, așa ca rezervoriul său să fie la oare-care distanță de suprafața liberă a lichidului, dă temperatura vaporei.

După ce s'a produs o presiune determinată în aparat, presiune care o cetim prin diferența de nivel a suprafețelor libere a mercurului din barometrul D, vom încălzi suficient lichidul care va începe a ferbe. Vaporii formați trecând prin tubul abductor, răcit prin refrigerentul B, se vor condensa și vor cădea din nou în balon; în acest mod, presiunea exercitată asupra lichidului rămâne constantă. Operând în aceste condițiuni, experiența arată că un lichid sub o presiune dată începe a ferbe la o temperatură determinată și că temperatura vaporei rămâne invariabilă în tot timpul fierberii.

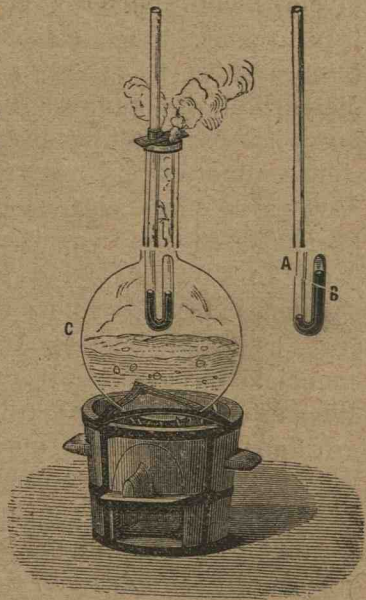


Fig. 139.

3) In tot timpul fierberii, forța elastică a vaporei produse este egală cu presiunea exterioară exercitată la suprafața lichidului.

Pentru a verifica această lege, ne servim de un tub recurbat AB cu două ramuri (fig. 139). Ramura mai lungă A este deschisă, pe când cea a doua B este închisă. La începutul experienței, ramura B este plină cu mercur. Se introduce o mică cantitate de apă distilată și lipsită

de aer în ramura B, ceea ce provăcă o descindere a mercurului în această ramură, după cum se vede în figură. Se introduce apoi tubul AB în un balon C, umplut parțial cu apă, așa ca basa aparatului AB să fie la óre-care distanță de suprafața liberă a apei din balon. Dopul, cu care este închis gâtul balonului, fiind găurit, presiunea exercitată la suprafața apei este presiunea atmosferică. Incăldind balonul, apa din balon va începe a ferbe; vom observa în același timp că și apa din ramura B se va vaporisa, va împinge mercurul în ramura A, așa că nivelul mercurului va fi în același plan orizontal în ambele ramuri. Forța elastică a vaporilor saturați din ramura B va fi egală cu presiunea exercitată asupra mercurului din ramura A; ramura A fiind deschisă, presiunea exercitată asupra mercurului în A va fi presiunea atmosferică; urmază deci că vaporii saturați din A vor avea o forță elastică egală cu presiunea atmosferei. Forțele elastice ale vaporilor de apă produși în balonul C sau în ramura B fiind egale, urmază că vaporii de apă, ferbând sub presiunea atmosferică au o forță elastică egală cu această presiune. Această experiență verifică legea enunțiată în cazul când presiunea exercitată asupra ligidului este presiunea atmosferică.

Influența presiunii asupra temperaturii de ferbere.— Vom examina succesiv casurile când presiunile exercitate asupra ligidului sunt inferioare și superioare presiunii normale de 760 milimetri.

Scoborârea temperaturii de ferbere sub temperatura normală când presiunea exercitată asupra ligidului este inferioară presiunii normale. S'a vădut că temperatura ferberii unui ligid este determinată prin faptul că forța elastică maximă a vaporilor la acea temperatură să fie egală cu presiunea exterioară exercitată asupra ligidului. Dacă presiunea exterioară este mai mică de 760 milimetri, vaporii ligidului ce ferbe vor ajunge a avea o forță elastică maximă egală cu presiunea exercitată asupra ligidului

la o temperatură inferioară temperaturii normale de fierbere.

Putem demonstra experimental descinderea temperaturii de fierbere, când presiunea exterioară este inferioară de 760 milimetri, servindu-ne de aparatul lui Dulong, deja descris (fig. 138). Producând în acest aparat presiuni inferioare de 760 milimetri, vom constata că temperaturile, la care fierbe lichidul, sunt inferioare temperaturii normale de fierbere.

O experiență foarte simplă pune în evidență scobotârea temperaturii de fierbere în condițiunile indicate. Să introducem (fig. 140) sub recipientul B al unei mașine pneumatice vasul A ce conține apă încălzită la o temperatură inferioară de 100° , de exemplu la 40° sau la 50° . Făcând un vid parțial în recipient, experiența arată că, după un timp suficient, apa va începe a fierbe. Această experiență demonstrează că, presiunea exterioară fiind inferioară presiunii de 760 milimetri, apa fierbe la temperaturi inferioare temperaturii de 100° .

Putem verifica descinderea temperaturii de fierbere a apei chiar pe suprafața pământului. Experiența indică că, cu cât ne suim pe munți mai înalți, cu atât presiunea barometrică scade; dar în același timp temperatura fierberii apei descinde sub temperatura de 100° . Așa, pe când apa fierbe la nivelul mării la 100° , pe muntele Saint-Gothard fierbe la 92° și la vârful muntelui Mont-Blanc la 84° .

Descinderea temperaturii de fierbere sub presiuni inferioare presiunii normale este utilizată când voim a distila un lichid, adică a-l vaporiza și apoi a-l condensa, în cazul când lichidul s'ar discompune fierbând sub presiunea normală.

Ridicarea temperaturii de fierbere când presiunea exercitată asupra lichidului este superioară presiunii normale. Când presiunea exterioară exercitată asupra lichidului este

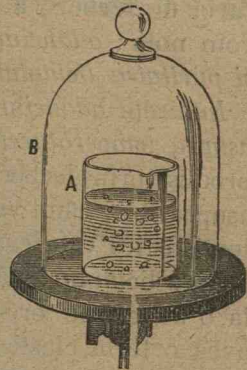


Fig. 140.

superi6ră presiunii normale, forța elastică maximă a vaporilor produși prin ferbere va fi mai mare de cât presiunea normală. Acéstă forța elastică maximă corespunde unei temperaturi superi6re temperaturii normale de ferbere a ligidului.

Urméză deci, cã temperatura de ferbere a ligidului, supus la presiunii superi6re presiunii de 760 milimetri, se va ridica de-asupra temperaturii normale de ferbere. Ast-fel exercitând asupra apei o presiune de 2 atmosfere, apa va ferbe la temperatura de 120,6.

Condițiuni diverse cari influențéză asupra temperaturii de ferbere a unui ligid. — Intre aceste condițiuni vom nota : *adâncimea stratului ligid sub suprafața liberă și puritatea ligidului.*

Influența adâncimei stratului ligid sub suprafața liberă asupra temperaturii ferberii. Forța elastică a vaporilor produși prin ferbere este egală cu presiunea exercitată asupra lor ; când vaporii sunt la suprafața ligidului, forța lor elastică este egală cu presiunea exterioară exercitată asupra ligidului ; când vaporii se produc în masa ligidă, la o adâncime 6re-care de la suprafața liberă, ei vor avea o forța elastică egală cu presiunea exterioară, ce se exercită asupra suprafeței libere a ligidului, mărítă cu presiunea col6nei licide de la suprafața liberă până la stratul în care se află vap6rea. Forța elastică a vaporilor formați în interiorul ligidului fiind mai mare de cât aceea a vaporilor de la suprafața liberă, urméză cã temperatura vaporilor din masa ligidă va fi mai mare de cât a vaporilor de la suprafața liberă ; acéstă temperatură va cresce cu cât considerăm strate licide mai depărtate de la suprafața liberă.

Influența purității unui ligid-asupra temperaturii de ferbere. Când supunem la ferbere sub presiunea normală un ligid, care conține în soluțiune substanțe streine, un termometru introdus în soluțiune arată o temperatură superi6ră temperaturii normale de ferbere a ligidului

pur. Acastă ridicare de temperatură se manifestă numai pentru termometrul introdus în ligid ; dacă termometrul ar fi pus în vapórea produsă de ligidul în ferbere, temperatura indicată de termometru ar fi exact temperatura normală de ferbere a ligidului pur. Ast-fel, pe când un termometru introdus în apă saturată cu clorur de sodiū care ferbe sub presiunea normală indică $108^{\circ},5$, același termometru pus în vapórea produsă de ligidul în ferbere arată 100° sub aceiași presiune.

Ferberea unui ligid în un spațiu limitat. — Am studiat până aci ferberea unui ligid în contact cu o atmosferă nelimitată. Să examinăm casul când ligidul încălđit este în contact cu un spațiu limitat.

Când încălđim un ligid, de exemplu apă, în un vas închis și în care ligidul ocupă o parte din capacitatea vasului, experiența arată că se vor produce vapori cari vor satura tot spațiu liber neocupat de ligid. Acești vapori saturați vor avea o forță elastică maximă la temperatura la care încălđim ligidul ; ei vor apăsa asupra ligidului și vor opri ferberea lui. Continuând a încălđi



Fig. 141.

ligidul la temperaturi superioare temperaturei sale normale de ferbere, vom observa pe lângă ridicarea de temperatură a masei licide și saturarea cu vapori a spațiului neocupat de ligid, fără ca ferberea să aibă loc.

Putem constata aceste fenomene cu *óla lui Papin*. Acest aparat (fig. 141) este format din o căldare cilindrică de

bronz R cu pereții groși și închisă cu capacul C. Acest capac este aplicat exact pe marginele căldărei prin șurubul de presiune S. In capacul C este făcută o deschidere mică închisă cu un ventil A, pe care apasă pârghia L. Unul din capetele pârghiei L este mobil împrejurul unui punct fix; la extremitatea liberă a pârghiei se poate mișca greutatea P. Distanța greutății P la punctul fix al pârghiei este regulată ast-fel, ca ventilul A și, prin urmare, și pârghia să se ridice, lăsând liberă trecerea vaporilor, când această vapore produsă în spațiul limitat din căldare trece peste o forță elastică determinată.

Dacă încălzim ligidul din oia lui Papin, spațiul liber se va umple cu vapori saturanți la temperatura încălzirii; vaporii formați apăsând asupra ligidului vor opri ferberea lui. Continuând cu încălzirea, temperatura ligidului se va ridica fără ca ferberea să aibă loc. Când forța elastică a vaporilor conținuți în spațiul închis este mai mare de cât apăsarea pârghiei L pe ventilul A, acest ventil va fi deschis, vaporea va eși brusc în atmosferă și ligidul va începe a ferbe.

Condițiunea necesară pentru ca un ligid să ferbă în un spațiu limitat. Pentru ca ferberea să se producă în un spațiu limitat, condițiunea necesară este ca temperatura unei porțiuni din spațiul închis neocupat de ligid să fie la o temperatură inferioară temperaturii ligidului.

Experiența următoare, datorită lui Franklin, demonstrează ferberea ligidului în

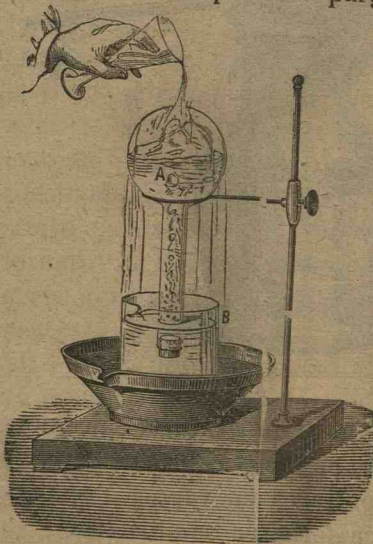
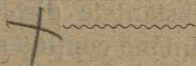


Fig. 142

condițiunile indicate. Se introduce apă în un balon A și

se ferbe cât-va timp, pentru ca vaporii formați să gonească aerul conținut în apă. Inchidem apoi balonul cu un dop și'l răsturnăm în un vas cu apă B (fig. 142) pentru a împiedica intrarea aerului în balon. Vom observa că ligidul va înceta să mai fêrbă; presiunea exercitată asupra suprafeței libere a ligidului este presiunea vaporilor conținuți în spațiul închis al balonului. Pentru a provoca fêrberea ligidului, vom răci suprafața balonului turnând pe balon apă la temperatura ambientă; vaporii se vor condensa și presiunea asupra ligidului micșorându-se, ligidul va începe din nou să fêrbă. Fêrberea se va continua până ce temperatura ligidului din balon se va scobori la temperatura spațiului răcit.



Licefiarea vaporilor. Distilarea.

Licefiarea vaporilor. Mijlóce de licefiare.— Se rezervă numele special de *vapori* substanțelor în stare gázosă cari la temperatura ordinară și la presiuni apropiate de presiunea atmosferică sunt în stare ligidă sau solidă. Ast-fel apa, alcoolul, etherul trecând în stare gázosă vor produce vapori de aceste substanțe.

Licefiarea unei vapori este fenomenul invers vaporisățiunei ligidului. S'a vădut că pentru a vaporisa un ligid este necesar a'l încălđi la o temperatură, așa ca forța elastică maximă a vaporilor la acea temperatură să fie egală cu presiunea exterioră exercitată asupra ligidului; prin urmare, în fenomenul vaporisățiunei intervin temperatura și presiunea. Pentru a licefia o vapóre vom întrebuița două mijlóce: a) *récirea*; b) *comprimarea vapórei*.

Récirea vapórei. Pentru a licefia o vapóre, vom răci corpul așa ca forța elastică maximă a vapórei la temperatura rácirei să fie inferioră presiunei exterioré exercitate asupra vapórei. De exemplu, se scie că apa se

vaporiséză prin ferbere la 100° sub presiunea normală; supunând, însă, vapórea de apă la o temperatură inferióră de 100° sub presiunea normală, ea se va licefia.

Comprimarea vapórei. Pentru a licefia o vapóre prin comprimare, o vom supune la o presiune superióră forței elastice maxime ce o ar avea vapórea la temperatura experienței. Ast-fel, vaporii de apă la temperatura de 100° se vor licefia când vor fi supuși unei presiuni superióre presiunii normale.

Distilarea. — Distilarea unui ligid consistă în vaporizarea aceluși ligid urmată de condensarea prin răcire a vaporilor formați.

Distilarea ligidelor este utilizată în cazul când vom a purifica un ligid de substanțele disolvite în el. Ast-fel, apa de isvóre saú de fântână conține substanțe streine în soluțiune; prin distilare se obține apă curată.

Distilarea este de asemenea utilizată când vom a separa un amestec de doué saú mai multe licide cari ferb sub aceeași presiune la temperaturi diferite. Ca exemplu ne póte servi separarea alcoolului ordinar de apă; cel d'întâiú ferbând sub presiunea normală la $78^{\circ},5$, pe când temperatura ferberii apei sub aceeași presiune fiind 100° , dacá vom încălđi amestecul, vom culege prin distilațiune mai întâiú alcoolul și în urmă apa.

Aparate de distilare. Un aparat de distilare este un vas închis de o formă convenabilă, în care una din părțile aparatului este menținută la o temperatură mai ridicată t și cea-altă parte la o temperatură mai mică t' . Când încălđim la temperatura cea mai înaltă t partea aparatului care conține ligidul, acesta se vaporiséză. Conform principiului lui Watt, forța elastică maximă a vaporilor la temperatura t va scădea până la forța elastică maximă a acelorași vaporii la temperatura t' și o parte din vaporii se vor condensa în regiunea răcită a aparatului. Fenomenul se va continua până când tot ligidul din regiunea încălđită va distila în regiunea răcită și forța elastică

maximă în tot spațiul închis al aparatului va fi cea corespunzătoare temperaturii t' a regiunii răcite.

Vom descrie aparatul întrebuințat în laboratorii pentru distilarea apei și cunoscut sub numele de *alambic*. Acest aparat (fig. 143) se compune din o căldare A, numită

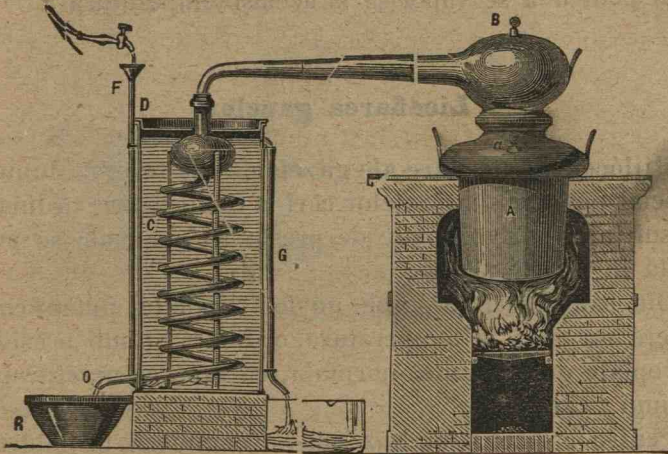


Fig. 143.

cucurbită, în care se tornă apă și pe care o încăldim la un isvor de căldură. Vapórea produsă în căldare trece în capacul B de formă sferică și apoi în tubul în formă de spirală C, numit *serpentin*, care este conținut în refrigerentul D umplut cu apă rece. Vaporii de apă ajungând în serpentinul C vor ceda căldură refrigerentului D și se vor condensa; vom culege ast-fel apă distilată în vasul R prin orificiul O al serpentinului. Din cauză că căldura cedată de vapóre refrigerentului este considerabilă, un curent continuu de apă rece vine prin tubul F la partea inferioară a refrigerentului; apa încăldită din refrigerent, fiind mai ușoră de cât apa rece, se va ridica în sus în masa ligidă și va curge în afară prin vasul lateral G. Apa ce vom a distila este introdusă în cucurbită prin cavitatea a.

Degagiare de căldură în licefierea unei vapori. — Când o vapóre se liceface, ea degagiază căldură. Dacă t este temperatura la care vapórea se liceface, căldura degagiată de unitatea de masă de vapori este egală cu *căldura de vaporisațiune* absorbită de aceeași masă de ligid pentru a se vaporisa la aceeași temperatură t .

Licefierea gazelor.

Mijlócele de licefiere ale gazelor. — Se rezervă numele special de *gaze* substanțelor cari la temperatura ordinară și sub presiuni apropiate de presiunea normală se presintă în starea gázosă.

Din causă că tóte gazele au fost licefiate, putem considera un gaz, la temperatura ordinară și sub presiuni apropiate de presiunea normală, ca vapórea nesaturantă a unui ligid.

Pentru a licefia un gaz se întrebuițeză următoarele mijlóce : a) *récirea gazului sub presiunea atmosferică* ; b) *comprimarea gazului la temperatura ordinară* ; c) *récirea și comprimarea combinate*.

Licefierea unui gaz prin récire sub presiunea atmosferică. — Unele gaze se pot licefia ușor prin récire sub presiunea atmosferică la temperaturi puțin diferite de temperatura ordinară.

Vom indica modul cu care putem licefia acidul sulfuros, care a fost primul gaz licefiat de Monge și Clouet pe la finele secolului XVIII.

Gazul acid sulfuros produs în balonul A (fig. 144) trece în prubeta cu picior B, care este încunjurată de ghiață și unde se condenséză o parte din vaporii de apă conținuiți în acidul sulfuros, apoi în tubul orizontal C umplut cu clorur de calciu care va reține restul vapórei de apă ; în fine, gazul trece în balonul D încunjurat cu un amestec refrigerent de ghiață și de sare. Balonul D comunică cu

atmosfera prin tubul E terminat prin un vârf deschis, așa ca gazul să fie sub presiunea atmosferică. Acidulfuros ferbând la -8° , la această temperatură forța elastică maximă a vaporilor sale este egală cu presiunea nor-

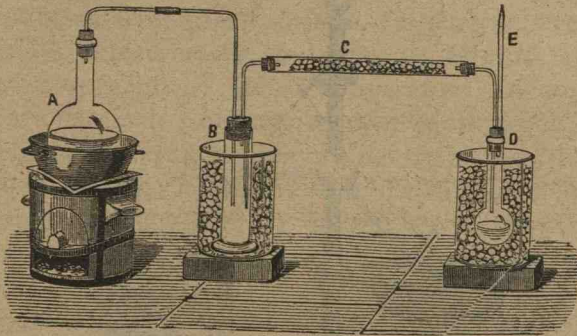


Fig. 144.

mală a atmosferei; temperatura balonului D fiind inferioară de -8° , grație amestecului refrigerent, forța elastică maximă a vaporilor de acid sulfuros va fi inferioară presiunii atmosferice și corpul se va licefia.

Licefierea unui gaz prin comprimarea la temperatura ordinară.— Gazele, a căror forță elastică nu trece peste 60 atmosfere la temperatura ordinară, aș putea fi licefiate prin comprimare. Ast-fel, Pouillet, servindu-se de un aparat special, a putut licefia acidulfuros la temperatura de 10° sub o presiune de 2,5 atmosfere, acidulf carbonic la aceeași temperatură sub o presiune de 45 atmosfere etc.

Licefierea gazelor prin comprimare și răcire.— Faraday a licefiat un mare număr de gaze întrebunțând simultaneu comprimarea și răcirea.

Pentru a licefia gazele, Faraday face us de un tub de sticlă recurbat și foarte resistant AB (fig. 145); ramura A a tubului conține substanțele, cari supuse acțiunii căldurii, vor degagia gazele cari vor fi comprimate și

récite în ramura B introdusă în vasul cu amestec refrigerent C.

Primul gaz licefiat de Faraday a fost clorul. Faraday introduce cristali de hidrat de clor în ramura A și închide

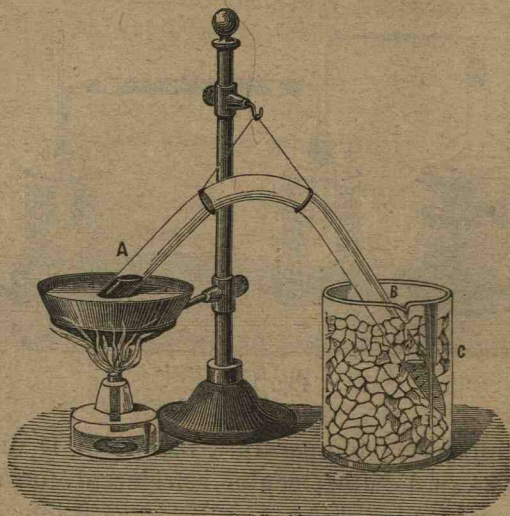


Fig. 145.

la suflător extremitatea ramurei B. Încălzind extremitatea A, clorul se va degaja și se va comprima în ramura răcită B. Gazul se va licefia când presiunea gazului este superioară forței elastice maxime a gazului corespunzătoare la temperatura ramurei răcite B.

CALORIMETRIA

Generalități.

Cantitate de căldură. Obiectul calorimetriei. — Experiența arată că pentru a încălzi 1, 2, 3 etc. kilograme de o substanță oare-căre de la 0° la t° , de exemplu, trebuie a cheltui o cantitate de combustibil proporțională

cu greutatea corpului. Corpul va absorbi deci, pentru a'și ridica temperatura de la 0° la t° , *cantități de căldură* proporționale cu greutatea sa.

× *Obiectul calorimetriei.* Calorimetria are de obiect măsura cantităților de căldură.

Studiul calorimetriei coprinde, în general, următoarele părți: a) determinarea cantității de căldură absorbite de un corp când își ridică temperatura cu un număr oare-care de grade; b) determinarea cantității de căldură absorbite sau degajate de corp pentru a trece din starea solidă în starea ligidă sau din starea ligidă în starea de vapori și reciproc; c) determinarea cantităților de căldură cari intervin în reacțiunile chimice ale corpurilor.

Unitatea de căldură: caloria. Definițiunea practică a caloriei. — Pentru a măsura cantitățile de căldură ne servim de o *unitate de căldură*. Unitatea de căldură este *caloria* definită în modul următor: *caloria este cantitatea de căldură ce trebuie a da unui gram de apă ligidă pentru a 'i ridica temperatura de la 0° la 1° .*

Caloria, definită în modul acesta, constituie *mica calorie* sau *caloria gram-grad*.

Se usită, în unele casuri, și *marea calorie* sau *caloria kilogram-grad*. Marea calorie este cantitatea de căldură absorbită de un kilogram de apă ligidă pentru a'și ridica temperatura de la 0° la 1° .

Definițiunea practică a caloriei. Experiența arată că, dacă amestecăm un gram de apă ligidă la 0° cu un gram de apă la 2° , temperatura amestecului va fi de 1° ; acésta indică că gramul de apă încălđit la 2° a cedat gramului de apă la 0° o calorie, sau invers gramul de apă la 0° a câștigat o calorie. Dacă continuăm experiența și amestecăm un gram de apă la 0° cu un gram de apă la t° , temperatura amestecului va fi foarte apropiată de $\frac{t}{2}$; prin urmare, gramul de apă la t° a cedat gramului de apă

la 0° un număr de calorii egal cu $\frac{t}{2}$. Experiențele dau rezultate analoage până la 50° aproximativ.

Aceste verificări experimentale confirmă că este necesar aproape aceiași cantitate de căldură pentru a ridica temperatura unui gram de apă de la 0° la 1° , de la 1° la 2° , și, în general, de la t° la $t+1$ grade, cu condițiune ca temperatura să nu se ridice peste 50° .

De aci se deduce definițiunea practică a caloriei : Caloria este cantitatea de căldură ce trebuie a da unui gram de apă pentru a 'i ridica temperatura de la t° la $t+1$ grade. Acastă definițiune corespunde micii calorii sau caloriei gram-grad.

Marea calorie sau caloria kilogram-grad va fi cantitatea de căldură absorbită de un kilogram de apă pentru a 'i ridica temperatura de la t° la $t+1$ grade. Marea calorie valoréză 1000 de mici calorii.

Căldura specifică. — Dacă încălđim greutatei egale de diverse substanțe între aceleași grade de temperatură, de exemplu de la t° la t' grade, experiența arată că fie-care din ele absorbte cantități diferite de căldură. Ast-fel, dacă amestecăm la un loc un kilogram de mercur încălđit la 100° cu un kilogram de apă la 0° , vom vedea că temperatura amestecului este aproximativ de 3 grade; temperatura mercurului s'a coborit cu 97° pe când temperatura apei s'a ridicat numai cu 3'. Urméză deci, că cantitatea de căldură cedată de un kilogram de mercur, a cărui temperatură s'a coborit cu 97° , este egală cu cantitatea de căldură câștigată de apă, care este de 3 mari calorii.

Se definesce căldura specifică a unui corp la t° cantitatea de căldură ce trebuie a da unui gram din acest corp pentru a 'i ridica temperatura cu un grad centigrad de la t° la $(t+1)$ grade.

Acastă definițiune a căldurei specifice indică că căldura specifică a unui corp varie cu temperatura; experiența a arătat, în adevăr, că căldura specifică crește cu temperatura.

PROPAGAREA CALDUREI

Generalități.

Diverse moduri de propagare a căldurei. — Căldura se propagă, în general, în două moduri: a) *prin conductibilitate*; b) *prin radiare*.

Propagarea căldurei prin conductibilitate. Căldura se propagă prin conductibilitate când ea se transmite prin contact de la părțile calde ale unui corp la părțile reci, ridicând gradat temperatura părților mai reci. Ast-fel, când punem o bucată de fer cu un capăt în foc, după un timp vom simți că căldura s'a transmis până la extremitatea liberă; în acest cas, căldura s'a propagat prin conductibilitate de la extremitatea pusă în contact direct cu focul la capătul liber, ridicând succesiv temperatura părților mai reci. Trebuie să observăm că, în propagarea căldurei prin conductibilitate, pozițiunile relative ale particulelor, din cari corpul este format, nu sunt schimbate.

Propagarea căldurei prin radiare. Să considerăm un corp a cărui temperatură este superioară temperaturii mediului în care se află, de exemplu un glob încălzit în interiorul unei camere. Experiența arată că corpul se răcesce încetul cu încetul, până ce ajunge la temperatura mediului. Propagarea căldurei se face în acest cas prin *radiare* și căldurei transmise de corp i se dă numele de *căldură radiantă*.

Căldura radiantă se transmite la distanță în toate sensurile. Ea poate stăbăte corpurile fără a le ridica temperatura, până ce ajunge la un corp, care o absorbă.

Conductibilitatea termică.

Corpuri bune și rele conductoare de căldură. — Sunt unele corpuri, cari încălzite în un punct al masei lor,

transmit căldura cu multă ușurință din moleculă în moleculă. Asemenea corpuri se numesc *bune conductoare de căldură*. Ca exemplu de corpuri bune conductoare ne pot servi metalele. În adevăr, o bucată de fer, pusă cu un capăt în foc, transmite foarte repede căldura din moleculă în moleculă așa că după un timp foarte scurt cel-alt capăt va fi încălzit; de asemenea, o linguriță de argint, introdusă în parte în un pahar ce conține un lichid cald, se încălzește până la extremitate.

Corpurile, cari nu intră în categoria corpurilor bune conductoare de căldură, sunt numite *corpuri rele conductoare*. Ca exemple de corpuri rele conductoare de căldură vom cita sticla, lemnul etc. Ast-fel, vom putea topi un tub de sticlă la un capăt ținându-l în mână de cel-alt capăt; un chibrit aprins la un capăt poate fi ținut în mână la o mică distanță de partea incandescență.

Aparatul lui Ingenhousz. Putem studia conductibilitatea termică în bare prin ajutorul aparatului lui Ingenhousz. Acest aparat (fig. 146) este format din o cutie metalică, în care se introduce apă ferbinte la o temperatură determinată; pe unul din pereții cutiei sunt fixate bare metalice având aceeași secțiune și același perimetru. Când voim a face experiența, acoperim barele pe totă suprafața lor cu cêră. Să presupunem că temperatura ambientă este de 0°

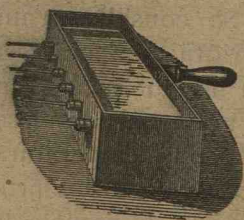


Fig. 146.

și temperatura apei din cutie 100° ; excesul temperaturilor capetelor barei asupra temperaturii ambiante va fi de 100° . Experiența arată că cêra de pe bare se va topi până la puncte depărtate de capetele încălzite cu distanțele l, l', l'' etc., așa că excesul temperaturii acestor puncte asupra temperaturii ambiante va fi același t .

Pe barele cari sunt mai conductoare, cêra se va topi pe o lungime mai mare.

Se constată ast-fel că argintul este cel mai conductor; urmază apoi în serie descrescândă cuprul, aurul, staniul, ferul, plumbul și platina.

Fenomene și aplicațiuni basate pe conductibilitatea termică. Proprietatea pânzelor metalice. — Să considerăm mai multe corpuri, de exemplu o placă de metal, un bloc de marmoră, o bucată de lemn, cari s'ar afla în o cameră răcită; temperatura acestor diverse corpuri va fi aceeași. Dacă vom pune mâna pe metal vom avea o senzațiune de frig bine pronunțată; această senzațiune este mai mică cu marmura și aproape nulă cu lemnul. Causa este că temperatura mânei fiind superioară temperaturii acestor corpuri, căldura cedată de mână plăcii de metal se va transmite cu repegiune în totă masa corpului, pe când căldura cedată marmorei va fi incomparabil mai mică și în cazul lemnului aproape nulă, aceste două din urmă corpuri fiind rele conductoare de căldură.

În țările frigurose se încălțesc camerele cu sobe de cărămidă; aceste sobe o dată încălțite se răcesc foarte încet din cauza relei conductibilități a cărămidei.

Proprietatea pânzelor metalice. Dacă interceptăm flacăra unei lumânări sau a unui bec Bunsen (fig. 147), cu o pânză metalică, formată din o țesătură desă de sirme, experiența arată că combustiu-nea gazelor inflamabile nu se va produce de cât sub pânza metalică. Causa este că pânza metalică, fiind bună conducătoare de căldură, absorbă de la gazele inflamabile o cantitate considerabilă de căldură așa că gazele cari es prin pânza metalică sunt răcite la o temperatură inferioară temperaturii lor de combustiu- ne.

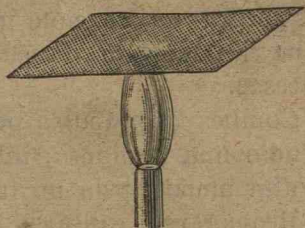


Fig. 147.

Putem demonstra experimental că gazele trec prin

pânza metalică, conservându-și proprietățile lor inflamabile. Să lăsăm cât-va timp ca gazele inflamabile să trecă prin o pânză metalică (fig. 148); apropiind un chibrit aprins d'asupra pânzei, vom vedea flacăra producându-se numai la partea superioară a pânzei.

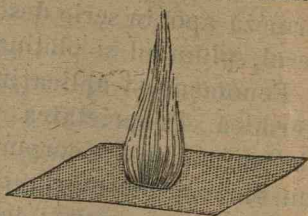


Fig. 148.

Pe această proprietate a pânzelor metalice este basată construcțiunea lampeii lui Davy (1815). Se știe că în minele de hulie se degajiază spontaneu gazul metan (CH_4); acest gaz, difuzat în un volum de aer de opt până la zece ori mai mare, formeză un amestec explosiv, care detună cu violență la apropierea unei flăcări. Pentru a evita catastrofele la care ar putea da naștere exploziunea acestui amestec, Davy (fig. 149) înlocuesce tubul de sticlă a unei lampe cu uleiū cu un cilindru de pânză metalică; dacă o exploziune are loc, ea se produce în interiorul cilindrului de pânză și flacăra nu se pōte propaga în exterior, fiind interceptată de pânza metalică care o răcesce.



Fig. 149.

Combes (fig. 150) a perfecționat lampa lui Davy, făcând-o mai luminōsă, înlocuind partea inferioară a cilindrului metalic prin un tub de sticlă fōrte resistant.

Propagarea căldurei la licide prin convecțiune și conductibilitate. — La fluide există un mod particular de propagarea căldurei: prin *convecțiune*. Să încălđim un ligid, conținut în un vas, la partea inferioară. Moleculele licide, în contact cu isvorul de căldură, se vor încălđi, se vor dilata și se vor sui în sus, cedând căldură stratelor mai reci pe cari le străbat; în același timp cu

producerea acestor curenți ascendenți, se vor observa curenți descendenți datoriti moleculelor licide mai reci cari descind la baza licideului. Căldura se propagă în acest cas prin transportarea moleculelor însăși, cari cedază căldură stratelor licide cu cari vin în contact; acest mod de propagare a căldurei în un licide se numesce prin *convecțiune* sau prin *transport*.

Pentru a studia deci conductibilitatea termică la licide, trebuie a le încălzi la partea superioară.

Conductibilitatea termică a lidelor, excepând mercurul, este foarte mică. Următoarea experiență arată cât de puțin conductore sunt licidele. În vasul A (fig. 151), în peretele căruia este fixat termometrul orizontal T, se toarnă apă, așa ca suprafața liberă a acestui licide să fie cu câțiva milimetri mai sus de rezervoriul termometrului; se umple apoi rezervoriul până la vârf cu alcool. Aprindând alcoolul, vom constata că, după o trecere de timp destul de mare, temperatura termometrului s'a ridicat foarte puțin.

Propagarea căldurei la gaze prin convecțiune și conductibilitate. — Căldura

se poate propaga la gaze, întocmai ca și la licide, prin convecțiune și prin conductibilitate.

Propagarea căldurei prin convecțiune. Să considerăm o masă de gaz în contact cu un isvor de căldură, de exemplu masa de aer din o cameră în contact cu o sobă încălțită. Stratele de aer în contact direct cu isvorul de căldură, se vor încălzi și densitatea lor se va micșora;

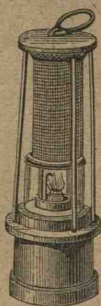


Fig. 150.

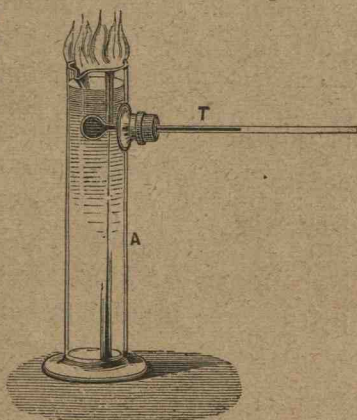


Fig. 151.

aceste strate devenind ast-fel mai ușore, se vor ridica în sus și alte strate reci de aer le vor lua locul. In acest cas, căldura s'a propagat prin *convecțiune* sau *transport*.

Propagarea căldurei prin conductibilitate. Corpurile gaze sunt corpuri rele conducătoare de căldură. Determinarea conductibilității termice la aceste corpuri presintă dificultăți foarte mari, din cauza curenților ce se produc în masa gazosă. Stefan, punându-se în condițiuni experimentale așa ca producerea curenților să pôtă fi evitată, a parvenit a măsura coeficientul de conductibilitate termică a câtor-va gaze. El a găsit că conductibilitatea aerului este de 17000 de ori mai mic de cât a cuprului. De asemenea, conductibilitatea hidrogenului, unicul gaz care se credea mai înainte bun conducător de căldură, este aproape de șapte ori mai mare de cât a aerului.

Faptul că gazele sunt rele conducătoare de căldură, când sunt puse în condițiuni ca să se împedice producerea curenților în masa gazosă, găsesce numeroșe aplicațiuni. Ast-fel, blănille, lâna, vata, conținând aer interpus imobilizat, sunt rele conducătoare de căldură și ne apără contra frigului exterior. In țările friguroșe se întrebuintează două rânduri de ferestre, pentru ca aerul închis între ele să împedice, prin reaua lui conductibilitate, atât transmiterea căldurei camerei în exterior cât și pătrunderea frigului în cameră.

Propagarea căldurei prin radiare.

Propagarea căldurei prin radiare. — Am vădut că căldura se propagă prin *conductibilitate* de la o moleculă la moleculele vecine ale unui corp. Căldura se mai propagă și la distanță prin *radiare*; în acest cas, căldura pôte străbate spațiile cu o iuțelă egală cu cea a luminei, fără a încălzi corpurile prin care trece, până ce

ajunge la un corp care o va absorbi și a cărui temperatură se va ridica.

Căldura luminosă. Căldura obscură. — Se numește *căldură luminosă* acea care este emisă de un corp luminos; ast-fel sunt căldurile emise de soare, de un corp incandescent etc.

Se numește *căldură obscură* căldura emisă de un corp obscur; ast-fel este căldura emisă de o sobă încălțită, de un vas ce conține apă ferbinte etc.

Proprietatea căldurii radiante de a străbate spațiile vide. — Căldura radiantă luminosă sau obscură poate străbate spațiile vide.

În adevăr, căldura luminosă emisă de soare care ajunge la pământ străbate spațiile ceresci unde nu există materie ponderabilă.

Următoarea experiență, datorită lui Rumford, probază că căldurile obscure pot străbate spațiile vide. La gâtul unui balon A (fig. 152) a cărui basă este străbătută de termometrul T, se adaptează tubul BC. Se umple balonul A și tubul BC complet cu mercur; se astupă cu degetul extremitatea deschisă a tubului și se introduce extremitatea C în mercurul din vasul D. Din cauza presiunii atmosferice, mercurul din aparat se va coborî până la nivelul *a*, așa că înălțimea colonei mercuriale din tub va echilibra presiunea atmosferică. Topind la suflător tubul de-asupra nivelului *a*, vom obține o capacitate vidă de aer. Introducând apoi (fig. 153) balonul ast-fel preparat în un vas cu apă ferbinte, vom constata că temperatura termometrului T s'a ridicat. Nu putem admite că rezervoriul termometrului s'a încălțit prin conductibilitate căci el este separat de

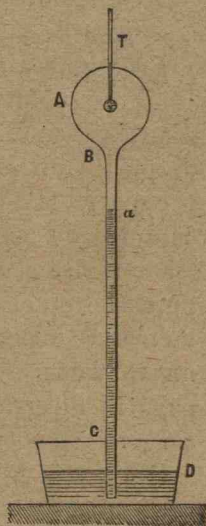


Fig. 152.

peretii balonului prin un spațiu vid; trebuie să admitem că peretii balonului au radiat căldura care a fost absorbită de rezervoriul termometrului T, ceea ce a provocat ridicarea temperaturii termometrului.

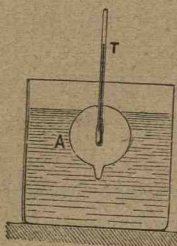


Fig. 153.

Proprietatea căldurii radiante de a străbate unele corpuri fără a le încălzi.—

Diverse experiențe probază că căldura radiantă poate străbate unele corpuri fără a le încălzi. Așa, când concentrăm razele solare prin o lentilă de ghiață și punem în focarul lentilei o substanță inflamabilă, experiența arată că pulberea inflamabilă se va aprinde fără ca ghiața să se topescă. Corpurile, care lasă să treacă prin ele razele de căldură fără a le încălzi, constituiesc *corpurile transparente* pentru căldură.

Propagarea rectilinie a căldurii în un mediu omogen.
Raze de căldură. Iuțela de propagare a căldurii radiante în vid.— Căldura radiantă se propagă în linie dreaptă în un mediu omogen. Putem proba acesta prin o experiență foarte simplă: Să apropiem de un izvor de căldură, de exemplu de flacăra unei luminări, un mic termometru și să interpunem un carton normal la direcțiunea drepte ce unesce flacăra cu rezervoriul termometrului; experiența arată că temperatura termometrului nu va varia. Această experiență arată că căldura se propagă în direcțiunea liniei drepte ce unesce izvorul de căldură cu corpul care primesce căldura.

Din cauză că un corp cald emite căldură în toate direcțiunile, ori-ce linie dreaptă care pleacă de la un punct al unui corp cald reprezintă *direcțiunea unei raze de căldură*.

Iuțela de propagare a razelor de căldură în vid este egală cu cea de propagare a razelor luminoase; razele de căldură percurg în vid aproximativ 300000 kilometri pe secundă.

Intensitatea unui izvor de căldură. — Să presupunem că considerăm o suprafață egală cu unitatea, așezată la unitatea de distanță de la un izvor calorific, așa ca rațele de căldură emise de izvorul calorific să cadă normal pe suprafața dată; cantitatea de căldură primită de unitatea de suprafață de la izvorul calorific în unitatea de timp constituie *intensitatea izvorului de căldură*.

Experiența arată că cantitățile de căldură primite normal de unitatea de suprafață de la un izvor calorific, descresc în raport invers cu patratul distanței. Dacă I este intensitatea izvorului calorific, cantitatea de căldură primită normal de unitatea de suprafață așezată la distanța D de izvorul calorific este: $\frac{I}{D^2}$.

Impărțirea unui fascicol de căldură de intensitate I în căldură reflectată regulat, căldură difusă, căldură transmisă și căldură absorbită. — Să presupunem că un fascicol de căldură, a cărui intensitate este I , cade asupra unui corp. Experiența arată că această căldură radiantă se împarte în următoarele părți:

a) O parte din căldura radiantă, căzând pe corp, se *reflectă regulat* întorcându-se îndărăt; fie R căldura reflectată.

b) O altă parte din căldura radiantă se *reflectă neregulat* sau se *difusă* pe suprafața corpului; fie D cantitatea de căldură difusă.

c) În cazul corpurilor *transparente* pentru căldură, o porțiune din căldura radiantă străbate corpurile fără a le încălzi; fie T această porțiune de căldură.

d) În fine, o parte din căldura radiantă este absorbită de corp; fie A căldura absorbită.

Reunind aceste părți de căldură, vom putea scrie:

$$I = R + D + T + A.$$

Transmisiunea căldurii. Corpuri diatermane și atermane. Puterea diatermană. — Sunt corpuri cari lasă să treacă prin ele rațele de căldură, după cum corpurile

transparente permit trecerea prin ele a rașelor de lumină; asemenea corpuri, transparente pentru rașele de căldură, sunt cunoscute sub numele de *corpuri diatermane*. Alte corpuri nu lasă să treacă căldura prin ele; aceste corpuri, opace pentru rașele de căldură, constituiesc *corpurile atermane*. Radiațiunile calorifice trec prin un corp diaterman fără a-l încălzi; aceleași radiațiuni calorifice sunt absorbite de corpurile atermane și produc încălzirea acestor corpuri.

Se definește *puterea diatermană a unei substanțe, sub o grosime dată și pentru un izvor calorific determinat, raportul între cantitatea de căldură transmisă și cantitatea de căldură incidentă*.

Se studiază puterea diatermană tăind substanța în lame de diferite grosimi. Puterea diatermană depinde de: a) grosimea lamei; b) natura substanței și c) natura izvorului calorific, după cum căldura radiantă este luminosă sau obscură.

În ceea ce privește grosimea lamei, experiența arată că puterea diatermană se micșorează pe măsură ce grosimea lamei crește; de la o grosime determinată a lamei, puterea diatermană rămâne constantă.

Dacă experimentăm cu plăci de sticlă sau de quartz, se constată ușor că puterea diatermană a acestor substanțe este aproape nulă pentru radiațiunile calorifice obscure și aproape egală cu unitatea pentru radiațiunile calorifice luminoase. Cu alți termeni, sticla sau quartzul absorb aproape în întregime căldura obscură și lasă să fie străbătute aproape în totalitate de căldura luminosă, cum ar fi de exemplu căldura solară.

Există o substanță: *sarea gemă*, care este diatermană pentru radiațiunile calorifice luminoase și obscure; puterea diatermană a sarei geme este, deci, egală cu unitatea pentru toate radiațiunile calorifice atât luminoase cât și obscure.

Aplicațiuni și fenomene explicabile prin transmisiunea

căldurei. Se știe că, pentru a activa vegetațiunea plantelor în timpurile reci, se obișnuiesc a se acoperi plantele cu clopote de sticlă sau cu giamuri. Căldura luminosă a rașelor solare trece prin sticlă și încălzește pământul și corpurile conținute în spațiul închis. Aceste corpuri, la rândul lor, vor emite rașe de căldură obscură, cari nu vor trece prin sticlă, așa că căldura acumulându-se în interiorul spațiului închis îi va ridica temperatura.

Tyndall a probat că vapoarea de apă lasă să treacă prin ea rașele de căldură luminosă și opresce rașele de căldură obscură. Acest fapt ne explică rolul care l jocă vapoarea de apă din atmosferă pentru a face ca răcirea pământului să nu fie prea mare în timpul nopții. În adevăr, în timpul zilei căldura luminosă a rașelor solare va străbate prin vapoarea de apă din atmosferă și va încălzi pământul; în timpul nopții, căldura obscură emisă de pământ va fi oprită de vapoarea de apă din stratele de jos ale atmosferei și va împedica o răcire prea mare a pământului.

Absorbirea căldurei. Puterea absorbitore. — Când rașele calorifice cad asupra unui corp, în general o parte din căldură este reflectată regulat, o altă parte este difusată, o altă parte transmisă prin corp și, în fine, restul căldurei absorbită de corp. Căldura absorbită de corp produce o ridicare de temperatură a corpului.

Se definesc *puterea absorbitore a unui corp raportul dintre cantitatea de căldură absorbită de corp și cantitatea de căldură incidentă*.

Dintre toate corpurile, cărbunele de fum are proprietatea de a absorbi toate radiațiunile obscure sau luminoase cari cad asupra acestei substanțe; puterea absorbitore a cărbunelui de fum este deci egală cu unitatea.

Când radiațiunile calorifice cad pe suprafața lucie a unui metal, o parte din căldură este reflectată regulat, iar o altă parte este absorbită; la aceste corpuri, suma

cantităților de căldură absorbite și reflectate regulat este deci egală cu cantitatea de căldură incidentă.

Emisiunea căldurei. Puterea emisivă. — Corpurile au proprietatea de a emite rațe de căldură. Cantitatea de căldură emisă de un corp se mărește cu ridicarea de temperatură a corpului; așa, dacă am sta la o distanță oarecare de la o sobă încălțită, vom constata că căldura ce o primim este cu atât mai mare cu cât temperatura sobei este mai înaltă.

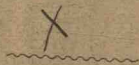
Cantitatea de căldură emisă de un corp depinde și de *natura suprafeței* corpului. Experiența arată că un corp emite cea mai mare cantitate de căldură, la o temperatură dată, când suprafața sa este acoperită cu un strat de cărbune de fum; acesta ne explică pentru ce se acoper sobele de fer cu un strat de grafit.

Se definește *puterea emisivă a unui corp raportul între cantitatea de căldură emisă de corp și cantitatea de căldură emisă de cărbunele de fum la aceiași temperatură.*

Puterea emisivă a cărbunelui de fum este, deci, egală cu unitatea.

Puterea emisivă e metalelor cu suprafața lucie este foarte mică; acesta dă explicațiunea faptului pentru ce paharele de sticlă, în care voim a menține un ligid cald, ca ceaiul, cafeaua etc. sunt puse în vase metalice cu suprafața externă lucie.

Egalitatea puterii emise și absorbitore la același corp. Experiențe precise au arătat că la un corp dat, la o temperatură determinată și pentru aceleași radiațiuni calorifice, puterea emisivă este egală cu puterea absorbitore.



MAȘINE TERMICE

Generalități.

Transformarea lucrului mecanic în căldură. — Fre-carea, ciocnirile, comprimarea, etc., pun în evidență transformarea lucrului mecanic în căldură. Vom cita câte-va exemple :

Când frecăm un nasture de metal pe o masă, nastu-rele se poate încălzi așa de mult că abia putem să'l ținem în mână ; două bucăți de lemn frecate între ele pot pro-duce carbonisarea și chiar aprinderea lemnului ; două bucăți de gheață, frecate între ele în o cameră a căreii temperatură este mai mică de zero grade, se pot topi, etc.

Experiența următoare, datorită lui Tyndall, demonstrează transformarea lucrului mecanic în căldură. Se umple parțial (fig. 154) tubul A cu ether și se astupă cu un dop de plută.

Tubul A este fixat la un ax vertical care poate fi pus în mișcare de rotațiune prin ajutorul unei cu-rele înfășurate pe axul verti-cal și pe rōta B. Stringând cu

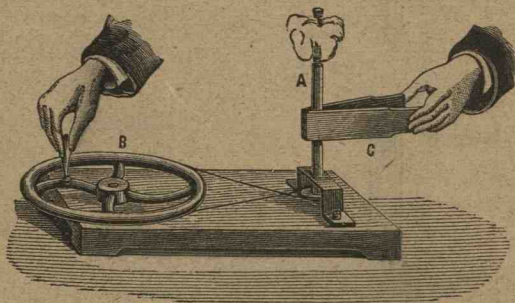


Fig. 154.

forță tubul A în cleștele de lemn C în timpul rotațiunii, frecarea cleștelui pe tub va produce încălzirea din ce în ce mai pronunțată a etherului, care vaporisându-se va arunca cu violență dopul.

Ciocnirea. Când lăsăm să cadă o sferă de plumb de la înălțime pe un plan rigid orizontal, se constată că

sfera s'a încălzit. Lucrul mecanic cheltuit prin căderea plumbului s'a transformat în căldură.

De asemenea, când un glonte de plumb, aruncat de o armă de foc, isbește un obstacol resistant, experiența arată că glonte se încălțesc adese-orî până la punctul de topire.

Metalele se încălțesc considerabil, când, fiind puse pe o nicovală de fer, sunt lovite cu ciocanul.

Comprimarea. Comprimarea bruscă a gazelor produce încălțirea acestor substanțe. Experiența pôte fi realizată cu un tub de sticlă cu pereții groși (fig. 155), în care strêbate un piston; tubul fiind plin

cu aer și apăsând brusc asupra còdei pistonului, ceea-ce va produce o comprimare bruscă a aerului, gazul se va încălți suficient pentru a aprinde o bucată de iască așezată prealabil la fundul tubului.

Transformarea căldurei în lucru mecanic.—Vom cita câteva exemple de transformarea căldurei în lucru mecanic.

Sê considerăm o mașină cu vaporî. Vaporîi introduși în corpul de pompă vor pune în mișcare pistonul și se vor răci; în acest cas, căldura cheltuită de vaporî s'a transformat în lucru mecanic.

Să comprimăm mai întâi un gaz în un corp de pompă și apoi să'l lăsăm să se distindă liber în atmosferă. Experiența arată

că gazul se va răci; căldura perdută de gaz este transformată în lucru mecanic și utilizată a învinge presiunea aerului exterior.

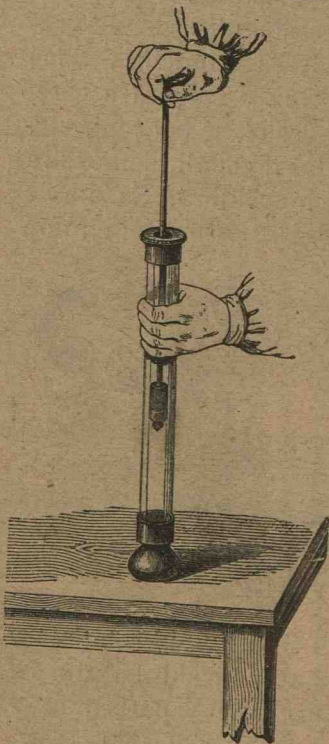


Fig. 155.

Definițiunea mașinelor termice. — O *mașină termică* sau un *motor termic* este un aparat care transformă căldura în lucru mecanic prin intermediarul unei vapóre sau a unui gaz.

Mașina termică cea mai importantă este mașina cu vapori de apă, cunoscută sub numele de *mașina cu vapori*. S'aú construit, de asemenea, mașine sau motoři termici cu aer cald și cu gaze formate din un amestec de gaze combustibile și aer.

Mașina cu vapori cu simplu efect. — Englezul Newkomen a construit o mașină cu vapori în care *generatorul* de vapori, adică căldarea în care se produc vaporii, este deosebită de *condensorul*, care constituie partea mașinei termice în care se condenséză vaporii goniți din corpul de pompă.

Mașina lui Newkomen este formată din un corp de pompă A în care se mișcă pistonul P (fig. 156). Corpul de pompă comunică cu căldarea sau *generatorul* de vapori prin un canal ce póte fi închis prin robinetul R; același corp de pompă este pus în comunicațiune, prin un canal prevézut cu robinetul R', cu *condensorul* din care aerul a fost extras și care este menținut la o temperatură inferióră grație introducerii în condensor de apă rece.

Să vedem modul cum funcționeză acéstă mașină. Să presupunem mai întâiú robinetul R' închis, robinetul R deschis și pistonul P la baza corpului de pompă; vapórea de apă din generator va trece în corpul de pompă și va ridica pistonul în sus. Se închide apoi robinetul R și se deschide R'; vapórea din corpul de pompă va trece parțial în condensor și, conform principiului lui Watt,

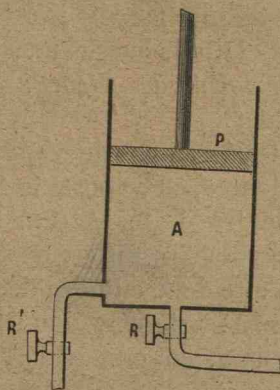


Fig. 156.

va lua forța elastică maximă corespunzătoare temperaturii inferioare a condensului; această forță elastică a vaporilor, fiind inferioară presiunii atmosferice, atmosfera va apăsa pe fața superioară a pistonului și îl va mișca în jos. Continuând a opera în modul indicat, vom produce alternativ ridicarea și coborîrea pistonului.

Mașina cu vaporii descrisă este o mașină cu *simplu efect*, din cauză că vapoarea nu lucrează de cât asupra uneia din fețele pistonului.

Mașinele cu vaporii cu dublu efect. — În locul mașinelor cu efect simplu, în care vapoarea lucrează asupra unei fețe a pistonului iar atmosfera asupra celei-lalte fețe, se usită actualminte mașina cu vaporii cu *dublu efect*. La mașinele cu dublu efect, în interiorul corpului de pompă, închis la ambele capete, se mișcă un piston pe fețele căruia lucrează succesiv vapoarea de apă.

Aceste mașine constituiesc motorii cei mai întrebunțați. S'au construit diverse tipuri de mașine cu dublu efect, cari pot fi clasate în trei categorii: a) *mașine fixe*; b) *mașine marine*; c) *locomotive*.

Relativ la aceste mașine, vom descrie succesiv: a) *generatorul de vaporii*; b) *condensorul*; c) *mecanismul motor*.

Generatorul de vaporii. — Generatorul de vaporii său căldarea cu vaporii, în *mașinele fixe*, este format din un cilindru de fer A (fig. 157 și fig. 158), închis la capete prin două hemisfere de același metal; cilindru A comunică cu alte două cilindre de fer de diametru mai mic, așezate sub A, prin câte două tuburi. Cilindrele B, B sunt pline cu apă, iar cilindru A numai în parte. Aceste cilindre sunt zidite în un cuptor de cărămidă, construit ast-fel ca flacăra precum și produsele combustiei plecând de la focarul F să încăldească mai întâiu cilindrele B, B la baza lor, apoi să trecă în C prin spațiul dintre căldarea A și cilindrele B, B și, în fine, să revină prin canalele D, D, încălđind părțile laterale ale cilindrului A, de

unde apoi trecând prin coșul K, se răspândesc în at-

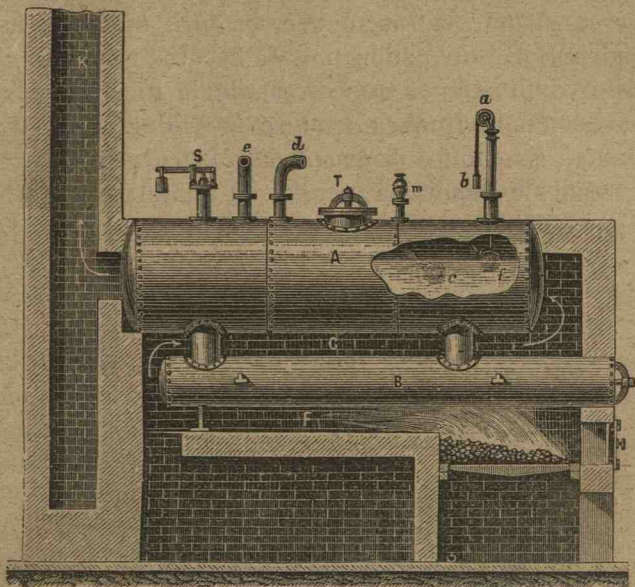


Fig. 157.

mosferă. Apa din generator fiind încălzită se va transforma parțial în vapori, cari se vor condensa mai întâi în apa din cilindrul A; continuând cu încălzirea, se vor produce vapori cari vor fi conținuți în spațiul liber de lichid din cilindrul A.

Pentru a mări suprafața de încălzire a generatorilor, se construiesc căldări *semi-tubulare*, în cari căldarea A este străbătută în interior în sensul lungimeii de un mare număr de tuburi metalice; flacăra și produsele combu-

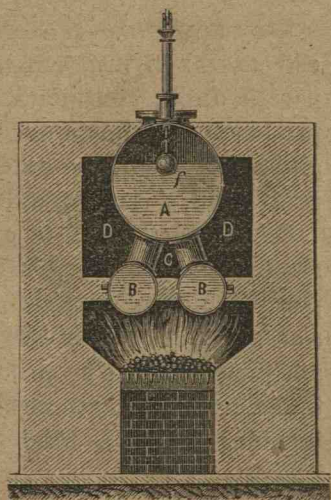


Fig. 158.

stiunei atingând mai întâiu cilindrele B, B, trec apoi prin țevile introduse în cilindrul A, de unde se respândesc în atmosferă.

Se construiesc de asemenea *căldări tubulare*, în cari cilindrii B, B sunt suprimați și flacăra precum și produsele combustiei trec direct de la focar în coș prin tuburile longitudinale introduse în căldarea A.

Pentru *locomotive* și *locomobile*, la cari se cere ca generatorul de vapori să ocupe un spațiu mic și vaporizațiunea lichidului să fie puternică, focarul F (fig. 159)

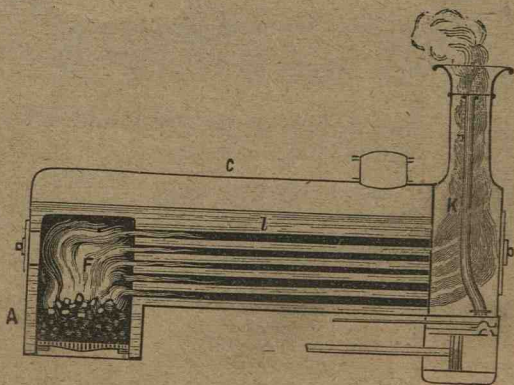


Fig. 159.

este așezat în mijlocul unei cutii A de tablă de fer cu pereții dubli, conținând apă în interiorul lor; flacăra și produsele combustiei trec prin tuburile interioare longitudinale *l*, cu cari este prevădută căldarea C, de unde prin coșul K se respândesc în atmosferă.

Organe accesorii la generatorii cu vapori. — Experiënța arată că, dacă nivelul apei în căldare ar scădea, pereții căldărei ar veni în contact direct cu flacăra și s'ar roși; când apoi s'ar introduce o mică cantitate de apă în căldare, s'ar produce instantaneu o mare cantitate de vapori, ceea ce ar ocasiona exploziunea generatorului. De aceea fiind necesar a cunoște atât nivelul

apei în căldarea A (fig. 157 și fig. 158) precum și presiunea vaporilor, s'a adaptat la căldare aparate accesorii, unele servind a indica nivelul apei din căldare, altele indicând presiunea vaporilor.

Indicatori de nivel. Pentru a indica nivelul apei din căldare, generatorul este prevăzut cu un *indicator de nivel*, un *plutitor f* (fig. 157 și 158) și un *semnal de alarmă m* :

a) Indicatorul de nivel (neindicat în figură) este format din un tub de cristal masticat la cele două extremități în două tuburi de metal, comunicând unul cu partea superioară, cel-l'alt cu partea inferioară a căldărei; în virtutea principiului vaselor comunicante, nivelul lichidului va fi același în căldare și în tubul indicator.

b) Plutitorul *f* (fig. 157 și fig. 158) este atârnat la extremitatea unui lanț înfășurat pe scripetele *a* și prevăzut la cea-l'altă extremitate cu o contragreutate *b*. În axul scripetelui este fixat un ac indicator, care se poate mișca la dreapta sau la stânga, arătând dacă nivelul apei din căldare este superior sau inferior aceluï necesar pentru funcționarea mașinei.

c) Semnalul de alarmă (fig. 157) este format din un plutitor *c* care închide extremitatea inferioară a semnalului *m*. Dacă nivelul lichidului din căldare scade sub nivelul normal, atunci plutitorul *c* deschide semnalul *m*, vapórea ese în exterior atingând marginele unei lame subțiri metalice care va intra în vibrațiune și va produce un sunet ascuțit.

Indicatori de presiune. Pentru a constata presiunea vaporilor din generator, căldarea este prevăzută cu un *manometru* și un *ventil de siguranță S* (fig. 157) :

a) Manometrul întrebuințat la mașinele cu vaporî este manometrul metalic; acest manometru este gradat astfel ca să indice sau presiunea vapórei în *atmosfera* sau în *kilograme pe centimetru patrat*.

b) Ventilul de siguranță, analog aceluï adaptat la óla lui Papin, are de scop a permite ca o parte din vaporii

din căldare să iasă în exterior când presiunea lor trece de o limită determinată. Acest ventil S (fig. 157 și fig.

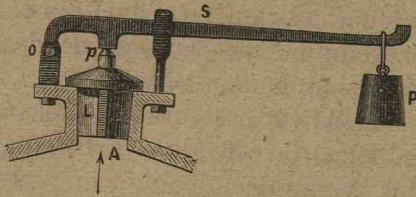


Fig. 160.

160) este format din un dop de bronz L, în formă de trunchi de con, ce închide tubul A adaptat la căldarea cu vapori. Dopul L, terminat la partea superioară prin un vârful p, este menținut închis grație unei pârghii mobile împrejurul axului fix O și prevăzută la extremitatea liberă cu greutatea P. Mărimea greutății P variază după suprafața ventilului în contact cu vaporii din căldare precum și cu presiunea limită a vaporilor. Când presiunea vaporilor trece peste această limită, ventilul este deschis și excesul de vaporii este în atmosferă. Forma descrisă a ventilului de siguranță este cea adoptată la mașinile fixe; la locomotive greutatea P este înlocuită cu un resort.

Alte accesorii la căldările cu vapori. Căldarea A (fig. 157) mai este prevăzută cu o deschidere T, închisă ermetic prin un capac; prin deschiderea T poate intra un om pentru a curăți și repara căldarea în interior. De asemenea pe partea superioară a căldărei sunt adaptate tuburile d și e, cel dintâiu servind a conduce vaporii la corpul de pompă, cel al doilea servind la aducerea apei în căldare.

Aparatele de alimentare. Pentru a alimenta cu apă generatorii de vapori, se face uz la mașinile fixe de o pompă, pusă în mișcare de însăși mașina, care străgând apa din un rezervoriu o gonesce în căldare prin tubul e (fig. 157), care pătrunde până aproape de fundul căldărei; în acest mod, se evită ca vaporii de apă din căldare să vină în contact direct cu apa rece, ceea ce ar provoca condensarea parțială a vaporilor și o funcționare neregulată a mașinei.

+

Mecanismul motor. — Primele mașine cu vapori, cari au adus industriei servicii mari, sunt datorite lui *Watt*. Watt a inventat *sertarul de distribuțiune*, care permite a introduce alternativ vapoarea pe fețele pistonului și a goni în atmosferă sau în condensor vapoarea ce a încetat a mai servi.

Relativ la mecanismul motor a mașinei cu vapori, vom descrie succesiv corpul de pompă sau cilindrul în care se mișcă pistonul, modul în care se face distribuțiunea vaporilor în corpul de pompă, organele mașinei cari servesc la transformarea mișcării alternative a pistonului în mișcarea circulară continuă și, în fine, organele accesorii cari servesc a regula mișcarea mașinei.

Corpul de pompă și distribuirea vaporilor în corpul de pompă. Corpul de pompă este un cilindru metalic A (fig. 161 și fig. 162) închis la ambele capete și în care se mișcă pistonul P, prevă-

zut cu o vergea ce străbate baza superioară a corpului de pompă. Vapoarea din generator este condusă prin tubul *d* în camera de distribuțiune sau cutia de vapori B, aplicată lateral pe corpul de pompă, de unde prin canalele *a* și *b* poate fi introdusă în corpul de pompă A. Distribuiri alternativă a vapoarei pe fețele pistonului se face prin ajutorul unui aparat *s*, având forma unui sertar de masă, și a cărui mișcare este regulată de vergéua *t* aplicată la sertar. Un al treilea canal *o*, permite comunicarea interiorului sertarului cu atmosfera sau cu un condensor.

Mișcarea sertarului se face astfel, ca în orice moment sertarul să închidă de odată două din canalele *a* și *b* și *o*.

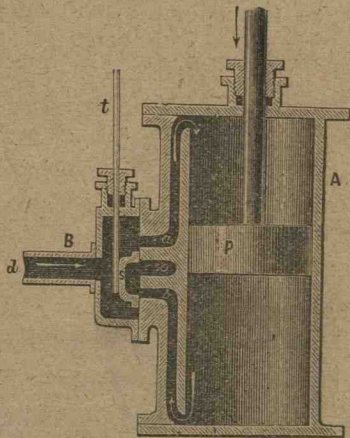


Fig. 161.

Să examinăm modul cum se face distribuțiunea vaporilor în corpul de pompă. Când vapórea din generator trece prin canalul *d* în cutia de distribuțiune B și apoi prin canalul de admisiune *a* de-asupra pistonului P (fig. 161), sertarul *s* închide canalele *b* și *o*; vapórea de sub pistonul P va intra prin canalul de admisiune *b* în sertarul *s* și apoi prin canalul *o* va trece în atmosferă saú în condensor; pistonul P, în acest cas, se mișcă de sus în jos.

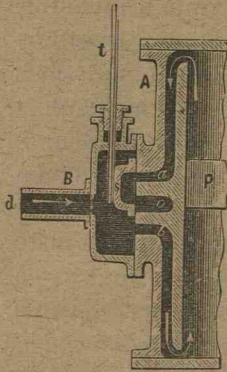


Fig. 162.

Când vapórea trece din camera de distribuțiune prin canalul *b* sub piston (fig. 162), sertarul *s* închide canalele *a* și *o*; vapórea de-asupra pistonului trece în sertarul *s* prin canalul *a*, de unde prin canalul

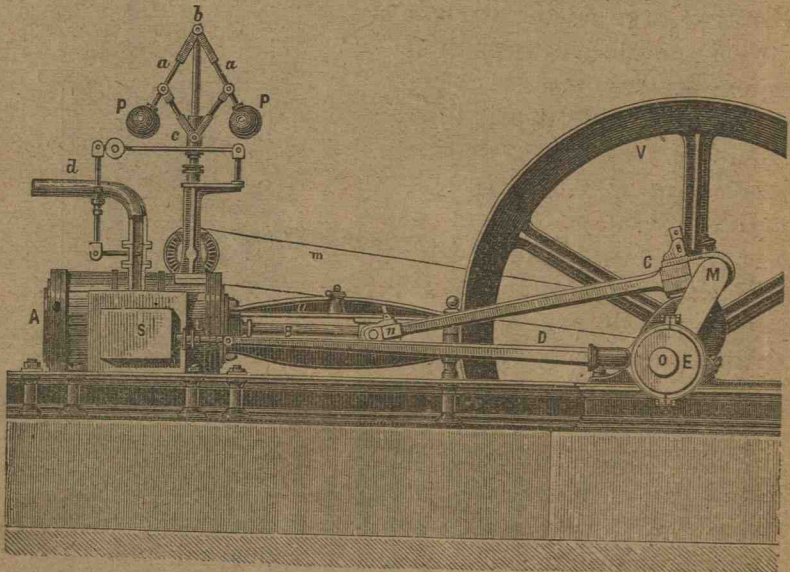


Fig. 163.

o este gonită în atmosferă saú în condensor; pistonul, în acest cas, se mișcă de jos în sus.

Organele mașinei de vapori cari transformă mișcarea rectilinie a pistonului în mișcarea circulară. Vom descrie mecanismul care transformă mișcarea rectilinie alternativă a pistonului în mișcare circulară continuă la una din formele cele mai simple a mașinei cu vapori (fig. 163).

Extremitatea vergelei B a pistonului care se mișcă în cilindrul A, este articulată în n prin un bloc resistant la o bară metalică C numită *bielă*; cea-l-altă extremitate a bielei este ea însăși articulată la *manivela* M fixată perpendicular la un arbore orizontal O, mobil împrejurul axului său. Blocul n se mișcă între două șine orizontale u , ceea ce face ca căda B a pistonului să nu pătă avea de cât o mișcare rectilinie. Grație bielei C și a manivelei M, mișcarea rectilinie alternativă a cădei B a pistonului determină o mișcare circulară a arborelui motor împrejurul axului său. O excursiune alternativă completă a pistonului produce deci o mișcare circulară de 360 grade a arborelui motor al mașinei.

Pe arborele motor este fixată perpendicular o rotă grea V, numită *volant*, care servește a regula mersul mașinei, precum și un scripete pe conturul căruia se pôte aplica o curea care servește a transmite mișcarea arborelui motor la alte mașine.

Condensorul.— Condensorul este acea parte a mașinei cu vapori în care se condensază vapórea de apă gonită din corpul de pompă. Există mașine cu vapori la cari condensorul este suprimat.

Tipurile principale de mașini cu vapori după presiunea vaporilor.— Se disting trei tipuri de mașini cu vapori după presiunea vaporilor de apă din generator introduși în corpul de pompă :

a) *Mașini cu presiune mică*, la cari forța elastică a vaporilor nu trece de 2 atmosfere; aceste mașini sunt prevădute cu condensor.

b) *Mașini cu presiune medie*, la cari forța elastică a vaporilor este coprinsă între 2 și 5 atmosfere.

c) *Mașini cu presiune mare*, la cari forța elastică a vaporilor trece de 5 atmosfere. La aceste mașine, condensorul este suprimat și vapoarea din cilindru este gonită direct în atmosferă. Locomotivele și locomobilele sunt mașine cu vapori cu presiune mare.

Locomotiva. — Locomotivele sunt mașine cu vapori cu presiune mare și fără condensor destinate a transporta vagoanele pe drumurile de fer. Vom descrie aci *locomotiva lui Stephenson*.

Locomotiva lui Stephenson (fig. 164), după cum se

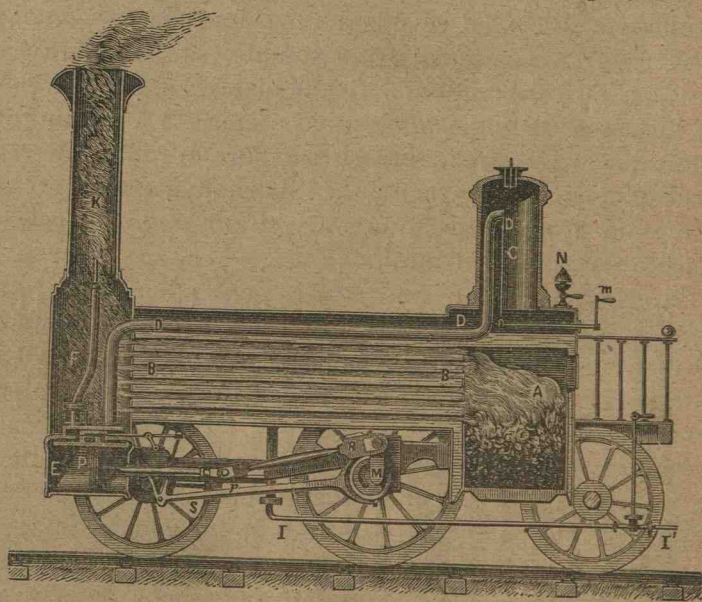


Fig. 164.

vede în secțiune, este formată din o căldare, a cărei lungime este aproape aceea a mașinei. Căldarea este străbătută în sensul lungimeii de o mulțime de tuburi B, înconjurate cu apă. Produsele gazoase combustibile plecând de la focarul A trec prin toate aceste tuburi și ies prin coșul K. Rolul acestor tuburi este, după cum s'a vădut, a mări suprafața de încăldire a apei din căldare

și a activa vaporisarea ei. Vapórea din generator se stringe în camera C, situată la partea superióră a căldărei, de unde prin canalul DD' este condusă în două corpuri de pompă E, aședate la partea anterioră a locomotivei. Canalul DD' póte fi închis sau deschis, oprind sau făcând să trecă vapórea din generator în corpul de pompă, grație unei chei manevrate în exterior prin mânerul *m*.

Să examinăm acțiunea vapórei introdusă în un corp de pompă. Acéstă vapóre introdusă în corpul de pompă E, pune în mișcare pistonul P, a cărui códă este articulată la biela R, articulată la rândul ei la manivela M fixată la axul celor două roți mai mari de la mijlocul mașinei; mișcarea pistonelor P în corpurile de pompă vor produce mișcarea acestor roți, numite roți *motrice*. Vapórea gonită din corpul E va eși în exterior prin tubul F și va activa expulsarea productelor combustibile cari au trecut prin tuburile B. Excentricul S va pune în mișcare sertarul, care servește a distribui vapórea în cilindru. Locomotiva mai este prevădută cu semnalul de alarmă N și cu tubul II' prin care se aspiră apa de la vagonul cu apă și combustibil, numit *tender*, legat la locomotivă.

Mașine marine. — Mașinele marine sunt cele mai puternice mașine cu vaporî; s'au construit mașine marine cari au o putere de mai multe mii de cai vaporî. Pentru necesitățile navigației, vaporul trebuind a se mișca cu ușurință în un sens sau în altul, s'a adaptat la mașinele marine o dispozițiune specială numită *culisa lui Stephenson*, care permite a schimba chiar în timpul mersului mașinei sensul mișcării sertarelor, determinând ast-fel schimbarea sensului mișcării vaporului.

Culisa lui Stephenson este de asemenea adaptată și la locomotive.

Locomobila. — Locomobila, a cărei aparență exterioră este aceea a unei locomotive, este totuși o mașină cu va-

pori fixă ; roțile locomobilei servesc numai a o transporta din un loc în altul.

În modelul alăturat de locomobilă (fig. 165), focarul

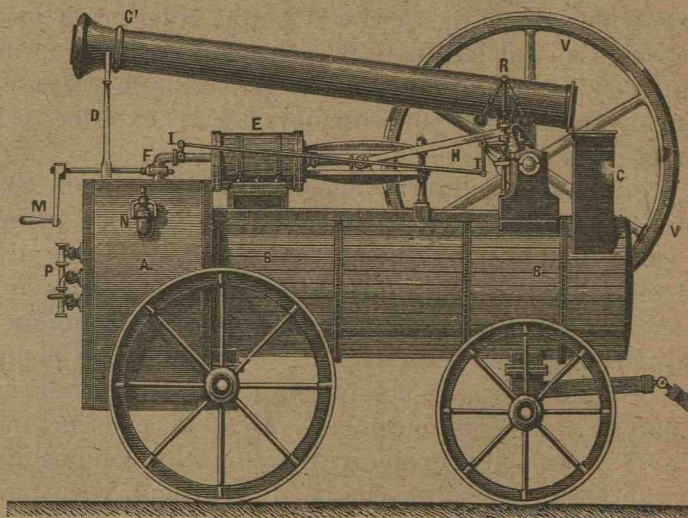


Fig. 165.

este în A, iar BB reprezintă căldarea tubulară. Produsele combustibile trecând prin tuburile căldărei es în atmosferă prin coșul CC'. Cilindrul său corpul de pompă E este fixat orizontal la partea superioară a căldărei ; cōda pistonului, ce se mișcă în corpul de pompă, este articulată la biela H, articulată la rëndul ei la manivela L fixată la axul arborelui motor. Tot pe axul arborelui motor este fixat și volantul VV, pe conturul căruia se înfășură cureaua ce transmite mișcarea la alte mașine, de exemplu la o treerătoare. În R este un regulator cu forță centrifugă ; M este manivela care permite intrarea vaporilor în corpul de pompă ; în fine, P este indicatorul de nivel.

Mașinele cu gaz.— În mașinele cu gaz lucrul mecanic este datorit forței elastice produse prin combustiuinea unui amestec de gaz de luminat cu aer sau a unui amestec

de vapori de petrol sau benzină cu aer. Combustiunea amestecului găzos, în care aerul intră în cantitate mai mare, se face în interiorul corpului de pompă.

Iată principiul acestor mașine. Să presupunem mai întâi pistonul la extremitatea închisă a corpului de pompă, care este deschis la cea-l'altă extremitate. Prin mișcarea pistonului rămânând un spațiu vid între basa închisă a cilindrului și piston, sertarul distribuitor permite intrarea amestecului găzos în acest spațiu vid. Când pistonul a ajuns la un punct determinat al excursiunii sale, sertarul distribuitor opresce intrarea gazelor în corpul de pompă ; în acest moment se aprinde, prin o scântee electrică de exemplu, amestecul găzos, care va produce prin combustiuinea sa în interiorul corpului de pompă o presiune de mai multe atmosfere și pistonul va fi împins înainte. Când pistonul efectuează, în urmă, o mișcare în sens invers, sertarul distribuitor permite gonirea din corpul de pompă a produselor combustiuinei. Admisiunea amestecului găzos și combustiuinea sa în corpul de pompă, precum și gonirea din corpul de pompă a produselor combustiuinei, vor provoca o mișcare rectilinie alternativă a pistonului ; această mișcare a pistonului va fi transformată la rândul ei, ca și la mașinele cu vapori, în mișcare circulară.

X *S. A. P. C.*

APLICAȚIUNI ALE LEGILOR CĂLDUREI

LA FENOMENELE NATURALE ȘI LA INDUSTRIE

Meteore apoșe.

Roua. — Se observă adesea ori dimineța, după o noapte senină și liniștită, că corpurile descoperite de pe suprafața pământului, și mai cu seamă părțile verzi ale plantelor, sunt acoperite cu picături de apă foarte fine ; se dă numele de *rouă* acestui fenomen.

Explicațiunea acestui meteor apos este următoarea: În timpul nopților senine, corpii de pe suprafața pământului radiând căldură se răcesc cu atât mai mult cu cât puterea lor emisivă este mai mare; în aceste condițiuni, temperatura acestor corpuri se va scobori cu 5 până la 6 grade sub temperatura aerului ambiant; dacă vapoarea de apă din stratul de aer în contact cu pământul este aproape de punctul de saturațiune, ea se va condensa și se va depune pe suprafața corpurilor sub formă de rouă.

Studiând condițiunile producțiunei rouei, s'a ajuns la următoarele rezultate:

Corpurile mate și părțile verzi ale plantelor au o putere emisivă mare; pe aceste corpuri roua se depune în abundență. Din contra, roua se depune foarte puțin sau aproape de loc pe metale cu suprafața lucie, din cauză că aceste corpuri au o putere emisivă foarte mică.

O condițiune esențială pentru depunerea rouei pe corpuri, este ca ei să fie expuși la aerul liber. Ast-fel, roua nu se depune pe plantele sau corpii cari se află sub un arbore sau un adăpost, din cauză că căldura perdită de corp prin radiare este compensată de căldura primită de la adăpost. Roua nu se formeză când cerul este acoperit de nori, căci norii formeză ca un adăpost care împiedică scăderea temperaturii corpurilor de pe pământ.

Un vânt violent face imposibilă producerea rouei, din cauză că stratele de aer ce ating pământul nu au timpul suficient de a se răci pentru ca vapoarea ce ele conțin să se condenseze; din contra, un vânt ușor favorizează producerea rouei, aducând neîncetat strate noi de aer cari vor ceda corpurilor umiditatea lor.

Bruma. — În timpul nopților senine și liniștite de primăvară sau toamnă și după o zi rece, se poate întâmpla ca corpurile de pe suprafața pământului să se răcescă așa de mult în cât temperatura lor să scadă sub zero grade; în acest cas, vapoarea de apă din stratul

de aer în contact cu pământul se condensază și trece direct din starea găzósă în starea solidă, depunându-se pe suprafața corpurilor sub formă de particule foarte mici de gheață. Acest hidrometeor este cunoscut sub numele de *brumă*, care se produce în aceleași condițiuni ca și roua.

Negure. Norii.— Aerul atmosferic conține o cantitate mai mult sau mai puțin mare de vapóre de apă, care, fiind invisibilă, face ca atmosfera să fie transparentă. Vapórea de apă din atmosferă se póte condensa din diferite cauze sub formă de mici picături, formând *negurele* și *norii*. *Negurele* sunt rezultatul condensățiunei vapórei de apă din stratele de aer din apropierea pământului; pe când *norii* rezultă din condensățiunea vapórei de apă din stratele de aer depărtate de pământ.

Se credea mai înainte că picăturile de apă, cari forméză negurele și norii, sunt constituite din bășicuțe formate din o peliță subțire ligidă umplută în interior cu aer sau cu vapóre de apă; după cercetările d-lui Assmann, negurele și norii sunt formați din picături licide pline.

Picăturile de apă, rezultând din condensarea vaporilor, sunt mai grele de cât aerul; ele cad însă foarte încet din cauza rezistenței ce o întâmpină în căderea lor din partea aerului. Un nor nu rămâne imobil la aceeași distanță verticală de pământ, dar cade foarte încet; picăturile de apă de la partea inferióră a norului cad în jos, trec în regiuni mai calde și se transformă în vapóre de apă invisibilă, pe când vapórea de apă de la partea superióră a norului se condensază. Aceste transformări continue, ne explică pentru ce un nor, de și conservă întru cât-va o formă generală, varie neconținut în detaliile sale.

Causele cari produc condensarea vaporilor de apă din atmosferă. Aceste cauze pot fi reduse la următóarele trei;

a) *Condensarea prin răcirea directă*, când o masă de aer trece din o regiune mai caldă în o regiune mai rece sau când masa de aer se răcesce direct prin *radiare*.

Răcire directă prin radiare se produce în strate de aer, a căror grosime nu trece de câțiva metri, aflate în contact cu râurile, lacurile și în general cu locurile umede, în timpul nopților senine; condensarea vaporilor de apă din aceste strate de aer produce negurele.

b) *Condensarea prin destinderea aerului și prin răcire.* Când un curent de aer cald și umed se ridică în regiunile înalte ale atmosferei, unde temperatura este mică, vaporii de apă se condensază. Condensarea vaporilor este datorită atât temperaturii joase din acele regiuni, cât și destinderii (detentei) masei de aer; în adevăr, în regiunile înalte ale atmosferei, presiunea atmosferică fiind mică masa de aer ridicată la acea înălțime se *destinde brusc*; această mărire de volum produce în același timp răcirea masei de aer și condensarea vaporilor ce ea conține.

c) *Condensarea vaporilor de apă a două mase de aer umed la temperaturi diferite.* Când două mase de aer la temperaturi diferite sunt ambele saturate cu vaporii de apă, amestecul lor va produce tot-d'a-una condensarea vaporilor, dând naștere prin urmare la negure și nori. Ne putem explica ast-fel acest fenomen: Fie f și f' forțele elastice maxime ale celor două mase de aer saturate cu vaporii de apă la temperaturile t și t' ; forța elastică medie a amestecului este $\frac{f+f'}{2}$; de altă parte, experiența arată că forța elastică maximă F a vapoarei de apă la temperatura $\frac{t+t'}{2}$ este mai mică de cât $\frac{f+f'}{2}$; urmează deci că, în aceste condițiuni, vapoarea de apă din atmosferă se va condensa în tot-d'a-una.

Condensațiunea vaporilor din două mase de aer nesaturate depinde de proporțiunile în cari aceste mase intră în amestec precum și de temperaturile lor.

Clasificarea norilor. Norii se prezintă sub forme diferite și la înălțimi variabile. Pentru a-i putea distinge, s'a clasificat norii în următoarele patru clase principale:

a) *Cirrus*, cari au o culoare albă uniformă și fără umbre; acești nori se prezintă sub forme de filamente subțiri și sunt constituiți din ace de gheață suspendate în atmosferă; înălțimea acestor nori poate ajunge de la 9 până la 10 kilometre.

b) *Stratus*, sub forme de bande orizontale; acești nori se observă adese-ori la orizont la apusul soarelui.

c) *Cumulus*, nori mari albi ca conturul rotundit și situați la o înălțime care nu trece de două până la trei kilometre; acești nori se observă mai cu seamă în timpul verii.

d) *Nimbus*, nori întunecoși, fără formă determinată, cari ocupă adese-ori pe cer o întindere mare. Acești nori sunt cei mai apropiați de pământ și sunt formați din picături de apă mai mari de cât acele ce constituiesc norii cumulus. Norii nimbus sunt norii de ploie; de aci derivă și numirea lor.

Combinarea convenabilă a acestor patru specii de nori permite a clasifica norii, în ori-ce condițiuni s'ar prezenta.

Nebulositate. Se definește *nebulositatea* fracțiunea întinderii cerului acoperite de nori, ori-care ar fi natura lor. Nebulositatea se notează cu numerele începând de la 0 și până la 10, fie-care unitate corespunzând cu $\frac{1}{10}$ din întinderea vizibilă a cerului. Dacă cerul este acoperit în totalitate cu nori, nebulositatea va fi exprimată prin numărul 10; dacă cerul este acoperit pe jumătate, nebulositatea va fi egală cu 5. Nebulositatea se măsoară din vedere; ea va fi deci cunoscută aproximativ.

Plóia. *Pluviometru*. — Când mai multe picături de apă, din cari sunt formați norii, se reunesc între ele pentru a forma picături mai mari, aceste din urmă nu vor mai putea fi menținute în atmosferă și vor cădea pe pământ; acest fenomen constituie *plóia*.

Este interesant, mai cu seamă pentru agricultură, a cunoaște cantitatea apei de plóie ce cade în o localitate.

Determinarea acestei cantități se face prin ajutorul unor aparate numite *pluviometre*. Vom descrie aci pluviometrul lui Hervé Mangon.

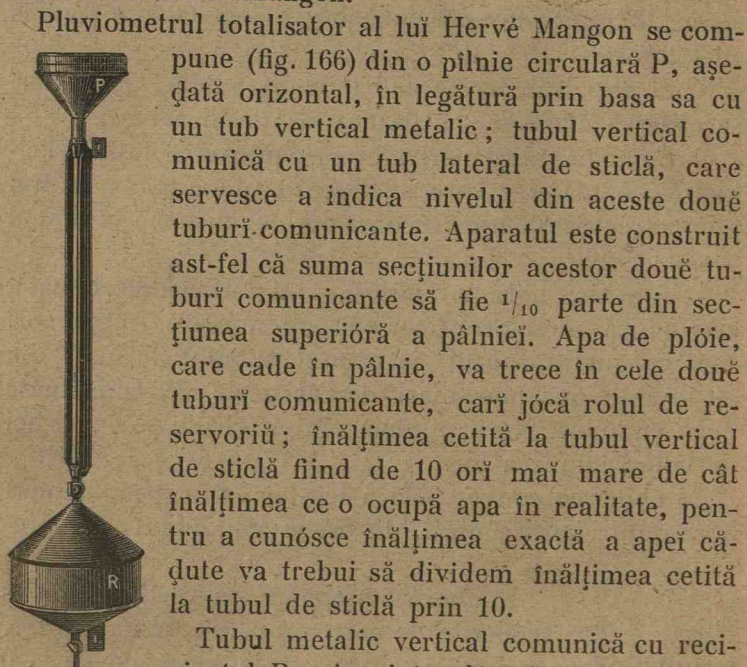


Fig. 166.

Pluviometrul totalisator al lui Hervé Mangon se compune (fig. 166) din o până circulară P, așezată orizontal, în legătură prin baza sa cu un tub vertical metalic; tubul vertical comunică cu un tub lateral de sticlă, care servește a indica nivelul din aceste două tuburi comunicante. Aparatul este construit astfel că suma secțiunilor acestor două tuburi comunicante să fie $\frac{1}{10}$ parte din secțiunea superioară a pâlniei. Apa de ploie, care cade în până, va trece în cele două tuburi comunicante, cari jocă rolul de rezervoriu; înălțimea cetită la tubul vertical de sticlă fiind de 10 ori mai mare de cât înălțimea ce o ocupă apa în realitate, pentru a cunoște înălțimea exactă a apei cădute va trebui să dividem înălțimea cetită la tubul de sticlă prin 10.

Tubul metalic vertical comunică cu recipientul R prin ajutorul unui robinet. După fie-care cetire a înălțimei lichidului în tubul de sticlă, se deschide robinetul ce interceptează comunicațiunea între tubul metalic vertical și recipientul R și se lasă să curgă lichidul în recipientul R; în acest mod vom strânge apa în recipient și o vom împedica să se evaporeze. Când s'a strâns o cantitate mai mare de lichid în R, deschidem robinetul de la baza recipientului și culegem apa în un cilindru C (fig. 167), prevăzut cu un tub lateral de sticlă gradat, care servește a indica înălțimea lichidului din cilindru. Cunoscând secțiunea cilin-

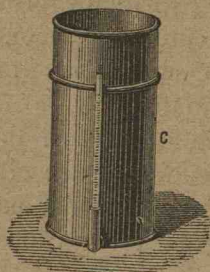


Fig. 167.

drului C și înălțimea ligidului din cilindru, vom cunoște și volumul ligidului; acest volum divizat prin secțiunea pâlniei ne va da înălțimea apei de plôie culesă în pluviometru în un timp determinat. Se va putea controla ast-fel, dacă suma înălțimilor cetite la tubul de sticlă al pluviometrului este egală cu înălțimea ligidului cules în recipientul R.

Zăpada.— Când vapórea de apă se condensază în regiunile atmosferei, a căror temperatură este inferióră temperaturii de zero grade, ea trece direct din starea gazósă în starea solidă. Dacă această trecere din starea gazósă în starea solidă se face încetul cu încetul, ghiața formată presintă forme cristaline regulate, aparținând sistemului hexagonal. Aceste forme cristaline (fig. 168)

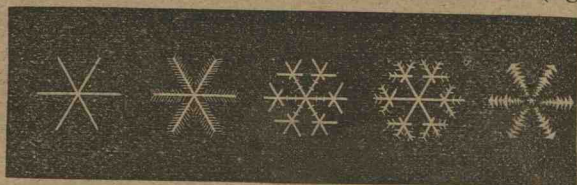


Fig. 168.

aú aspectul unor stele cu șese rađe, cari pot fi saú simple saú prevădute cu ramificațiuni mai mult saú mai puțin complicate. Formele cristaline se observă mai în tot-d'a-una în țările septentrionale; în țările din partea centrală a Europei, ele se produc mai cu sémă când timpul este rece și liniștit. Când temperatura este fórte jósă, zăpada se presintă de cele mai multe ori sub forma unor ace de ghiață lungi și subțiri.

Poleiú.— Adese-ori se întâmplă că picăturile de apă din neguri saú nori să aibă o temperatură mai mică de zero grade și să fie menținute în starea ligidă grație fenomenului suprafusiunei; aceste picături, trecând prin o atmosferă a cărei temperatură este mai mică de zero grade și ajungând la pământ, a cărui temperatură este de asemenea inferióră temperaturii de zero grade, se

vor solidifica brusc prin ciocnirea lor cu pământul; se va forma atunci pe pământ un strat de gheață transparent, a cărui grosime va fi cu atât mai mare cu cât căderea plôei în suprafusiune durează mai mult; gheața formată în aceste condițiuni se numește *poleiă*.

Din cele expuse rezultă că pentru producerea poleiului se cer trei condițiuni: a) plôie în suprafusiune; b) atmosfera, prin care străbate plôia, la o temperatură mai mică de zero grade; c) corpurile și pământul pe cari cade plôia la o temperatură inferioară temperaturii de zero grade.

Grindina. — Se dă numele de *grindină* globulelor de gheață cari cad pe pământ primăvara și vara în timpul cel mai călduros al zilei. Grindina se formază în regiunile cele mai înalte ale atmosferei, unde temperatura este foarte scădută; în adevăr, norii de grindină sunt la înălțimi a căror temperatură este mai mică de -10° . Dacă examinăm un bob de grindină, vedem că este compus din o parte centrală opacă acoperită cu strate concentrice de gheață alternativ transparente și opace. Diametrul globulelor de grindină variază de la 5 milimetri la 2 centimetri și trece de multe ori de 5 centimetri.

Grindina se observă pe timpuri furtunoase și căderea ei este adesea ori însoțită de descărcări electrice.

P. a. p. concours

Distribuțiunea temperaturilor pe pământ.

Observațiuni termometrice. — Termometrele, cari servesc la determinarea temperaturii aerului, vor fi așezate la o distanță de $1^m,80$ până la 2 metri de-asupra pământului, la umbră, în un loc depărtat de construcțiuni și sub un adăpost convenabil, care să le apere contra radierii căldurii.

Dacă ne servim de termometre înregistrătoare și observăm direct termometrele, se obișnuiesc a se face

șese cetiri pe ȃi începând cu orele șese sau șapte de dimineța ; în primul cas, facem observa iunile la 6 ore, 9 ore a. m., 12 ore din ȃi, 3 ore, 6 ore, 9 ore p. m. ; în al doilea cas, dacă începem seria observa iunilor la 7 ore a. m., vom face lecturile la 7 ore, 10 ore a. m., apoi la 1 oră, 4 ore, 7 ore, 10 ore p. m. ; media aritmetică a acestor șese observa iuni este temperatura medie a ȃilei.

Dacă nu este posibil a face de c t trei observa iuni pe ȃi, se obișnuesce în general a se observa termometrul la 6 ore a. m., la 12 ore din ȃi și la 9 ore p. m. ; experiența arată că media aritmetică a acestor trei observa iuni este f rte apropiată de media temperaturii ȃilei obișnute prin cele 6 observa iuni precedente sau prin 24 observa iuni făcute din or  în or . Dacă observa iunile diurne sunt reduse la două, se preferă a se face observa iunile la 9 ore a. m. și la 9 ore p. m. ; în fine, dacă nu facem de c t o singură observa iune, este preferabil a face cetirea termometrului la 9 ore a. m.

Temperatura medie a unei ȃile, a unei luni, a unui an și a unei localități. — *Temperatura medie a ȃilei*, în un loc determinat de pe p m nt, este media temperaturilor observate în timpul unei ȃile din or  în oră sau la ore convenabile, cum s'a v dut deja.

Temperatura medie a unei luni este media temperaturilor tuturor ȃilelor lunii ; se va obișnui dec  ac st  temperatură medie făcând suma a 30 sau 31 temperaturi diurne și diviz nd ac st  sumă prin 30 sau 31.

Temperatura medie a unui an este media temperaturilor lunilor anului ; se va obișnui ac st  temperatură medie făcând suma a 12 temperaturi medii lunare și diviz nd ac st  sumă prin 12.

Temperatura medie a unei localități este media temperaturilor anuale în un interval mai mare de ani.

Varia iunea temperaturii diurne în un loc determinat pe glob. — Temperatura unui loc determinat de pe

glob varie în timp de 24 de ore. Ast-fel, temperatura cea mai mică se observă aprópe de momentul când răsare sórele ; ea crește neconținut până ce ajunge maximă către 2 ore p. m., în timpul verei și 1 oră p. m., în timpul ernei ; din acest moment, temperatura descrește neconținut.

Explicațiunea este următoarea : Din momentul ce sórele apare până la mieđul ției, acest astru se ridică neincetat pe orizont și trimite rađe de căldură a cărer înclinațiune descrește, așa că căldura primită de pămînt crește din ce în ce mai mult ; de altă parte, rađele solare de la aparițiunea sa până la mieđul ției, străbătând prin atmosferă spații din ce în ce mai mici, vor fi mai puțin absorbite de atmosferă și vor ceda pămîntului o cantitate de căldură mai mare ; aceste două cauze contribuiesc a produce creșterea temperaturii de la răsărarea sórelui până la mieđul ției. De la mieđul ției, rađele solare cad din ce în ce mai înclinate, însă puterea emisivă a pămîntului fiind mai mică de cât puterea sa absorbantă, temperatura va continua a crește până la un maximum, pe care observațiunea arată că ccorespunde la 2 ore p. m. în timpul verei și la 1 oră p. m. în timpul ernei. Mai departe, înclinațiunea rađelor solare continuând a crește și distanța ce o străbat prin atmosferă mărindu-se, puterea emisivă a pămîntului este mai mare de cât puterea sa absorbantă ; temperatura va descrește până ce ajunge la o temperatură minimă, pe care observațiunea ne-o arată că se produce cu câte-va momente înainte de răsărarea sórelui.

Linii cari exprimă distribuirea temperaturilor pe suprafața globului terestru. — Pentru a putea face o comparațiune între temperaturile diferitelor localități de pe pămînt, Humboldt a construit pe globul terestru trei serii de linii cunoscute sub numele de *linii isoterme*, *isotere* și *isochimene*.

Linii isoterme resultă din reunirea punctelor de pe globul terestru cari au aceeași temperatură medie anuală.

Liniiile isotere provin din reunirea punctelor de pe glob cari aũ aceeași temperatură medie în timpul lunilor de vară : Iunie, Iulie și August.

Liniiile isochimene rezultă din reunirea punctelor pe glob cari aũ aceeași temperatură medie în timpul lunilor de iarnă : Decembre, Ianuarie și Februarie.

Climate. *Climate constante, temperate, escesive.*— Se dă numele de *climat* totalității condițiunilor meteorologice cari caracterisă o localitate în interval de un an. Intre aceste condițiuni vom nota : temperatura medie anuală, temperaturele medii de vară și de iarnă, umiditatea aerului, presiunea atmosferică, vânturile etc.

Se usită a se clasifica climatele ținând socotelă de temperaturile medii de vară și de iarnă, cu alte cuvinte de liniile isotere și isochimene cari trec prin o localitate dată. In adevăr, dacă s'ar ținea socotelă numai de liniile isoterme, s'ar putea întâmpla ca două localități având aceeași temperatură medie anuală să difere foarte mult prin temperaturile medii de vară și de iarnă. Luând de normă diferența între temperaturile medii de vară și de iarnă, s'aũ clasificat climatele în modul următor :

a) *climate constante* când diferența între temperaturile medii de vară și de iarnă nu trece de la 6° până la 7° ;

b) *climate temperate* când diferența între aceste temperaturi este cam de 15° ;

c) *climate excesive* când diferența temperaturilor medii de vară și de iarnă trece de 15° .

Variațiunea temperaturilor cu latitudinea. — Dacă considerăm localități pe suprafața globului la diferite latitudini, se constată că temperatura descresce cu cât ne depărtăm de la ecuator spre poli. Causa principală a acestei variațiuni este înclinațiunea rașelor solare, cari cad cu atât mai înclinate cu cât latitudinea locului este mai mare. Sciind că căldura cedată de rașele solare este cu atât mai mică cu cât rașele cad mai înclinat, urmază

că căldura primită de diferite puncte ale pământului des-
cresce cu latitudinea.

Ținând socotélă de înclinațiunea rașelor solare ce cad
pe pământ precum și de lungimele relative ale zilelor și
noptilor la diferite latitudini, s'a împărțit suprafața glo-
bului în cinci mari zone :

1) *Zona toridă*, coprinsă între cele două tropice, adică
între cele două cercuri paralele depărtate de o parte și
de alta a ecuatorului cu $23^{\circ}28'$. Temperatura medie
anuală în zona toridă este cea mai ridicată ; în această
zonă se observă un climat constant.

2) *Două zone temperate*, limitate de o parte de cele
două cercuri tropice, de altă parte de cele două cercuri
polare, depărtate de poliî pământului cu $23^{\circ}28'$. În aceste
zone, cu cât ne depărtăm de tropice spre cercurile po-
lare cu atât temperatura medie anuală devine mai mică ;
climatul care este temperat pe lângă tropice devine excesiv
pe măsură ce ne apropiem de cercurile polare.

3) *Două zone glaciale* cuprinse între poliî pământului
și cele două cercuri polare ; în aceste zone, în care pământul
este acoperit vecinic de gheață, temperatura medie
anuală este foarte mică.

Influența altitudinei asupra temperaturii. — Dacă
considerăm un punct de pe globul terestru la o latitu-
dine determinată, observațiunea arată că temperatura se
micșorează pe măsură ce altitudinea, adică înălțimea
locului de-asupra nivelului mării, se mărește. După ob-
servațiunile făcute se pare că temperatura descrește cu
1^o dacă altitudinea se mărește cu 180 metri.

Acest fapt ne explică pentru ce limita zăpezei perpetue
este la o înălțime cu atât mai mare cu cât latitudinea locului
este mai mică. Ast-fel la Quito, în apropiere de ecuator, li-
mita zăpezei este la 4800 metri de-asupra nivelului mării ;
în munții Alpi, situați la o latitudine mai mare, limita ză-
pezei este la 2700 metri ; în fine, în munții Islandei, la o
latitudine și mai mare, limita zăpezei nu trece de 950 metri.

Influența vecinătății mării asupra temperaturii unui loc. Climate maritime și continentale.—Localitățile apropiate de mare au un climat temperat și adese-orî constant. Causa este datorită vecinătății mării. În adevăr, apa are o putere absorbantă și emisivă mai mică de cât pămîntul; pe lângă acestea, apa are cea mai mare căldură specifică, așa că apa se încălzește și cedeză căldura mai lent; de aci rezultă că la apele mării vom observa o variațiune de temperatură mai mică de cât pe pămînt. Locurile din vecinătatea mării, acoperite mai des cu nori de cât locurile depărtate de mare, vor avea o temperatură mai mică în timpul zilei și o temperatură mai ridicată în timpul nopții, de cât locurile de pe glob depărtate de mare și situate la aceeași latitudine, din cauză că norii temperéză în cursul zilei căldura solară și micșorează în timpul nopți puterea emisivă a pămîntului.

Se face o distincțiune între climatele localităților din vecinătatea mărilor și numite *climate maritime* și climatele localităților depărtate de mare, cărora li se rezervă numele de *climate continentale*. Climatele maritime sunt climate temperate și câte odată chiar constante, pe când climatele continentale sunt adesea orî excesive.

Două localități, avînd aceeași latitudine, pot avea un climat maritim sau continental, după cum sunt apropiate sau nu de mări. Ast-fel, Parisul și Viena au aprópe aceeași latitudine geografică; diferența între temperaturile medie de vară și de iarnă la Paris este de 15°, pe când aceeași diferență este la Viena de 20°; cel d'întăiu oraș are un climat temperat și maritim, cel de al doilea un climat excesiv și continental.

x p. a. ~~~~~

V ê n t u r î.

Vânturi. Causele vînturilor.—Vînturile sunt curenții de aer din atmosferă datoriti inegalității de presiune a maselor de aer din regiuni învecinate.

Vom examina cauzele principale cari produc această neegalitate de presiune a maselor de aer.

Să presupunem că pământul în o regiune óre-care a fost încălđit mai puternic. Stratele de aer în contact cu pământul se vor încălđi, vor deveni mai ușore și se vor ridica în sus producând un curent ascendent; pe măsură însă ce aerul se ridică în atmosferă, unde presiunea se micșoréză, el se dilatăză, se răcesce, presiunea sa se micșoréză și ajunge un moment când ea este egală cu presiunea aerului exterior cu care este în contact; din acest moment aerul încetéză a se mai ridica și produce un curent orizontal de aer din regiunea caldă în regiunea rece. De altă parte, prin ridicarea aerului din regiunea caldă, presiunea aerului atmosferic în contact cu solul se micșoréză, aerul din regiunile reci vecine se precipită în regiunea caldă și se produce pe suprafața pământului un curent de la regiunile reci către regiunea caldă.

Următórea experiență datorită lui Franklin probéză producerea celor doué curențe de aer menționate. Să presupunem că deschidem ușa de la o cameră încălđită ce comunică cu o cameră mai rece de cât cea d'întâiu. Dacă punem la pragul de jos al ușei o luminare aprinsă, se constată că flacăra se înclină de la camera rece spre cea caldă; punând luminarea la pragul de sus, flacăra se înclină de la camera caldă spre cea rece. Acéstă experiență probéză existența unui curent inferior de aer de la camera rece spre cea caldă și a unui curent superior de la camera caldă spre cea rece.

Direcțiunea vânturilor. — Direcțiunea vânturilor este, în general, orizontală sau fórte apropiată de acéstă direcțiune. Direcțiunea unui vânt este indicată prin partea de unde plécă vântul; ast-fel, un vânt de nord-est este un vânt care plécă de la nord-est și se dirige către sud-vest. Se obicínuesce a se raporta direcțiunea vânturilor la șese-spre-șapte direcțiuni principale. Aceste direcțiuni

cu notațiunile lor sunt următoarele, mergând în sensul de la nord spre est :

N	nord	S	sud
NNE	nord-nord-est	SSW	sud-sud-vest
NE	nord-est	SW	sud-vest
ENE	est-nord est	WSW	vest-sud-vest
E	est	W	vest
ESE	est-sud-est	WNW	vest-nord-vest
SE	sud-est	NW	nord-vest
SSE	sud-sud-est	NNW	nord-nord-vest

Vânturi constante. Vânturi alizate. — Vânturile constante sunt acele ce suflă în tot cursul anului în o direcțiune determinată. Vânturile alizate, cari suflă tot anul în zona toridă de cele două părți ale ecuatorului, sunt vânturi constante ; în emisferul boreal, acest vânt este dirijat de la sud-est către nord-vest.

Causa acestor vânturi, după Halley, este următoarea :

Temperatura înaltă a pământului și a apelor din zona toridă produce o ridicare considerabilă a temperaturii aerului precum și o evaporare abondentă a apei mărilor ; în aceste condițiuni, aerul devenind mai ușor, presiunea aerului în zona toridă va fi mai mică de cât a aerului din regiunile temperate învecinate și se va produce în părțile superioare ale atmosferei un curent dirijat de la ecuator spre poli, iar la suprafața pământului un curent de la poli spre ecuator. Dacă pământul nu s'ar mișca, aceste vânturi ar sufla după direcțiunea meridianelor terestre. Pământul însă se mișcă de la apus spre răsărit împregiurul liniei polilor și iuțela de translațiune a diverselor puncte de pe glob este cu atât mai mare cu cât aceste puncte sunt mai apropiate de ecuator. Resultă de aci că masele de aer din regiunile temperate cari se dirig către regiunea intertropicală, conservându-și iuțela lor, vor avea o iuțelă mai mică de cât punctele din zona toridă pe unde trec ; aceste mase de aer, rămase îndărăt în raport cu acele puncte, par a se mișca în un sens

invers de mișcarea diurnă de la apus la răsărit a pământului; vântul alizat din emisferul boreal va fi dirijat de la nord-est către sud-vest, pe când vântul alizat din emisferul austral de la sud-est către nord-vest.

Se dă numele de *vânturi contra-alizate* vânturilor care suflă în regiunile superioare ale atmosferei de direcțiune opusă vânturilor alizate; contra-alizatul din hemisfera boreală suflă de la sud-vest la nord-est, pe când contra-alizatul din hemisfera australă de la nord-vest la sud-est.

Vânturi periodice. Brisele. Musonii. — Vânturile periodice sunt acele ce suflă regulat în o direcțiune determinată la aceleași ore a zilei sau la aceleași anotimpuri. Brisele și musonii sunt vânturi periodice.

Brisele sunt vânturi ce suflă pe țărmii mării în timpul zilei de la mare către uscat și în timpul nopții de la uscat spre mare. În adevăr, pământul încălzindu-se în timpul zilei mai mult de cât apa mării, stratele de aer din vecinătatea pământului se vor încălzi mai mult de cât acele din vecinătatea mării; va resulta de aci o micșorare a presiunii a stratelor de aer în contact cu pământul și un curent de aer de la mare spre uscat. În timpul nopții, pământul răcindu-se mai repede de cât apa mării, se va produce un curent invers de la uscat spre mare.

Musonii sunt vânturi periodice care suflă șese luni în o direcțiune și cele-l'alte șese luni în direcțiunea opusă. Aceste vânturi se observă mai cu sémă în marea Indiilor. Musonul de primăvară începe în luna lui Aprilie și durează până în Octombre; în această epocă, continentul, încălzindu-se mai mult de cât marea, produce un vânt dirijat de la mare spre uscat. Musonul de toamnă durează de la Octombre până la Aprilie, când apa mării are o temperatură mai ridicată de cât a continentului; musonul de toamnă este dirijat de la uscat spre mare.

P.a-

Tragerea sobelor. Diverse sisteme de încălzire.

Tragerea sobelor. — Când încăldim aerul din o sobă, el devine mai ușor, trece prin coș și determină o aspirațiune de aer rece exterior.

Pentru a ne face o idee clară de acest fenomen, să considerăm două tuburi verticale AB și CD (fig. 169) reunite prin tubul de comunicațiune BD. Să presupunem că aceste două tuburi au aceeași înălțime și că cel d'întâiu AB conține aer la temperatura ambiantă, iar cel al doilea CD fiind încălțit conține aer la o temperatură superioară celui d'întâiu. Să considerăm stratul vertical *ab* în tubul de comunicațiune BD.

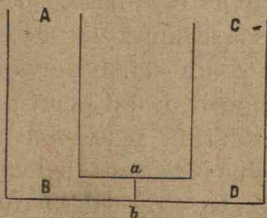


Fig. 169.

Presiunea exercitată pe stratul *ab* în sensul BD, fiind mai mare de cât presiunea exercitată pe același strat în sensul DB, urmază că aerul va fi împins din B spre D; se va produce un curent ascendent de aer cald în tubul DC și un curent descendent de aer rece în tubul AB.

Pentru ca în tubul DC să circule un curent continuu de aer, este necesar ca aerul ce trece prin tubul de comunicațiune BD să fie încălțit.

Tubul AB fiind un tub de o secțiune óre-care, putem suprima acest tub și fenomenele vor fi aceleași.

La căminuri (fig. 170) aerul încălțit în focar produce un curent ascendent în coșul de

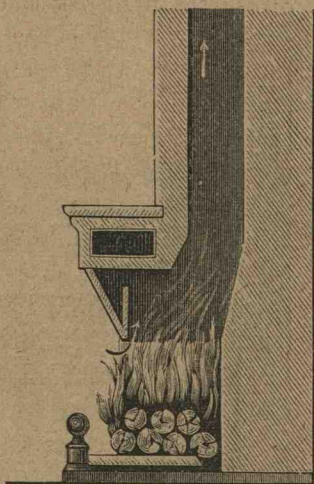


Fig. 170.

degagiare și un curent aspirator de sus în jos în atmosfera ambiantă.

Diverse sisteme de încălzire.— Intre diversele sisteme de încălzire vom cita : încălzirea prin condensarea vaporilor, încălzirea prin aerul cald și, în fine, încălzirea prin circulațiunea de apă caldă.

Încălzirea prin condensarea vaporilor. Încălzirea prin vapori este basată pe proprietatea ce o au vaporii de a ceda căldura lor de vaporisațiune când prin condensare trec din starea de vapori în starea ligidă. In acest sistem, vaporii de apă sunt produși în nisce căldări mari analóge căldărilor mașinelor cu vapori ; vaporii formați trec prin tuburi dispuse în locurile ce voim a încălzi, unde prin condensare cedază căldura lor ; ligidul produs prin condensare trece din nou în generatorul de vapori. Acest sistem de încălzire, care dá o mare cantitate de căldură, convine mai cu sémă incintelor spațioase, ca magazinele, atelierele etc.

Încălzirea prin aer cald. Acest sistem consistă în încăl-

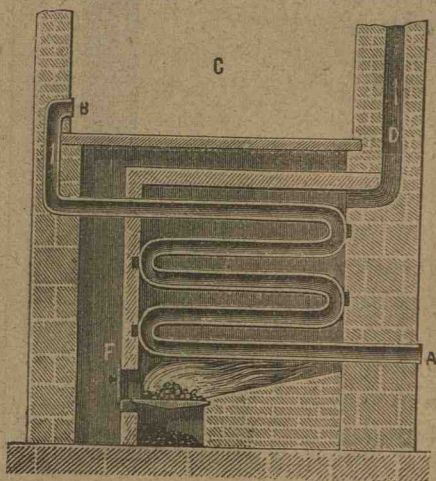


Fig. 171.

dzirea aerului aspirat din exterior în tuburi dispuse la partea inferióră a unui edificiu ; aerul încălzit, devenind mai ușor, trece prin tuburi convenabil aședate în pereți la camerele de sus ale edificiului.

Aparatul, care se numesce calorifer cu aer cald, consistă (fig. 171) din o serie de tuburi recurbate AB,

aședate, de ordinar, în pimnițele edificiului ; aerul exterior, care pătrunde în tuburi prin A, este încălzit de

cuptorul F; acest aer încălzit circulă prin tuburile re-curbate și ese prin gura B în camera C. Fiind-că aerul cald se ridică în sus, se aședă gurele de căldură B la partea inferioară a camerelor. Produsele combustiei focarului F es în atmosferă prin coșul D.

Încălzirea prin circulațiune de apă caldă. In acest sistem de încălzire, apa încălzită circulă continuu în un circuit format de tuburi și recipiente închise, cari cedeză căldura lor prin radiare.

Un calorifer cu circulațiune de apă caldă este format (fig. 172) din o căldare A aședată în pimnița edificiului; căldarea A comunică prin tubul vertical *aa* cu rezervoriul B aședat în podul clădirei; de la basa rezervoriului B plécă o serie de tuburi de distribuțiune *bbb*, cari duc apa de la rezervoriu la recipientele de suprafața mare S; în fine, tuburile de distribuțiune *b* sunt legate cu căldarea A aprópe de basa ei.

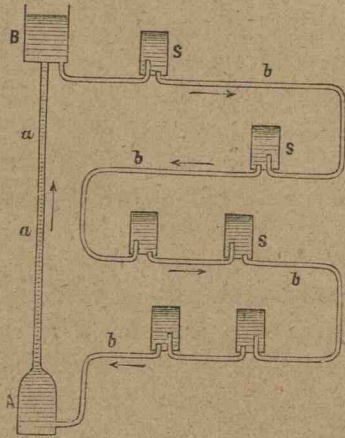


Fig. 172.

Apa, încălzită în căldarea A, se va ridica în sus în rezervoriul B prin tubul *aa*; de aci va trece prin tuburile de distribuțiune *bb* în recipientele S, cari fiind încălzite vor radia căldura prin suprafețele lor; în fine, apa răcită în tuburile *bb* va reveni în căldarea A. Apa va circula în calorifer cu atât mai repede, cu cât diferența densităților colónelor de ligid descendentă și ascendentă este mai mare.

Când rezervoriul B este deschis și, prin urmare, comunică cu atmosfera, temperatura maximă la care póte fi încălzită colóna ascendentă este de 100° ; circulațiunea

apei făcându-se încet și încălzirea este lentă. Aceste sunt calorifere cu presiune mică.

Dacă rezervorul B este închis, apa poate fi încălzită la o temperatură superioară celei de 100° ; în acest cas, circulațiunea apei făcându-se mai repede și încălzirea se face mai iute. Aceste aparate sunt calorifere cu presiune mare.

p. a.



D. a.

ELECTRICITATEA

ELECTROSTATICA

Fenomene fundamentale.

Electrisare prin frecare. — Unele corpuri, fiind frecate, câștigă proprietatea de a atrage corpuri ușoare. Ast-fel, dacă frecăm cu o bucată de flanelă, cu o batistă de mătase, cu o blană de pisică etc., un baston de sticlă sau de rășină, și 'l apropiem de nisce corpuri ușoare, de exemplu fulgi de pene, bucățele de hârtie etc., experiența ne arată că aceste corpuri ușoare vor fi atrase de bastonul frecat. Corpul, care a câștigat această proprietate de a atrage corpurile ușoare, se țice că este *electrisat* sau *încărcat cu electricitate*. S'a dat numele de *electricitate* causei necunoscute a acestor fenomene.

Atracțiunea corpurilor ușoare a fost observată mai întâiu de Thales din Milet cu 600 ani înainte erei creștine. El a observat că chihlibarul frecat câștigă proprietatea de a atrage corpuri ușoare. Mai târziu, pe la 1600, Gilbert, un medic din Londra, constată că proprietatea de a atrage corpuri ușoare o poate căpeta nu numai chihlibarul, dar o mulțime de alte corpuri când sunt frecate.

Corpuri bune conducătoare și rele conducătoare de electricitate. — Sticla, rășina, chilibarul, cera roșie,

cauciucul etc. pot fi electrisate prin frecare, ținându-le direct în mână. Alte corpuri, precum metalele, nu pot fi electrisate prin frecare de cât ținându-le prin un mâner de sticlă sau de rășină.

Corpurile din prima categorie se numesc corpuri *rele conductoare* sau *rele conductori de electricitate*. La aceste corpuri, proprietatea de a atrage corpurile ușoare rămâne localizată, mai mult sau mai puțin timp, pe punctele corpului direct frecate.

Corpurile din a doua categorie se numesc *bune conductoare* sau *buni conductori de electricitate*. La aceste corpuri, electricitatea produsă în un punct se transmite instantaneu în totă întinderea lor.

Acastă distincțiune între corpuri buni și rele conductori de electricitate nu este absolută, căci chiar corpuri rele conductori conduc electricitatea mai mult sau mai puțin și corpuri buni conductori nu o transmit instantaneu.

Un corp bun conductor nu poate fi încărcat cu electricitate, dacă nu este izolat prin corpuri rele conductoare. Ast-fel, o bucată de metal nu va putea fi electrisată prin frecare dacă nu va fi separată de mână prin un mâner izolator, de sticlă de exemplu. Acesta este motivul pentru care corpurilor rele conductoare de electricitate li s'a dat numele de *corpuri izolatoare* sau *izolanți*.

Intre corpurile bune conductoare de electricitate vom cita: metalele, acizii, soluțiunile saline, organele animalelor, pământul etc.

Intre corpurile rele conductoare de electricitate vom nota: uleiurile, hârtia uscată, lâna, mătasa, sticla, cêra, pucioasa, reșinele, chihlibarul, aerul și gazele etc.

Trecerea electricității de la un corp la altul prin contact.— Electricitatea se poate comunica de la un corp la altul prin contact (atingere). Dacă corpuri sunt rele conductori, electricitatea trece numai în punctele puse direct în contact; dacă corpuri sunt conductori, electricitatea se

împarte între conductori, răspândindu-se în totă întinderea lor.

Acésta ne explică pentru ce, când punem un conductor încărcat cu electricitate în comunicațiune cu pămîntul, conductorul se descarcă. Pămîntul fiind bun conductor de electricitate și masa lui fiind foarte mare în raport cu a conductorului, totă electricitatea conductorului trece la pămînt.

Putem pune conductorul în comunicațiune cu pămîntul, fie prin o sîrmă metalică conductoare, fie atingînd conductorul cu degetul, corpul omului fiind bun conductor.

Două specii de electricitate. Pendul electric. — Am văzut că corpurile frecate, în ore-cari condițiuni, au proprietatea de a atrage corpurile ușore.

Otto de Guericke a arătat cel d'întăiu că atracțiunea corpurilor ușore este urmată de respingerea lor. Putem dovedi experimental acest fenomen, servindu-ne de un *pendul electric* (fig. 173), care este format din o bombiță de măduvă de soc A, suspendată de piciorul izolator de sticlă C prin firul de mătase B. Apropiind de bombiță un baston de sticlă sau de rășină electrisat, bombița va fi atrasă, va atinge bastonul și apoi respinsă.

Prin ajutorul pendulului electric putem pune în evidență că există două moduri de electrisare și numai două.

Să apropiem de bombița pendulului un baston de sticlă electrisat prin frecarea acestui corp cu o bucată de postav de lână; bombița va fi atrasă, se va încărca prin contactul ei cu bastonul cu electricitate și apoi va fi respinsă. Să apropiem în urmă de aceeași bombiță un baston de rășină electrisat prin frecare tot cu lână; vom observa că bombița va fi atrasă.

Dacă, servindu-ne de pendulul electric, am repeta experiența și cu alte corpuri electrisate, nu vom observa de

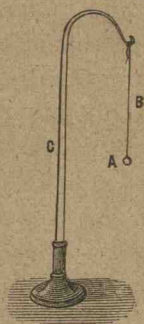


Fig. 173.

cât saū atracțiune saū respingere ; urmază că avem două feluri de electrisare a corpurilor și numai două.

Maī înainte se dădea numele de *electricitate sticlósă* electricității produse pe un baston de sticlă frecat cu o bucată de lână, și de *electricitate reșinosă* electricității produse pe un baston de reșină frecat tot cu lână. Fiind-că același baston, de sticlă de exemplu, se pôte electrisa după împrejurări în un mod saū în altul, s'a dat numele de *electricitate pozitivă și negativă* electricităților produse prin frecarea cu lână a sticlei și a reșinei.

Să presupunem că bombița este electrisată pozitiv prin contactul ei cu un corp electrisat pozitiv. Experiența ne va arăta că bombița va fi atrasă ori de câte ori vom apropia de dinsa un corp electrisat negativ și va fi respinsă dacă am apropia un corp electrisat pozitiv. Sensul fenomenelor este invers când bombița este electrisată negativ. Du Fay, care a observat aceste fenomene, a enunțat legea următoare :

Sunt două genuri de electricități. Două corpuri încărcate cu electricități de acelaș fel se resping ; două corpuri încărcate cu electricități de gen contrariu se atrag.

Maī putem proba acéstă lege, servindu-ne de un dublu pendul electric (fig. 174), format din două fire, fixate la un suport de sticlă și susținend la extremitățile lor două bombițe de mēduvă de soc. Apropiind de bombițe un baston de sticlă electrisat prin frecarea acestui corp cu lână, bombițele vor fi atrase și electrisate prin contactul lor cu bastonul cu electricitate de același gen ; în urmă, bombițele vor fi respinse de baston și se vor respinge și între ele. Apropiind de bombițe un baston de reșină electrisat prin frecarea acestui corp cu lână, bombițele vor fi atrase.

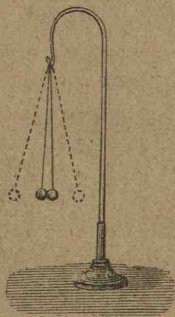


Fig. 174.

Desvoltarea simultanē a celor două genuri de electricități când frecăm două corpuri. — Dacă frecăm corpul

A cu un corp B și dacă corpul A se încarcă cu un gen de electricitate, de exemplu pozitivă, corpul B se va încărca cu electricitate de gen contrară, adică negativă.

Pentru a proba această, să luăm două discuri (fig. 175), unul de sticlă A, cel al doilea B de lemn acoperit cu postav; ambele discuri susținute prin mânere izolatoare de sticlă. Să frecăm discul A cu discul B. Dacă separăm aceste discuri, experiența ne arată că fiecare din discuri este electrisat, căci apropiindu-le de un pendul electric, pendulul va fi deviat.

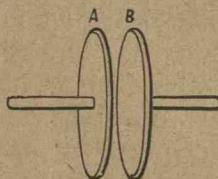


Fig. 175.

Dacă electrisăm bombița de mēduvă de soc a pendulului, pozitiv de exemplu, experiența arată că apropiind discul A, bombița va fi respinsă; invers, dacă apropiem de bombița discul B. Prin urmare, discurile s'aū încărca prin frecare cu electricități de gen contrar.

Dacă lipim unul de altul cele două discuri și le apropiem de pendul prin muchia lor, pendulul nu deviază; de aci se deduce că încărcarea electrică a unui disc este egală și de sens contrar cu încărcarea celui alt disc.

Hipoteze asupra naturii electricității. — S'aū emis mai multe hipotese asupra naturii electricității. Vom expune două hipotese, cari aū avut curs mult timp în știință, dar cari, actualmente, nu aū alt interes de cât a explica în un mod comod și elementar fenomenele electrice. Acestea sunt: hipotesa unui unic fluid electric, datorită lui Franklin, și hipotesa a două fluide electrice datorită lui Symmer.

Franklin admite existența unui fluid electric unic. După Franklin, un corp în stare neutră conține o cantitate determinată de acest fluid. Corpul este electrisat dacă conține mai mult sau mai puțin din acest fluid; în cazul întâiū pozitiv, în cazul din urmă negativ. Când frecăm unul de altul două corpuri, cari la început sunt în stare neutră, unul câștigă fluidul electric pe cari

cel-l'alt l'a pierdut, așa că unul se electrisază pozitiv, iar cel-l'alt negativ.

Symmer explică fenomenele electrice, admitând existența a două fluide, de genuri diferite, fie-care din aceste fluide exercitând o respingere asupra propriilor sale particule și o atracțiune asupra particulelor celui-l'alt fluid. Un corp în stare neutră conține cantități egale din fie-care din aceste fluide. Prin frecare, o parte din fluidul pozitiv de pe un corp se combină cu o cantitate echivalentă de fluid negativ de pe cel-l'alt corp, așa că cel d'intâiu rămâne electrisat negativ și cel al doilea pozitiv.

Cantitate de electricitate. Unitate de electricitate. Coulombul. — Să presupunem că la aceeași distanță de un pendul electric punem succesiv două corpuri de dimensiuni mici în raport cu distanța care le separă de pendul. Dacă electrisările sunt de același sens, vom observa respingeri.

Se dice că corpi sunt încărcăți cu aceeași cantitate de electricitate, când acțiunile lor asupra pendulului electric sunt egale; unul din corpi va avea o cantitate de electricitate dublă, triplă etc., în raport cu cel al doilea, dacă respingerea exercitată asupra pendulului de primul corp este dublă, triplă etc., comparativ cu cea exercitată de al doilea.

Prin urmare, *cantitatea de electricitate sau masa electrică* a unui corp este proporțională cu acțiunea exercitată asupra unui pendul electric, aședat la o distanță invariabilă de corp.

Ca *unitate electrostatică de cantitate de electricitate sau de masă electrică* este cantitatea de electricitate ce trebuie să o aibă o sferă mică care fiind aședată la o distanță de un centimetru de o altă sferă mică de aceeași rază și încărcată cu aceeași cantitate de electricitate, o respinge cu o forță egală cu o *dynă* (care este aproximativ egală cu un miligram).

Unitatea de cantitate electrostatică, ast-fel definită, fiind

mică, se întrebuițeză ca unitate practică *coulombul* care este de 3×10^9 ori mai mare de cât unitatea precedentă.

Legile lui Coulomb. — Coulomb (1785) a fost cel d'întâiu care a stabilit legile atracțiunilor și repulsiunilor între două corpuri electrisate, a căror dimensiuni sunt mici în raport cu distanța care le separă.

Legile lui Coulomb sunt următoarele :

a) *atracțiunile saū respingerile între două corpuri încărcate cu electricitate de genuri diferite saū de același gen, sunt proporționale cu cantitățile de electricitate, pe cari le aū corpurile, în cazul când distanța dintre corpi rămâne invariabilă.*

b) *atracțiunile saū respingerile, când distanța între corpi electrisați varie, sunt invers proporționale cu patratul distanței.*

Prima lege pörtă numele de *legea maselor* saū a *cantităților de electricitate*; a doua lege de *legea distanțelor*.

Dacă q și q' represintă cantitățile de electricitate cu cari sunt încărcate corpurile electrisate și r distanța între corpuri, forța de atracțiune saū de respingere f va fi exprimată prin formula :

$$f = \frac{qq'}{r^2}.$$

Pa

Distribuirea electricității.

Distribuirea electricității pe suprafața corpurilor. — Să presupunem că avem un conductor, pe care 'l încărcăm cu electricitate. Electricitatea fiind în echilibru se răspândește numai pe suprafața exterioră a conductorului; partea internă a conductorului va fi în stare neutră. Experiențele următoare verifică acest fapt :

1) Să luăm o sferă metalică a (fig. 176), gólă în interior și presentând o mică deschidere. Sfera este izolată pe un picior de sticlă. Să încărcăm sfera cu electricitate.

Cu un mic aparat, numit *planul de probă*, format din discul metalic *b* și mânerul izolator de sticlă *c*, vom atinge atât interiorul cât și exteriorul sferei. Dacă după fie-care din aceste contacte vom apropia planul de probă de un pendul electric, experiența va arăta că planul de probă este încărcat cu electricitate numai în cazul când am atins suprafața exterioară a conductorului.

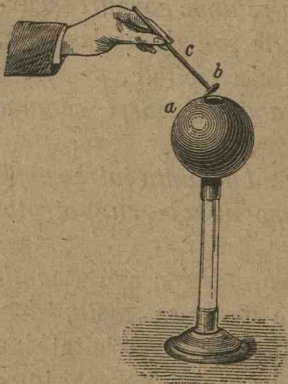


Fig. 176

2) O sferă metalică *a*, susținută prin un fir izolator de mătase, este electrisată (fig. 177). Aproximăm apoi de sfera *a* două hemisfere *b* și *c*, prevăzute cu mânere izolatoare de sticlă și a căror rađă este mai mare ca a sferei *a*, așa ca sfera *a* să pótă fi coprinsă cu totul în hemisferele reunite prin marginile lor. Atingem un moment cu cele două hemisfere sfera *a* și apoi le depărtăm. Aproximându-le apoi de un pendul

electric, vom constata că hemisferele sunt electrisate, pe când sfera *a* este în stare neutră.

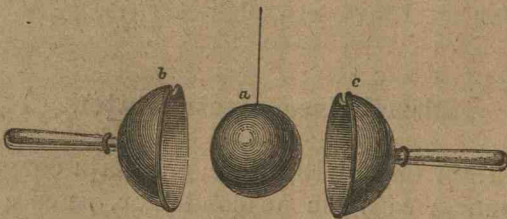


Fig. 177.

3) O cușcă, a cărei pereți sunt de pânză metalică, este prevădută cu pendule electrice atât în interior cât și în exterior. Cușca izolată fiind încărcată cu electricitate, experiența ne arată că numai pendulele aședate în exteriorul cușcei vor fi deviate, pe când pendulele din interiorul cușcei vor rămâne imobile.

Distribuirea electricității pe suprafața unui conductor. — Am văzut că, în cazul unui conductor electrisat în echilibru, electricitatea se află răspândită pe suprafața conductorului.

Coulomb a determinat experimental această distribuție pentru câți-va conductori prezentând forme geometrice regulate. El se servește, pentru aceste determinări, de *planul de probă a b*. Punând în contact planul de probă cu conductorul electrisat *c* (fig. 178) se poate admite că din cauza micii suprafețe a discului *a*, cantitatea de electricitate luată de planul de probă este egală cu cantitatea de electricitate ce avea conductorul pe acea suprafață. Se va măsura apoi cantitatea de electricitate luată de planul de probă. Operând în un mod analog în diferite puncte ale conductorului, vom ajunge a cunoaște distribuția electricității pe suprafața conductorului.

Coulomb a verificat că electricitatea este răspândită în un mod uniform pe suprafața unei sfere electrisate.

În cazul unui elipsoid de revoluție, cantitățile de electricitate răspândite la extremitățile axului polilor și pe ecuator sub proporționale cu lungimile axului polilor și a ecuatorului.

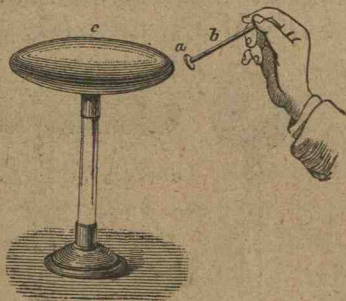


Fig. 178.

Se definește *densitatea electrostatică* cantitatea de electricitate răspândită pe unitatea de suprafață a unui conductor. În cazul unei sfere, densitatea electrostatică va fi aceeași pe totă suprafața sferei; în cazul unui elipsoid de revoluție, densitățile electrostatice la extremitățile axului polilor și pe ecuator sunt proporționale cu lungimile acestor axe.

Surgerea electricității prin vîrfuri. — Dacă examinăm distribuția electricității pe un conductor, se

constată că electricitatea se acumulează în cantitate mai mare pe părțile proeminente a conductorilor. Dacă un conductor prezintă un vîrf ascuțit pe suprafața sa, densitatea electrică este foarte mare pe acest vîrf și experiența arată că electricitatea nu se menține pe acest vîrf, dar se scurge în atmosferă pînă ce conductorul rămîne în stare neutră.

Fenomene de inducțiune sau influență electrică. Electroscop.

Electrisarea prin inducțiune sau influență electrică.— Am văzut deja că putem încărca un corp cu electricitate în două moduri: prin frecare și prin contact.

Există și un al treilea mod de electrisare: prin *inducțiune* sau *influență electrică*.

Să luăm o sferă A (fig. 179), izolată pe un picior de sticlă și încărcată cu

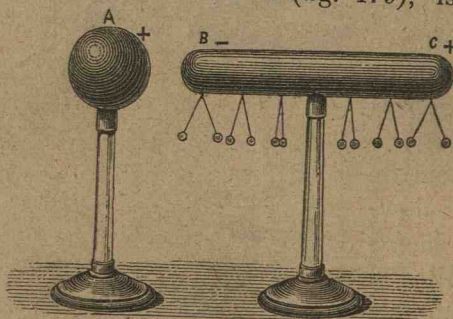


Fig. 179.

electricitate, de exemplu cu electricitate pozitivă. Să apropiem de sfera A cilindrul metalic BC, neelectrisat și izolat de asemenea pe un picior de sticlă. Cilindrul metalic este pre-

văzut cu duble pendule, formate din bombițe de soc, susținute prin fire conductoare. Experiența arată că prin apropierea conductorului BC de sfera electrisată A, cilindrul se încarcă cu electricitate, ceea-ce se manifestă prin divergența pendulelor. Pendulele de la capetele cilindrului vor diverge mai mult, cele intermediare mai puțin; există, în fine, o regiune mai apropiată de B de cât de C unde pendulul rămîne imobil.

Dacă apropiem de pendulele din B un baston de sticlă electrisat pozitiv, experiența arată că pendulele vor fi atrase; prin urmare, această regiune este electrisată negativ. Apropiind bastonul de sticlă de pendulele de la capătul C, vom observa că ele vor fi respinse; prin urmare, această regiune este electrisată pozitiv.

Invers dacă presupunem că sfera A este încărcată negativ, experiența va arăta că regiunea B a cilindrului, cea mai apropiată de sferă, va fi încărcată pozitiv, iar regiunea îndepărtată C negativ.

O asemenea electrisare la *distanță* a unui corp neutru prin un corp încărcat cu electricitate, se numește *electrisare prin inducțiune sau prin influență*.

Cantitățile de electricitate dezvoltate prin influență pe BC sunt *egale*; în adevăr, descărcând sfera A de electricitate sau îndepărtând cilindrul de sferă, vom constata că pendulele vor lua poziția verticală.

Se dă numele de *inductor* corpului încărcat cu electricitate; corpul electrisat prin influență se numește *indus*.

Putem explica electrisarea prin inducțiune, în hipotesa lui Symmer a celor două fluide electrice, în modul următor: Un conductor în stare neutră are cele două electricități, pozitivă și negativă, în cantități egale; electrisarea prin inducțiune va consista în separarea, sub influența inductorului, a electricității neutre din indus în cantități egale de electricitate pozitivă și negativă.

Electricitatea de un gen a inductorului va atrage în regiunea cea mai apropiată a corpului indus electricitatea de gen contrar și va respinge în regiunea cea mai depărtată electricitatea de același gen.

Casul când corpul indus este pus în comunicațiune cu pământul.—Să facem experiența următoare: să apropiem cilindrul BC de sfera A, încărcată cu electricitate pozitivă de exemplu, și tot odată se punem cilindrul în comunicațiune cu pământul prin ajutorul unei sîrme metalice (fig. precedentă). În acest cas, corpul indus este

format din cilindrul BC și din pământ, care este un conductor de dimensiuni foarte mari în raport cu cilindrul; electricitatea pozitivă va fi respinsă în pământ și experiența va arăta că pendulele din C vor rămâne verticale pe când cele din B vor fi deviate. Deviațiunea pendulelor din B este mai mare când cilindrul BC este pus în comunicațiune cu pământul.

Dacă, în urmă, suprimăm comunicațiunea cilindrului BC cu pământul, conductorul indus va rămâne încărcat negativ, adică cu electricitate de sens contrar corpului inductor.

Electroscópe. — Aparatele, cu cari putem determina genul electricității, se numesc *electroscópe*.

Cel mai simplu din electroscópe (fig. 180) este compus din un clopot de sticlă fixat pe un disc metalic în comunicațiune cu pământul. Gâtul clopotului este străbătut de o vergea metalică terminată la capătul de sus cu o sferă conductrice A; de capătul inferior al vergelei sunt atârinate două foi subțiri de aur sau de staniu B și C. Două colóne verticale de metal E și G sunt fixate pe disc și, prin urmare, puse în comunicațiune cu pământul.

Când voim a ne servi de electroscop, îl încărcăm mai întâi cu un fel de electricitate cunoscută în modul următor:

Apropiem bastonul D electrisat pozitiv de ex. de sfera A și atingem cu degetul sfera. Electricitatea pozitivă va fi respinsă în pământ și pe sferă va rămâne electricitate negativă. Depărtând degetul, apoi bastonul D, electricitatea negativă se va răspândi pe sfera A și pe foile metalice, cari

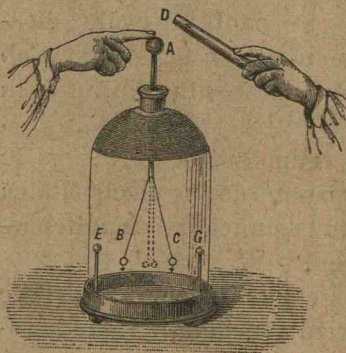


Fig. 180.

se vor depărta una de alta. Colónele E și G, a căror electricitate neutră este descompusă prin influență, ser-

vesc a mări divergența foilor. Electroscoful este, în acest mod, încărcat cu electricitate negativă.

Să examinăm fenomenele, cari se produc, când apropiem de electroscoful un corp încărcat pozitiv, negativ și în stare neutră.

Când apropiem de electroscoful încărcat negativ un corp electrisat pozitiv, vom observa că divergența foilor se micșorează din ce în ce mai mult; continuând a apropia corpul electrisat de bombița electroscofului, foile, după ce au venit în contact, încep a diverge. Observăm, prin urmare, apropierea foilor urmată de depărtarea lor. Explicațiunea este următoarea: la început, prin apropierea corpului electrisat, electricitatea negativă a conductorului electroscofului a fost acumulată în bombiță și foile s'au apropiat; când acțiunea corpului electrisat devine mai pronunțată prin discompunerea electricității neutre a conductorului, electricitatea pozitivă va fi respinsă în foite, ceea ce va produce depărtarea între ele.

Dacă corpul este încărcat negativ și electroscoful tot negativ, apropierea corpului electrisat de bombița electroscofului va mări divergența foilor.

Dacă un corp în stare neutră este apropiat de bombița electroscofului, vom observa o apropiere a foilor. În acest cas, electricitatea negativă a electroscofului a discompus electricitatea neutră a corpului. Electricitățile cele mai apropiate fiind de gen contrar, va rezulta o diminuare de electricitate pe foite, deci apropierea lor.



Potențialul electric.

Definițiunea potențialului prin ajutorul electrometrului. — Să presupunem că la electroscoful descris mai sus notăm divergența foilor de aur corespunzătoare la cantități de electricitate egale cu 1, 2, 3, etc.: un asemenea electroscoful poate servi de electrometru.

Să punem un conductor óre-care electrisat, îndepărtat de orî-ce alt conductor, în comunicațiune îndepărtată cu acest electrometru prin un fir metalic subțire și lung, așa ca distanța între conductor și electrometru fiind destul de mare să nu se exercite între ei fenomene de influență electrică. Experiența va arăta că depărtarea foilor electrometrului va fi aceeași, orî-care ar punctul conductorului pus în contact cu firul metalic, fie că acest punct ar fi în interiorul său în exteriorul conductorului. Ast-fel, dacă conductorul isolat și încărcat cu electricitate ar fi un elipsoid, experiența arată că depărtarea foilor electrometrului este aceeași, fie că am atinge cu firul metalic puncte ale conductorului situate la extremitatea axului celui mare, unde densitatea electrică este maximă, fie că am atinge puncte situate pe ecuatorul elipsoidului, unde densitatea electrică este minimă.

Dacă cantitatea de electricitate de pe conductor devine dublă, triplă, etc., divergința foilor electroscopului este dublă, triplă, etc.

Să considerăm un conductor indus supus la acțiunea unui conductor inductor. Se știe că conductorul indus va prezenta două regiuni încărcate cu electricități de gen contrariu. Experiența arată că, orî-care ar fi punctul cu care am pus în legătură metalică conductorul indus cu electrometrul îndepărtat, divergința foilor metalice este aceeași; tot-odată electrometrul indică că genul de electricitate este acel al inductorului. Dacă facem ca cantitatea de electricitate a inductorului să fie dublă, triplă, etc., vom observa la electrometru pus în legătură metalică cu indusul o depărtare dublă, triplă, etc. a foilor metalice.

În fine, să punem conductorul în comunicațiune cu pămîntul. Legând conductorul cu electrometrul, foile aparatului nu vor diverge, fie că conductorul este îndepărtat de orî-ce alt conductor sau este influențat de un corp electrisat, în care cas este electrisat prin influență pozitiv sau negativ.

Aceste experiențe pun în evidență că îndepărtarea foilor electrometrului este aceeași pentru toate punctele conductorului care se află în condițiuni electrice determinate. Această indicațiune constantă a electrometrului pentru toate punctele conductorului caracterisă *starea electrică* a conductorului. Se dă numele de *potențial* acestei stări electrice.

Vom admite că potențialul unui conductor este *positiv* sau *negativ* după cum electrometrul se încarcă pozitiv sau negativ. Orî-ce conductor pus în comunicațiune cu pământul neproducând nici o divergență asupra foilor electroscopeului, potențialul unui conductor pus în legătură cu pământul precum și potențialul pământului sunt egali cu zero.

Diferința de potențial între doi conductori. Puterea electrometrică.— Să considerăm doi conductori electrisați și să punem succesiv fie-care din acești conductori în comunicațiune îndepărtată cu un electrometru. Dacă divergența foilor electrometrului va fi aceeași în ambele cazuri, conductorii vor fi la același potențial. Să presupunem că legăm conductorii între ei prin un fir metalic subțire și lung pentru a nu se influența reciproc; experiența arată că acest sistem de conductori, puși în comunicațiune îndepărtată cu un electrometru, vor produce o divergență a foilor egală cu cea observată când numai un conductor era legat cu electrometrul. Starea electrică a conductorilor a rămas deci aceeași; se exprimă acest fapt zicând că doi conductori la același potențial sunt în echilibru electric.

Să presupunem cazul când conductorii sunt la potențiali diferiți. Reunind conductorii prin un fir metalic, o cantitate oare-care de electricitate pozitivă se scurge de la conductorul a cărui potențial este mai ridicat către al doilea conductor, până ce sistemul de conductori ajunge la un potențial intermediar între potențiali primitivi. Ast-fel, dacă unul din conductori are potențialul $+15$ și

al doilea conductor potențialul -3 , o cantitate de electricitate pozitivă se va scurge de la conductorul a cărui potențial este $+15$ la conductorul a cărui potențial este -3 , până ce sistemul va ajunge a avea un potențial intermediar între $+15$ și -3 . Se poate dice că, în cazul când punem în comunicațiune doi conductori la potențiali diferiți, se produce un transport de electricitate pozitivă de la un conductor la altul în sensul potențialilor descrescândi. Se dă numele de *forță electromotrice* diferenței de potențial care produce această mișcare a electricității.

Definițiunea potențialului prin lucrul mecanic.— Când unitatea de greutate a unui corp cade de la o înălțime i , lucrul mecanic efectuat este proporțional cu înălțimea i de la care cade unitatea de greutate. În un mod analog, când *unitatea de cantitate* de electricitate plécă de la un conductor a cărui potențial este V , definit prin ajutorul electrometrului, și ajunge la pământ a cărui potențial este zero, lucrul electric este proporțional cu potențialul V .

Se definește *potențialul în un punct óre-care al câmpului electric*, adică a spațiului în care se exercită acțiunile electrice, numărul unităților de lucru care corespunde la transportul unității de electricitate pozitivă de la punctul considerat până la pământ.

Unitatea de potențial. Voltul. — În sistemul de unități centimetru-gram-secundă, adoptat actualmente în Fizică și care prin prescurtare se scrie C. G. S., unitatea electrostatică de potențial este potențialul unei sfere conductrice având o rază egală cu un centimetru și încărcată cu o cantitate de electricitate pozitivă egală cu unitatea.

Unitatea practică de potențial este *voltul*. Voltul are o valóre egală cu $\frac{1}{300}$ din unitatea electrostatică mai sus definită.

Capacități electrostatice. Condensatori.

Capacitate electrostatică. — Să considerăm un conductor izolat a , înconjurat de alți conductori b, c, d etc., menținuți la potențialul zero, în care cas conductorii b, c, d , etc. sunt puși în comunicațiune cu pământul.

Dacă încărcăm conductorul a cu o cantitate de electricitate, se va desvolta prin influență electricitate de gen contrar pe conductorii b, c, d etc. Echilibrul electric al sistemului fiind stabilit, conductorul a va avea un potențial determinat.

Dacă mărim de două, trei... n ori mai mult cantitatea de electricitate a conductorului a , electricitatea desvoltată prin influență va fi de două, trei... n ori mai mare. Există proporționalitate între cantitatea de electricitate proprie a conductorului și potențialul său.

Dacă Q și V sunt cantitatea de electricitate și potențialul conductorului, vom avea:

$$Q = C V,$$

unde C este factorul de proporționalitate, căruia i se dă numele de *capacitatea* conductorului.

Dacă facem, în relațiunea precedentă, $V = 1$, atunci:

$$Q = C,$$

adică C , *capacitatea electrostatică a conductorului, este cantitatea de electricitate ce trebuie a da unui conductor pentru ca potențialul conductorului să devie egal cu unitatea, când toți conductorii vecini sunt puși în comunicațiune cu pământul.*

Unitatea electrostatică C. G. S. de capacitate. Faradul. Microfaradul. — Unitatea electrostatică C. G. S. de capacitate este capacitatea unei sfere conductrice a cărei rază are o lungime de un centimetru.

Când întrebuițăm ca unități practice de cantitate și de potențial: *coulombul* (3×10^9 unități electrostatice C. G. S. de cantitate) și *voltul* ($1/300$ din unitatea electrostatică

C. G. S. de potențial), trebuie a lua ca unitate de capacitate *faradul*.

Faradul este capacitatea unui conductor încărcat cu o cantitate de electricitate egală cu un *coulomb* și a cărui potențial este de un *volt*.

Un farad valorază $3^2 \times 10^{11}$ unități electrostatice C. G. S. de capacitate.

Un farad fiind o cantitate foarte mare, se usită în practică *microfaradul*, care este o unitate de un milion de ori mai mică de cât faradul. Un microfarad valorază $3^2 \times 10^5$ unități electrostatice C. G. S. și corespunde la capacitatea unei sfere conductrice a cărei rază ar fi de 9000 de metri.

Condensatori. — Se numesc *condensator electric* un sistem de doi conductori, despărțiți prin un dielectric (corp rău conductor de electricitate sau izolant), astfel dispuși ca capacitatea unuia din ei să pōtă fi mărită.

Pentru a vedea în ce mod se pōte mări capacitatea unui conductor, sē considerăm sistemul format de doi conductori A și B (fig. 181) isolați pe piciōre de sticlă

și putēnd fi, după voință, apropiati sau depărtați. Conductorii sunt două discuri metalice; dielectricul, care separă conductorii, este aerul atmosferic.

La începutul experienței, conductorul B este destul de îndepărtat de conductorul A, așa ca să nu se exercite între ei fenomene de influență. Să punem conductorul A în comunicațiune cu o mașină electrică și să încărcăm A cu electricitate, de exemplu

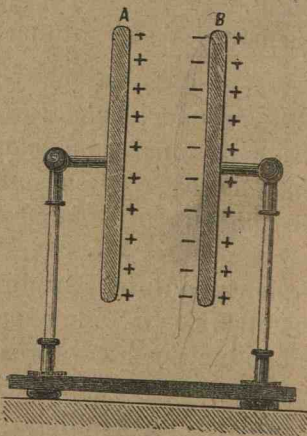


Fig. 181.

cu electricitate pozitivă. Potențialul conductorului A va

fi potențialul V al mașinei electrice. Suprimând comunicațiunea conductorului A cu mașina electrică, o cantitate q de electricitate va rămâne pe conductorul A . Fie c capacitatea conductorului A îndepărtat de orîce alt conductor. Intre cantitatea de electricitate q , capacitatea c și potențialul V a conductorului A , există relațiunea :

$$(1) q = c V.$$

Să apropiem conductorul B de conductorul A ; electricitatea neutră a conductorului B va fi discompusă; electricitate negativă se va observa pe fața conductorului B ce privește conductorul A , pe când pe cea-l'altă față a conductorului B se va desvolta electricitate pozitivă. Inșă, electricitatea negativă de pe B va atrage electricitatea pozitivă de pe conductorul A pe fața care privește conductorul B . Stratul de electricitate pozitivă fiind mai pronunțat pe fața conductorului A ce privește conductorul B , conductorul A va fi susceptibil să primescă de la mașina electrică o nouă cantitate de electricitate. Acastă cantitate de electricitate se mărește când conductorul B este pus în comunicațiune cu pămîntul, în care cas electricitatea pozitivă de pe B se duce la pămînt. Fie Q cantitatea de electricitate cu care se încarcă conductorul A când îl punem din nou în legătură cu mașina electrică. Conductorul A , fiind încărcat cu aceeași mașină electrică, va avea același potențial V . Din caasă că $Q > q$, capacitatea conductorului A s'a mărit prin apropierea conductorului B de A . Fie C capacitatea lui A în acest din urmă cas; vom avea :

$$(2) Q = CV.$$

Resultă deci că fenomenul condensațiunei electrice consistă în mărirea capacităței unui conductor.

Se dă numele de *armături* ale condensatorului celor doi conductori metalici A și B . Armătura A , pusă în legătură directă cu mașina electrică, se numește *colector*; armătura B , pusă în comunicațiune cu pămîntul și care

are de scop a mări capacitatea conductorului A, se numește în particular *condensator*.

Capacitatea electrică a unui condensator. — Din relațiunea (2):

$$Q = CV,$$

făcând $V=1$, deducem capacitatea unui condensator.

Capacitatea electrică a unui condensator este cantitatea de electricitate cu care se încarcă colectorul când între cele două armături există o diferență de potențial egală cu unitatea.

Constanta dielectrică sau puterea inductoare specifică a unui dielectric. — În condensatorul descris, dielectricul este aerul. Dacă însă între conductorii A și B (fig. 181), interpunem un alt dielectric, de exemplu sticla, mica, sulful, ebonitul etc., capacitatea condensatorului este proporțională cu un coeficient K , căruia i se dă numele de constanta dielectrică sau puterea inductoare specifică a dielectricului. Constanta dielectrică K a aerului atmosferic este egală cu 1; constanta dielectrică a sulfului este 2,5; a sticlei 5,5 etc.

da (Condensatori usuali. — Unul din condensatorii cei mai întrebuințați este *butelia de Leyda*. Acest aparat (fig. 182 și fig. 183) este format din o butelie de sticlă subțire, cu



Fig. 182.

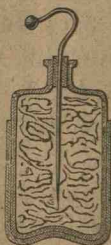


Fig. 183.

gâtul strîmt, închisă cu un dop prin care străbate o vergea metalică. Vergeaua, recurbată la capătul de sus și terminată cu o bombiță, este în contact cu cea-l'altă extremitate cu foi sau strujituri metalice, cari formeză armătura interioară a condensatorului. Ast-fel, armătura interioară pôte fi formată din foi de aur sau de staniu, strujituri de cupru sau de fer etc. Pe fundul și suprafața exterioră a buteliei sunt lipite, până aproape de gâtul

buteliei, foi de staniū, așa ca să formeze o suprafață continuă. In fine, pe partea exterioră a buteliei, neacoperită cu staniū, se pune un vernis izolator.

Când gâtul vasului este destul de larg, pentru a putea introduce mâna în interior, cum este cazul unui bocal de sticlă (fig. 184), atunci se lipesc pe fețele sticlei atât în interior cât și în exterior foi de staniū. In acest caz, se dă o formă dreaptă vergelei metalice, care se termină la capătul de sus prin o sferă; la capătul de jos al vergelei se atârnă sârme metalice pentru a stabili comunicațiunea între vergea și foia de staniū, care formează armătura interioară.

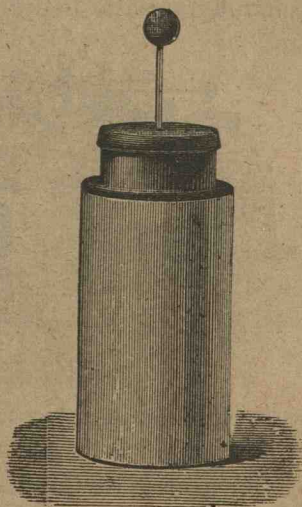


Fig. 184.

Pentru a încărca o butelie sau un bocal cu electricitate, vom ține butelia în mână prin armătura exterioră, și vom pune vergeaua, prin urmare armătura interioară, în comunicațiune cu o mașină electrică.

O altă formă a condensatorilor este *condensatorul plan a lui Oepinus* (fig. 181), format din două discuri metalice plane, izolate pe piciorde de sticlă, cari se pot mișca pe o riglă gradată. Unul din discuri servește de colector, cel-l'alt de condensator. Dielectricul poate fi aerul atmosferic sau o altă substanță izolantă, ca ebonitul, sulful, sticla, etc.

Bateria electrică. — Să considerăm mai multe butelii de Leyda sau bocale electrice identice între ele. Reunind toate armăturile interioare ale butiliilor între ele și punându-le în legătură cu pământul, vom forma o *baterie electrică*.

În practică, o baterie electrică este formată în modul următor :

Mai multe bocale (fig. 185) sunt introduse în o cutie de lemn tapisată în interior cu foii de staniu. Tóte ar-

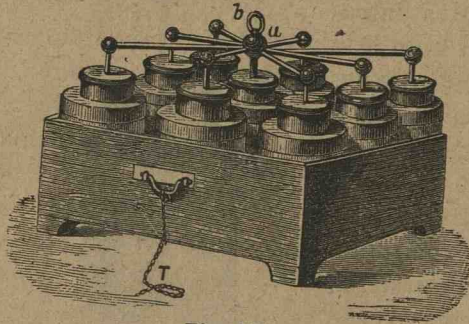


Fig. 185.

mătorele sunt puse în comunicațiune între ele prin verzele metalice, cari se reunesc la sfera *a*. Pe acéstă sferă este fixat inelul *b*, pe care 'l putem lega, prin un lanț metalic, la o mașină electrică. Fo-

ile de staniu din interiorul cutiei sunt puse în comunicațiune metalică cu torțele cutiei și cu pământul.

În telegrafie și în telefonie, se întrebuițeză condensatori plani. Acești condensatori sunt formați din foii de staniu, alternând cu foii de hârtie parafinată sau cu foii de mică (fig. 186). Tóte foile metalice de ordin impar 1, 3... etc.

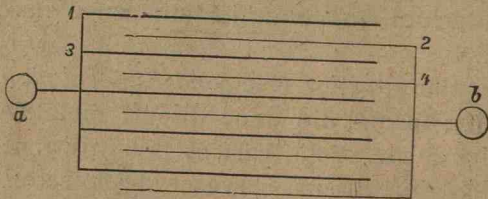


Fig. 186.

sunt puse în legătură metalică între ele și se termină la un conductor *a*; de asemenea, tóte foile metalice de ordin

pereche 2, 4... etc., sunt legate între ele și se termină la conductorul *b*. Foile de hârtie parafinată sau de mică fiind subțiri și suprafața totală a foilor de staniu fiind considerabilă, putem obține sub un volum mic un condensator de o capacitate mare.

+ Descărcarea condensatorilor.— Descărcarea condensatorilor póte fi : a) *bruscă* sau *instantanee* și b) *lentă*.

Descărcarea bruscă sau instantanee a condensatorilor. Să presupunem că am încărcat cu electricitate o butelie de Leyda (fig. 187). Pentru descărcările electrice ne servim de *escitatorul electric*, format din vergelele metalice C și D, articulate în E și terminate prin două sfere metalice. Se poate ține escitatorul cu mânele prin ajutorul a două mânere izolătoare de sticlă M și N.

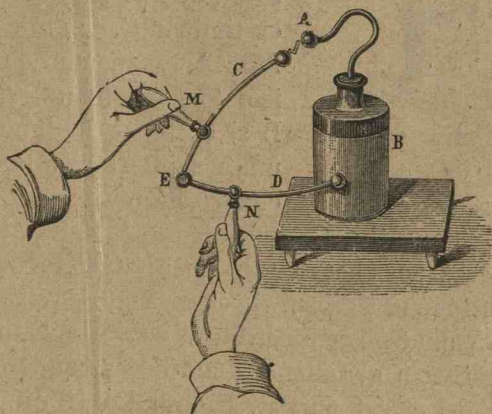


Fig. 187.

Pentru a descărca butelia de Leyda, vom pune unul din brațele escitatorului în contact cu o armătură a condensatorului, de exemplu cu armătura exterioră B; apropiind cel-lalt braț al escitatorului de armătura interioară A, vom observa chiar înainte de a stabili contactul o scântee producându-se între escitator și armătură; scântea electrică produsă provine din combinațiunea electricităților de gen contrar a celor două armături.

P. A. Descărcarea lentă a condensatorilor. Se poate obține descărcarea lentă a unui condensator, izolând condensatorul și punând în contact cu pământul alternativ cele două armături ale condensatorului prin o vergea metalică; la fie-care contact, se va obține o scântee electrică, care va deveni cu atât mai slabă cu cât operațiunea va fi repetată de mai multe ori.

Pe această descărcare succesivă a condensatorilor, este basată următoarea experiență datorită lui Franklin :

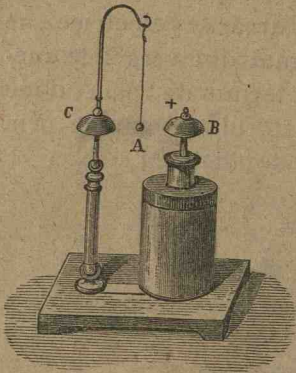


Fig. 188.

Armătura interioară a unei butelii de Leyda (fig. 188) este în legătură metalică cu o vergea terminată prin timbrul metalic B, pe când armătura exterioară este pusă în legătură metalică cu timbrul C. Un mic glob metallic A, suspendat prin un fir izolator, se află între timbrele B și C. Să presupunem că armătura interioară a buteliei este electrisată pozitiv, iar armătura sa exterioară negativ. Globul metallic A, fiind atras de B, se va încărca cu electricitate pozitivă și în urmă va fi respins; atingând timbrul C, electricitatea pozitivă a globului A va neutraliza o cantitate echivalentă de electricitate negativă a armăturii exterioare a condensatorului, care va fi descărcat parțial. Globul A va fi din nou atras de B și aceleași operațiuni se vor succeda. La fie-care atingere a globului A de timbrele B și C se va produce un sunet.

P. a. ~~~~~

Mașine electrostatice.

Definițiuni. — Mașinele electrostatice sunt nise aparate susceptibile de a produce pe doi conductori diferiți, unul numit polul pozitiv și cel-l'alt polul negativ, cantități de electricitate egală și de sens contrar, până când se stabilește între cei doi poli o diferență de potențial determinată și care depinde de forma și dimensiunile aparatului.

Vom descrie aci două aparate electrostatice: *electroforul*, cea mai simplă din mașinile electrice și *mașina*

lui *Whimshurst*, asupra căreia se poate verifica definițiunea dată mai sus mașinilor electrice.

Electroforul.— Electroforul, inventat de Wilcke și perfecționat de Volta, este format din un disc de reșină B (fig. 189 și 190) conținut în un cilindru de lemn sau de

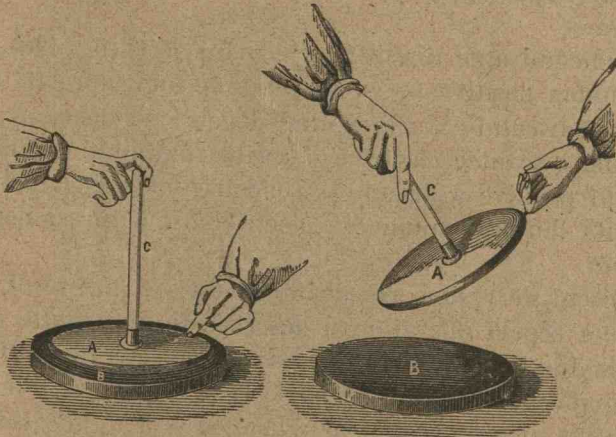


Fig. 189.

Fig. 190.

metal ce comunică cu pământul. Pe discul de reșină B se pune un al doilea disc mai mic A de metal sau de lemn acoperit cu cositor; la mijlocul discului A este fixat mânerul izolator de sticlă C, cu ajutorul căruia putem ridica discul A.

Pentru a încărca electroforul, frecăm cu o blană de pisică discul de reșină B, care se va încărca cu electricitate negativă. Punem apoi pe reșină discul A; electricitatea negativă a reșinei B discompune electricitatea neutră a discului B; electricitatea pozitivă va fi atrasă pe fața inferioară a discului A, iar electricitatea negativă va fi respinsă pe fața superioară. Electricitatea pozitivă, însă, a discului A nu se va combina cu electricitatea negativă a discului de reșină, din cauză că între discuri este aerul, care le separă, și contactul între discuri nu se face de cât prin câte-va puncte.

Apropiind degetul de discul A (fig. 189), o mică scântee se va produce rezultând din combinațiunea electricității negative a discului A cu electricitatea pozitivă provenită din discompunerea electricității neutre a corpului uman; discul A va rămâne încărcat cu electricitate pozitivă.

Ridicând apoi discul A prin mânerul C (fig. 190), electricitatea pozitivă se va răspândi pe totă suprafața metalică a discului A. Apropiind degetul de discul A, vom obține o scântee electrică datorită combinațiunei electricității pozitive a discului cu electricitatea negativă provenită din discompunerea electricității neutre a corpului uman.

Discul de rășină remânând electrisat mai mult timp, putem repeta operațiunea descrisă de mai multe ori.

Mașina lui Whimshurst.—Acastă mașină (fig. 191) este formată din discurile de sticlă D și D', cari se pot mișca în sens invers grație manivelei M și a unui sistem de scripete și curele convenabil dispuse. Discurile D și D' sunt prevădute cu același număr de sectori de cositor, dispuși în direcțiune radială. Doi conductori diametrali C și C' terminați prin periute metalice, produc o ușoară frecare pe sectorii metalici; conductorii C și C' sunt dispuși ast-fel că formeză fie-care un unghiū aproximativ de 45° cu un plan orizontal și între ei un unghiū de 90°. Doi conductori metalici orizontali p și p', prevăduți cu dinți la partea lor internă, cuprind între ei discurile D și D'; acești conductori sunt puși în legătură metalică cu arcurile mobile b și e', terminate prin sferele f și f'. Arcurile metalice b și e' pot fi puse în mișcare prin mânerulele izolătore de ebonit m și m'.

Pentru a încărcă această mașină, vom pune mai întâiū în contact sferele f și f'. Invârtind manivela M, ceea ce va produce mișcarea în sens invers a discurilor, vom auzi un sgomot particular, ceea ce indică că mașina s'a încărcat.

Depărtând sferile f și f' , electricitățile de pe acești conductori se vor combina producând scânteii electrice continue sub formă de egrete; dacă punem, însă, con-

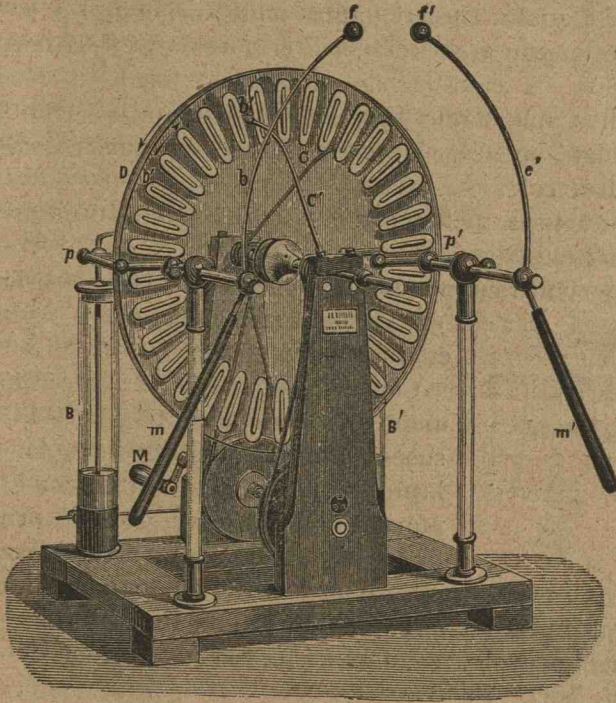


Fig. 191.

ductorii p și p' în legătură metalică cu armăturile interioare a doi condensatori B și B' , a căror armături exterioare sunt legate metalic, obținem scânteii intermitente puternice.

Iată explicațiunea funcționării acestei mașine: Prin frecarea conductorilor diametrali C și C' de sectorii discurilor D și D' , discurile se încarcă cu electricitate, așa că regiunile discurilor, cari sunt în fața conductorilor p și p' , se încarcă cu electricități de gen contrar. Aceste electricități ale discurilor vor provoca descompunerea

electricității neutre a conductorilor p și p' , cari se vor încărca respectiv cu electricități de același gen ca și electricitățile dezvoltate pe regiunile corespondente ale discurilor D și D' . Electricitățile conductorilor p și p' se vor transmite prin arcurile b și c' la sferile f și f' , cari vor fi încărcate cu cantități de electricitate egale și de gen contrar. Când sferile f și f' sunt la distanță, electricitățile acumulate pe ele se combină prin aer producând scântei electrice.

Conductorii metalici $p b f$ și $p' e' f'$ constituiesc poliți mașinei electrice.

Experiențe cu mașinele electrice. — Vom descrie aici câte-va experiențe cari pot fi realizate cu mașine electrice.

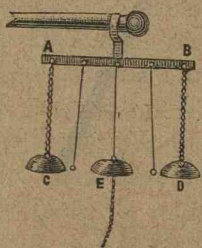


Fig. 192.

La extremitatea unei vergele metalice AB (fig. 192) sunt suspendate prin lanțuri de metal timbrele C și D ; un al treilea timbru E este atârnat la mijlocul vergelei AB prin un fir izolator de mătăasă; acest din urmă timbru este pus în comunicațiune cu pământul prin un lanț metalic. În fine, între timbre sunt atârnat prin fire izolatore de mătăasă două mici sfere de cupru.

Să presupunem că atârnam aparatul la polul pozitiv a unei mașine electrice. Când mașina se va încărca, timbrele C și D se vor încărca cu electricitate pozitivă; sferele metalice vor fi atrase de timbrele C și D , se vor încărca cu electricitate pozitivă și în urmă vor fi respinse. Timbrul E , încărcat prin influență cu electricitate negativă, va atrage sferele încărcate pozitiv, cari venind în contact cu el se vor descărca; sferele apoi se vor depărta de timbrul E , vor fi atrase din nou de timbrele C și D și așa mai departe. Ciocnirile sferelor de timbre vor produce sunete, cari vor fi continuate în tot timpul funcționării mașinei.

Morișca electrică. — Aparatul (fig. 193) este format din mai multe vergele metalice recurbate la capete în același sens și cu virfurile ascuțite. Vergelele sunt dispuse după razele unui cerc. Morișca este mobilă pe un ax vertical.

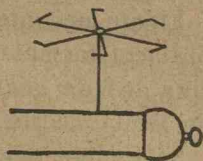


Fig. 193.

Punând morișca în comunicațiune cu unul din poliți unei mașine electrice, se constată că morișca se pune în mișcare în sensul invers virfurilor. Explicațiunea este următoare: aparatul încărcându-se cu electricitatea polului mașinei, electricitatea se scurge prin virfurile ascuțite și electrisază aerul ce înconjoară aparatul; electricitățile de același gen al virfurilor și al aerului electrisat respingându-se, virfurile ascuțite vor fi respinse de aerul electrisat imobil.

Grindina electrică. Aparatul, cu care realizăm această

experiență, este format din un clopot de sticlă C (fig. 194), așezat pe cilindrul metalic B în comunicațiune cu pământul prin un lanț de metal; partea superioară a clopotului C este străbătută de vergeaua metalică D terminată prin discul A. Pe fundul cilindrului B se află mai multe bombițe de mēduvă de soc. Punând discul A în legătură cu unul din poliți mașinei elec-



Fig. 194.

trice, acest disc se va încărca cu electricitate, va atrage bombițele, cari apoi respinse vor cădea pe fundul cilindrului B, unde se vor descărca. În tot timpul funcționării mașinei, bombițele se vor mișca între cele două discuri.

Acastă experiență a fost imaginată de Volta, care credea că grindina se mișcă între doi nori electrisați cu electricitate de gen contrar.

Efectele descărcărilor electrice.

Efecte mecanice. — Când descărcarea se produce prin un obstacol, format din un solid rău conductor de electricitate, cum ar fi un geam de sticlă, o fâie de carton sau o bucată de lemn, aceste corpuri sunt găurite sau sfărâmate.

Se pun în evidență efectele mecanice ale descărcărilor electrice, făcând să comunice metalic cele două armături ale unei baterii electrice cu două vergele subțiri de fer A și B (fig. 195) terminate prin vârfuri ascuțite; se interpune între vârfuri o lamă de sticlă C izolată pe un suport de aceeași substanță. Scânteia electrică, provenită din descărcarea bateriei electrice, va găuri sticla.

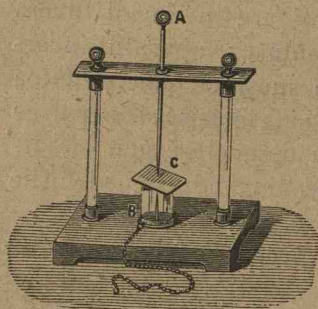


Fig. 195.

Dacă în loc de sticlă, am pune o bucată de lemn uscat, experiența ar arăta că lemnul va fi sfărâmat prin trecerea scânteiei electrice.

Efecte calorifice. — Când descărcarea se produce prin un fir conductor, firul se încălzește. Încălzirea firului este cu atât mai pronunțată, cu cât rezistența opusă de fir la trecerea electricității este mai mare. Experiența arată că rezistența electrică a firului este proporțională cu lungimea, invers proporțională cu secțiunea și depinde de natura conductorului.

Experiențe de acest gen se fac, în general, cu *escitatorul universal* (fig. 196), format din vergelele metalice A și B, terminate prin două mici sfere conductoare; vergelele A și B sunt izolate pe picioarele de sticlă C și D. O măsura M susține corpul supus experienței. Când experimentăm, punem în comunicațiune metalică vergelele A și B cu cele două armături ale unei baterii electrice; descărcarea se va face prin corpul pus pe măsura M.

Dacă reunim cele două extremități ale vergelelor A și B prin o sîrmă metalică subțire, prin descărcarea bateriei sîrma se va roși și va putea fi topită și chiar volatilizată.

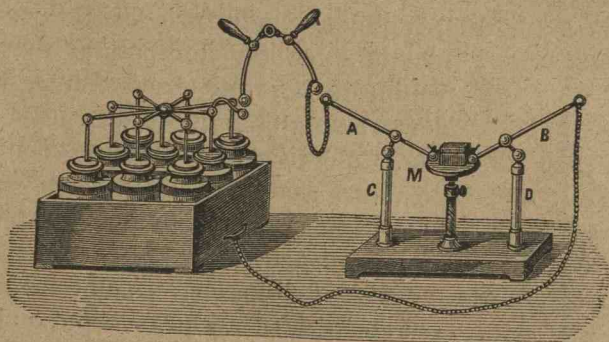


Fig. 196.

Efecte luminose. — Scânteia electrică este fenomenul luminos ce însoțesce combinațiunea electricităților de gen contrar a doi conductori. Se numește *distanță explosivă* depărtarea între conductorii cari dau naștere scânteiei electrice. Dacă distanța explosivă este mică, scânteia este în linie dreaptă; dacă această distanță este mai mare, scânteia are o formă sinuoasă și presintă ramificațiuni.

Se poate obține de odată un mare număr de scânteii, cu o singură descărcare, servindu-ne de un *tub scânteitor*. Un tub scânteitor (fig. 197) este constituit din un tub de sticlă lung, în interiorul căruia sunt așezate după o spirală un mare număr de romburi de staniu; tubul este terminat cu două garnituri metalice A și B. Dacă punem aceste garnituri A și B în comunicațiune cu cei doi poli a mașinei Whimshurst sau cu cele două armături ale unui condensator, vom observa că la fiecare descărcare se vor produce simultaneu scânteii în toate intervalele dintre romburile metalice.



Când descărcarea se face în un spațiu cu aer Fig. 197.

rărit, nu se mai produce o scânteie între conductorii ca în cazul precedent, dar o lumină continuă de culoare violetă. Ast-fel, dacă facem un vid parțial în aparatul numit *oul electric* (fig. 198) și punem conductorii A și B în comunicațiune cu cei doi poli ai mașinei

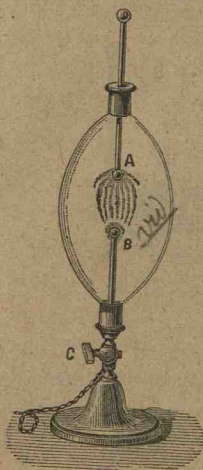


Fig. 198.

Whimshurst, vom observa între conductorii un glob luminos de culoare violetă. Culoarea globului luminos depinde de natura gazului rarefiat; ea este roșie în hidrogen, verde în acid carbonic, violetă în azot etc.

Efecte fiziologice. — Când descărcarea electrică se face prin corpul omului, resimțim o comoțiune care depinde de cantitatea de electricitate și de diferența de potențial a aparatului electric întrebuințat. Putem descărca o butelie de Leyda, ținând în o mână armătura sa

exteriură și atingând cu cea-l'altă armătura interioară; vom simți o comoțiune cu atât mai vie cu cât butelia are o suprafață mai mare și diferența de potențial a armăturilor este mai mare.

Acest efect pôte fi simțit de mai multe persoane cari se țin de mână, formând ast-fel o catenă continuă; dacă armăturile unui condensator încărcat vor fi atinse de persoanele de la capetele catenei, comoțiunea va fi resimțită de toți.

Electricitatea atmosferică.

Starea electrică a atmosferei. — Atmosfera este aproape tot-d'a-una încărcată cu electricitate, fie că cerul ar fi senin sau acoperit cu nori. Când cerul este senin, atmosfera este încărcată în general cu electricitate pozitivă și potențialul electric crește pe măsură ce ne șuim în atmo-

sferă. Pe un timp furtunos, electricitatea în un punct al atmosferei este variabilă, când pozitivă când negativă, după felul de electricitate a norilor din vecinătate.

Identitatea între fulger și scânteia electrică.— Forma sinuoasă a fulgerului este analogă cu forma sinuoasă a scânteiei electrice, provenite din descărcarea unei mașine electrice. Franklin a demonstrat că există identitate între fulger și scânteia electrică (1752). Franklin construi un smeu, prevădută cu un vârf metalic ascuțit, pe care îl ridică în atmosferă pe un timp furtunos ; sfóra de cânepă, legată la smeu, se termina la partea inferioară prin o sfóra de mătase rău conducătoare de electricitate. O plóie, ce cădu în timpul când smeuul era ridicat în atmosferă, făcu sfóra de cânepă bună conducătoare, și Franklin parveni a scóte din sfóra scânteii, a încărca o butelie de Leyda etc.

Formarea norilor electrisați pozitiv și negativ. — Partea superioară a atmosferei este electrisată pozitiv. Un nor póte fi considerat ca un corp conductor ; electricitatea atmosferei va discompune prin influență electricitatea neutră a norului, așa că partea superioară a norului se va încărca negativ, iar partea sa inferioară pozitiv ; dacă partea inferioară a norului cade pe pămînt sub formă de plóie, saú dacă norul vine momentan în atingere cu un munte, el pierde electricitatea pozitivă și rămâne electrisat negativ.

Norul electrisat negativ discompune electricitatea a unui alt nor în stare neutră ; dacă acest din urmă nor vine momentan în contact cu pămîntul, el va rămâne electrisat pozitiv.

Fulger. Trăsnet. Tunet. — Se dá numele de *fulger* descărcării electrice produse între doi nori ; dacă descărcarea electrică se produce între un nor și pămînt, ea se numesce *trăsnet*. Fulgerul și trăsnetul sunt însoțite de un șgomot numit *tunet*.

Fulgerile aú, în general, aspectul unor linii luminóse

în formă de zigzag ; alte ori, când descărcările se produc în regiunile înalte ale atmosferei, unde presiunea este mică, se observă o lumină roșietică desfășurată pe o întindere destul de mare a atmosferei.

Putem determina aproximativ distanța care ne separă de norii între cari se produce fulgerul. În adevăr, lumina percurge în o secundă o distanță considerabilă (300.000 kilometri aproximativ pe secundă), pe când sunetul nu percurge în acelaș timp de cât 340 de metri. Va fi deci suficient a evalua numărul de secunde care trece de la aparițiunea fulgerului până la auzirea tunetului ; acest număr de secunde multiplicat cu 340 va represinta aproximativ distanța în metri de la noi până la norii, între cari s'a produs descărcarea.

Efectele trăsnetului sunt analóge acelor ale bateriei electrice, însă cu mult mai puternice. Ast-fel : 1) ca *efecte mecanice*, trăsnetul cădând pe corpii răi conducători, ca arborii, pietrele etc., îi va sfărâma ; 2) ca *efecte calorifice*, trăsnetul topesce și volatilizează metalele ; 3) ca *efecte fisiologice*, trăsnetul produce lesiunea organelor și chiar mórtea.

Paratrăsnet.— Franklin a inventat paratrăsnetul, care este un aparat destinat a apăra edificiile de trăsnet. Paratrăsnetul este format din o vergea de fer, lungă de la opt până la zece metri, terminată la vérf prin un vérf de platină, inalterabil în aerul atmosferic. Vergeaua este pusă în comunicațiune cu pămîntul prin un conductor metalic, care póte să fie sau o vergea de fer de un diametru mai mic sau un cablu format din mai multe sirme de fer. Pentru ca comunicațiunea conductorului cu pămîntul să fie bună, se usită a se introduce extremitatea ramificată a conductorului, prevădută cu mai multe table metalice, în un puț cu apă. Ca precauțiune, conductorul se pune în legătură cu toate părțile metalice ale edificiului. Paratrăsnetul se aședă în partea cea mai înaltă a edificiului ; dacă este necesar, se aședă pe edificiu

mai multe paratrăsnete cari trebuiesc a fi tôte legate metalic între ele.

Ne putem da sémă în ce mod paratrăsnetul apără un edificiu. Daca un nor electrisat, de exemplu negativ, trece d'asupra edificiului, electricitatea negativă a norului discompune electricitatea neutră a conductorilor legați metalic cu paratrăsnetul; electricitatea pozitivă se va scurge prin vârful ascuțit al paratrăsnetului și electricitatea negativă va fi respinsă în pământ.

Eficacitatea unui paratrăsnet pare a fi suprafața unui cerc a cărui rază ar fi dublul lungimei paratrăsnetului.

B. a

MAGNETISMUL

Fenomene generale.

Magneți naturali și artificiali. — Există în natură un oxid de fer (Fe^2O^3) care are proprietatea de a atrage ferul; acest mineral constituie un *magnet natural*. *(magnetul)*

Dacă frecăm cu un magnet natural o bară de oțel călit, acest corp câștigă și el proprietatea de a atrage ferul; se dă numele de *magnet artificial* barei de oțel care a câștigat proprietatea de a atrage ferul.

Proprietățile atât a magneților naturali cât și a magneților artificiali fiind aceleași, se preferă a se întrebuința în practică magneții artificiali din cauza formelor mai regulate ce li se pot da. Se întrebuințază, în general, magneții artificiali saū sub formă de paralelipiped, când constituiesc *barele magnetice*, saū sub formă de romburi lungi și subțiri cunoscute sub numele de *ace magnetice*.

Se dă numele de *substanțe magnetice* corpurilor cari pot fi atrase de magneți; ast-fel, afară de fer, nickelul și cobaltul sunt substanțe magnetice putënd fi atrase de un magnet.

Poli magnetilor. — Când introducem o bară magnetică în pilitură de fer (fig. 199) observăm că pilitura este atrasă mai cu seamă de extremitățile barei și tot-odată

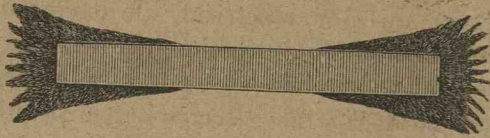


Fig. 199.

atracțiunea descresce de la extremități la linia mediană a magnetului, unde atracțiunea este inapreciabilă. Se dă numele de *poli magnetici* extremităților magnetului; linia mediană constituie *linia neutră* a magnetului.

Orientațiunea unui magnet de către pământ. Distingețiunea între cei doi poli a unui magnet. — Dacă suspendăm o bară magnetică de mijlocul ei prin ajutorul unui fir fără torsiune, așa ca bara magnetică să se potă mișca în un plan orizontal, observăm că magnetul, după câte-va oscilațiuni, ia o direcțiune fixă, care este aprópe direcțiunea de la nordul la sudul pământului.

Putem repeta experiența și cu un ac magnetic (fig. 200),

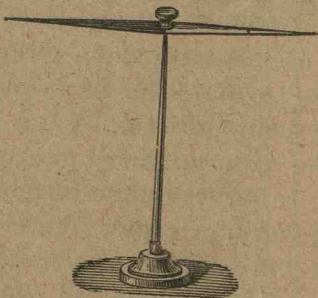


Fig. 200.

susținut pe un ax vertical și care se potă mișca în un plan orizontal. Acul magnetic, liber a se mișca în un plan orizontal, ia aprópe direcțiunea nord-sud. Să însemnăm polul magnetului care se dirige către nord și să mișcăm acul așa ca polul notat să ia locul polului

celui-l'alt; lăsând acul magnetic liber, experiența va arăta că acul va face o semi-revoluțiune și polul notat va relua pozițiunea inițială.

Aceste experiențe denotă că pământul exercită o acțiune directrice asupra unui magnet și că, tot-odată, există o

deosebire între cei doi poli ai unui magnet. Se dă numele de *pol nord* polului magnetului care se dirige către nordul pământului și de *pol sud* aceluși pol ce se dirige către sudul pământului.

Acțiunile reciproce a polilor a doi magneti. — Să considerăm un ac magnetic *ns* (fig. 201) suspendat prin un fir fără torsiune și ce se poate mișca în un plan orizontal; să presupunem că am determinat polul nord *n* și polul sud *s* a acestui ac magnetic. Să apropiem de acul magnetic *ns* un al doilea ac magnetic, căruia i s'a deter-

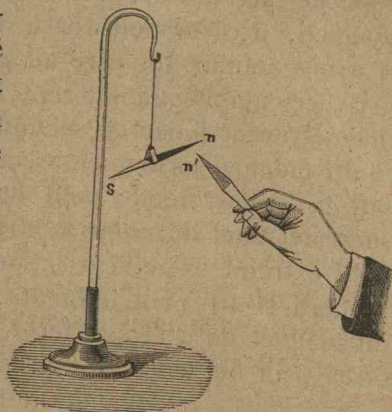


Fig. 201.

minat de asemenea poli nord și sud. Dacă apropiem polul nord *n'* a acului magnetic, ce l'ținem în mână, de polul sud *s* al acului magnetic suspendat, vom observa o respingere între poli: aceeași respingere se observă dacă apropiem poli sud a acelor magnetice; experiența arată, din contra, că polul nord al unui magnet atrage polul sud al celui-l'alt magnet. Urmază deci că: *doi poli magnetici de același nume se resping și doi poli magnetici de nume contrar se atrag.*

Experiența magnetilor rupți. **Hipotesa constituțiunei magnetilor.** — Să luăm o sirmă de oțel, pe care s'o

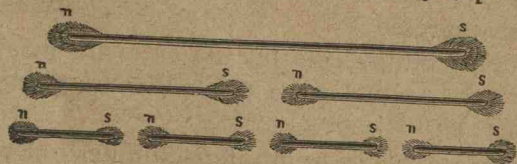


Fig. 202.

magnetisăm; sirmă magnetică va prezenta doi poli magnetici distincți: polul nord și polul sud (fig. 202). Să ru-

pem magnetul în două ; fie-care din fragmente va deveni un nou magnet, presintând cei doi poli dirigiați în același mod ca și în magnetul primitiv. Dacă continuăm a rupe fie-care din acești magneți în două, vom obține alți magneți, a căror poli vor fi dirigiați în același mod ca și a magnetului din care au provenit.

Experiența magneților rupți ne conduce a considera un magnet drept liniar de secțiune mică ca format din mulți magneți foarte mici, așezați în linie dreaptă, și orientați în același mod ; poli intermediari a doi magneți succesivi fiind de nume contrar se neutralizează și numai poli extremi exercită o acțiune exterioră.

Magnetizare prin influență. — Proprietatea, ce o are un magnet de a atrage ferul, se explică prin magnetizarea prin influență. Să apropiem (fig. 203), în adevăr, de polul nord a magnetului NS o mică bară de fer ; experiența ne va arăta că bara de fer va deveni un nou magnet, a cărui pol sud *s* este la capătul care vine în contact cu magnetul. Bucata de fer s'a magnetizat prin *influență*. Acastă bară de fer va atrage la rândul ei o altă bară de fer, pe care o va magnetiza în același mod prin influență și așa

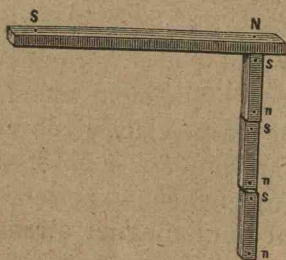


Fig. 203.

mai departe. Experiența arată că vom putea atârna la capătul unui magnet mai multe bare de fer, a căror magnetism merge însă descrescând pe măsură ce numărul barelor se mărește.

Atracțiunea piliturei de fer de către un magnet este explicată prin magnetizarea prin influență a acestei substanțe.

Magnetizarea ferului prin influență nu este persistentă ; dacă desfacem bucățile de fer de magnetul NS, vom observa că ele și pierd proprietățile lor magnetice.

Oțelul, și în special oțelul călit, se magnetizează prin

influență cu forțe mare greutate ; acest corp, însă, conservă o parte din magnetismul său chiar dacă îndepărtăm magnetul care a servit a 'l magnetisa prin influență.

Să dă numele de *magnetism temporar* aceluși ce dispare cu influența magnetică, *magnetism remanent* aceluși ce rămâne în corp când influența magnetică a încetat, și de *forță coercitivă*, proprietății ce o are oțelul de a păstra o parte din magnetismul dezvoltat prin influență.

Metode de magnetizare.

Diverse metode de magnetizare. — Vom descrie aici câte-va din metodele usitate anterior pentru magnetizare.

Metoda simplei frecări. Pentru a magnetisa un ac sau o bară de oțel călit (fig. 204) prin această metodă, vom freca bara cu polul unui magnet N S, făcând să alunecă același pol al magnetului de la un capăt la altul al barei și tot-d'a-una în același sens. Experiența arată că, dacă frecăm bara cu polul nord N al magnetului se va dezvolta un pol sud S la extremitatea barei unde am început frecarea.

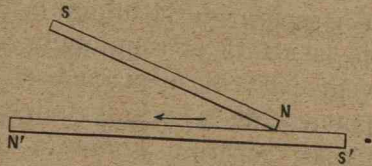


Fig. 204.

Metoda dublei frecări separate. Se așază pe același plan orizontal și în prelungirea lor doi magneți (fig. 205), având în față poli de

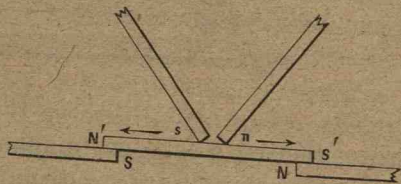


Fig. 205.

nume contrar N și S, situați la o mică depărtare ; pe acești magneți se așază bara de oțel ce vom a magnetisa. Se aplică apoi la mijlocul barei doi magneți înclinați în sens invers și dispuși astfel ca poli lor n și s să corespundă cu poli N și S

a magneților fișii. Vom freca apoi cu acești magneți în sens invers bara de la mijloc la extremități; când ajungem la extremitățile barei, ridicăm magneții și începem a freca bara în același mod de la mijloc la extremități, repetând această lucrare de mai multe ori. Aceiași operațiune este repetată și pe cea-l'altă față a barei. Experiența arată că la extremitatea barei frecate cu polul nord n al magnetului mobil se va produce polul sud S' , pe când la cel-l'alt capăt al barei se va produce polul nord N' .

Metoda dublei frecări reunite. — Bara, ce voim a magnetisa, fiind dispusă pe magneții fișii, a căror poli N și S sunt așezați ca în cazul precedent (fig. 205), să reunim cei doi poli n și s a magneților mobili prin o bucată de lemn.

Frecând bara de oțel cu cei doi magneți reuniți, fără a 'i se separa, de la mijloc la o extremitate a barei, apoi de la această extremitate la cea-l'altă și așa mai departe, vom parveni a magnetisa bara de oțel cu mult mai puternic de cât prin metodele simplei frecări sau a dublei frecări separate. Trebuie a avea grija ca operațiunea să fie terminată la extremitatea barei opusă acelei de la care am început frecarea, aducând finalmente magneții mobili la mijlocul barei.

Armăturile magneților. — Experiența a arătat că un magnet pierde cu timpul din intensitatea sa de magne-

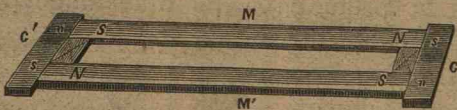


Fig. 206.

tisare. Pentru a face ca magneții să 'și conserve intensitatea de magnetizare, se dispun în o cutie câte doi magneți M și M' (fig. 206), identici între ei pe cât este posibil, paralel și așezați ast-fel ca poliile de nume contrar să fie în față, separându-i prin mici bucățele de lemn. Se

aplică apoi perpendicular la extremitățile magnetelor două bucăți de fer C, C' numite *armături*. Prin influență se vor desvolta pe fie-care din aceste armături câte doi poli N și S; armăturile C și C' magnetisate vor întreține la rëndul lor magnetismul în barele magnetice M și M'.

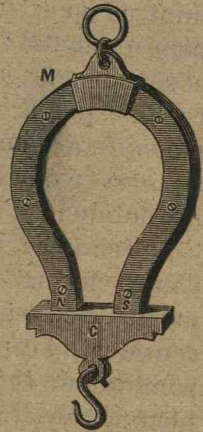


Fig. 207.

Câte-odată li se dă magnetelor forma de potcova (fig. 207); poli nord N și sud S a unui asemenea magnet M sunt reuniți prin o armătură de fer C, care se magnetizează prin influență. Armătura C poate suporta greutatea destul de mare; ast fel această armătură poate susține până la patru kilograme pentru fie-care centimetru pătrat de suprafață de contact.

Magnetismul terestru.

Acțiunea pământului asupra unui magnet se reduce la un cuplu de puteri.—Acțiunea pământului asupra unui magnet se reduce la două puteri egale, paralele și de sens opus, aplicate la extremitățile magnetului, adică la un cuplu de puteri.

Se scie că un cuplu nu are resultantă. Este deci suficient a arăta că acțiunea pământului asupra unui magnet nu are resultantă. Dacă această resultantă ar exista, ea s'ar putea descompune în o componentă verticală și în o alta orizontală. Inșă componenta verticală este nulă, căci greutatea unei bare de oțel magnetisate este aceeași înainte și după magnetizare; de asemenea componenta orizontală este nulă, căci un magnet pus pe un dop de plută, ce se poate mișca pe suprafața unei ape liniștite, nu ia o mișcare de translațiune.

Meridian magnetic. Declinațiune magnetică. Inclinațiune magnetică. — Să considerăm un ac magnetic susținut pe un ax vertical și care se poate mișca liber în un plan orizontal; s'a vădut că, după câte-va oscilațiuni, acul magnetic ia o direcțiune fixă corespunzând aprópe cu linia polilor pământului. Se dá numele de *meridian magnetic* a unui loc planului vertical ce trece prin pozițiunea ce o ia linia polilor acului magnetic sub acțiunea pământului.

Se definesce declinațiunea magnetică a unui loc unghiul diedru format de semi-planul vertical al meridianului magnetic cu semi-planul vertical al meridianului geografic, considerând ambele semi-plane dirigitate către nordul pământului. Unghiul diedru având drept măsură unghiul plan pe care 'l fac în un loc determinat orizontalele meridianului geografic și meridianului magnetic, putem defini declinațiunea magnetică în modul următor: Declinațiunea magnetică a unui loc este unghiul pe care 'l face meridianul magnetic a unui loc cu meridianul geografic a aceluiași loc.

Declinațiunea magnetică este *occidentală* sau *orientală* după cum semi-planul nord al meridianului magnetic este la vestul sau la estul semi-planului nord al meridianului geografic.

Să considerăm un ac magnetic mobil în un plan vertical împrejurul unui ax orizontal, ce trece prin centrul de gravitate al acului. Să facem să coincidă acest plan vertical cu planul meridianului magnetic. Experiența ne va arăta că, în regiunile noastre, polul nord al acului magnetic se va dirige în jos. Se definesce inclinațiunea magnetică a unui loc unghiul ascuțit format de acul magnetic, mobil în planul vertical al meridianului magnetic, cu linia orizontală ce trece prin centrul de gravitate al acului conținută în planul meridianului magnetic.

Pentru măsura declinațiunii și inclinațiunii, ne servim de busola de declinațiune și inclinațiune.

Busola de declinațiune. — Busola de declinațiune (fig. 208), este formată din un ac magnetic în formă de romb, susținut pe un ax vertical și care se poate mișca înaintea unui cerc gradat; pe acest cerc sunt însemnate la extremitățile unui diametru gradele $0'$ și 180° . O lunetă astronomică LL' este fixată la cutia care conține acul magnetic și cercul divizat, așa că axa optică a lunetei este paralelă cu diametrul $0-180$. Pentru a face o observațiune cu acest aparat, vom așeza busola orizontal; vom dirige apoi luneta LL' în așa mod, ca axa optică a lunetei să coincidă cu meridiana geografică a locului. Acul magnetic ns se va mișca și, după câte-va oscilațiuni, polul său nord n va forma cu linia $0-180$ un unghi care va exprima declinațiunea magnetică a locului. După figură, polul nord n al acului magnetic este deviat la vestul direcțiunii $0-180$, ceea ce indică că declinațiunea magnetică este în acest caz occidentală.

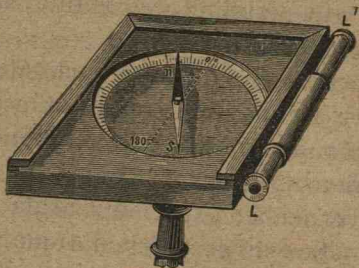


Fig. 208.

Busola marină este o busolă de declinațiune întrebuințată în navigațiune.

Busola de inclinațiune. — Busola de inclinațiune (fig. 209) este formată din acul magnetic ns , mobil împrejurul unui ax orizontal ce trece prin centrul de gravitate al acului. Acul magnetic se mișcă în interiorul cercului vertical gradat VV . Cercul VV este

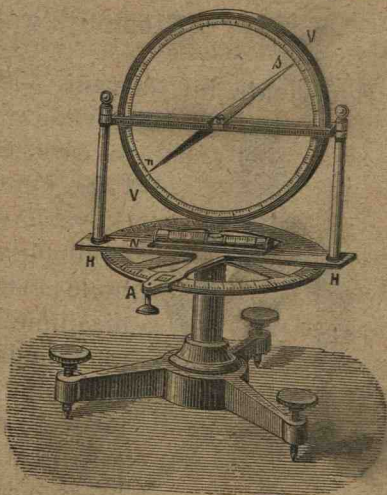


Fig. 209.

mobil, la rândul său, împrejurul unui ax vertical, care trece prin mijlocul cercului orizontal HH divizat în grade. Putem obține orizontalitatea cercului HH grație nivelei cu globula de aer N.

Pentru a măsura înclinațiunea magnetică a unui loc, va trebui mai întâi să așezăm cercul vertical VV în planul meridianului magnetic. Pentru aceasta, vom întorce cercul VV până când acul magnetic va lua o direcțiune verticală; experiența arată că acest plan al acului magnetic este perpendicular planului meridianului magnetic; mișcând, prin urmare, cercul VV împrejurul axului vertical cu 90° de la această pozițiune, vom parveni a așeza cercul VV în planul meridianului magnetic. Pentru a cunoaște înclinațiunea magnetică, este suficient a ceti unghiul ascuțit format de acul magnetic cu diametrul orizontal al cercului VV.

P. a

ELECTRICITATEA DINAMICĂ

Elemente galvanice.

Experiența lui Galvani. — Descoperirea electricității galvanice adică a electricității în mișcare, este datorită lui Galvani în 1786. Pentru a repeta experiența lui Galvani, vom tăia o broască (fig. 210) în două, vom despoia de pele membrele posterioare și vom pune în comunicațiune prin un arc conductor format din două metale, zinc și cupru de exemplu, nervii lombari cu mușchii broșcei; experiența arată că, la fiecare contact a mușchilor și nervilor broșcei cu arcul metalic, membrele broșcei se contractează.



Fig. 210.

Galvani, pentru a explica acest fenomen, asemăna brósca cu o butelie de Leyda ; muşchii bróscei ar forma una din armăturile condensatorului, nervii cea-l'altă armătură, iar arcu metalic ar juca rolul de escitator ; contractiunea bróscei s'ar produce la fie-care descărcare a acestui condensator.

Principiul lui Volta. — Volta, profesor la Pavia, repetând experienţa lui Galvani, ajunse la concluziunea că producerea electricităţii este datorită contactului celor două metale diferite cupru şi zinc. Experienţe numeroase făcute de Volta precum şi alte experienţe posterioare au condus la formularea următoarei legi care poartă numele de legea contactului :

Când două metale şi, în general, două corpuri conductoare solide sau licide, de naturi diferite, sunt în contact, există între aceste corpuri o diferenţă de potenţial. Această diferenţă de potenţial depinde numai de natura corpurilor şi de temperatura lor ; ea nu depinde, însă, de dimensiunile lor, de forma lor, de mărimea suprafeţelor de contact şi de valoarea absolută a potenţialului pe fie-care din conductori.

Principiul elementelor galvanice. — Să introducem în vasul de sticlă V (fig. 211), conţinând o soluţiune de apă acidulată cu acid sulfuric, două lame metalice, una de cupru C şi alta de zinc amalgamat Z, fie-care din aceste lame fiind prevădute cu sîrmele de cupru P şi N. Experienţa arată că sîrmele terminate P şi N vor prezenta o diferenţă de potenţial, care nu depinde de mărimea lamelor metalice, de forma lor sau de distanţa între ele. Aparatul format de cele două sîrme P şi N, de cele două lame metalice C şi Z şi de lichidul interpus constituie un *element galvanic*. Se dă numele de *poli* extremităţilor P şi N a elementului galvanic. Un element galvanic este deci o maşină electrică.

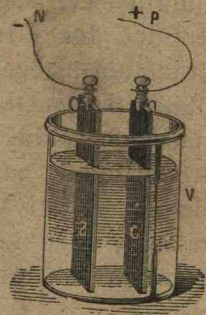


Fig. 211.

care presintă la cei doi poli o diferență de potențial constantă. Diferința de potențial a extremităților P și N a elementului constituie *forța electromotrice* a elementului galvanic.

Experiența arată că potențialul polului P a elementului galvanic este mai mare de cât potențialul polului N ; se dă celui d'întâi numele de *polul pozitiv*, iar celui al doilea de *pol negativ*.

Să presupunem că punem cei doi poli ai elementului galvanic în comunicațiune cu cele două armături ale unui condensator ; experiența arată că se stabilește în un timp foarte scurt, care poate fi evaluat la o fracțiune de secundă, o diferență de potențial egală cu forța electromotrice a elementului.

Când polii P și N nu sunt reuniți prin un conductor metalic între ei, se dize că elementul galvanic este în *circuit deschis*.

Să presupunem că reunim polii P și N prin un conductor metalic, de exemplu prin o sîrmă de cupru. În acest cas, electricitatea pozitivă tinde a trece de la potențialul cel mai ridicat la potențialul cel mai jos, dând naștere unei circulațiuni continue de electricitate. Această circulațiune a electricității constituie *curentul electric*. Fie-care secțiune luată în firul interpolar său în element va fi străbătută în același timp de aceeași cantitate de electricitate. Se constată tot-odată că zincul amalgamat este atacat de acidul sulfuric și greutatea zincului atacat este proporțională cu cantitatea de electricitate produsă. La elementele galvanice, acțiunile chimice dând energia necesară pentru întreținerea curentului electric, avem un exemplu de transformarea energiei chimice în energie electrică.

Când polii elementului galvanic sunt reuniți între ei prin un fir conductor, se dize că elementul este în *circuit închis*.

Sensul curentului este sensul în care circulă electrici-

tatea pozitivă, prin urmare, sensul curentului va fi de la polul pozitiv la polul negativ în sîrma interpolară și de la polul negativ la polul pozitiv în interiorul elementului.

Element galvanic cu un singur licid. Polarisațiunea elementului. — Ca exemplu de element galvanic cu un singur licid este acel format (fig. 211) din o lamă de cupru C, o lamă de zinc Z, introduse în un vas cu apă acidulată cu acid sulfuric. Reunind poliî prin un fir interpolăr *conductor* de cupru, un curent electric va circula de la polul pozitiv la polul negativ în firul interpolăr, și de la polul negativ la polul pozitiv în interiorul elementului. Forța electromotrice a acestui element este egală cu diferența de potențial a celor doi poli, când elementul galvanic este în circuit deschis.

Experiența arată că curentul electric slăbește cu timpul. Causa este datorită acțiunilor chimice produse în interiorul elementului prin trecerea curentului și care micșorează forța electromotrice a elementului; în adevăr, apa acidulată este discompusă prin trecerea curentului, zincul este transformat în sulfat de zinc iar hidrogenul se va degagia la lama de cupru, care va fi acoperită cu un strat de acest gaz. Contactul între lama de cupru acoperită cu gaz și apa acidulată va produce o forță electromotrice de sens invers forței electromotrice totale a elementului, așa că acesta din urmă va fi diminuată. Se dice că lama de cupru este *polarisată* saü, încă, că elementul s'a polarisat. Acest fenomen este cunoscut sub numele de *polarisațiunea elementului*.

Descrierea câtor-va elemente galvanice. — Pentru a evita polarizarea elementelor galvanice prin depunerea hidrogenului pe lama de cupru, s'aü construit elemente cari conțin substanțe oxidante saü încă două licide în loc de unul. Vom descrie câte-va din elementele cele mai usitate.

Elementul Daniell. Acest element (fig. 212) este format din un vas exterior de sticlă saü de pămînt V, care con-

ține în interior un vas poros de formă cilindrică D. În interiorul vasului D se află cilindrul de cupru C deschis la ambele capete; în spațiul inelar cuprins între vasul D și vasul exterior V se află cilindrul de zinc Z deschis de asemenea la ambele capete; lame de cupru sunt fixate la cilindrele de cupru și de zinc. În interiorul vasului poros se toarnă o soluțiune de sulfat de cupru, iar în spațiul inelar apă acidulată cu acid sulfuric.

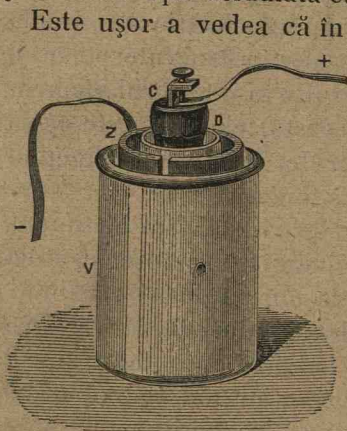


Fig. 212.

Este ușor a vedea că în acest element polarizarea este evitată. În adevăr, când circuitul este închis, apa fiind descompusă prin trecerea curentului, oxigenul va ataca zincul care împreună cu acidul sulfuric vor forma sulfatul de zinc, pe când hidrogenul tinde a se degaja pe vasul poros; de altă parte, sulfatul de cupru este de asemenea descompus prin trecerea curentului și pe când cuprul se depune pe pereții

cilindrului de cupru, acidul sulfuric și oxigenul se dirig către vasul poros; oxigenul și hidrogenul se vor combina în lama poroasă chiar, pe când acidul sulfuric se va combina cu apa din compartimentul exterior și va lua locul acidului sulfuric combinat cu zincul.

Polul pozitiv al elementului este la lama de cupru, care este mai puțin atacată de lăcid prin trecerea curentului, iar polul negativ la lama de zinc, cea mai atacată de lăcid.

În general, din cele două lame metalice ale unui element, cea mai atacată de lăcid constituie polul negativ al elementului.

Forța electromotrice a acestui element este 1 volt,08.

Elementul Bunsen. Acest element (fig. 213) este format din un vas exterior V divizat prin vasul poros D în două

compartimente; interiorul vasului poros conține acid azotic și un cilindru de cărbune aglomerat; spațiul inelar dintre vasul V și vasul poros conține un cilindru de zinc Z deschis la ambele capete și apă acidulată cu acid sulfuric; lame de cupru sunt adaptate la extremitățile cărbunelui și zincului. Prin trecerea curentului electric, hidrogenul, provenit din discompunerea apei acidulate atacă acidul azotic, care este transformat în compuși nitroși; compozițiunea lichidului din vasul poros fiind variabilă, acesta ne explică pentru ce elementul Bunsen

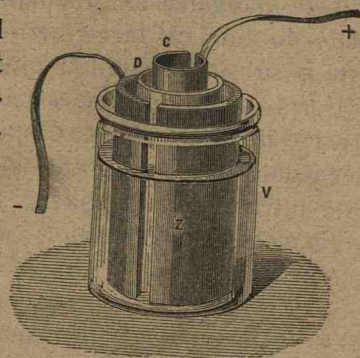


Fig. 213.

nu este constant de cât în timp de câte-va ore.

Forța electromotrice a elementului Bunsen, de curând preparat, este 1 volt, 9.

Elementul *Grove* diferă de elementul Bunsen prin înlocuirea cilindrului de cărbune prin o lamă de platină.

Elementul Leclanché. Acest element (fig. 214) este format din vasul exterior de sticlă V, care conține un baston de zinc amalgamat Z introdus în o soluțiune de clorură de amoniū; în vasul V este introdus, de asemenea, și vasul poros T, care conține o prismă de cărbune C implantată în un amestec de cok și bioxid de manganes; sîrme de cupru sunt adaptate la extremitățile cărbunelui și zincului. Polul pozitiv al elementului este la cărbune și polul negativ la zinc.

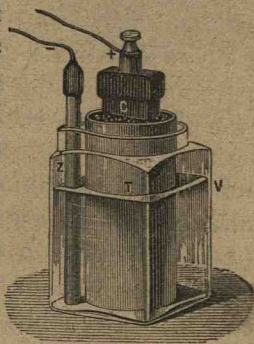


Fig. 214

Prin trecerea curentului în interiorul elementului, clorura de amoniū este discompusă; clorul se combină cu

zincul pentru a forma clorura de zinc, care se disolvă în soluțiunea apăsă; de asemenea și amoniacul se disolvă în aceeași soluțiune; hidrogenul, însă, discompune bioxidul de mangan și împiedică polarizarea elementului. Se vede de aci, că la elementul Leclanché depolarisantul este o substanță solidă: bioxidul de mangan.

Forța electromotrice a acestui element este aproximativ $1^{\text{volt}},5$. Acest element este util în casurile când avem necesitate de un curent intermitent; din această cauză este întrebuințat la sonerii și în telefonie.

Elementul cu bicromat. Acest element (fig. 215) este

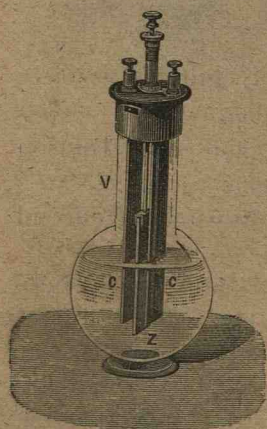
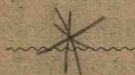


Fig. 215.

format din un vas de sticlă exterior V, care conține o soluțiune apăsă de bicromat de potasiu și acid sulfuric; în această soluțiune sunt introduse două lame de cărbune de retortă CC fixate paralel pe un disc de cauciuc tare; între lamele de cărbune se poate mișca o lamă de zinc amalgamat Z, grație unei vergele mobile care străbate discul de cauciuc. Elementul nu începe a funcționa de cât atunci când introducem zincul în lici. Polul pozitiv al elementului este la cărbune și polul negativ la zinc.

Când circuitul este închis, acidul sulfuric atacă zincul și se produce hidrogen; în același timp, prin trecerea curentului, soluțiunea de bicromat de potasiu și acid sulfuric degăziază oxigen. Gazele oxigen și hidrogen se combină pentru a forma apa și în acest mod se evită polarizarea lamelor de cărbune.

Elementul cu bicromat este cu un singur lici; forța sa electromotrice este aproximativ $1^{\text{volt}},9$.



de inv. Luni 9

Intensitate, rezistență și forță electromotrice.

Intensitatea curentului. Unitatea practică de intensitate. — Să considerăm un element galvanic în circuit închis. Din cauză că experiența nu indică nici o acumulare de electricitate în o parte a circuitului, fie în interiorul elementului fie în firul interpolar, se deduce că în același timp aceeași cantitate de electricitate străbate o secțiune ore-care a elementului considerat.

Se definește *intensitatea* unui curent cantitatea de electricitate care străbate în o secundă o secțiune ore-care a circuitului.

Dacă facem us de unitățile C. G. S, unitatea practică de cantitate de electricitate este *coulombul*. În același sistem, unitatea practică de intensitate este *amperul*, care este intensitatea unui curent care debitează o cantitate de electricitate de un coulomb în timp de o secundă.

Conform decisiunilor Congresului internațional de electricitate, ținut la Chicago în 1893, *amperul este egal cu*

$\frac{1}{10}$ *unități C. G. S. și este reprezentat, în practică, prin curentul constant care străbătând o soluțiune apăsă de azotat de argint depune 0,00118 grame de argint pe secundă.*

Rezistența unui conductor. Rezistența specifică sau resistivitatea. Unitatea practică de rezistență. — Dacă unim polii aceluiași element galvanic prin fire interpolate de natură, lungimi și secțiuni diferite, experiența arată că intensitatea curentului depinde de natura, lungimea și secțiunea firului; firul interpolar prezintă deci o rezistență la trecerea curentului, căreia i s'a dat numele de *rezistența electrică*. De asemenea și lăcidul, din care este constituit elementul, prezintă o rezistență electrică la trecerea curentului.

Ca unitate practică de rezistență este *ohmul*. *Ohmul este rezistența unei colone de mercur având, la tempera-*

tura de 0° , o lungime de 106,3 centimetre și o secțiune egală cu un milimetru pătrat.

O altă definițiune a ohmului, care coincide cu cea d'intăi, este : *Ohmul este rezistența unei colone de mercur care, la temperatura de 0° , are o masă de $149^r,4521$ și o lungime de 106,3 centimetre în un tub a cărui secțiune interioară este constantă.*

Forța electromotrice. Unitatea practică de forță electromotrice.— Forța electromotrice a unui element galvanic este diferența de potențial luată la poli elementului în circuit deschis.

Ca unitate practică de forță electromotrice este *voltul*. *Voltul este forță electromotrice care, aplicată unui conductor a cărui rezistență este de un ohm, produce un curent a cărui intensitate este de un amper.*

Legea lui Ohm. — Ohm a stabilit o relațiune între : a) forța electromotrice E a unui element galvanic, definită prin diferența de potențial între poli elementului în circuit deschis ; b) *Resistența totală* R a circuitului, compusă din rezistența interioară a elementului și rezistența firului interpolar ; c) *intensitatea* I a curentului. Acastă relațiune este :

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

care exprimă legea lui Ohm. Legea lui Ohm se enunță : *Intensitatea curentului al unui element galvanic este proporțională cu forța electromotrice a elementului și în raport invers cu rezistența totală a circuitului.*

Făcând us de unitățile practice indicate, legea lui Ohm se pôte enuncia : *Intensitatea curentului unui element galvanic exprimată în amperi este egală cu cocientul dintre forța electromotrice a elementului exprimată în volți și rezistența totală a circuitului exprimată în ohmi.*

Diaci

Efectele chimice ale curenților. Acumulatori.

Electrolisa. Electrolit. Electrozi. — Să presupunem că tăiem în un punct oare care firul interpolar (fig. 216) și introducem extremitățile sale în un lichid așa ca circuitul să fie completat prin colona de lichid. Se pot întâmpla următoarele trei cazuri: *a)* să lichidul este un izolant, cum sunt alcoolul și eterul în stare de puritate, și în acest caz curentul nu trece prin lichidul izolant, întocmai după cum nu trece prin aerul atmosferic; *b)* să lichidul este un corp simplu conductor, cum este mercurul sau un metal topit, și în acest caz curentul trece ca și prin firul metalic interpolar; *c)* să, în fine, lichidul conductor este un corp compus; în acest caz, lichidul este discompus prin trecerea curentului electric.

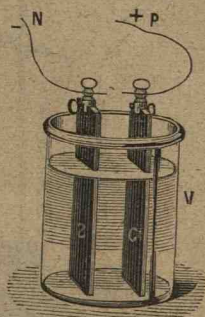


Fig. 216.

Se dă numele de *electrolisă* discompunerii unui corp compus, în starea lichidă, sub acțiunea curentului electric. Se numește *electrolit* lichidul supus discompunerii. *Electrozii* sunt cei doi conductori introduși în lichid, cari servesc la intrarea și eșirea curentului. Distingem doi electrozi: *electrodul pozitiv* este lama metalică introdusă în electrolit și pusă în comunicațiune cu polul pozitiv al elementului galvanic, *electrodul negativ* este lama introdusă în electrolit și legată la polul negativ al elementului.

Electrolisa compuşilor binari metalici. — Clorurele, sulfurele metalice etc., topite sau în soluțiune, sunt discompuse prin trecerea curentului electric. Producția discompunerii nu rămân în masa lichidului, dar se depun pe cei doi electrozi: metaloidul pe electrodul pozitiv și metalul pe electrodul negativ. Un compus binar putând fi considerat ca format din un metal combinat cu un

radical metaloid, se vede de aci că în electrolisa compuşilor binari metalul se duce la electrodul negativ și metaloidul la electrodul pozitiv.

Electrolisa serilor oxigenate. — O sare oxigenată poate fi considerată ca formată din un metal combinat cu un radical acid; când curentul electric trece prin o soluțiune a unei serii oxigenate, metalul se duce la electrodul negativ iar radicalul acid la electrodul pozitiv.

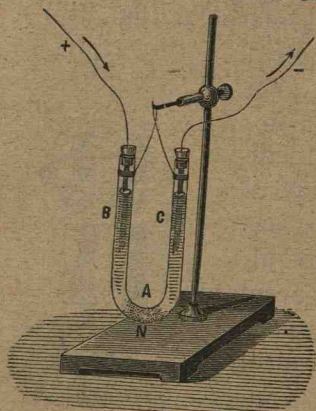


Fig. 217.

Ca exemplu, vom studia electrolisa sulfatului de cupru $SO_4 Cu$; acest corp poate fi considerat ca format din metalul cupru combinat cu radicalul acid SO_4 . Să introducem o soluțiune de sulfat de cupru (fig. 217) în un tub A cu două ramuri și să punem în ramurile B și C a tubului lame

de platină legate metalic la poliul unui element galvanic. Lama B legată la polul pozitiv al elementului constituie electrodul pozitiv și lama C legată la polul negativ formează electrodul negativ. Prin trecerea curentului, sulfatul de cupru se va discompune; metalul cupru se va depune pe electrodul negativ C, care se va acoperi cu un deposit roșu de cupru; radicalul SO_4 , care se duce la electrodul pozitiv, se discompune în acid sulfuric și oxigen care se degajiază.

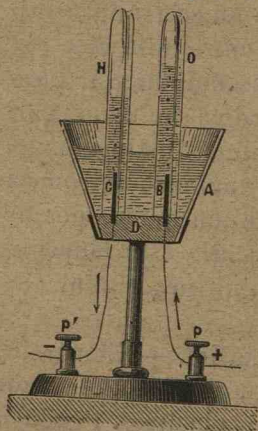


Fig. 218.

Electrolisa apei. — Discompunerea apei prin trecerea unui curent electric se face în un aparat numit *voltamtru*. Voltamtru (fig. 218) este format din un vas de

sticlă A, a căruî fund este străbătut de lamele de platină B și C, fixate în masticul izolant D. Extremitățile inferioare ale lamelor de platină sunt legate prin sîrme conductoare la colónele metalice P și P' prevăzute cu șuruburi.

Pentru a discompune apa cu voltametru, se varsă în acest aparat apă acidulată cu acid sulfuric și se acoperă electrozii B și C cu probete umplute cu apă. Se pun apoi în legătură electrozii cu polii a două sau mai multe

elemente galvanice dispuse în serie (fig. 219). Imediat ce curentul electric trece prin electrolit, se observă numeroase globule gazóse, cari se degajiază pe suprafața electrozilor B și C (fig. 218) și se suie în partea superioară a probetelor gonind apa. Experiența arată că gazele degajiate sunt oxigenul

la electrodul pozitiv B și hidrogenul la electrodul negativ C; se constată tot-odată că volumul hidrogenului degajat este de două ori mai mare de cât al oxigenului.

Se interpretază electrolisa apei în modul următor. Pentru a discompune apa, trebuie tot-d'a-una a acidula apa cu un acid, de exemplu cu acid sulfuric. Acidul sulfuric póte fi considerat ca o sare oxigenată formată din hidrogen, care jócă rolul de metal, și radicalul acid SO^+ . Prin trecerea curentului electric în electrolit, hidrogenul se degajiază la electrodul negativ iar radicalul SO^+ la electrodul pozitiv; radicalul SO^+ , însă, se discompune în SO^3 care se combină cu apa și oxigen care se degajiază la electrodul pozitiv.

Galvanoplastie. — Discompunerea serilor prin curentul

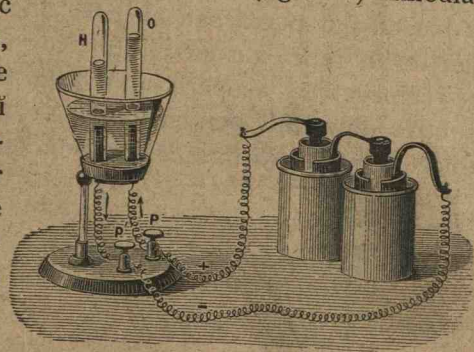


Fig. 219.

electric a dat naștere unei industrii importante: *galvanoplastia*. *Galvanoplastia propriu zisă* consistă în a reproduce în cupru diverse obiecte, de exemplu o medalie. Tot în galvanoplastie intră acoperirea unui obiect cu un strat aderent de metal prin ajutorul unui curent electric.

Metalele, întrebuințate în galvanoplastie, sunt aproape exclusiv cuprul, nickelul, aurul și argintul.

Galvanoplastia propriu zisă. Să presupunem că voim a reproduce în cupru fața unei medalii. Vom începe prin a lua cu gutapercă sau cu cêră albă tiparul modelului; părțile în relief ale modelului vor fi înlăuntru în tipar și reciproc. Se acoperă apoi fața tiparului cu un strat subțire de grafit, pentru a o face conductore, și se introduce în vasul V (fig. 220), care conține o soluțiune sa-

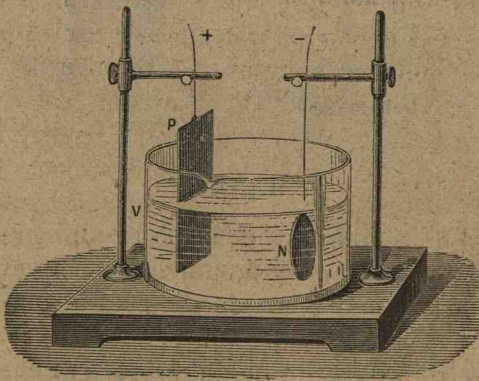


Fig. 220.

turată de sulfat de cupru, așa ca tiparul N să formeze electrodul negativ; se introduce, de asemenea, în aceeași soluție o placă P de cupru, care să formeze electrodul pozitiv.

Prin trecerea curentului, sulfatul de cupru este dis-

compus; cuprul se depune pe electrodul negativ pe când acidul sulfuric se combină cu o greutate de cupru de la electrodul pozitiv egală cu cea depusă pe tipar la electrodul negativ. Operațiunea este continuată până când cuprul depus pe tipar are o grosime suficientă. La finele operațiunei, cuprul depus prin electrolisă este disfăcut de tipar.

Aurare, argintare, nickelare etc. — Discompunerea serilor prin curentul electric permite de a depune un strat subțire aderent de aur, argint, nickel sau cupru pe

suprafața unui metal alterabil. Metalul, pe suprafața căruia voim a depune un strat de aur, argint etc. prin electrolisă, este mai întâi încălzit pentru a distruge substanțele grase, apoi introdus în un acid pentru a dizolva oxidul superficial și, în fine, spălat cu apă și uscat.

Se introduce apoi obiectul în o soluțiune convenabilă, așa ca să formeze electrodul negativ N (fig. 220), pe când electrodul pozitiv P este format din o lamă de metal de aceeași natură cu metalul ce voim a depune pe suprafața obiectului. Ast-fel, să presupunem că voim să aurim un metal; soluțiunea întrebuințată va fi cianura dublă de aur și de potasiu, electrodul negativ va fi format de obiect, iar electrodul pozitiv de o placă de aur. Când voim a depune un strat de argint pe un obiect, soluțiunea întrebuințată este cianura dublă de argint și de potasiu. Pentru a apăra de rugină obiectele de fer și oțel, se obicînuiesce a le nickela; soluțiunea întrebuințată în acest cas este sulfatul dublu de nickel și amoniu. De asemenea, se obicînuiesce a se depune un strat subțire de cupru pe suprafața candelabrelor și a altor obiecte de fontă, pentru a le preserva de rugină; electrolitul întrebuințat este o soluțiune concentrată de sulfat de cupru.

Electrometalurgia.— Fenomenele de electrolisă au găsit o aplicațiune industrială în prepararea metalelor. Cele două ramuri principale ale Electrometalurgiei sunt, pentru moment, purificarea cuprului și prepararea aluminiului.

Se obține cuprul pur în modul următor: Usinele metalurgice dau un cupru foarte impur sub formă de plăci; aceste plăci sunt introduse în vase cu sulfat de cupru și formeză electrodul pozitiv, pe când electrodul negativ este format din o lamă subțire de cupru pur. Prin trecerea curentului, cuprul pur se depune pe lama subțire de cupru, ce formeză electrodul negativ, iar substanțele streine, între cari sunt aurul și argintul, cad în fundul soluțiunii și sunt obiectul unor operațiuni speciale. Se obține în acest mod plăci grose de cupru foarte curat.

Pentru a prepara aluminiul, ne servim de mineralul numit criolită, care este o fluorură dublă de aluminiu și de sodiu. Un corp neputând fi discompus de un curent electric de cât atunci când corpul este în starea ligidă, vom topi mineralul și vom face să treacă curentul electric în masa corpului menținut în starea ligidă; electrozii întrebuițați sunt două plăci de cărbune de retortă.

p. acid
nu
Fenomene de polarisație. Acumulatori. — Să presupunem că după ce am făcut să treacă curentul electric în un voltmetru cu apă acidulată, suprimăm curentul și reunim prin un fir interpolar electrodul pozitiv al voltametruului la electrodul negativ. Experiența arată existența unui curent a cărui direcțiune este de la electrodul pozitiv la electrodul negativ prin firul interpolar; prin urmare, acest curent este de sens opus curentului primitiv.

Depunerea produșilor de descompunere pe electrozi constituie *polarisarea electrozilor*. Curentul observat, dirijat în firul interpolar de la electrodul pozitiv la electrodul negativ, este datorit forței electromotrice de polarisație.

Acumulatori. Pe fenomenul de polarisație descris se bazează *acumulatorii*, cari au fost imaginați de Gaston Planté. Acumulatorii sunt voltmetre cu electrozi de plumb, cari prin polarisarea electrozilor pot da un curent de o durată mai lungă.

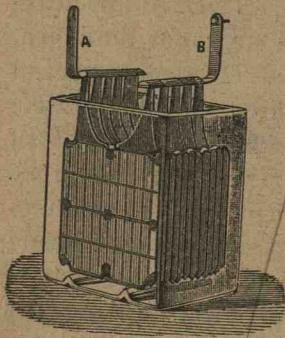


Fig. 221.

Un acumulator (fig. 221) este constituit din un sistem de plăci de plumb, paralele și foarte apropiate, așezate în un vas conținând apă acidulată cu acid sulfuric; toate plăcile de ordin nepereche sunt legate metalic între ele și constituiesc un electrod A; toate plăcile de ordin pereche sunt legate de asemenea metalic între ele și constituiesc al doilea electrod B. Pentru ca un acumulator să fie susceptibil să funcționeze, trebuie

mai întâiu a l *forma*. *Formarea* acumulatorului se obține sau încărcând și descărcând succesiv aparatul său schimbând alternativ sensul curentului în acumulator. Când acumulatorul este *format*, se constată că lamele de plumb care constituiesc electrodul pozitiv au o coloré brună roșietică și sunt acoperite cu un strat mai mult sau mai puțin profund de un oxid superior de plumb ; se constată în același timp că plăcile care constituiesc electrodul negativ au o culóre cenușie închisă și sunt formate din plumb spongios. Pentru a facilita *formațiunea* unui acumulator, s'au construit aparate de acest gen în care plăcile positive sunt acoperite cu miniu.

Când acumulatorul este *format*, trebuie a avea precauțiunea să facem să trecă curentul de încărcare neconținut în același sens de la electrodul pozitiv la electrodul negativ. Se poate recunoște că un acumulator este încărcat din momentul ce se observă o degagiare abundantă de gaze. Când încărcarea s'a terminat, transportăm acumulatorii în locul unde vom a ne servi de ei. Reunind prin un fir interpolar electrozii extremi ai acumulatorilor, vom obține un curent de descărcare a cărui intensitate se menține aproape constantă un timp mai mult sau mai puțin lung.

În timpul descărcării acumulatorilor observăm două perióde : a) prima periódă în care forța electromotrice a fie-cărui acumulator are valórea aproape constantă de doi volți ; b) a doua periódă, în care forța electromotrice descresce foarte repede. Experiența arată că este avantajos a ne servi de curentul de descărcare a acumulatorilor în prima periódă și a'i încărca înainte ca acumulatorii să se descarce complet.

Cantitatea de electricitate înmagasinată în acumulatori este considerabilă ; ast-fel, s'a construit acumulatori în care putem înmagasina de la 10.000 până la 20.000 coulombi pentru fie-care kilogram de plumb.

Efectele calorifice și luminóse ale curenților electricei.

Legea lui Joule. — O proprietate importantă a curenților electricei este de a încălzi conductorii, prin cari trece curentul. Putem pune în evidență acest efect al curenților electricei, reunind prin o sîrmă subțire polii a câtor-va elemente galvanice dispuse în serie; vom putea ușor constata că firul de platină se încălzește și devine chiar incandescent.

Joule, determinând cantitățile de căldură degajate de un conductor prin trecerea unui curent electric, a formulat legea următoare cunoscută sub numele de *legea lui Joule*: Cantitatea de căldură degajată de un conductor în unitatea de timp, prin trecerea unui curent electric în acest conductor, este proporțională cu rezistența electrică a conductorului și cu patratul intensității curentului.

Experiențele următoare demonstrează influența rezistenței electrice precum și a intensității curentului asupra căldurii degajate de conductor. Să formăm o catenă din fire de platină de diametre diferite și să legăm extremitățile catenei la cei doi poli a unor elemente galvanice dispuse în serie; vom vedea firele subțiri roșindu-se, pe când cele cu diametru mai mare încălzindu-se de abia; cauza este că sîrmele subțiri fiind mai rezistente se încălzesc mai mult de cât sîrmele mai gróse. De asemenea, dacă unim polii unui element cu o sîrmă subțire de platină și dacă diminuăm din ce în ce mai mult lungimea sîrmei, experiența arată că sîrma de platină se încălzește cu atît mai mult cu cât lungimea sîrmei intercalate în circuit se micșorează; cauza este diminuarea lungimeii sîrmei în circuit, care are drept efect mărirea intensității curentului și, prin urmare, încălzirea mai pronunțată a conductorului.

Lampa de incandescență. — Când un curent electric trece prin un fir subțire de cărbune, menținut în un

spațiu vid, temperatura acestui corp se ridică considerabil și firul devine luminos. Lămpile de incandescență sunt o aplicațiune a acestei proprietăți.

O lampă de incandescență (fig. 222) este formată din un fir de cărbune C, introdus în un glob de sticlă G în care s'a făcut vidul; extremitățile firului de cărbune sunt adaptate la două fire de platină isolate și fixate la baza lămpii. Prin trecerea unui curent convenabil, firul C devine incandescent.

Unitatea de intensitate luminosă, propusă de Violle, este cea care corespunde la intensitatea luminei emisă normal de un centimetru pătrat de platină la temperatura de solidificare a acestui corp, care este 1775° . Intensitatea luminosă, admisă în practică, este *lumânarea decimă*, care are o intensitate egală cu $\frac{1}{20}$ din intensitatea precedentă. Se usită, de asemenea, ca unitate de intensitate luminosă *carcelul*, care este intensitatea emisă de lampa Carcel construită în condițiuni determinate; un carcel valorază 9,6 lumânări decimale.

Se construiesc lămpi de incandescență a căror intensitate luminosă variază de la o fracțiune de lumânare pînă la mai multe mii de lumânări.

Lampa normală de incandescență este cea a cărei intensitate luminosă este de 16 lumânări; o asemenea lampă funcționează cu un curent a cărui intensitate electrică este 0,8 amperi și prezintă la extremitățile firului o diferență de potențial egală cu 100 volți.

Productul unui amper prin un volt constituind unitatea de putere mecanică numită *watt*, urmează că energia consumată de o lampă normală de incandescență în timp de o secundă este $0,8 \times 100 = 80$ wațți. Știind că puterea mecanică a unui cal-vapor este 736 wațți, se deduce că

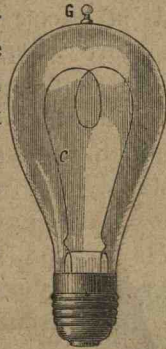


Fig. 222.

energia consumată de lampa normală este ceva mai mare de $\frac{1}{10}$ din un cal-vapor.

Lămpile de incandescență se instalează, în general, în derivațiune.

Arcul electric. Lampa cu arc. — Davy făcu experiența următoare: Legând la cei doi poli a unui număr considerabil de elemente galvanice dispuse în serie doi cilindri de cărbune cu extremitățile conice, punând cărbunii mai întâi în contact și apoi depărtându-i între ei la o mică distanță, observă producerea unui arc luminos pe care Davy îl numi *arc electric*. Observând arcul electric prin o sticlă înegrită, vom constata (fig. 223), că vârfului cărbunilor aș mai multă strălucire de cât chiar însuși arcul și că cărbunele pozitiv este mai luminos de cât cărbunele negativ. Se constată tot-odată că cărbunele pozitiv se scobesc în formă de crater, pe când cărbunele negativ este terminat prin un vârf. Dacă observăm arcul electric în un spațiu vid, constatăm un transport de particule de cărbune de la polul pozitiv la polul negativ.



Fig. 223.

Temperatura arcului este temperatura fierberei cărbunelui, care corespunde la 3500°.

Arcul electric servește la luminat. Lampa cu arc este formată din doi cărbuni dispuși vertical; cărbunele pozitiv fiind așezat la partea superioară, concavitatea luminosă a acestui cărbune trimite lumina către pământ. Cilindrii de cărbune, cari servesc la arc electric, sunt formați din cărbune pulberizat mai întâi și apoi aglomerat. Pentru a avea o lumină fixă, trebuie a menține cărbunii la o distanță invariabilă; pentru acesta lămpile cu arc sunt prevăzute cu un regulator, care are de scop a apropia cărbunii pe măsură ce se usază.

Intensitatea luminosă a unei lămpi cu arc este, în general, de 100 carceli, ceea ce reclamă un curent a cărui intensitate electrică este aproximativ de 15 amperi și o

diferință de potențial între cărbuni de 50 volți; prin urmare, o asemenea lampă consumă o energie de $15 \times 50 = 750$ wați sau ceva mai mult de un cal vapor.

Cuptorul electric. — Moissan s'a servit de temperatura ridicată a arcului electric pentru a efectua reacțiuni la această temperatură. *Cuptorul electric*, cu care se pot repeta experiențele lui Moissan, este format din un creuset de cărbune, în care se pune substanța cu care voim a experimenta; acest creuset este conținut în o cutie închisă cu pereții refractari. În cutie străbat doi electrozi de cărbune, între cari se produce arcul electric. În acest spațiu limitat, căldura produsă fiind considerabilă, Moissan a putut volatiliza toate metalele precum și silicea și varul.

Intensitatea curenților întrebuițați, în cuptorul electric, ajungea până la 1000 de amperi, diferența de potențial între cărbuni fiind de 70 de volți. În acest spațiu limitat, se produce deci o energie egală cu $80 \times 1000 = 80000$ wați, adică o energie ceva mai mare de 100 cai vapor.

p.a. de ac. Luni 9.
de citit.

Electromagnetism.

Experiența lui Oersted. Regula lui Ampère. — Oersted observă cel d'întâiu, în 1819, acțiunea unui curent asupra unui ac magnetic. Dacă aședăm în meridianul magnetic (fig. 224) un fir metallic, prin care trece un curent, deasupra unui ac magnetic mobil în un plan orizontal, experiența arată că acul magnetic este deviat din pozițiunea sa.

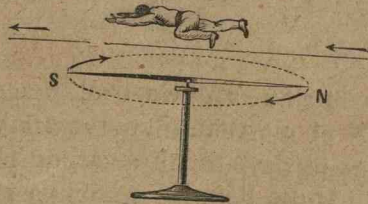


Fig. 224.

Sensul deviațiunei acului magnetic este dat prin regula următoare formulată de Ampère: *Deviațiunea unui magnet de un curent electric rectiliniu se face ast-fel că polul nord al magnetului se*

aședă la stânga curentului. Pentru a defini dreapta și stânga unui curent, vom presupune un observator aședat în direcțiunea curentului și privind magnetul așa că curentul electric intrând prin piciorle observatorului să iasă prin cap.

Se scie că asupra acului magnetic se exercită acțiunea pământului; dacă n'ar exista această acțiune, acul magnetic ar lua o direcțiune perpendiculară firului la fiecare trecere a curentului prin fir. Acțiunea combinată a pământului și a curentului produc o deviațiune a acului magnetic, care este cu atât mai pronunțată cu cât curentul este mai puternic.

Galvanometre. — Se numesc *galvanometre* aparatele destinate a măsura intensitatea unui curent; aceste aparate sunt basate pe acțiunea unui curent asupra unui magnet. Vom descrie câte-va din aceste aparate.

Multiplicatorul lui Schweigger. — Să presupunem (fig. 225)

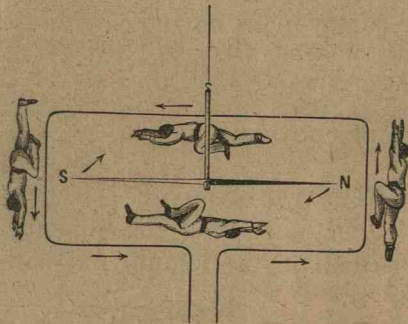


Fig. 225.

că în interiorul unui circuit dreptunghiular, străbătut de un curent și dispus vertical în planul meridianului magnetic, aședăm acul magnetic NS. După cum se vede în figură, conform regulei lui Ampère, fiecare din porțiunile rectilinii ale circuitului vor

contribui a devia acul magnetic NS, așa că polul nord N al magnetului va veni la stânga observatorului și, în cazul de față, în afară de planul figurei.

Multiplicatorul lui Schweigger (fig. 226) se compune din un cadru de lemn drept-unghiular, pe care este înfășurat de mai multe ori un fir metalic izolat, a cărui extremități pot fi puse în legătură cu isvorul de electricitate. În interiorul cadrului se află acul magnetic NS. Aședând mul-

tiplicatorul, așa ca planul spirelor să fie paralel cu direcțiunea acului și făcând să trecă prin fir un curent electric, experiența va arăta că acul va devia; sensul și mărimea deviațiunii indică sensul și mărimea intensității curentului.

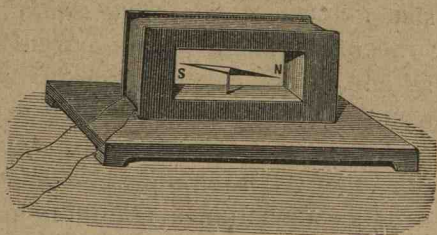


Fig. 226.

Fie-care spiră în parte va exercita o acțiune asupra acului magnetic. Distanța spirelor însă la acul magnetic se mărește pe măsură ce numărul spirelor crește; urmează deci că deviațiunea acului nu este proporțională cu numărul spirelor, fapt ce este confirmat de experiență.

Galvanometrul lui Nobili. Pentru a micșora acțiunea pământului asupra acului magnetic și a mări sensibilitatea galvanometrului, s'a adoptat (fig. 227) un sistem de două ace magnetice $n s$ și $n' s'$, așezate paralel și fixate solidar prin o vergea de cupru F ; acul $n s$ este în interiorul spirei $ABCDE$, pe când $n' s'$ este în exterior; acest sistem de două ace, cu poli de nume contrar în față, este susținut prin un fir de mătase fără torsiune G . Dacă acele ar fi identice, acest sistem ar fi indiferent la acțiunea magnetică terestră și ar fi în echilibru ori-care ar fi orientațiunea sistemului; în acest cas, cele două ace magnetice ar forma un *sistem absolut astatic*. În general, unul din ace este mai magnetizat de cât cel-l'alt; de aci derivă o acțiune rezultantă a pământului asupra sistemului de două ace egală cu diferența acțiunilor pămînt-

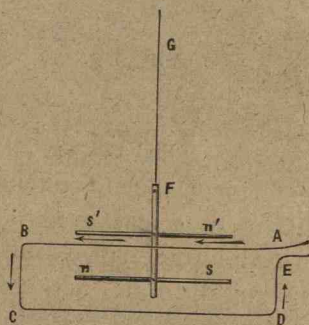


Fig. 227.

tului asupra fie-căruia din cele două ace; un asemenea sistem formeză un *sistem astatic*.

Să presupunem că un curent electric trece prin un sistem de ace astatice (fig. 227); acțiunea spirei ABCDE asupra acului $n s$ va produce o deviațiune a acestui ac așa că polul nord n va fi în exteriorul figurei; acțiunea porțiunii AB a circuitului ABCDE asupra acului $n' s'$ va produce deviațiunea polului n' în interiorul figurei; acul

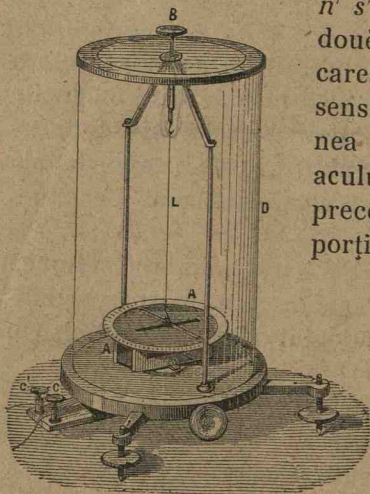


Fig. 228.

$n' s'$ fiind solidar cu $n s$, aceste două acțiuni vor produce mișcarea sistemului astatic în același sens. Acțiunea produsă de porțiunea BCDE a circuitului asupra acului $n' s'$ este inversă de cele precedente; din cauză că această porțiune BCDE a circuitului este

depărtată de acul $n' s'$, acțiunea ei asupra lui $n' s'$ este neglijabilă. În resumat, acțiunea curentului ce trece prin spira ABCDE asupra sistemului de ace magnetice $n s$ și $n' s'$, dispuse unul în interiorul spirei cel-l'alt în exteriorul spirei, concură a produce o deviațiune a sistemului în același sens.

Galvanometrul Nobili (fig. 228) este format din un sistem de două ace astatice, unul așezat în interiorul cadrului, pe care este înfășurată de mai multe ori o sîrmă izolată, cel-l'alt în exteriorul cadrului; extremitățile sîrmei comunică cu două colóne, pe cari le putem pune în legătură cu isvorul de electricitate. Acul superior se mișcă pe un cerc gradat AA, dispus ast-fel că diametrul cercului care trece prin divișiunea 0—180 este paralel cu planul spirelor. Sistemul de ace este suspendat prin un fir de mătase netors L.

Pentru a face o observațiune, vom arangia aparatul așa ca diviziunea 0—180 să fie în planul vertical ce trece prin acul magnetic, ce se mișcă pe cercul divizat. Făcând să trecă curentul în galvanometru, vom observa o deviațiune a sistemului astatic pe care o vom ceti prin pozițiunea ce ocupă acul superior pe cercul gradat. Experiența arată că pentru deviațiuni cari nu trec de 17° până la 20°, deviațiunile sunt proporționale cu intensitățile curenților.



p.a.

Magnetisare prin curenți. Electromagneți. Aplicațiuni.

Magnetisarea oțelului prin curenții electrici.— Dacă punem o bară de oțel (fig. 229) în interiorul unui tub de sticlă, pe care înfășurăm un fir metalic în formă de helice, și dacă facem să trecă prin acest fir un curent electric, experiența arată că bara de oțel se magnetizează. Polul nord N al magnetului este la stânga curențului ce circulă prin fir.

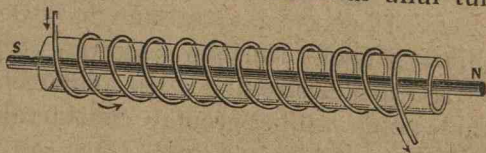


Fig. 229.

Magnetisarea ferului. Electromagneți.— Să introducem o bară de fer (fig. 230) în axa unei bobine pe care înfășurăm un fir metalic conductor izolat, de exemplu un fir de cupru izolat cu mătase. Experiența arată că, prin trecerea curențului în firul conductor, bara de fer se magnetizează întocmai ca și bara de oțel; se va forma un pol nord la una din extremitățile barei și un pol sud la cea-l'altă extremitate. Magnetisarea barei încetăză aproape în tota-

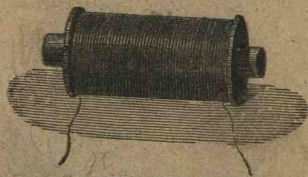


Fig. 230.

litate, când curentul nu mai trece prin firul conductor; magnetizarea ferului este deci temporară. Se dă numele de *electromagnet* său, mai simplu, de *electro* magneților temporari obținuți prin acțiunea curentului electric asupra ferului.

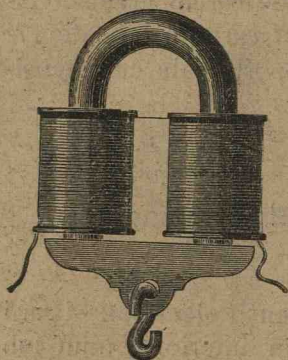


Fig. 231.

Se construiesc electromagneți în formă de potcova (fig. 231). În acest caz, cele două ramure ale barei de fer recurbate, sunt introduse în două bobine, pe care este înfășurată sîrma de cupru izolată. Înfășurarea sîrmei trebuie făcută astfel ca să poată forma la cele două extremități ale ferului doi poli de nume contrar; prin urmare, înfășurarea se va face ca și cum bara de fer ar fi fost rectilinie și apoi recurbată în formă de potcova.

La acești electromagneți se adaptază o armătură de fer, care poate susține greutatea considerabile când curentul circulă în bobine.

Sonerie electrică. — Acest aparat (fig. 232) este format

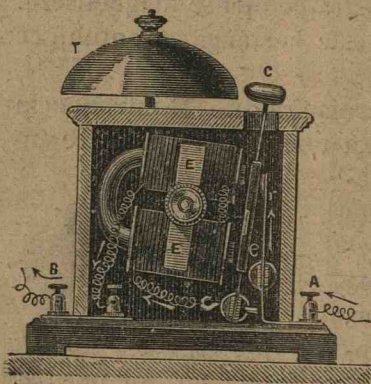


Fig. 232.

din un electromagnet EE, în formă de potcova, fixat pe o placă de lemn verticală. În fața polilor electromagnetului se află o armătură de fer *e*, continuată la partea inferioară prin o lamă elastică fixată la bază pe placa de lemn; armătura *e* este continuată la partea superioară cu o vergea de fer prevădută la capăt cu ciocanul metalic C, ce poate lovi în un timbru T. Când soneria este în

C, ce poate lovi în un timbru T. Când soneria este în

repaus, lama elastică menține armătura *e* la óre-care distanță de polii electromagnetului; în această stare, armătura *e* atinge un resort *r*, prin intermediarul căruia armătura póte fi legată metalic cu unul din polii mai multor elemente galvanice dispuse în serie; lama elastică, la rindul ei, este legată prin firul ce înfășóră bobinele electromagnetului cu cel-l'alt pol al elementelor galvanice.

Să vedem modul cum funcționéză soneria electrică. Când închidem circuitul elementelor galvanice, curentul ajunge în A, trece prin resortul *r*, prin armătura *e*, prin lama elastică, prin bobinele electromagnetului și se întórce prin B la cel-l'alt pol al elementelor galvanice. Prin trecerea curentului, electromagnetul se magnetiséză, atrage armătura *e* și ciocanul C lovesce pe timbrul T. Inșă prin atragerea armăturii *e*, nu mai există contact între armătura *e* și resortul *r* și curentul este întrerupt; prin întreruperea curentului, electromagnetul se dismagnetiséză și lama elastică readuce din nou armătura *e* în contact cu resortul *r*, ceea-ce va permite din nou trecerea curentului în electromagnet. In acest mod, se vor produce o serie de apropieri și depártări a armăturii *e* de polii electromagnetului și, prin urmare, o serie de lovituri a ciocanului C pe timbrul T.

Pentru ca să ne servim de sonerie în puncte situate la óre-care distanță de acest aparat, facem ca firele metalice izolate, care forméză circuitul elementelor galvanice, să trecă prin aceste puncte. In fiecare din aceste puncte (fig. 233) se între-rupe firul, așa ca extremitățile *a* și *b* a firului să fie la óre-care distanță; apăsând asupra nasturelui N, punem extremitățile *a* și *b* în contact și soneria va începe să funcționeze.

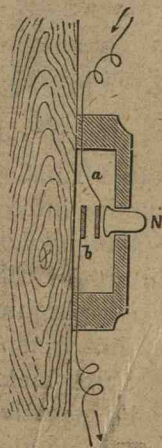


Fig. 233.

Telegraful electric. — Una din aplicațiunile cele mai

importante ale electromagneților este telegrafia electrică. Vom descrie aci telegraful Morse.

Părțile esențiale ale unui telegraf electric sunt : a) *pila*, consistând din mai multe elemente galvanice dispuse în serie la stațiunea de plecare ; b) *linia telegrafică*, care lăgă stațiunea de plecare cu stațiunea de destinație ; c) *manipulatorul* ; d) *receptorul*.

Pila. Pila este formată, în general, din un număr mare de elemente Daniell dispuse în serie ; se preferă elementele Daniell, din cauză că dau un curent constant un timp mai îndelungat.

Linia telegrafică. Linia telegrafică este formată din sirmă de fer galvanizat, adică acoperit la suprafață cu un strat de zinc care apără ferul de oxidare. Diametrul sirmei este, în general, de patru milimetri, așa că rezistența electrică a 100 metri de sirmă este de un ohm sau de 10 ohmi de kilometru liniar. Când sirmele sunt aeriene, care este cazul general, ele sunt susținute de stâlpi ; în acest cas, sirmele sunt legate la nisce cârlige de fer (fig. 234) fixate la vase izolante de sticlă sau de porcelană, cari la rândul lor sunt fixate la partea superiără a stâlpilor.

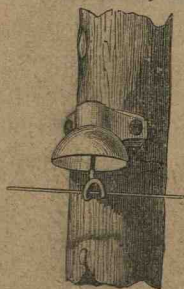


Fig. 234.

Dacă linia este subterană, conductorul este format, în general, din mai multe fire de cupru reunite între ele și acoperite cu un strat de gutapercă.

Manipulatorul Morse. Acest aparat este un întreruptor de curent. Manipulatorul Morse (fig. 235) este format din o pârghie metalică, care se poate mișca împrejurul axului orizontal A. Pârghia manipulatorului este pusă în legătură metalică cu linia L, care lăgă cele două stațiuni. Polul negativ al pilei P de la stațiunea de plecare fiind pus la pământ, se lăgă polul pozitiv al pilei la colona metalică d. Un resort f menține depărtată pârghia metalică de colona d. Tot aparatul este așezat pe o măsujă

de lemn. Apăsând asupra mânerului M, pârghia se plcă în jos și cuiul metalic l , fixat la pârghie, permite trecerea curentului pilei P în linia L. După cum vom apăsa asupra mânerului M mai mult sau mai puțin timp, vom trimite în linie un curent de o durată mai lungă sau mai scurtă.

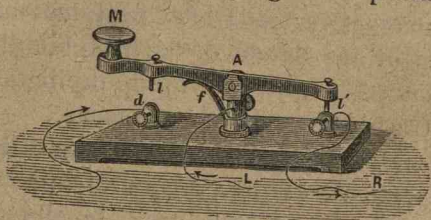


Fig. 235.

Receptorul Morse. Receptorul este destinat a primi semnalele trimise de manipulator. Receptorul Morse (fig. 236) este format din pârghia AOD, mobilă împrejurul axului O. Brațul OA al pârghiei este prevădut cu o placă de fer A, care pte fi atrasă de electromagnetul E. Extremitățile firului acestui electromagnet E comunică de o parte cu linia telegrafică L, de altă parte cu pământul T. Extremitatea brațului de pârghie OD este aședată în fața unei bande de hârtie MN înfășurate pe róta R; această bandă MN, trecând printre cilindrii a, b , cari se mișcă în jurul axului lor cu o mișcare uniformă, grație unui mecanism de ceasornicărie aședat în interiorul cutiei metalice C, va fi trasă de cilindrii a, b și se va mișca ea însăși cu o mișcare uniformă.

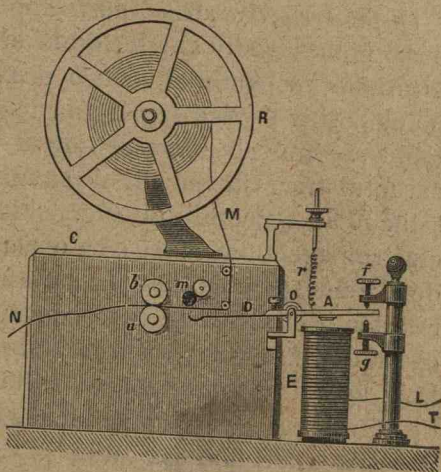


Fig. 236.

Dacă curentul nu trece în electromagnet, resortul r menține armătura A depărtată de electromagnetul E.

Dacă curentul trece, armătura A este atrasă de electromagnet, extremitatea brațului de pârghie OD se ridică și atinge banda de hârtie apăsând-o pe cilindrul acoperit cu pâslă m , care fiind imbibată cu cernelă va lăsa o trăsătură pe banda de hârtie.

Mișcarea pârghiei AOD este limitată prin șuruburile verticale f și g ; șurubul f împiedică ca pârghia AOD să se depărteze prea mult de electromagnet când curentul este întrerupt; șurubul g împiedică ca armătura A să atingă electromagnetul, în care caz magnetismul remanent al armăturii A ar face ca aparatul să nu mai funcționeze regulat.

Disponerea diverselor părți ale telegrafului Morse. Se pune polul negativ al pilei de la prima stațiune în comunicațiune cu pământul prin o placă largă de cupru, iar polul pozitiv se leagă la pârghia manipulatorului (fig 235). Când apăsăm pe mânerul izolant M al manipulatorului, curentul trece în linia L și percurge firul electromagnetului E al receptorului (fig. 236); extremitatea firului electromagnetului se leagă cu o placă largă de cupru pusă de asemenea în pământ. În acest mod, pământul, a cărui rezistență electrică se poate considera ca nulă, servește ca fir de reîntorcere a curentului și completează circuitul. Prin această dispozițiune se evită întrebuițarea firului de reîntorcere, care ar îndoi rezistența circuitului și ar necesita întrebuițarea unei pile, a cărei intensitate ar fi de două ori mai mare.

După cum apăsăm, un timp mai lung sau mai scurt, asupra mânerului izolant M al manipulatorului, vom obține pe banda de hârtie la receptor o trăsătură mai lungă sau mai scurtă.

Semnele întrebuițate la telegraful Morse sunt *puncte* și *linii*; punctele corespund la trecerea curentului în receptor în un interval de timp foarte scurt, iar liniile la un interval mai mare. Combinând în un mod convenabil liniile cu punctele, s'a format un alfabet conven-

țional. La transmiterea unei telegrame, se caută a se lăsa un spațiu mai mare între cuvinte de cât acel lăsat între semnele cari formeză literile unui cuvint.

De scris folosește telegrafii p. civilizat
Măsurî electrice. *omulini.*

Măsura intensității curentilor cu ajutorul galvanometrului. Ampermetrul. — Când un curent trece în galvanometru, acul magnetic al galvanometrului deviază, ceea ce permite a măsura intensitatea unui curent.

Galvanometrele, gradate în amperi și întrebuițate în industrie, sunt cunoscute sub numele de *ampermetre*. Un asemenea ampermetru (fig. 237) este format de o mică bară de fer $a a'$, fixată la un ax ce trece prin mijlocul ei și așezată în mijlocul a două magneți recurbați NS și $N'S'$, având în față poli de nume contrar. Bara de fer $a a'$ magnetizându-se prin influență, ia o direcțiune paralelă cu linia polilor magneților. Bara $a a'$ este introdusă în o bobină B pe care este înfășurată o sîrmă, a cărei extremități sunt puse în circuitul curentului a cărui intensitate se caută. Când curentul trece în sîrma bo-

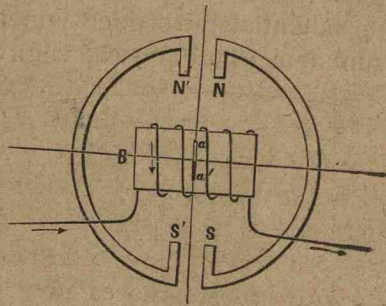


Fig. 237.

bobinei, bara $a a'$ ar tinde să ia o direcțiune paralelă cu axa bobinei; din cauza acțiunii magneților NS și $N'S'$, bara $a a'$ va devia cu un unghi, care depinde de intensitatea curentului. Bara $a a'$ este legată solidar cu un ac indicator (fig. 238), care se mișcă înaintea unui cadran gradat și care arată intensitatea curentului corespunzătoare la o deviațiune determinată a acului.

Pentru a grada ampermetrul, vom face să circule ace-

lași curent în ampermetru și în un voltmetru cu nitrat de argint și vom nota, pentru o deviațiune cunoscută a

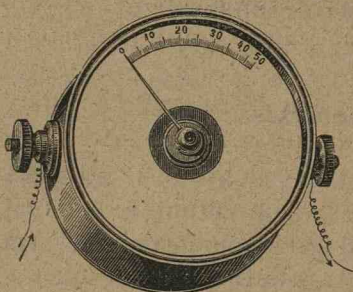


Fig. 238.

acelui indicator, numărul de amperi calculați prin discompunerea nitraturii de argint.

Ampermetrul odată gradat, ne dă imediat intensitatea unui curent, intercalându-l în serie cu circuitul prin care circulă curentul. Firul metalic, înfășurat pe

bobina B a ampermetrului, este scurt și gros, pentru a evita introducerea în circuit a unei rezistențe, care ar produce o micșorare apreciabilă în intensitatea curentului.

Măsura diferențelor de potențial. Voltmetre. — Ne putem servi de galvanometre pentru a măsura diferența de potențial între două puncte ale unui circuit. Să presupunem (fig. 239) că voim a determina diferența de

potențial între punctele A și B ale unui circuit parcurs a unui curent.

Pentru acesta, vom intercala între A și B galvanometrul G. Deviațiunile galvanometrului G permit a măsura

diferența de potențial între punctele A și B.

Pentru ca intensitatea curentului, care străbate galvanometrul, să fie foarte mică și să nu modifice intensitatea curentului ce străbate circuitul principal, trebuie ca rezistența galvanometrului să fie considerabilă. Pentru acesta, firul galvanometrelor, cari servesc la măsura diferențelor de potențial, este foarte lung și foarte subțire, așa că rezistența sa electrică este de mai multe mii de ohmi.

Galvanometrele, întrebuințate în industrie și cari ser-

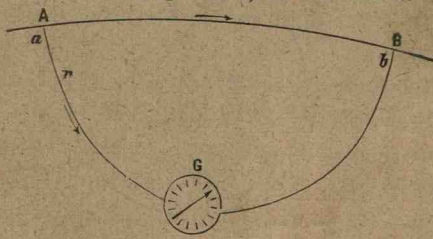


Fig. 239.

vesc la măsura diferenței de potențial între două puncte ale unui circuit, se numesc *voltmetre*. Un voltmetru este construit în același mod ca și un ampermetru, cu singura deosebire că firul înfășurat pe bobina voltmetrului este foarte lung și foarte subțire.

Un voltmetru se pune tot-d'a-una în derivațiune, adică, când voim a cunoște diferența de potențial între două puncte A și B ale unui circuit, se lăgă voltmetru prin fire metalice la punctele A și B ale circuitului.

Măsura diferențelor de potențial inferioare de un volt.

Electrometrul capilar Lippmann. — Lippmann a inventat un electrometru cu ajutorul căruia putem măsura cu multă precisiune forțe electrometrice inferioare de un volt. Iată experiența fundamentală pe care este basat acest electrometru: Să luăm (fig. 240) un tub de sticlă de două ori recurbat ABCD, format din o parte mai largă A și din tubul mai strîmt BCD; tubul A precum și o parte din

tubul BC conțin mercur, iar restul CD apă acidulată cu acid sulfuric; se introducem extremitatea D a tubului ABCD în un vas E, care conține mercur la basă iar restul apă acidulată. Punând mercurul din tubul E prin un fir metalic în comunicațiune cu polul pozitiv al unui element galvanic, iar mercurul din tubul A cu polul negativ, vom observa, imediat ce circuitul este închis, că nivelul mercurului descinde în tubul capilar. Experiența arată tot-odată că pentru diferențe de potențial inferioare de un volt, descinderea mercurului în tubul

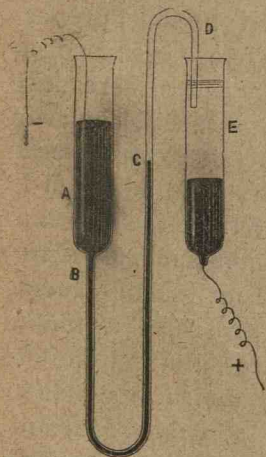


Fig. 240.

capilar este proporțională cu diferența de potențial.

Electrometrul capilar Lippmann (fig. 241 și fig. 242) este format din un tub de sticlă A, terminat prin o extremitate capilară foarte fină; acest tub conține mercur

până aproape de basă. Extremitatea capilară a tubului A este introdusă în vasul B, conținând la basă mercur iar restul apă acidulată cu acid sulfuric; porțiunea capilară a tubului A conține de asemenea apă acidulată. Sîrme metalice *a* și *b* sunt legate la mercurul din tubul A și vasul B. Dacă aceste sîrme sunt unite între ele, mercurul din porțiunea capilară a tubului A rămîne la un nivel invariabil. Dacă legăm electrozii *a* și *b* la poli unuî isvor de electricitate, a cărui forță electromotrice este inferioară de un volt, vom constata o denivelare a mercurului din porțiunea capilară proporțională cu forța electromotrice. Microscopul orizontal M, care măresce de la 200 până la 300 de ori, permite a observa denivelarea mercurului.

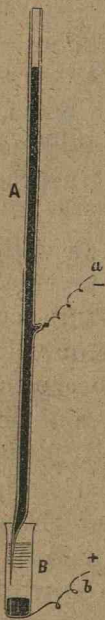


Fig. 241.

Experiența a arătat că diferențele de potențial între electrozii *a* și *b* sunt proporționale cu presiunile ce trebuie a exercita asupra mercurului din tubul A pentru a readuce mercurul la același nivel pe care 'l ocupa în porțiunea capilară, când acești electrozi erau reuniți metallic între ei. Pentru acesta se adaptează la

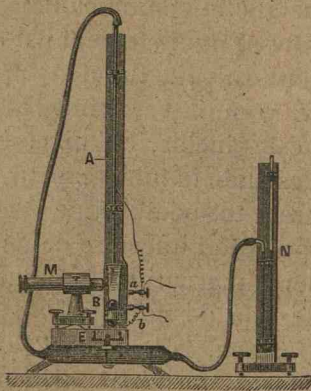


Fig. 242.

basa aparatului un sac de cauciuc E, comunicând cu o extremitate prin un tub de cauciuc cu partea superioară a tubului A, iar cu cea-l'altă extremitate cu un manometru cu aer liber N. Pentru a grada aparatul, vom introduce în circuit o forță electromotrice cunoscută și vom determina prin manometrul N presiunea ce trebuie a exercita asupra mercurului din A pentru ca nivelul acestuî ligid in

porțiunea capilară să revină la nivelul inițial. Această tablă odată construită, ne va servi la determinările ulterioare de diferențe de potențial.

Ne mai putem servi de acest aparat, introducând în același circuit forța electromotrice de măsurat și o diferență de potențial cunoscută, variabilă după voință și de sens contrar forței electromotrice date; variând diferența de potențial, așa ca nivelulul mercurului în tubul capilar să rămână invariabil, vom putea parveni a măsura forța electromotrice dată.

Cu acest aparat putem măsura diferențe de potențial cuprinse între 0 și 0,9 volți; nu putem trece peste limita superioară de 0,9 volți din cauza discompunerii parțiale a apei prin trecerea curentului electric. Când ne servim de acest aparat, trebuie a lega în tot-d'auna mercurul din tubul capilar cu polul negativ al isvorului de electricitate, a cărui diferență de potențial se cere.

Sensibilitatea electrometrului Lippmann este extremă; putem măsura cu el diferențe de potențial egale cu $\frac{1}{10000}$ din un volt.

Măsura rezistențelor electrice. Cutii de rezistență.— Se măsoară o rezistență electrică, comparând-o cu o rezistență cunoscută. Unitatea de rezistență electrică, adoptată în practică, este *ohmul* care corespunde la rezistența unei colone de mercur care la temperatura de 0° are un milimetru pătrat de secțiune și o lungime de 106,3 centimetre. Din cauza fragilității colónelor de mercur conținute în tuburi de sticlă, s'aun construit rezistențe egale cu un ohm, cu multipli ohmului și cu fracțiuni din un ohm din

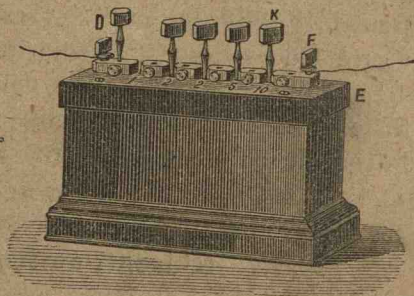


Fig. 243.

sirme de maillechort. Resistențele construite în maillechort sunt grupate în o cutie numită *cutia de rezistențe*. O cutie de rezistențe (fig. 243) conține, de exemplu, rezistențele de 1, 2, 2, 5, 10 ohmi, grupate întocmai ca și greutatea marcate din o cutie de greutatea. Aceste rezistențe sunt formate din bobine, așezate în interiorul cutiei, și pe cari sunt înfășurate sirme de maillechort perfect izolate, după cum se vede în figură (fig. 244). Extremitățile acestor sirme sunt legate la blocurile de metal A, B (fig. 243 și fig. 244) între cari se află un mic spațiu ce poate fi închis prin o fișă K, formată din o parte conică de metal prevădută cu o căpățină izolantă.

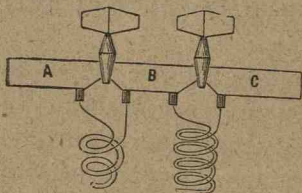


Fig. 244.

Blocurile terminale D și F (fig. 243) sunt prevădute cu șuruburi de presiune la cari putem fixa firele metalice cari închid circuitul. Resistența blocurilor de metal precum și a fișelor fiind neglijabilă, dacă introducem o fișă în intervalul dintre două blocuri suprimăm din circuit bobina legată la acele blocuri; prin urmare, vom introduce o rezistență în circuit când vom lăsa liber intervalul dintre blocuri. Resistența totală introdusă în circuit de cutia de rezistențe este egală cu suma rezistențelor citite pe cutie corespunzătoare la intervalele dintre blocuri unde s'aū suprimat fișele.

Sunt diverse modele de cutii de rezistențe. Se usită foarte mult cutii de rezistențe cari dau toate numerile întregi de ohmi de la 1 până la 10000.

Curenți de inducțiune.

Curenți de inducțiune. — Se dă numele de *curent de inducțiune* curentului produs în un circuit conductor în-

chis sub influența unui curent său a unui magnet. Curentul său magnetul, care provocă curentul de inducțiune, constituiesc *curentul inductor* sau *magnetul inductor*. Curenții de inducțiune au fost descoperiți, în 1831, de Faraday.

Curenți de inducțiune produși prin un curent inductor. — Să considerăm doi conductori paraleli B și B' (fig. 245), conductorul B fiind pus în circuitul elemen-

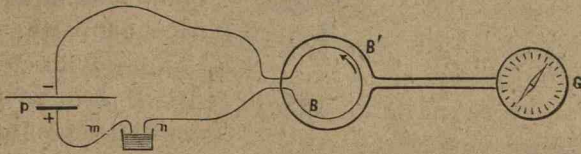


Fig. 245.

tului galvanic P, iar conductorul B' coprinzând în circuitul său galvanometrul G. Circuitul, în care este intercalat conductorul B, constituie *circuitul inductor*; circuitul, ce cuprinde galvanometrul G, este *circuitul indus*. Circuitul inductor este prevăzut cu un întreruptor de curent, care, sub forma cea mai simplă, poate fi realizat punând extremitățile m și n a sirmelor ce închid circuitul pilei P în un vas cu mercur.

Vom examina curenții de inducțiune produși: a) prin închiderea și deschiderea curentului inductor; b) prin mărirea sau micșorarea intensității curentului inductor; c) prin apropierea sau depărtarea curentului inductor de circuitul indus.

Curenții induși produși prin închiderea și deschiderea curentului inductor. Dacă închidem circuitul inductor (fig. 245), experiența arată că un curent, care durează un timp foarte scurt, se stabilește în circuitul indus B' și acul galvanometrului deviază; tot-odată, se observă că curentul indus este de *sens invers* curentului inductor. Se dă numele de *curent indus de închidere* curentului invers produs în acest caz în circuitul B'.

Dacă însă întrerupem curentul inductor, experiența arată că se produce în circuitul B' un curent indus de o durată foarte scurtă și de același sens cu curentul inductor. Acest curent indus direct constituie *curentul indus de deschidere*.

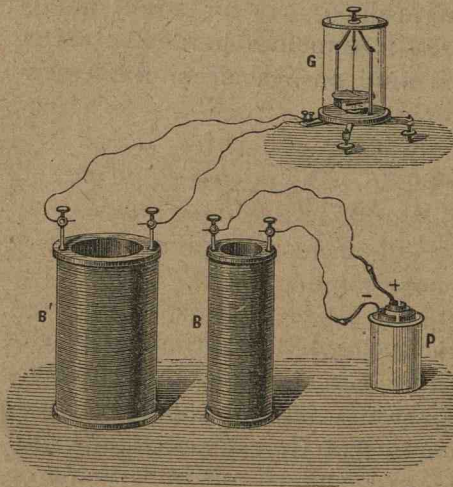


Fig. 246.

Putem produce cu ușurință acești curenți, servindu-ne de două bobine B și B' (fig. 246) și punând bobina B în circuitul unui element galvanic P, iar bobina B' în circuitul unui galvanometru G. Punând bobina B în interiorul bobinei B', vom constata că prin închiderea circuitului inductor se va produce în circuitul B'

un curent indus de sens contrar curentului inductor; de asemenea, deschidând circuitul inductor, vom constata cu galvanometrul un curent indus de același sens cu curentul inductor.

Curenți induși produși prin mărirea sau micșorarea intensității curentului inductor. Să presupunem că circuitul inductor (fig. 245 și 246) conține o rezistență ce o putem face să varieze repede. Vom constata că se va produce în circuitul indus un curent de sens invers curentului inductor când mărim intensitatea curentului inductor; de asemenea, se constată că se va produce un curent indus direct când micșorăm intensitatea curentului inductor.

Curenți de inducțiune produși prin apropierea sau depărtarea curentului inductor de circuitul indus. Să presupunem

mai întâiu bobinele B și B' depărtate una de alta (fig. 246). Dacă introducem bobina B în B' vom constata un curent indus de sens invers curentului inductor, care durează în tot timpul cât introducem bobina B în B'. Dacă depărtăm bobina B de B', vom constata un curent indus direct.

Experiențele expuse pot fi resumate în modul următor : În cazul când curentul inductor începe, își mărește intensitatea sa și se apropie de un circuit paralel închis, se produce în acest din urmă circuit un curent indus de sens invers curentului inductor ; în cazul când curentul inductor finesece, își micșorează intensitatea sa și se depărtează de un circuit paralel închis, se produce în acest din urmă circuit un curent indus direct.

Curenți de inducțiune produși de un magnet inductor. — Să considerăm bobina B' în legătură cu galvanometrul G (fig. 246). Dacă introducem un magnet în interiorul bobinei, vom observa la galvanometru un curent indus de sens invers curenților ce circulă în magnetul inductor după teoria lui Ampère ; dacă depărtăm magnetul inductor, constatăm un curent indus direct.

De asemenea, dacă introducem prealabil o bară de fer în bobina B' (fig. 246) și apoi apropiem polul unui magnet de bara de fer, această bară se va magnetisa și vom constata producerea unui curent indus de sens invers curenților cari circulă în fer, provocați prin apropierea polului magnetului de bara de fer ; dacă însă depărtăm magnetul, bara de fer se desmagnetisează și un curent indus direct se produce în circuitul bobinei B'.

Curenți de inducțiune produși de o bobină ce conține fer în axul ei. — Să presupunem că introducem o bară de fer în axul bobinei B (fig. 246). Se știe că prin trecerea curentului în bobina B, bara de fer se magnetisează și curenții cari circulă în fer sunt de același sens cu curenții cari circulă în bobina B ; când curentul nu trece în bobina B, bara de fer se desmagnetisează. Să presupunem că in-

introducem bobina B, prevădută cu bara de fer, în bobina B'; vom observa că prin închiderea și deschiderea circuitului inductor, se vor produce în bobina B' curenți induși de închidere și deschidere a căror intensitate este mai mare de cât în cazul când bobina B nu ar conține în axul ei bara de fer.

Experiența arată că este preferabil a întrebuința în loc de o singură bară de fer o legătură de bețe de fer așezate în axul bobinei B.

Inducțiunea unui curent asupra propriului său circuit sau self-inducțiunea. — Experiența arată că curentul inductor provocă curenți induși nu numai în un circuit paralel dar chiar în propriul său circuit; acești curenți induși sunt cunoscuți sub numele de *extracurenți* sau *curenți de self-inducțiune*. Extracurenții se produc mai ales în un circuit ce conține o bobină formată din o sîrmă metalică învîrțită în spirală.

Extracurentul de închidere se produce în circuitul inductor când închidem acest circuit și este de sens invers curentului inductor; *extracurentul de deschidere* se produce la deschiderea curentului inductor și este de același sens cu acest curent. Cel d'întâiu are drept efect micșorarea intensității curentului inductor, cel al doilea mărirea intensității acestui curent.

Transformatori. Bobina de inducțiune. Aplicațiuni.

Transformatori. — Transformatorii sunt aparate prin ajutorul cărora putem transforma un curent de intensitate mare și forță electromotrice mică în un curent de intensitate mică și forță electromotrice mare și reciproc.

Iată principiul acestor aparate. Să considerăm o bobină parcursă de un *curent inductor sau primar*, a cărui intensitate fie i și forța electromotrice e ; acest curent va provoca în o altă bobină, așezată în vecinătatea celei d'întâiu

un curent indus sau secundar, a cărui intensitate va fi i' și forța electromotrice e' . Să presupunem că cele două bobine diferă foarte mult între ele, atât prin numărul

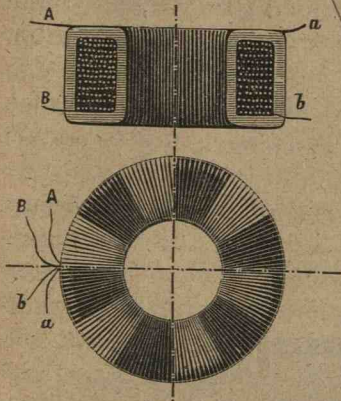


Fig. 247.

spirelor metalice cât și prin secțiunea firului conductor; în acest cas, intensitatea i și forța electromotrice e a curentului primar vor diferi foarte mult de intensitatea i' și forța electromotrice e' a curentului secundar; experiența arată că între curentul primar și curentul secundar există relațiunea:

$$e \times i = e' \times i'.$$

Cu aceste aparate avem

deci posibilitatea a transforma un curent de intensitate mare și forță electromotrice mică în un curent de intensitate mică și forță electromotrice mare și reciproc.

Vom descrie una din dispozițiunile cele mai usitate ale transformatorilor. Se ia o legătură de inele de fer (fig. 247), separate prin o substanță izolantă, și se înfășură pe ea două sîrme conductrice AB și $a b$, așa ca o serie de spire a sîrmei AB să alterneze cu o serie de spire a sîrmei $a b$.

Circuitul $a b$ poate servi ca circuit primar sau inductor, în care cas circuitul AB va fi circuitul indus sau secundar și reciproc.

da Bobina de inducțiune. — Bobina de inducțiune, imaginată de Masson și Bréguet, a fost perfecționată de Ruhmkorff; din această cauză bobina de inducțiune mai este cunoscută și sub numele de bobina lui Ruhmkorff.

Bobina de inducțiune (fig. 248) este formată din o legătură de bețe de fer paralele, peste care este înfășurată de două sau trei ori o sîrmă grosă de fer, a cărei diametru este de două până la trei milimetri; această sîrmă

formeză circuitul inductor său primar. Acest circuit este separat de circuitul indus său secundar prin un tub de sticlă sau de ebonit.

Circuitul indus este format din o sîrmă subțire, bine izolată și foarte lungă, înfășurată pe tubul de sticlă sau de ebonit; extremitățile firului acestui circuit sunt legate la două colóne metalice B și C, isolate prin bazele lor; sîrmele metalice s și s' , legate la colónele B și C, permit a utiliza curentul indus. Circuitul primar și secundar formeză bobina A, limitată la base prin două discuri izolatore de sticlă sau ebonit.

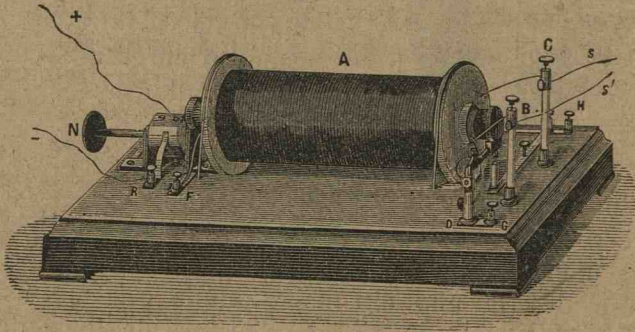


Fig. 248.

În circuitul inductor său primar poate trece curentul a câtor-va acumulatori sau a câtor-va elemente Bunsen, grație sîrmelor metalice notate + și — și comutatorului N, a cărui rol este de a face să circule curentul în circuitul inductor în un sens sau în un altul.

Intreruptorul lui Wagner. Pentru a provoca curenții induși prin închiderea și deschiderea curentului inductor, ne servim de un intreruptor de curent. Vom descrie aici intreruptorul cunoscut sub numele de *ciocanul lui Wagner*. Acest intreruptor (fig. 248 și 249) este format din un mic ciocan, compus din căpățîna de fer O și din o parte metalică articulată la colóna metalică D, legată la unul din capetele sîrmei, care formeză circuitul inductor; extremitatea O a ciocanului se poate mișca între partea

proeminentă a legăturii de bețe de fer M , așezate în axul circuitului inductor, și între nicovala e ; această nicovală este fixată la capătul lamei metalice a , care comunică cu celălalt capăt cu colona verticală conductrice H . După figură, curentul inductor al unei pile sau a unor acumulatori intră prin firul notat $+$, trece

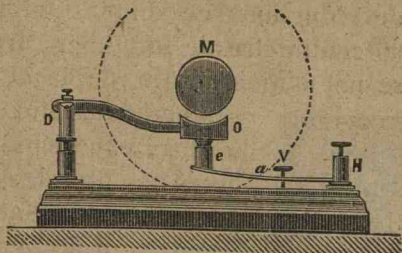


Fig. 249.

în sîrma inductoare, apoi prin colona D și ciocanul O trece în conductorul metalic $e a H$ și revine din nou la firul notat cu $-$. Când curentul trece prin circuitul inductor, legătura de bețe de fer se magnetizează, atrage căpățina O a ciocanului și curentul inductor este întrerupt; prin întreruperea curentului în circuitul primar, legătura de bețe de fer se demagnetizează, ciocanul cade pe nicovala e și curentul se restabilește din nou. Aceste deschideri și închideri ale curentului inductor se vor repeta alternativ, determinând fie-care deschidere a curentului inductor un curent indus direct și fie-care închidere a curentului inductor un curent indus invers.

Proprietățile curentilor de deschidere și închidere. Poli unei bobine. Să presupunem că reunim extremitățile s și s' (fig. 248) a circuitului indus a bobinei de inducțiune. La fie-care deschidere și închidere a curentului inductor, circuitul indus este străbătut de doi curenți egali în intensitate și de sens contrar; experiența confirmă, în adevăr, că intercalând un galvanometru în circuitul indus, acțiunea acestui curent asupra galvanometrului este nulă. Diferința de potențial, însă, la extremitățile circuitului indus este mai mare la curentul indus direct de cât la curentul indus invers.

Să presupunem că depărtăm firele s și s' cu o distanță pe care o mărim gradat; vom constata producerea unor

scânteii strălucitoare între extremitățile firelor. Aceste scânteii pot avea adesea o lungime mare; așa cu bobinele de inducțiune de dimensiuni mari, la care bobina are 60 centimetre de lungime și firul indus 120 de kilometre, se pot obține scânteii de 45 de centimetri.



Fig. 250.

la cari gaze său aerul conținut în interior are o presiune de câțiva milimetri de mercur său chiar mai mică de

Când depărtăm gradat extremitățile firelor s și s' , experiența arată că curentul direct trece mai ușor de cât curentul invers; pentru depărtări suficiente între aceste extremități, scânteia produsă este datorită numai curentului direct; în acest din urmă cas, bobina de inducțiune presintă doi poli ca și o mașină electrostatică și poate servi la încărcarea unei baterii.

Efectele bobinei de inducțiune. — Când ne servim de bobina de inducțiune, lăsăm tot-d'a-una o întrerupere în circuitul indus; în acest cas, curentul indus este, în general, curentul direct; intensitatea acestui curent este foarte mică dar diferența de potențial la extremitățile circuitului indus este foarte mare.

Bobinele de inducțiune servesc a încărcă condensatorii, a produce la distanță exploziunea materiilor inflamabile și de aci utilizarea lor la mine, a produce efecte luminoase în tuburile cu gaz rarefiat etc. Vom studia aci efectele luminoase ale bobinei de inducțiune.

Efectele luminoase. Tuburile Geissler. Tuburile Crookes. Când discărcăm o bobină de inducțiune în un spațiu conținând un gaz rarefiat, observăm fenomene luminoase foarte curioase și interesante. Aceste fenomene au fost observate mai întâi cu *tuburile Geissler*,

un milimetru. Un asemenea tub (fig. 250) este format din părțile terminale A și B de un diametru mai mare, reunite prin tubul intermediar de diametru mai mic C. Tuburile de sticlă A și B sunt străbătute la extremitățile lor prin fire de platină care constituiesc *electrozi*, și care sunt puși în legătură metalică cu poli bobinei de inducțiune; se dă numele de *anod* electrodului legat la polul pozitiv al bobinei și de *catod* electrodului pus în legătură cu polul negativ. Când bobina se disarcă prin un tub Geissler, se observă că tot intervalul dintre cei doi electrozi se luminează și ia o colorațiune care depinde de natura gazului conținut în tub. Dacă rareficarea gazului este destul de mare, se observă o serie de strii alternativ luminoase și obscure în părțile A și B ale tubului. Asemenea tuburi se construiesc actualmente în forme și dimensiuni diferite.

Dacă presiunea gazului din tub devine din ce în ce mai mică, experiența arată că lungimea colonei luminoase se micșorează și că electrodul negativ sau catodul este înconjurat de un spațiu obscur. Dacă presiunea gazului ajunge a fi aproape o milionime de atmosferă, după cum acesta se întâmplă în *tuburile Crookes*, spațiul obscur ce înconjură catodul se întinde aproape în tot conținutul tubului și peretele tubului opus catodului devine luminos și ia o culore verduie; această fluorescență verduie a peretelui tubului este datorită unor radiațiuni emanând de la catod și căror li s'a dat numele de *rade catodice*.

Dacă facem și mai mult vidul în tub, experiența arată că bobina nu se mai disarcă și nici un fenomen luminos nu se mai observă în tub.



T e l e f o n .

Telefon. Transmițător. Receptor.— Telefonul este un aparat electromagnetic cu care putem transmite sunetele sau vorbele la distanță.

Când voim a vorbi între două stațiuni A și B, ne servim de un aparat *transmițător* la stațiunea A și de un aparat *receptor* la stațiunea B. Transmițătorul și receptorul sunt puși în comunicațiune între ei prin două sîrme.

Telefonul a fost inventat de americanul Graham Bell.

Vom descrie aci telefonul magnetic al lui Bell și telefonul cu pilă.

Telefonul magnetic. — Telefonul magnetic a lui Bell (fig. 251) se compune din o bară de oțel magnetisată A,

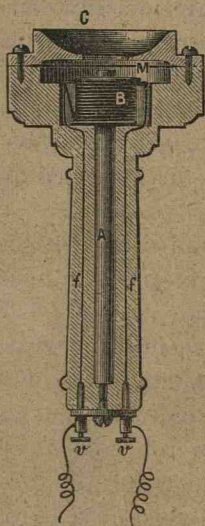


Fig. 251.

a căreia unul din poli este încunjurat de bobina B construită din un fir metalic izolat cu mătasă. La o mică distanță de polul magnetului se află o placă subțire de fer M, peste care este fixat cornetul C. Extremitățile firelor *f, f* a bobinei C sunt legate la șuruburile metalice *v, v*.

Când ne servim de telefonul magnetic, atât transmițătorul cât și receptorul sunt două telefone identice. Firele metalice, cari plăcă de la șuruburile *v, v* ale telefonului transmițător, sunt legate la extremitățile firelor bobinei telefonului receptor.

Să vedem în ce mod funcționează telefonul lui Bell. Vorbind în cornetul C al telefonului transmițător, vibrațiunile aerului se comunică plăcei subțire de fer M determinând o serie de apropieri și depărtări alternative a plăcei de magnetul A. La fie-care apropiere a plăcei M de magnet, magnetismul disvoltat în placă prin influență se mărește, de unde rezultă și o creștere a magnetismului barei A; această variațiune în magnetismul barei va provoca un curent indus în bobina B de un sens determinat. Depărându-se placa M de bara A, magnetismul plăcei M se micșorează; de aci rezultă descrescerea magnetismului

barei A, care va provoca în bobina B un curent indus de sens invers celui precedent.

Curenții induși a telefonului transmițător ajung în bobina telefonului receptor, determinând variațiuni în magnetismul magnetului receptor, de unde rezultă apropieri și depărtări a plăcii de fer receptrice; mișcările alternative ale acestei plăci provocă vibrațiunile aerului în cornetul receptor, așa că urechia aplicată pe cornet aude sunetele transmise de la prima stațiune.

Telefonul combinat cu microfonul. — În telefonul magnetic descris, curenții induși ai telefonului sunt foarte slabi și intensitatea lor ajunge de abia la câte-va sutimi de mii din un amper. Pentru a avea curenți mai puternici, s'a intercalat o pilă în circuit și s'a înlocuit telefonul transmițător prin un *microfon*. Telefonul combinat cu microfonul constituie telefonul cu pilă.

Microfonul, inventat de Hughes, este format din un baston de cărbune de retortă C (fig. 252), terminat prin

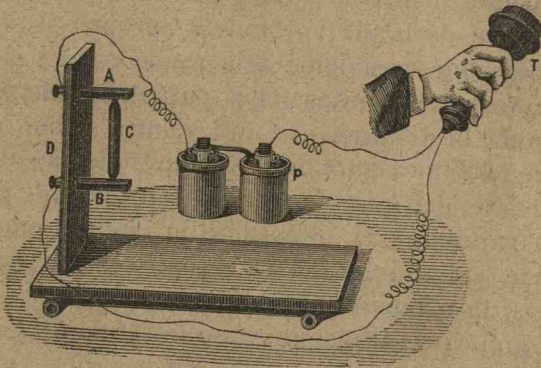


Fig. 252.

virfuri ascuțite și așezat cu cele două capete în două cavități făcute în suporturile de cărbune A și B, așa că cărbunele C se atingă de abia suporturile; cărbunii A și B sunt fixați perpendicular la o lamă subțire de lemn D. Microfonul servește ca transmițător.

Pentru a lega transmițătorul cu receptorul, se intercalază în circuitul pilei P (fig. 252) microfonul și telefonul T. Când nu se produce nici un sunet înaintea microfonului, circuitul este parcurs de un curent constant și nu auzim nici un sunet la telefon. Când vorbim înaintea microfonului, placa de lemn D vibrează; vibrațiunile plăcii D modifică contactele cărbunelui C în suporturile A și B și determină variațiunea rezistenței electrice a circuitului, de unde rezultă variațiunea intensității curentului și prin urmare a magnetismului barei magnetice precum și a lamei de fer receptrice a telefonului T. Lama de fer va efectua vibrațiuni cari vor fi transmise aerului din cornetul telefonului, și vor permite a auzi sunetele produse înaintea microfonului.

Ader a perfecționat microfonul Hughes, șervindu-se de mai multe creioane de cărbune dispuse paralel și cu extremitățile în cavitați făcute în prisme de cărbune, așezate perpendicular la direcțiunea creionelor. Acest microfon este închis în o cutie de lemn, acoperită cu o placă subțire de brad. Vorbind în apropierea plăcii de lemn, contactele creionelor de cărbune vor varia, și vor produce variațiunea intensității curentului electric.

Telefonia la distanță. — Când voim a stabili o comunicațiune telefonică între două stațiuni îndepărtate, variațiunile rezistenței microfonului sunt insuficiente pentru a provoca variațiuni de intensitate în circuit capabile să determine vibrațiunile plăcii receptrice. S'a recurs, în acest cas, la o bobină de inducțiune.

La stațiunea de transmitere, se intercalază în circuitul pilei (fig. 253) un microfon Ader, de exemplu, format din mai mulți cărbuni C dispuși paralel și cu extremitățile în prismele de cărbune D, E, F, perpendiculare la direcțiunea cărbunilor C; circuitul pilei P este complectat prin firul inductor al bobinei A. Firul indus al bobinei B este pus în legătură prin sîrme de comunicațiune cu telefonul T de la stațiunea receptrice. Resistența circuitului in-

ductor fiind cu mult mai mică de cât al celui indus, la variațiuni mici de intensitate a curentului inductor, provocate de variațiunea contactelor microfonului, vor corespunde

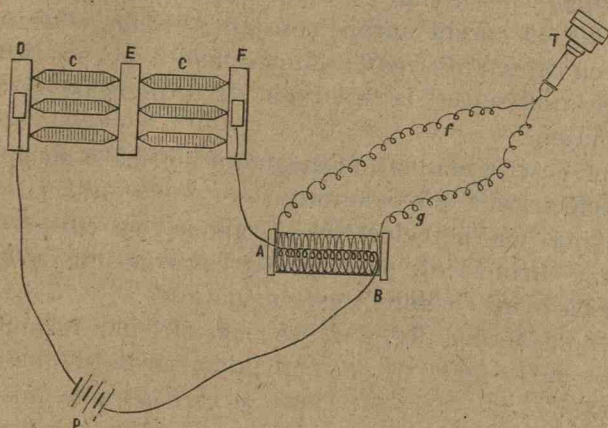


Fig. 253.

punde curenți induși de forță electromotrice mare, capabili de a pune în vibrațiune placa receptivă a telefonului T.

Mașine de inducțiune.

Mașine de inducțiune. — Mașinele de inducțiune sunt generatori de curent, în cari lucrul mecanic este transformat în energie electrică sub formă de curenți de inducțiune.

O mașină de inducțiune coprinde următoarele părți esențiale: a) un sistem inductor, format din magneți permanenți sau electromagneți; b) un sistem indus, așezat în interiorul sistemului inductor și care este parcurs de curenții induși; c) un colector, al cărui rol este a culege curenții induși.

După cum sistemul inductor este un magnet permanent

său un electromagnet, mașina de inducțiune se numește magnetoelectrică sau dinamoelectrică.

Mașinele de inducțiune se mai divid în : a) *mașine de inducțiune cu curenți continui*, după cum este mașina Gramme cu curent aproape constant ; b) *mașine de inducțiune cu curenți alternativi* sau *alternatori*, în cari curenții își schimbă sensul la intervale de timp egale și foarte apropiate.

Vom descrie aci mașina magnetoelectrică și mașina dinamoelectrică a lui Gramme.

Mașina magnetoelectrică Gramme cu curent continuu. — Principiul, pe care este bazat mașina magnetoelectrică a lui Gramme, este următorul :

Să considerăm (fig. 254) un inel circular format din

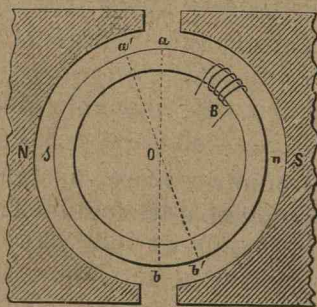


Fig. 254.

mai multe sîrme de fer juxtapuse și care se poate mișca în jurul axului său O între poli N și S a unui magnet puternic în formă de potcova ; prin influență inelul se va magnetisa și fața asb va prezenta un strat magnetic sud, pe când fața anb un strat magnetic nord. Să înfășurăm pe inel în formă de helice un fir conductor B . Să presupunem inelul imobil, iar bobina B mișcându-se pe inel în sensul $asbna$. Când bobina B , în circuit închis, se mișcă pe porțiunea bna a inelului, conform legilor inducțiunii, bobina va fi străbătută de curenți de inducțiune a căror direcțiune este de sens opus curenților moleculari, cari circulă în extremitatea polară S a magnetului ; în cazul figurei, curenții induși considerați în partea exterioră a inelului, sunt dirijați din interiorul planului figurei în exteriorul acestui plan. Dacă presupunem că bobina B își continuă mișcarea sa din a în b pe porțiunea asb a inelului, curenții induși, priviți în exteriorul inelului, sunt dirijați din exteriorul planului

figurei în interiorul acestui plan. Din cauza curenților de self-inducțiune, cei doi curenți de inducțiune, unul care finesce și al doilea care începe, nu se anulează în punctele a și b ale diametrului $a b$, dar în punctele a' și b' a diametrului $a' b'$ a inelului; acest diametru $a' b'$ formeză cu $a b$ unghiū cu atât mai mare cu cât iuțela mișcării bobinei B pe inel este mai mare.

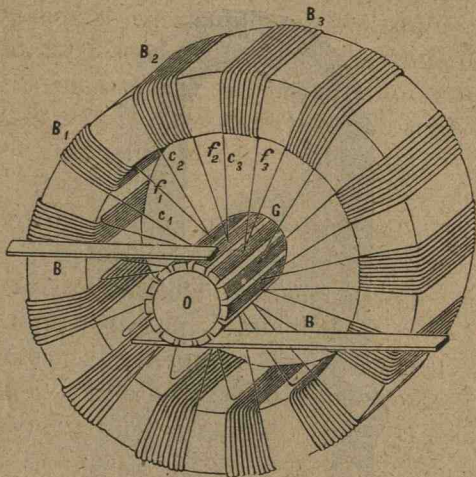


Fig. 255.

Am considerat inelul fix și bobina B mobilă; putem considera însă bobina fixă și inelul mobil și fenomenele sunt aceleași.

Inelul mașinei Gramme (fig. 255 și 256) este format din o serie de bobine B_1, B_2, B_3 etc., constituite fie-care din același număr de spire și reunite în un singur circuit. Două bobine consecutive, B_1 și B_2 de exemplu, sunt legate prin sîrmele terminale f_1 și c_2 la o lamă conductrice așezată în direcțiunea generatricei cilindrului G ; acest cilindru G este solidar cu inelul și se învîrtesce cu o mișcare uniformă împrejurul axului O . Tote lamele metalice, fixate pe cilindrul G în direcțiunea generatricilor cilindrului, sunt izolate între ele. Cilindrul G formeză *colectorul* mașinei Gramme. Două periuțe metalice B, B se rezămă la extremitățile unui diametru al colectorului, înclinat cu un unghiū convenabil pe diametrul vertical, și servește a culege curenul.

Tote bobinele (fig. 254 și fig. 255) cari vin de aceeași parte a diametrului $a' b'$ pot fi asimilate cu un sistem de ele-

mente galvanice reunite în serie și cari ar avea în *a'* și *b'* poli de același gen, așa că circuitul indus va fi per-

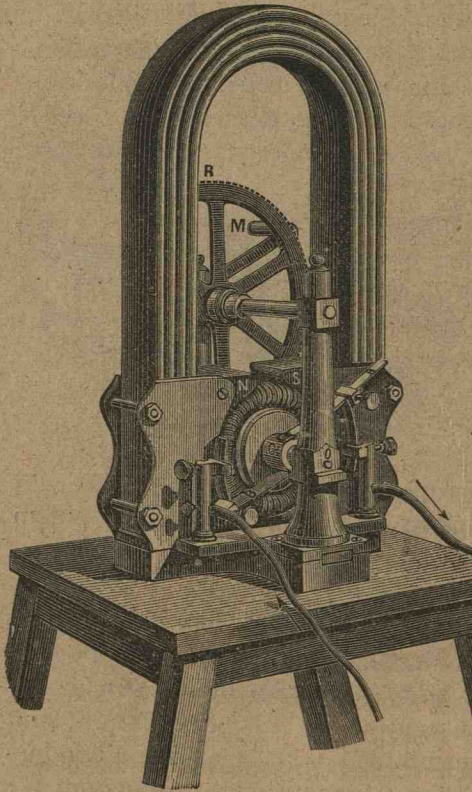


Fig. 256.

curs neconținut de un curent electric constant și de același sens. Inelul este pus în mișcare (fig. 256), grație unui sistem de roți dințate *R* și manivelei *M*.

Mașina dinamo-electrică Gramme cu curenți continui.— În mașinile mici de inducțiune, se ia ca sistem inductor un magnet; în mașinile industriale sistemul inductor este format din un electromagnet puternic. Se dă numele de *mașine dinamo-electrice* sau, mai scurt, *dinamo* mașinilor

de inducțiune, la cari sistemul inductor este un electromagnet.

Mașina dinamo-electrică cu curenți continui a lui Gramme (fig. 257) este formată din electromagneții *EE*, reușiți la basă prin o armătură de fer și terminați cu extremitățile polare *N* și *S*. Intre aceste extremități se învârtesc inelul cu colectorul solidar *G*, grație curelei *C* aplicată pe cilindrul *M* și pe motor. *B, B* sunt periuțele destinate a culege curentul de pe colectorul *G*.

Pentru a provoca magnetismul în sistemul electromagnetic E E, sau a'l *escita* cum se usită a se dice, s'ar putea întrebuința curentul de la o mașină auxiliară. Pentru a evita această complicațiune, se usită a se escita electromagneții făcând să circule în firul electromagneților curentul indus al mașinei; în acest cas mașina este *auto-excitatrice*.

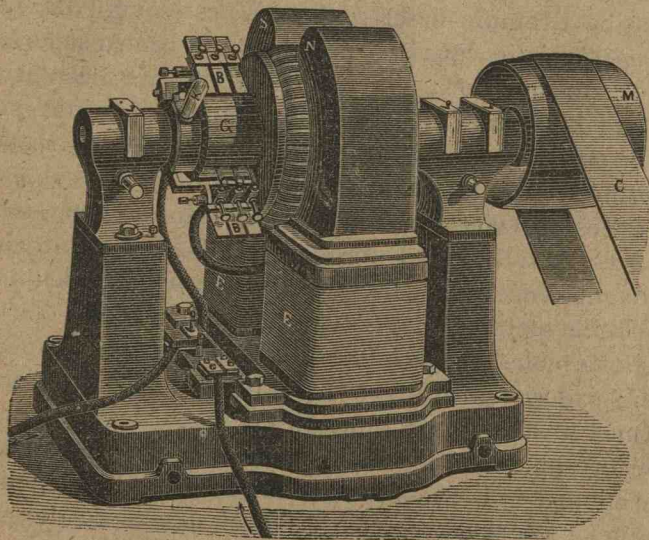


Fig. 257.

La mașinele dynamo autoexcitatrice distingem : a) când în firul electromagneților trece curentul total al mașinei, mașina se numește *dynamo în serie* ; b) când prin firul electromagneților trece o parte a curentului total, în care cas firul electromagneților este în derivațiune în raport cu circuitul principal, mașina se numește *dynamo în derivațiune* ; c) în fine, când pe ferul electromagneților sunt înfășurate două sirme, una parcursă de curentul principal și a doua de o parte din acest curent, mașina de inducțiune este un *dynamo compound*.

Când învîrtim inelul mașinei Gramme, magnetismul remanent al ferului electromagneților provocă curenți

de inducțiune în inel ; acești curenți de inducțiune vor mări magnetisarea ferului electromagneților până când mașina ajunge la regimul ei regulat.

S'au construit mașine dinamo de toate dimensiunile. Mașinele, întrebuințate în industrie la luminat și la electrometalurgie, produc curenți a căror intensitate nu trece de 1000 de amperi și forța electromotrice de 2500 volți.

Mașina Gramme descrisă (fig. 257) este numită *dinamo tip superior*, din cauză că inelul este la partea superioară a electromagneților ; un asemenea dinamo, cântărind 4000 de kilograme și făcând 450 rotațiuni pe minut, poate da un curent a cărui intensitate este de 600 de amperi și forța electromotrice 110 volți.

Reversibilitatea mașinei Gramme. Motori electrici.— Pentru a învêrți inelul mașinei Gramme între polii electromagnetului, trebuie a cheltui un lucru mecanic ; prin învêrtirea inelului însă, se produce un curent electric care este cules de periutele în contact cu colectorul mașinei ; experiența arată deci, că lucrul mecanic s'a transformat în mașina Gramme în energie electrică.

Să presupunem că efectuăm asupra mașinei Gramme operațiunea inversă. Să introducem în spirele inelului mașinei un curent electric de același sens cu curentul precedent ; experiența arată că inelul se va învêrți în sens invers de sensul mișcării în experiența precedentă ; în acest cas, energia electrică s'a transformat în lucru mecanic. Acastă proprietate, pe care o au mașinele Gramme de a transforma lucrul mecanic în energie electrică și reciproc, constituie *reversibilitatea acestor mașine*.

Să considerăm două mașine Gramme A și B, cari pot fi situate la o distanță destul de mare una de alta, și să le reunim prin un circuit metalic. Prima mașină A va putea fi pusă în mișcare de un motor 6re-care și va constitui *mașina generatrice*. Mașina B va primi curentul de la mașina A și inelul ei se va învêrți ; mașina B este *mașina receptrice* și poate servi de *motor*.

ACUSTICA

Producerea și propagarea sunetului.

Producerea sunetului. — Sunetul este produs prin mișcarea vibratorie a unui corp.

Putem pune în evidență producerea sunetului și a ne face o idee de mișcarea vibratorie a unui corp prin următoarea experiență :

Să fixăm (fig. 258) la un clesce E unul din capetele unei vergele de oțel AB. Dacă îndoin extremitatea B a vergelei, așa că AB să ia pozițiunea AC și apoi lăsăm vergeaua liberă, vom vedea că vergeaua va executa o serie de mișcări de o parte și de alta a pozițiunei AB; vergeaua plecând din AC va trece prin pozițiunea AB și va ajunge în pozițiunea simetrică AD, de unde va reveni în AC și așa mai departe. Când vergeaua plecând din AC ajunge în AD și revine din nou în AC, se dice că a efectuat o vibrațiune.

Dacă lungimea vergelei AB este destul de mare, vibrațiunile ei sunt distinse cu ochiul; dacă însă scurtăm vergeaua, vibrațiunile devin din ce în ce mai repede, așa că vergeaua ne apare către extre-



Fig. 258.

mitatea superi6ră sub forma unei umflătură, datorite faptului că ochiul nostru o vede deodată în t6te pozițiunile. Când, în fine, vibrațiunile vergelei sunt destul de repezi, urechia noastră percepe un sunet.

Calitățile sunetului. — Calitățile, cari fac a distinge un sunet de un altul, sunt : a) *intensitatea* ; b) *înălțimea* și c) *timbrul*.

Intensitatea sunetului. Experiența precedentă (fig. 258) cu lama vibrantă ne dă o idee clară de intensitatea sunetului. Să presupunem că, conservând vergelei AB aceeași lungime, o depărtăm mai mult sau mai puțin din poziția de echilibru. Experiența arată că vom auzi aceeași notă însă mai forte în cazul când depărtarea vergelei de la pozițiunea de echilibru este mai mare. Intensitatea sa țării sunetului depinde deci de amplitudinea vibrațiunilor, adică de depărtarea între pozițiunile extreme ale lamei vibrante.

Înălțimea sunetului. Să presupunem că scurtăm gradat vergeaua AB ; experiența arată că sunetele sunt cu atât mai înalte cu cât vergeaua este mai scurtă și cu cât prin urmare numărul de vibrațiuni ale lamei vibrante este mai mare. Înălțimea sunetului depinde deci de numărul de vibrațiuni ale corpului sonor.

Timbrul. Două sunete de aceeași înălțime și de aceeași intensitate pot diferi prin timbru. Ast-fel, două note, cari au aceeași înălțime și aceeași intensitate date de două instrumente, diferă prin *timbru*. Causa acestei diferențe consistă în producerea unor note accesorii, cari depind de natura corpului sonor și cari însoțesc nota principală.

Propagarea sunetului în aer. — Să considerăm un corp sonor în vibrațiune ; stratele de aer, cari încunjură corpul sonor, vor intra și ele în vibrațiune ; aceste vibrațiuni se vor transmite succesiv la stratele de aer până la urechia noastră.

Pentru a vedea în ce mod se propagă vibrațiunile în

aerul atmosferic, se ne raportăm la următoarea experiență lesne de repetat. Să presupunem că pe suprafața orizontală a unui lac, producem o mișcare verticală a apei în același punct și la intervale egale. Vom constata producerea unor valuri de formă circulară, cari se vor depărta gradat de locul unde am pus apa în mișcare. Aceste valuri nu sunt produse însă prin o mișcare de translațiune a masei licide, dar prin o mișcare vibratorie verticală a moleculelor superficiale ale apei; în adevăr, dacă lăsăm să plutescă un dop sau un alt corp ușor pe suprafața apei, vom constata că aceste corpuri se vor ridica și se vor coborî perpendicular la suprafața apei, rămânând aproape în același loc.

În același mod se propagă și sunetul prin aerul atmosferic. Când un corp sonor este în vibrațiune, moleculele sale efectuează mișcări vibratorii, cari vor imprima moleculelor de aer mișcări vibratorii de același sens ca și a corpului sonor, care le-a dat naștere.

Propagarea sunetului în corpurile solide și licide. — Sunetul se propagă în corpurile solide și licide.

Ca probă că sunetul se propagă în corpurile licide este faptul că lucrătorii, ce lucrează în apă, aud sunetele produse pe țărm.

Propagarea sunetului în corpurile solide se face mai bine de cât în aerul atmosferic. Ast-fel, dacă punem urechia pe pământ putem auzi șgomotul produs de o trăsură la o distanță de mai multe kilometre.

Sunetul nu se propagă în vid. — Următoarea experiență probază că sunetul nu se propagă în vid. Să atârnam prin un fir de mătase (fig. 259) clopoțelul *c* la garnitura metalică cu care este prevăzut balonul *B*. Robinetul *R* permite a pune balonul în comunicațiune cu o mașină pneumatică și a face vidul.

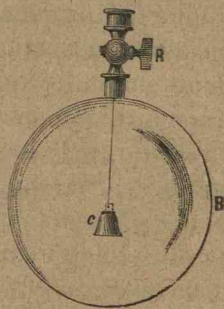


Fig. 259.

Experiența arată că, făcând vidul în balon, nu vom auzi clopoțelul când îl vom mișca ; din contra, când aerul este în balon, sunetul produs de mișcarea clopoțelului este auzit în exterior.

Rareficarea aerului ne explică pentru ce vocea este slabă pe munți sau când suntem în balon la înălțimi mari.

Iuțela sunetului. Reflecțiunea sunetului. Ecol.

Iuțela sunetului în aer. — Cele d'întâiu experiențe mai exacte pentru determinarea iuțelei sunetului în aer au fost făcute în 1738 de o Comisiune a Academiei de științe din Paris. În 1822, experiențe analoge au fost făcute de membrii Biuroului de Longitudine, determinând iuțela sunetului între două stațiuni Villejuif și Monthléry în apropiere de Paris. Iată în ce mod s'a procedat : În fie-care din stațiunile A și B se aflau câte un grup de observatori ; fie-care stațiune era prevădută cu un tun și un cronometru precis. Experiențele se făceau în timpul nopții ; dând o lovitură de tun la stațiunea A, observatorii de la stațiunea B numărau timpul care trecea de la aparițiunea luminei până la auzirea detunării. Iuțela luminei fiind foarte mare, aproximativ 300000 kilometri pe secundă, se poate admite că ea percurge instantaneu spațiul de câte-va kilometre care separă cele două stațiuni, așa că aparițiunea luminei coincide cu momentul începerii vibrațiunilor sonore ale aerului. Dividând, prin urmare, spațiul cunoscut dintre cele două stațiuni prin timpul, evaluat în secunde, cât pune sunetul pentru a ajunge de la stațiunea A la stațiunea B, se află iuțela sunetului pe secundă. Fiind-că se poate obiecta că direcțiunea vântului exercită o influență asupra iuțelei sunetului, se făceau experiențe în sens invers, dându-se o lovitură de tun la stațiunea B și determinându-se de observatorii de la stațiunea A timpul cât

trecea de la aparițiunea luminei până la audirea detunărei. Aceste experiențe fură repetate alternativ și se luă media rezultatelor obținute. Se găsi că iuțela sunetului în aer, la temperatura de 15° C, este aproape 340 metri pe secundă.

Experiențele posterioare, efectuate de Regnault, au arătat că iuțela sunetului depinde de temperatură; acéstă iuțelă crește cu 0,6 metri aproximativ pentru fie-care grad de temperatură. Ast-fel, iuțela sunetului în aer fiind 340 metri la 15° , pentru a avea iuțela sunetului la 0° va trebui că scădem din 340 metri numărul $0,6 \times 15 = 9$ metri; iuțela sunetului la 0° este deci 331 metri.

Iuțela sunetului la licide. — Iuțela sunetului la licide este mai mare de cât la corpurile gazóse. Experiențe făcute pe lacul de Geneva în 1827 de Sturm și Colladon au stabilit că iuțela sunetului în apă este de 1433 metre pe secundă, adică de patru ori mai mare de cât în aerul atmosferic.

Iuțela sunetului la solide. — Iuțela sunetului la corpurile solide este și mai mare chiar de cât la corpurile licide. Ast-fel, Biot, experimentând cu tuburi de fontă a căror lungime era de un kilometru, a găsit că iuțela sunetului în fontă este aproape de 10,5 ori mai mare de cât în aer.

Reflecțiunea sunetului. Ecoă. Resonanță. — Să presupunem că vibrațiunile senore întâlnesc un obstacol fix; experiența arată că sunetul se reflecteză întocmai ca și lumina. Legile reflecțiunei sunetului fiind analoge cu acele ale luminei, vom studia în Optică aceste legi.

Fenomenul ecoului este explicat prin reflecțiunea sunetului. Se numesce *ecoă* repetirea unui sunet reflectat de un obstacol, așa ca sunetul reflectat să fie distinct de sunetul direct.

Să vedem în ce condițiuni se produce ecoul. Experiența arată că urechia noastră nu pôte distinge două sunete unul de altul de cât dacă sunt despărțite prin un interval de

timp de $\frac{1}{10}$ din o secundă ; știind că sunetul percurge în aer 340 metri pe secundă, el va percurge 34 metri în $\frac{1}{10}$ din o secundă. Să presupunem un observator, care s'ar afla d'inaintea unui obstacol, de exemplu un mur înalt sau o colină, la o distanță d mai mică de 17 metri ; distanța totală parcursă de sunetul direct de la observator la obstacol și de sunetul reflectat de la obstacol la observator va fi $2d$, mai mică de 34 metri ; în acest caz nu se va putea distinge sunetul direct de sunetul reflectat și vom avea un fenomen de *resonanță*, adică de întărire a sunetului direct. Acest fenomen se observă în o cameră cu pereții goi. Să presupunem, însă, că distanța d de la observator până la obstacol este mai mare de 17 metri ; în cazul acesta distanța $2d$ va fi mai mare de 34 metri și fenomenul ecoului se va produce, adică vom auzi două sunete distincte ; sunetul direct și sunetul reflectat.

Intervale musicale. Gama. Diapasonul.

Intervale musicale. — Se definesce interval musical dintre două sunete raportul între numărul vibrațiilor care corespund la acele sunete în timpuri egale.

Ast-fel, să presupunem că un corp efectuează 396 de vibrațiuni pe secundă și un al doilea în același timp 264 ;

interval musical între aceste două sunete este $\frac{396}{264} = \frac{3}{2}$.

Dacă două sunete corespund la același număr de vibrațiuni, intervalul musical este egal cu 1 ; dacă numărul vibrațiilor unui sunet este dublu de acel al unui al doilea sunet, intervalul este 2 și se dice că sunetul cel mai înalt este la octavul superior al celui d'intăi.

Intervalele musicale, care produc o impresiune plăcută urechei, nu sunt exprimate prin numere întregi, dar prin o fracțiune ireductibilă. Intre aceste intervale distingem :

<u>Interval musical</u>	<u>Numele intervalului</u>
$\frac{5}{4}$	Terția majoră
$\frac{6}{5}$	Terția minoră
$\frac{4}{3}$	Quarta
$\frac{3}{2}$	Quinta.

Gama.— Se numește *gama* sau *scara musicală* o serie de opt sunete sau note, întrebuințate în muzică și producând efecte plăcute urechei, între cari cea din urmă notă este la octavul superior al primei note, iar notele intermediare au intervale musicale constante în raport cu prima notă.

Notele gamei sunt următoarele :

ut_1 sau do_1 , re , mi , fa , sol , la , si , ut_2 sau do_2 .

Intervalele musicale între o notă oare-care și prima notă ut_1 sunt :

ut_1	re	mi	fa	sol	la	si	ut_2
1,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{5}{4}$,	$\frac{4}{3}$,	$\frac{3}{2}$,	$\frac{5}{3}$,	$\frac{15}{8}$,	2.

Să considerăm intervalul dintre două note succesive ale unei game :

<u>Interval musical.</u>	<u>Valoarea numerică a intervalului.</u>	<u>Numele intervalului.</u>
re la ut_1	$\frac{9}{8} : 1 = \frac{9}{8}$	Ton major
mi la re	$\frac{5}{4} : \frac{9}{8} = \frac{10}{9}$	Ton minor
fa la mi	$\frac{4}{3} : \frac{5}{4} = \frac{16}{15}$	Semiton major
sol la fa	$\frac{3}{2} : \frac{4}{3} = \frac{9}{8}$	Ton major
la la sol	$\frac{5}{3} : \frac{3}{2} = \frac{10}{9}$	Ton minor

Interval musical.	Valórea numerică a intervalului.	Numele intervalului.
<i>si</i> la <i>fa</i>	$\frac{15}{8} : \frac{5}{3} = \frac{9}{8}$	Ton major
<i>ut</i> ₂ la <i>si</i>	$2 : \frac{15}{8} = \frac{16}{15}$	Semiton major

Reprezentând tonul major prin T, tonul minor prin T₁, semitonul major prin t, gama se compune din următoarele intervale :

T, T₁, t, T, T₁, T, t.

Diapason. — Pentru a acorda instrumentele, este necesar a cunoște un sunet care să corespundă unui număr determinat de vibrațiuni și căruia să-i putem compara cele-l'alte sunete.

Dacă notăm cu *ut*₁ nota dată de violoncel corespunzătoare la 62, 25 vibrațiuni pe secundă, notele succesive ale acestei game vor fi *re*₁, *mi*₁, *fa*₁, *sol*₁, *la*₁, *si*₁. Notele octavelor superioare următoare vor fi notate cu indicii 2, 3 etc. ; notele octavelor inferioare cu indicii — 1, — 2 etc.

Pentru a avea un sunet bine determinat, cu care să putem acorda instrumentele, ne servim de nota *la*₃, corespunzătoare la 435 vibrațiuni pe secundă.

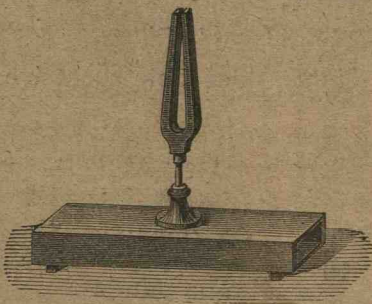


Fig. 260.

Instrumentele cari servesc a compara sunetele se numesc *diapasóne*. Un diapason (fig. 260) este format din două ramuri de oțel măi apropiate la extremități ; diapasonul este prevădut la mijloc cu un mâner, grație căruia îl putem ține în mână sau a 'l fixa pe o cutie de rezonanță. Putem pune diapasonul în vibrațiune să atingându-l cu un arcuș sau făcând să trecă între extremitățile sale un mic cilindru de lemn care să îndepărteze una de alta ramurile diapasonului. *Diapasonul normal* este acel ce dă nota *la*₃.

Vibrațiunile transversale ale córdelor. Instrumente cu córde.

Vibrațiunile transversale ale córdelor. — Să considerăm o córdă (strună) întinsă între două puncte fixe pe o cutie de rezonanță. Putem face ca córda să execute vibrațiuni transversale, lovind córda cu degetul său frecând-o cu un arcuș perpendicular pe direcțiunea ei. Vom putea constata ușor că córda va executa o serie de vibrațiuni perpendiculare pe direcțiunea ei primitivă.

Experiența arată că numărul vibrațiunilor transversale a unei córde este : a) în raport invers cu rața córdei ; b) în raport invers cu lungimea córdei ; c) invers proporțional cu rădăcina pătrată a densității córdei ; d) proporțional cu rădăcina pătrată a greutatei puse la una din extremitățile córdei și care servește a o întinde.

Legile vibrațiunilor transversale sunt exprimate prin următoarea formulă :

$$n = \frac{1}{2rl} \sqrt{\frac{gP}{\pi d}} ;$$

în această formulă n reprezintă numărul vibrațiunilor córdei ; r rața córdei, l lungimea ei, P greutatea pusă la una din extremitățile córdei care servește a o întinde, d densitatea córdei și π numărul 3, 14 care exprimă raportul circumferinței la diametru.

Instrumente cu córde. — Instrumentele cu córde sunt basate pe vibrațiunile transversale ale córdelor. În unele din aceste instrumente, ca la piano, fie-care córdă dă un sunet fix ; la alte instrumente, ca vióra, violoncelul etc., córdele dau sunete variabile.

La piano, vibrațiunile córdelor sunt produse prin ciocnirea córdelor cu mici ciocănașe ; la vióra, violoncel etc., apăsând cu mâna stângă pe córde, facem să varieze lungimea córdei vibrante și prin urmare și înălțimea sunetului produs.

Tuburi sonore.

Tuburi sonore. — Vibrațiunile colónelor de aer saú de un gaz óre-care pot fi studiate cu tuburile sonore.

Un tub sonor este un tub, avénd o formă prismatică saú cilindrică, în care colóna de aer din interiorul seú fiind pusă în vibrațiune produce sunete perceptibile urechei.

Tuburile sonore se construiesc în forme diferite. Un asemenea tub (fig. 261 și 262) este format de tubul de diametru mai mic a , prin care póte pátrunde un curent de aer; aerul trece apoi prin deschiderea strimată l numită lumină și atinge în b baza înclinată a unei fețe a tubului T . În b curentul de aer se bifurcă în două, o parte ese în exterior, o altă parte pátrunde în tub și determină vibrațiuni în colóna de aer din interiorul tubului.

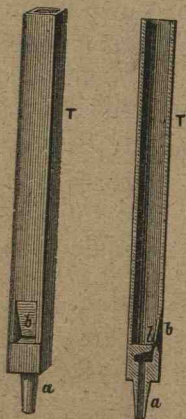


Fig. 261. Fig. 262.

Putem pune în evidență că sunetul produs în un tub sonor provine din vibrațiunile colónei de aer, introducénd în un tub de sticlă o membrană pe care s'a pus nisip; când tubul dă un sunet, se constată că nisipul se mișcă la suprafața membranei.

Legea lungimelor. Să suflăm un curent din ce în ce mai puternic în un tub sonor; vom aúdi mai întâiú un sunet mai grav, care constituie *sunetul fundamental* al tubului, apoi sunete din ce în ce mai înalte, constituind *armonicile succesive* ale tubului.

În ceea-ce privesce sunetul fundamental, se constată:

a) înălțimea saú numărul vibrațiunilor sunetului fundamental al unui *tub deschis* este în raport învers cu lungimea lui;

b) numărul vibrațiunilor sunetului fundamental al unui *tub închis* este, de asemenea, în raport învers cu lungimea lui;

c) sunetul fundamental al unui tub închis este același ca și sunetul fundamental produs de un tub deschis de lungime dublă.

Legea armonicelor. Când iuțela aerului introdus în tubul sonor varie, tubul sonor produce sunete diferite, cari sunt *armonicile tubului*. Se constată :

a) numerile de vibrațiuni cari corespund la sunetul fundamental și la armonicile succesive a unui *tub închis* sunt între ele ca numerile neperechi 1, 3, 5, 7, 9 etc. ;

b) numerile de vibrațiuni cari corespund la sunetul fundamental și la armonicile succesive a unui *tub deschis* sunt între ele ca seria numerilor întregi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 etc.

Fonograful.

Fonograful lui Edison. — Vibrațiunile sonore produse în aer se pot transmite unui corp solid, care la rândul său va transmite aerului vibrațiunile primite ; acesta ne explică pentru ce sunetele pot fi audite prin un zid.

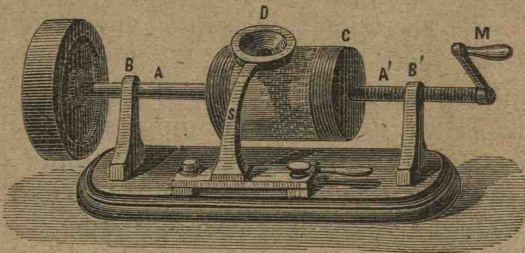


Fig. 263.

Dacă corpul solid are forma unei lame subțiri, vibrațiunile produc mișcări sensibile în lamă. Pe aceste fapte este basat fonograful.

Fonograful a fost inventat de americanul Edison în 1878. Fonograful lui Edison, în forma lui primitivă, se

compune (fig. 263) din un cilindru metalic *C*, care se poate mișca împrejurul axului orizontal *AA'* ce străbate prin colónele metalice *B* și *B'*. Porțiunea *A'* a axului este tăiată în formă de șurub și trece prin o piuliță făcută în colóna *B'*. Cilindrul *C* este pus în mișcare de manivela *M*; când mișcăm manivela *M*, cilindrul se mișcă progresiv în sensul axului, învârtindu-se în același timp împrejurul axului.

Pe suprafața cilindrului *C* este făcută o scobitură în formă de helice, a cărei pas este egal cu pasul părții *A'* a axului; pe suprafața externă a cilindrului se pune o fôie de cositor. Un suport lateral *S* este terminat la partea superiôră cu o pâlnie *D*, prevădută la basă cu o lamă metalică foarte subțire *m* (fig. 263 și fig. 264); un stil,

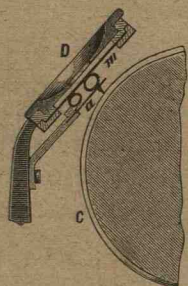


Fig. 264.

menținut prin resortul *a*, apasă pe cilindru; în fine, membrana este pusă în legătură cu resortul *a* prin două mici rondoale de cauciuc. Grație acestor dispozițiuni, membrana *m* comunică cu stilul.

Când voim a imprima sunetele pe fôia de cositor, aședăm stilul așa ca vârful său să fie pe fôia de cositor în un punct ce se află d'asupra unei scobituri făcute în cilindrul *C*; învârtind cilindrul *C* cu o mișcare uniformă și vorbind înaintea pâlniei *D*, membrana *m* va intra în vibrațiune și stilul va imprima pe fôia de cositor trăsături mai mult sau mai puțin profunde. Când voim a reproduce sunetele imprimate pe fôia de cositor, depărtăm pâlnia *D* și readucem cilindrul în prima pozițiune: punând apoi stilul în urma lăsată pe fôia de cositor și învârtind cilindrul *C* cu o mișcare uniformă, stilul va comunica impulsunile sale lamei metalice *m*, a cărei vibrațiuni se vor transmite aerului și urechei noastre, reproducând sunetele imprimate. Pentru ca sunetele reproduse să fie mai intense, se prevede membrana cu un cornet.

Aparatul primitiv a lui Edison a fost neconținut perfecționat; ast-fel, mișcarea cilindrului C în loc de a se face cu mâna, se pôte face prin un mecanism convenabil sau prin motor electric; de asemenea fôia de cositor a fost înlocuită cu un cilindru de cêră, pe care se imprimă direct sunetele etc.



2 a. p. e.

OPTICA

Propagarea luminei. Umbră. Penumbră. Iuțela luminei.

Corpurî luminóse. — Intre corpurile din natură sunt unele cari sunt *luminóse* prin ele însăși ; ast-fel sunt sórele, stelele, corpurile incandescente etc. Aceste corpurî constituiesc isvórele de lumină.

Cele-l-alte corpurî, cari nu sunt *visibile* de cât primind lumina de la isvórele luminóse, pe care apoi o transmit ochiului nostru, constituiesc *corpurile lunate*.

Corpurî transparente, translucide și opace. — Corpurile, cari pentru a fi *visibile* primesc lumina de la un isvor luminos, se mai divid în corpurî transparente, translucide și opace.

Corpurile transparente sunt acele prin cari póte strébate lumina ; așa sunt aerul, sticla etc. *Corpurile opace* sunt acele ce nu lasă să trecă lumina prin ele ; ast-fel sunt lemnele, metalele sub o grosime suficientă etc. *Corpurile translucide* sunt străbătute parțial de lumină, așa că nu putem distinge prin ele forma și conturul obiectelor ; ca exemple de corpurî translucide putem cita sticla rósă, hârtia îmbibată cu o materie grasă etc.

Propagarea rectilinie a luminei în un mediu omogen. — Să considerăm un mediu omogen și transparent,

de exemplu aerul ; lumina se propagă în acest mediu în linie dreaptă. În adevăr, fie un punct luminos în un punct a al mediului și ochiul nostru în un punct diferit b ; vom constata că lumina se propagă după direcțiunea dreptei ab , căci interpunând un paravan în un punct oarecare a acestei drepte, punctul luminos încetează a mai fi vizibil.

Se numește *rață luminosă* direcțiunea dreptlinie după care se propagă lumina.

Umbra. Penumbra. — Propagarea rectilinie a luminei permite a explica umbra și penumbra.

Să considerăm cazul când un punct luminos A (fig. 265)

se află în vecinătatea unui corp opac. Să construim conul BAC , ducând tangente din punctul A la corpul opac.

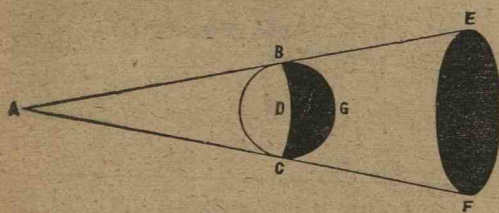


Fig. 265.

Tóte punctele corpului situate înaintea liniei de contact BDC vor fi luminate ; punctele corpului și a spațiului situate în interiorul conului dincolo de linia BDC nu vor primi rațe de lumină de la punctul A ; astfel dacă punem un paravan îndărătul corpului opac, vom constata o suprafață obscură EF . Se dă numele de *umbra* spațiului în care nu străbat rațele de lumină de la punctul luminos A .

Penumbra. Am presupus că corpul luminos este redus la un punct ; să considerăm acum cazul când corpul luminos are dimensiuni apreciabile. Fie, pentru ușurința expunerii, un corp luminos sferic (fig. 266) și un corp opac sub forma unui elipsoid. Să ducem tangentele AC , $A'C'$ la corpul luminos și opac ; totalitatea lor va forma un con tangent exterior la aceste corpuri.

Punctele spațiului conului, îndărătul corpului opac, nu vor primi rațe de lumină de la corpul luminos și vor fi în umbră.

Să ducem rațele luminoase ca BD' , $B'D$, tangente la corpul luminos și opac; totalitatea lor va forma conul tangent interior la cele două corpuri. Un punct din spațiul coprins între cele două conuri, tangente în interior și exterior la cele două corpuri, va fi parțial luminat; astfel, punctul M va primi rațele de lumină de la porțiunea $ABRP$ a corpului luminos și nu va primi rațe de lu-

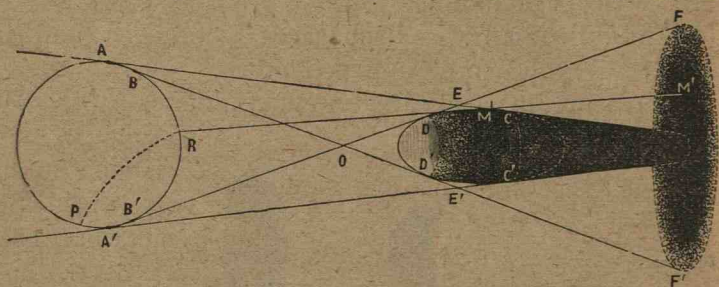


Fig. 266.

mină de la $A'B'RP$. Dacă punem un paravan vertical FF' îndărătul corpului opac, vom constata că punctul M' aflat în prelungirea raței RM este mai luminat de cât punctele cari se apropie de umbră și mai puțin luminat de cât punctele cari se apropie de F . Spațiul coprins între conurile, tangente interior și exterior la corpul luminos și opac, constituie *penumbra*.

Iuțela luminei. — Iuțela luminei a fost mai întâi determinată de Roemer prin o metodă basată pe fenomenele astronomice; în secolul trecut, Fizeau și Foucault au determinat această iuțelă prin metode fizice. Lumina are o iuțelă aproximativ de 300,000 kilometri pe secundă.

Reflecțiunea luminei. Oglinzi plane.

Reflecțiunea regulată a luminei. — Când o rață luminosă cade pe suprafața lucie a unui corp opac, ea este întorsă îndărăt în același mediu în o direcțiune unică. Acest fenomen constituie reflecțiunea luminei.

Să considerăm o suprafață plană lucie M (fig. 267) și fie SI o rață de lumină ce cade pe această suprafață; rața SI se numește *rața incidentă* și I *punctul de incidență*. Să ducem normala IN la suprafața lucie în punctul I ; planul dus prin rața incidentă SI și normala IN este planul de incidență. Experimenta arată că rața incidentă SI se reflectă și ia direcțiunea unică IR , determinată prin legile reflecțiunei. Unghiul $SIN=i$ se numește *unghiul de incidență*, și unghiul $NIR=r$ se numește *unghiul de reflecțiune*.

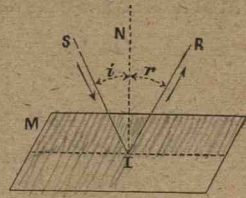


Fig. 267.

Legile reflecțiunei luminei sunt două:

1) *Rața incidentă, normala și rața reflectată sunt în același plan normal la suprafața de reflecțiune;*

2) *Unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflecțiune.*

Aceste legi se verifică ușor cu aparatul lui Silbermann.

Difuziunea luminei sau reflecțiunea neregulată. — Corpurile, cari nu sunt lucii, au proprietatea de a trimite îndărăt rațele de lumină, însă în loc de a le reflecta în o direcțiune unică, aceste corpuri reflectă rațele de lumină în toate direcțiunile. Acest fenomen constituie difuziunea sau reflecțiunea neregulată, datorită faptului că suprafața exterioră a unui corp este formată din o mulțime de suprafețe mici, diferite orientate, cari reflectă lumina în toate direcțiunile. Grație difuziunei, putem distinge în timpul zilei corpi cari ne înconjură.

Oglindă. Oglindă plane. — Se numește *oglină* ori-ce suprafață lucie care poate reflecta regulat rațele de lumină. După forma suprafeței oglindei, avem *oglinde plane, concave, convexe, sferice* etc.

Imagina unui punct luminos în o oglindă plană. Fie A un punct luminos așezat înaintea unei oglinde plane (fig. 268). Să ducem prin punctul A un plan perpendicular la oglindă și fie MM' secțiunea oglindei prin acest plan. Să considerăm o rața incidentă AB ; ea se va reflecta

în punctul de incidență B luând direcțiunea raței reflectate BC. Să ducem din A la MM' perpendiculara AD și să o prelungim dincolo de oglindă; de asemenea, să prelungim rața reflectată BC până în punctul A' , unde întâlnește prelungirea dreptei AD. Ne propunem a demonstra că $AD=DA'$. În adevăr, triunghiurile dreptunghice ADB și DBA' sunt egale ca având cateta DB comună și un-

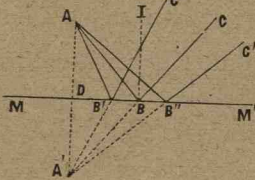


Fig. 268.

ghiurile ABD și DBA' egale. Să considerăm de asemenea rațele incidente AB' , AB'' etc.; rațele reflectate $B'C'$, $B''C''$ etc. prelungite vor trece prin același punct A' , simetric cu punctul A în raport cu planul MM' . Experiența arată că, în cazul când o rață de lumină își schimbă odată sau de mai multe ori direcțiunea, ochiul nu vede punctul luminos de cât în prelungirea ultimei direcțiuni; urmăzând deci că rațele reflectate BC, $B'C'$, $B''C''$ etc., primite de ochiul, vor părea plecând de la punctul A' , locul de întretăiere a prelungirelor rațelor reflectate. Punctul A' este *imaginea virtuală* a punctului A, înțelegând prin imagine virtuală aceea ce nu are o existență reală în spațiu.

Imagina unui obiect în o oglindă plană. Să considerăm obiectul AB așezat înaintea unei oglinzi plane (fig. 269).

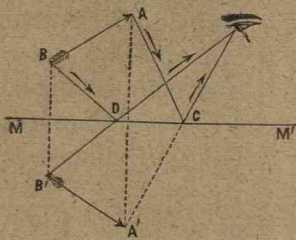


Fig. 269.

Dacă ducem din A rața incidentă AC, prelungirea raței reflectate primite de ochiul va trece prin punctul A' simetric cu A în raport cu oglinda MM' ; același lucru pentru rața incidentă BD plecând din punctul B. Imaginea obiectului AB va fi $A'B'$

simetrică cu AB în raport cu MM' .

Imagini multiple produse de două oglinzi plane paralele.— Să considerăm două oglinzi plane paralele

M și N și fie A un punct luminos (fig. 270). Punctul luminos A va forma în oglinda M o primă imagine virtuală A' ; această imagine virtuală A' va putea fi considerată ca obiect luminos și va forma în oglinda N imaginea A'' ; această imagine A'' va forma în oglinda M imaginea A''' și așa mai departe.

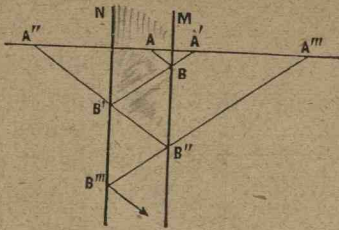


Fig. 270.

Este ușor a cunoaște mersul razelor luminoase ducând două sisteme de drepte paralele: a) sistemul AB, $A''B''$ etc.; b) sistemul $A'B'$, $A'''B'''$ etc. A' , A'' , A''' sunt imaginile punctului A plecând de la prima imagine virtuală observată în oglinda M; în un mod analog, vom avea o a doua serie de imagine, plecând de la imaginea virtuală a lui A observată în oglinda N.

Imagine multiple date de două oglinzi înclinate. Kaleidoscopul.— Să considerăm două oglinzi M și N înclinate între ele (fig. 271). Să tăiem aceste oglinzi prin un plan perpendicular liniei lor de întretăiere și fie MON unghiul oglinzilor, care nu este o parte alicotă din o circumferință. Experiența arată că imaginile punctului luminos A sunt în număr infinit și aședate pe circumferința descrisă din punctul O ca centru cu raza OA.

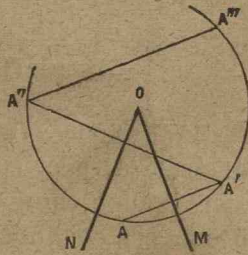


Fig. 271.

Dacă unghiul oglinzilor este o parte alicotă din o circumferință, numărul imaginilor este determinat. Așa, de exemplu, dacă presupunem că unghiul oglinzilor este de 60° , și prin urmare $\frac{1}{6}$ din numărul de grade a unei circumferințe, și punctul luminos A este aședat pe bisectrița OA (fig. 272) a unghiului MON a oglinzilor, în acest caz imaginile observate sunt A' , A'' , A''' , A'''' , A''''' . De

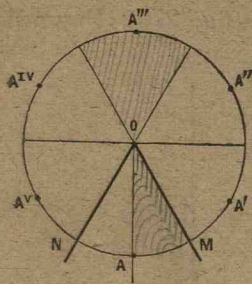


Fig. 272.

duse două oglinzi

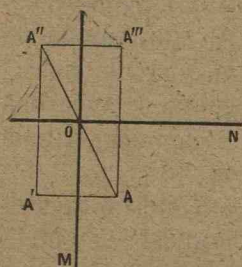


Fig. 273.

asemenea, în cazul a două oglinzi M și N (fig. 273) înclinate cu 90° între ele, imaginile observate sunt în număr de trei: A', A'', A'''.

Kaleidoscopul. Kaleidoscopul, inventat de Brewster, este un aparat basat pe proprietatea ce o au oglinzile înclinate de a da imagine multiple. Kaleidoscopul este format din un tub, în interiorul căruia sunt dispuse două oglinzi înclinate între ele cu 45° sau trei oglinzi înclinate cu 60° . Unul din capetele tubului este închis prin două discuri de sticlă, unul translucid și al doilea transparent, între cari se pun mici obiecte colorate, ca fragmente de sticlă etc. Privind prin cel-lalt capăt al tubului, vedem obiectele și imaginile multiple a acestor obiecte dispuse simetric.

Oglinzi sferice.

Oglinzi sferice. Oglinzi concave. — Oglinzile sferice sunt acele a căror suprafață reflectătoare face parte din o sferă; după cum suprafața reflectătoare este concavă sau convexă, oglinzile sferice sunt *concave* sau *convexe*.

Să considerăm o oglindă sferică concavă (fig. 274).

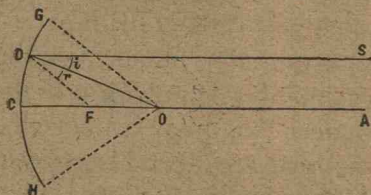


Fig. 274.

Centrul O al sferei se numește *centru de curbură* al oglinzii. Să ducem prin punctul O un plan, care va tăia oglinda după GH; punctul C, mijlocul arcului GH, este *vêrful oglinzii*.

Drépta care trece prin C și O este *axul principal* al oglindei. Oră-ce dréptă care trece prin centrul oglindei O fără să trecă prin vârful C este un *ax secundar*. Deschiderea oglindei este unghiul la centru GOH, determinat de rațele GO și OH, duse din centrul sferei O la extremitățile arcului GH.

Pentru a studia proprietățile oglinzelor sferice, vom considera oglinda sferică ca formată din o infinitate de forțe mici oglinzi plane; o rață de lumină cădută în un punct al oglindei sferice se va reflecta așa că rața incidentă, rața reflectată și normala vor fi în același plan. In cazul oglinzelor sferice, normala în un punct al oglindei este rața sferei ce trece prin acel punct.

Focar principal. Să considerăm o rață de lumină SD (fig. 274) paralelă cu axul principal COA al oglindei; rața SD se va reflecta în D după direcțiunea DF. Ducând normala în D, care este rața DO a sferei, unghiul de incidență $SDO=i$ va fi egal cu unghiul de reflecțiune $ODF=r$. Triunghiul DFO este isoscel din cauza egalității unghiurilor ODF și DOF; urmază deci că laturele DF și FO sunt egale. Să presupunem că deschiderea GOH a oglindei este mică și nu trece de câte-va grade; putem considera în acest cas $DF=CF$, de unde rezultă $CF=FO$ și, prin urmare, punctul F divide rața CO în două părți egale. Se dă numele de *focar principal* punctului F. Acest raționament aplicându-se la toate rațele luminoase ce cad pe oglinda concavă paralel cu axul principal, când deschiderea oglindei este mică, deducem că: *tóte rațele ce cad pe oglindă paralel cu axul principal sunt concentrate în un punct F, care este focarul principal al oglindei.* Distanța CF constituie *distanța focală principală.*

Reciproc, toate rațele luminoase ce plécă din focarul F sunt reflectate de oglinda concavă după direcțiuni paralele cu axul principal.

Focare conjugate. Să considerăm rața luminosă PD

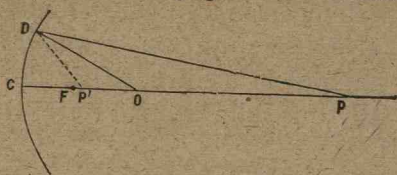


Fig. 275.

(fig. 275) care plécă din punctul P de pe axul principal dincolo de centrul O al oglinzii. Rața incidentă PD se va reflecta în D, luând direcțiunea DP', așa că

unghiul de incidență PDO este egal cu unghiul de reflecție ODP'.

Imaginea unui obiect în oglinzile concave. — Să considerăm obiectul rectiliniu AB (fig. 276) perpendicular

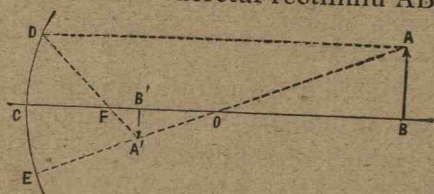


Fig. 276.

pe axa principală și așezat dincolo de centrul O al oglinzii. Să ducem axa secundară AO, care trece prin punctul A. Rațele de lumină, cari plécă din A, vor trece

prin focarul conjugat A' al axului secundar AO. Pentru a determina pozițiunea focarului conjugat A', vom duce rața AD paralelă cu axul principal; rața reflectată DF, care trece prin focarul principal F, fiind prelungită va tăia axul secundar AOE în punctul A'. Punctul luminos B de pe axul principal va avea focarul său conjugat în punctul B'. Tóte punctele obiectului AB vor avea focarele lor pe puncte ale liniei A' B'. A' B' este *imagea reală* a obiectului AB; observăm tot-odată că această imagine este resturnată. Putem face vizibilă această imagine, punând în A' B' o fôie de hârtie translucidă, pe care se va forma imaginea reală a obiectului AB.

În ceea ce privește mărimea și pozițiunea imaginii obiectului în raport cu obiectul, următoarele rezultate sunt confirmate de experiență :

a) Când obiectul este dincolo de centrul oglinzii, imaginea obiectului este reală, resturnată, mai mică de

cât obiectul și situată între focarul principal și centrul oglindei;

b) Când obiectul este așezat în centrul de curbură a oglindei, imaginea obiectului este reală și egală cu obiectul;

c) În cazul când obiectul este așezat între centru și focarul principal, imaginea obiectului este dincolo de centru; această imagine este reală, răsturnată și mai mare de cât obiectul;

d) În fine, în cazul când obiectul AB este așezat între focarul principal F și vârful oglindei C (fig. 277), imaginea obiectului este *virtuală, dreaptă și mai mare de cât obiectul*. Pentru a construi această imagine, vom duce

din punctul B situat pe axul principal o rață BD, care se va reflecta după direcțiunea DS. Dreapta DS prelungită taie axul principal CO în punctul B', care este focarul virtual a punctului B. Imaginea virtuală a punctului A va fi în A',

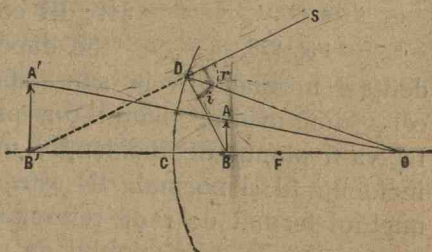


Fig. 277.

care se găsește la intersecțiunea prelungirii axului secundar AO cu dreapta dusă din B' perpendicular pe axul principal.

Refracțiunea luminii.

Definițiune. Legile refracțiunei. — Când o rață de lumină trece din un mediu în altul, de exemplu din aer în apă, și dacă rața cade oblic pe suprafața de separațiune a celor două medii, experiența arată că rața incidentă din primul mediu nu mai conservă aceeași direcțiune în mediul al doilea. Se numesce *refracțiune* deviațiunea ce o încercă rața de lumină când trece din un

mediu transparent în alt mediu transparent, rața de lumină cãdând oblic pe suprafața de separațiune a celor douã medii.

Ast-fel sã considerãm douã medii transparente I și II (fig. 278), cel d'întãiu fiind aerul, iar mediul al doilea apa; experiența aratã cã rața incidentã SI, cãdând oblic pe suprafața de separațiune AA' a celor douã medii, nu urmãzã mãi departe direcțiunea IS', în prelungirea raței incidente SI, dar va fi deviatã și va lua direcțiunea IR; IR constituie *rața refractatã*.

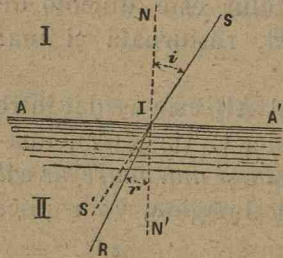


Fig. 278.

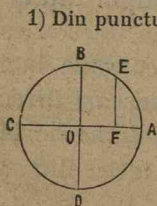
Sã ducem în punctul de incidența I normalã IN la suprafața de separațiune AA' a celor douã medii; planul dus prin rața SI și normala IN va fi planul de incidența; unghiul format de rața incidentã SI și normala IN este unghiul de incidența i ; unghiul format de rața refractatã IR și prelungirea IN' a normalei IN este unghiul de refracțiune r .

Refracțiunea luminei este supusã la urmãtorele douã legi, numite *legile lui Descartes*; aceste legi erau deja cunoscute anterior, dar Descartes le-a formulat mãi precis:

1) *Rața incidentã, rața refractatã și normala, dusã în punctul de incidența, sunt în același plan;*

2) *Raportul între sinul unghiului de incidența și sinul unghiului de refracțiune este un numãr constant pentru aceleași medii, ori-care ar fi unghiul de incidența* 1).

Dacã unghiul de refracțiune r (fig. 278) este mãi mic



1) Din punctul O ca centru sã descriem un cerc cu o rața egalã cu unitatea; sã ducem apoi din O diametrele AC și BD perpendiculare între ele. Se definesc *sinul arcului* AE lungimea EF a perpendicularei duse din extremitatea E a arcului AE pe diametrul AC. Dupã figurã se vede cã, dacã arcul crește din A în B, adicã de la 0° la 90° , sinul se mãrește și el de la zero la unitate.

de cât unghiul de incidență i , se țice că mediul al doilea este *mai refringent* de cât cel d'intâiū ; dacă însă unghiul de refracțiune este mai mare de cât unghiul de incidență, se țice că mediul al douilea este *mai puțin refringent* de cât cel d'intâiū. Ast-fel când o rață de lumină trece din aer în apă, rața refractată se apropie de normală, unghiul de refracțiune este mai mic de cât unghiul de incidență și apa constituie un *mediū mai refringent* de cât aerul. In general, din cele două medii, prin care trece lumina, mediul cel mai dens este cel mai refringent.

Indice de refracțiune. S'a vėđut că, pentru aceleași medii, raportul sinului unghiului de incidență către sinul unghiului de refracțiune este un număr constant ; se dă numele de *indice de refracțiune* acestui raport constant, care se notėză de obiceiū cu n . Dacă i este unghiul de incidență și r unghiul de refracțiune, indicele de refracțiune n va fi exprimat prin relațiunea :

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}.$$

Vom indica aci indicele de refracțiune a cãtor-va substanțe în raport cu aerul :

Substanțe	Indice de refracțiune
Apă . . .	1,333
Alcool. . .	1,363
Crown. . .	1,529
Flint. . .	1,635
Diamant. .	2,420

Din acest tabloū se vede că indicele de refracțiune al apei în raport cu aerul este $\frac{4}{3}$. Experiența arată că indicele de refracțiune ale sticlei în raport cu aerul este aproximativ $\frac{3}{2}$.

Unghiü limită. — Să considerăm suprafața de separațiune AA' (fig. 279) a două medii I și II, primul mediu fiind aerul și al doilea apa de exemplu. Să presupunem că rațele de lumină plecând din mediul II cel mai refringent trec în mediul I mai puțin refringent; rața de lumină RI , formând cu normala IN' unghiul r , va lua în primul mediu direcțiunea IS , care formeză cu IN unghiul i . Intre rațele

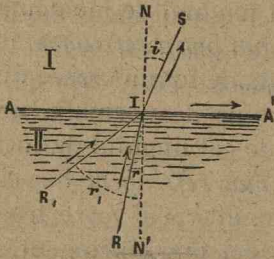


Fig. 279.

de lumină, cari trec din mediul al doilea în cel d'intăiu, se vor găsi rațe de lumină ca $R_1 I$, cari trecând în primul mediu vor forma cu normala IN unghiul NIA' egal cu 90° . Se dă numele de *unghiü limită* unghiului $R_1 IN' = r_1$, format de rața $R_1 I$ cu normala IN' în mediul mai refringent, când unghiul format de rața deviată IA' cu normala IN în mediul mai puțin refringent este de 90° .

Reflectiune totală. — Fie AA' suprafața de separațiune a două medii I și II (fig. 280). Să considerăm rețele de

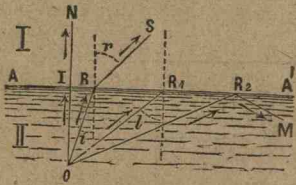


Fig. 280.

lumină plecând de la punctul luminos O din mediul II. Rața de lumină OI , care cade normal pe suprafața de separațiune AA' , va continua a merge în direcțiunea IN normală la AA' . Rața de lumină OR , care formeză cu normala în punctul R a suprafeței AA' unghiul i , se va refracta în primul mediu după direcțiunea RS . Rața de lumină OR_1 , care formeză cu normala în punctul R_1 unghiul limită l , se va refracta după direcțiunea R_1A' . În fine, o altă rață de lumină OR_2 , care formeză cu normala în punctul R_2 a suprafeței de separațiune AA' unghiü mai mare de cât unghiul limită l , nu se va mai refracta în mediul mai puțin refringent, dar se va reflecta în totalitate în mediul II după direcțiunea $R.M$. Töte rațele

de lumină ca OR_2 , cari plecând din mediul mai refrigent cad pe suprafața de separațiune a celor două medii formând un unghiü de incidență mai mare de cât unghiul limită, se reflectază în totalitate în mediul mai refrigent. Acest fenomen este cunoscut sub numele de *reflecțiune totală*.

Fenomene explicate prin refracțiunea luminei.—Vom expune câte-va fenomene explicate prin refracțiunea luminei.

Imaginea unui obiect prin refracțiune. Să considerăm două medii transparente, de exemplu apa și aerul, și fie A un obiect așezat în mediul mai refrigent (fig. 281).

O rață de lumină AB plecând de la obiect se va refracta în B după direcțiunea BD; o altă rață de lumină AC, plecând din A și formând cu normala în punctul C a suprafeței de separațiune a celor două medii un unghiü mai mare, se va refracta după direcțiunea CE. Este evident că rațele BD și CE vor

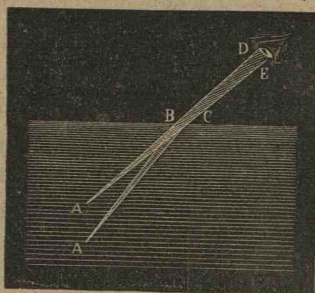


Fig. 281.

diverge între ele; aceste rațe prelungite se vor întâlni în A' , care va fi *imagea virtuală* a punctului A; această imagine A' va părea mai ridicată de cât obiectul A. Aceasta ne explică pentru ce obiectele așezate pe fundul unui vas cu apă par mai ridicate; de asemenea, pentru ce un baston introdus cu un capăt în apă pare frînt la suprafața de separațiune a celor două medii transparente etc.

Refracțiunea atmosferică. Din cauza refracțiunei atmosferice, sórele și stelele par mai apropiate de zenit de cât sunt în realitate. Să considerăm un punct A (fig. 282) pe suprafața pămîntului și linia verticală OAZ care trece prin centrul pămînt-

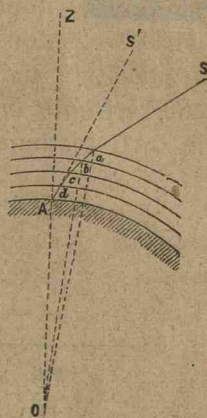


Fig. 282.

tului O . O rață de lumină, care pleacă de la astrul S , va străbate stratele de aer din atmosferă, cari sunt cu atât mai dense cu cât sunt mai apropiate de suprafața pământului. Rața de lumină Sa se va refracta în a , apropiindu-se de normala Oa ; apoi în b , apropiindu-se de normala $O'b$ și așa mai departe. Un observator așezat în A va vedea astrul în S' în prelungirea ultimei rațe refractate Ad ; în acest mod, astrul așezat în S va părea ocupând pe bolta cerescă pozițiunea S' mai apropiată de zenit.



Prisma.

D. a.

Prisma. — Se numește *prismă*, în Optică, un mediu transparent limitat prin fețe plane înclinate între ele.

În practică, se dă prismelor forma unei prisme triunghiulare (fig. 283). Unghiul diedru, format de cele două



Fig. 283.

fețe înclinate ale prisme, este *unghiul refrigent* al prisme; fața opusă muchiei, determinată de intersecțiunea celor două fețe a prisme, constituie *baza prisme*. *Secțiunea principală* a prisme este secțiunea determinată de un plan perpendicular pe cele două fețe ale prisme. Prismele se construiesc

din sticlă, și, în special, din crown glass sau flint glass.

Refracțiunea luminei în o secțiune principală a prisme.

Fie BAC secțiunea principală a unei prisme (fig. 284),

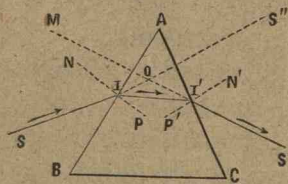


Fig. 284.

a cărei unghi de refrigență este A . Să considerăm rața de lumină SI , care cade pe prismă și conținută în secțiunea principală; rața SI se va refracta în interiorul prisme după direcțiunea II' apropiindu-se de normala IP ; în punctul I' , rața II' , eșind din prismă în aer se va refracta după direcțiunea $I'S'$, depărtându-se de normala $I'N'$. Refracțiunile în I și I' a raței SI au drept efect deviarea

razei de lumină în direcțiunea $I'S'$ către baza prisme. Un observator așezat în S' va vedea raza de lumină plecată din S în prelungirea razei $S'I'$.

Unghiul de deviațiune. Unghiul de deviațiune minimă. Se prelungim raza refractată $S'I'$ și raza incidentă SI până la întretărirea lor în O . Se definește *unghiul de deviațiune* unghiul $S'OS''$ format de prelungirea razei emergente $I'S'$ cu prelungirea razei incidente SI .

Unghiul de deviațiune $S'OS''$ depinde de substanța din care este construită prisma; ast-fel, prismele de flint produc o deviațiune mai mare de cât prismele de crown.

Unghiul de deviațiune depinde de asemenea de unghiul de refringență A a prisme.

Se presupunem că unghiul de incidență SIN crește de la 0° la 90° ; experiența arată că unghiul de deviațiune începe a scădea, trece prin o valoare minimală și începe iar a crește. *Unghiul de deviațiune minimă* se observă atunci când raza imergentă SI și raza emergentă $S'I'$ fac unghiuri egale cu fețele prisme.

Lentile.

Generalități. — Se definește *lentila* un mediu transparent terminat cu fețe curbe. Lentilele întrebuintate în practică sunt acele a căror fețe sunt sferice sau o față sferică și alta plană.

După cum lentilele strâng sau risipesc razele de lumină, ele se divid în convergente și divergente.

Lentilele convergente au marginile subțiri și grosimea lor crește de la margine la mijloc (fig. 285). Ele se construiesc sub următoarele forme constituind:

a) *lentila biconvexă* A, limitată prin două suprafețe sferice; b) *lentila plan-convexă* B, limitată prin o suprafață plană și o suprafață sferică; c) *lentila concav-convexă* C, cunoscută și sub numele de *menisc convergent*.

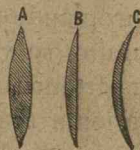


Fig. 285.

Lentilele divergente sunt mai gróse la margini și mai subțiri la mijloc (fig. 286). Ele se construiesc sub următoarele forme constituind : a) *lentila biconcavă* D ; b) *lentila plan concavă* E ; c) *lentila convex-concavă* F sau *meniscul divergent*.

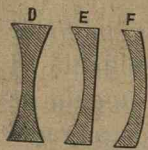


Fig. 286.

Axul principal la lentile. Atât lentilele convergente cât și cele divergente au un *ax principal*, care este linia dréptă care trece prin centrele lor de curbură. Când lentila este terminată prin două suprafețe sferice, axul principal trece prin centrele celor două suprafețe ; când lentila este terminată prin o suprafață sferică și alta plană, axul principal trece prin centrul suprafeței sferice și este perpendicular pe suprafața plană.

Lentile convergente. — Relativ la lentilele convergente vom defini mai întâi focarele principale, focarele conjugate, centrul optic, axele secundare și vom termina prin construirea imaginii unui obiect în aceste lentile.

Focare principale. Să considerăm lentila convergentă L (fig. 287), la care cele două fețe sferice au centrele de

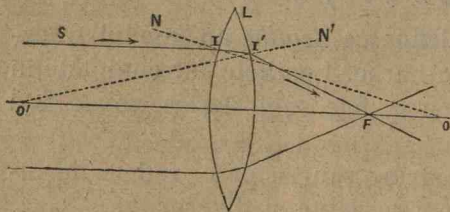


Fig. 287.

curbură în punctele O și O' și, prin urmare, axa principală în direcțiunea O' O. Fie SI o rață de lumină, care cade pe lentilă paralel cu axa principală ; această rață intrând în lentilă se va refracta după direcțiunea II' apropiându-se de normala OIN ; în punctul I' rață de lumină se va refracta din nou luând direcțiunea I' F și depărtându-se, prin urmare, de normala O' I' N'. Experiența arată că toate rațele de lumină paralele cu axul principal, după trecerea lor prin lentilă, vor tăia axul principal, în un punct F numit *focarul principal*. Se dă nu-

mele de *distanță focală principală* distanței de la focarul F la lentilă.

Reciproc, toate razele de lumină, care pleacă de la focarul principal F și cad pe lentilă, vor fi la ieșirea lor din lentilă paralele cu axul principal.

În un mod analog, va exista un focar principal între lentilă și centrul O' pentru razele care cad paralel pe a doua față a lentilei.

Focare conjugate. Să considerăm lentila L și un punct P așezat pe axa principală (fig. 288). Rața de lumină

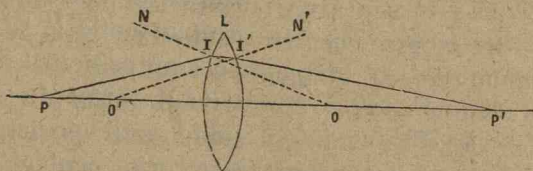


Fig. 288.

PI , cădând pe lentilă, se va refracta succesiv în punctele I și I' și va tăia axul principal în P' . Punctul P' este focarul conjugat al punctului luminos. P . Experimenta arată că :

1) Dacă punctul P este depărtat la infinit, cu alte cuvinte, dacă rața de lumină ce pleacă de la P este paralelă cu axul principal, focarul conjugat este cel mai apropiat de lentilă, constituind focarul principal ;

2) Dacă punctul luminos P se apropie de lentilă, focarul conjugat P' se depărtează :

3) Când P este în focarul principal, P' se depărtează la infinit.

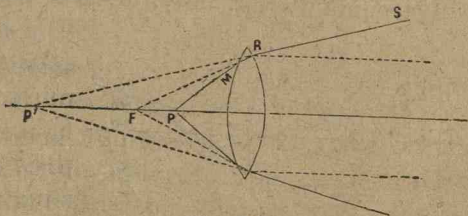


Fig. 289.

Să considerăm, în fine, cazul când punctul luminos P este așezat între focarul principal F (fig. 289)

și lentilă. Rața de lumină PM, ce cade pe lentilă, se va refracta în exteriorul lentilei după direcțiunea RS; această rața nu va putea întâlni axul principal de cât prelungind rața RS până în P'. Punctul P', situat pe axul principal de aceeași parte a lentilei ca și punctul P, constituie *focarul conjugat virtual* al punctului P.

Centrul optic. Axe secundare. Se numește *centru optic* al unei lentile un punct din interiorul lentilei, așa că ori-ce dréptă trecând prin acest centru ese din lentilă fără deviațiune. Ast-fel, dacă cele două fețe ale lentilei (fig. 290), sunt suprafețe sferice de aceeași curbură, centrul optic C se va afla pe axul principal de o potrivă depărtat de punctele unde axul principal taie

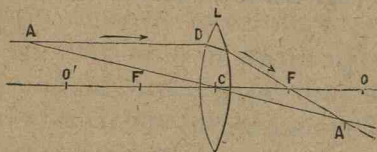


Fig. 290.

lentila. Ori-ce dréptă care trece prin centrul lentilei constituie un *ax secundar*; ast-fel axul secundar al punctului A este dréptă ce trece prin A și prin centrul optic C. Considerațiunea centrului optic și a axului secundar permite a construi focarul conjugat al punctului A pe axul secundar AC. În alevăr, pentru a găsi acest focar, vom considera plecând din A rața AD paralelă cu axul principal; această rața la eșirea ei din lentilă va trece prin focarul principal F și va tăia axul secundar AC în A'; A' este focarul conjugat al punctului luminos A.

Imaginele obiectelor în lentilele convergente. Fie lentila convergentă L (fig. 291), a cărei focare principale sunt

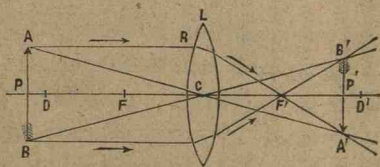


Fig. 291.

F și F'; ne propunem a construi geometric imaginile unui obiect AB situat la distanțe diferite de lentilă. Fie D și D' două puncte situate pe axul principal, așa că distanțele lor la lentilă să fie de două ori mai mari de cât distanțele

lensilă să fie de două ori mai mari de cât distanțele

focale principale. Să considerăm mai întâiu obiectul AB , perpendicular pe axul optic dincolo de D , adică la o depărtare mai mare de cât îndoitul distanței focale principale. Pentru a construi imaginea obiectului AB , va fi de ajuns a construi imaginile punctelor extreme A și B . Imaginea punctului A se va obține ducând rața AR paralelă cu axul principal; această rață, după trecerea ei prin lentilă, va tăia axul principal în F' și axul secundar AC în A' ; A' este focarul conjugat al punctului A . În un mod analog, B' va fi focarul conjugat al punctului B . Tote punctele intermediare ale obiectului AB vor avea focarele lor conjugate pe dreapta $A'B'$. $A'B'$ este imaginea obiectului AB ; această imagine este *reală* și *inversă*.

Construind geometric imaginile obiectului AB , când este situat la distanțe diferite de lentilă, ajungem la următoarele rezultate confirmate de experiență :

a) Când obiectul AB este depărtat de lentilă la o distanță de două ori mai mare de cât distanța focală, imaginea obiectului se formază de cea-l'altă parte a lentilei și este *reală*, *inversă*, *mai mică* de cât obiectul și situată între focarul F' și D' :

b) Când obiectul AB este situat în D , la îndoitul distanței focale principale, imaginea se formază în D' și este egală cu obiectul ;

c) Când obiectul AB este situat între D și F , adică la o distanță mai mare de cât distanța focală principală și mai mică de cât îndoitul acestei distanțe, imaginea se formază de cea-l'altă parte a lentilei dincolo de D' și este *reală*, *inversă* și *mai mare* de cât obiectul ;

d) Când, în fine, obiectul este situat între focarul principal F și lentilă (fig. 292), rața AR după trecerea ei prin lentilă va lua direcțiunea SF' ; însă rața SF' nu poate întâlni axul

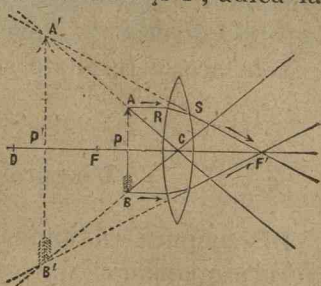


Fig. 292.

secundar AC de cât în punctul A' situat de aceeași parte a lentilei ca și punctul A; A' este imaginea virtuală a punctului A. În un mod analog, B' este imaginea virtuală a punctului B. Imaginea obiectului AB este A'B'; această imagine este *virtuală, dreptă și aședată* de aceeași parte a lentilei ca și obiectul.

Lentile divergente.— În lentilele divergente, atât focarele cât și imaginile sunt *virtuale*.

Pentru a ne convinge de acesta, vom construi focarul rașelor ce cad pe lentila divergentă L paralel cu axul principal OO' (fig. 293). Rașă RI, paralelă cu axul principal OO', se va re-

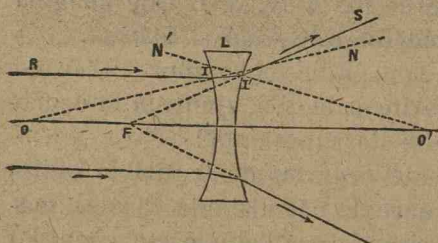


Fig. 293.

fracta în I, luând direcțiunea II' prin apropierea ei de normala OIN; se va refracta apoi în I' luând direcțiunea I'S și depărtându-se de nor-

mala O'I'N'. Prelungirea rașei I'S taie axul principal în punctul F, care este un focar principal al lentilei divergente. Acest focar F, provenit din întretăierea axului principal cu prelungirile rașelor refractale, este *virtual*. Prin construcțiuni geometrice analoage se poate arăta că toate focarele conjugate precum și imaginile obiectelor în lentilele divergente sunt virtuale.

Tote aceste rezultate sunt confirmate de experiență.

Dispersiunea luminei.

Discompunerea luminei albe a sórelui. Spectru solar.— Să presupunem că un fascicol de rașe solare SA străbate în o cameră obscură prin o mică deschidere circulară (fig. 294); experiența arată că se va observa în B în prelungirea fascicolului SA o imagine albă și rotundă a

crepăturii. Dacă însă interpunem în prelungirea fascicului SA o prismă P, dispusă astfel ca muchiele ei să fie

așezate orizontal, experiența arată că se va observa pe un carton vertical așezat la o distanță convenabilă de prismă, o imagine mai lungă în sensul vertical și colorată. Această imagine constituie

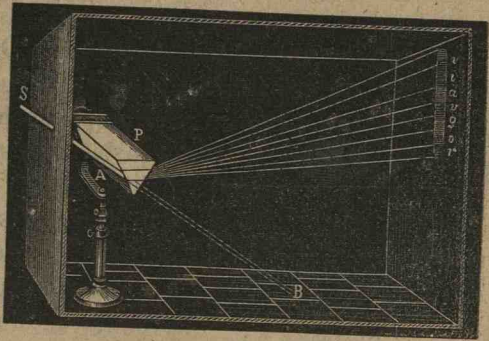


Fig. 294.

spectrul solar. Colorile principale ale spectrului solar în ordinea succesiunii lor de jos în sus sunt : roșu, portocaliū, galben, verde, albastru, indigo și violet. Dintre rașele, cari constituiesc spectrul solar, rașele roșii sunt mai puțin deviate și rașele violetesunt cele mai deviate ; se usită a se dice că rașele roșii sunt cele mai puțin refrangibile și rașele violetesunt cele mai refrangibile.

Rașele spectrului sunt simple sau elementare, adică nu pot fi decom-puse. Pentru a pune în evidență această proprietate a

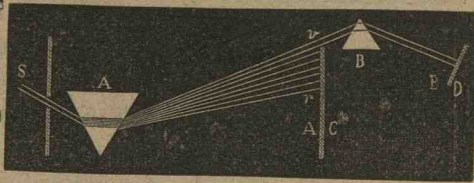


Fig. 295.

rașelor spectrului, vom forma mai întâi un spectru pe cartonul C cu ajutorul prisme A (fig. 295) ; vom face apoi o deschidere în cartonul C sau îl vom mișca în un mod convenabil, așa ca rașele de aceeași culóre, de exemplu rașele violetes, să pótă străbate singure în o a doua prismă B ; experiența arată că pe cartonul D nu vom observa de cât rașe de aceeași culóre.

Newton a explicat formațiunea spectrului solar admițând că lumina albă a sórelui este formată din o infi-

nitare de rađe simple, a căror refrangibilitate crește de la rađele roșii la rađele violete și cari sunt separate prin refracțiune.

Recompunerea luminei albe. — Dacă reunim rađe separate de prismă, recompunem lumina albă. Putem proba acésta prin următoarele experiențe :

1) Să facem să trecă un fascicol de rađe solare (fig. 296)

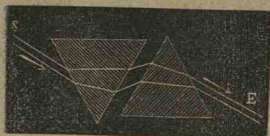


Fig. 296.

prin o primă prismă și apoi prin o a doua prismă identică cu cea d'întâiu, așezată foarte aproape de a doua și dispusă ast-fel ca fețele prismeii a doua să fie paralele cu a primei prisme. Experiența arată că fascicolul emergent E este alb și paralel cu fascicolul imergent S.

2) Dacă primim spectrul solar (fig. 297) pe o lentilă

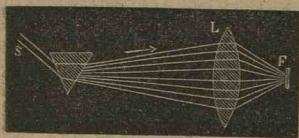


Fig. 297.

convergentă L, experiența arată că se va produce în focarul F al lentilei o imagine albă a sórelui, ceea ce se póte constata când punem un carton în F.

3) Putem proba recompunerea luminei albe prin experiența cu *discul colorat al lui Newton*. Se știe din experiență că o impresiune luminóasă primită de ochiú durează aproape $\frac{1}{10}$ din o secundă. Să considerăm un disc circular pe care să facem un sector colorat cu roșu, de exemplu; dacă vom învârti discul încet, vom putea urmări cu vederea sectorul în mișcarea sa; dacă însă învîrtim discul așa ca rotațiunea să se facă în un timp mai mic de $\frac{1}{10}$ din o secundă, impresiunea primită de la sectorul colorat la plecarea sa va persista și în momentul când sectorul revine la pozițiunea inițială; același lucru se va întâmpla cu toate pozițiunile intermediare ocupate de sector și ochiul va vedea un disc colorat în roșu.

Să considerăm un disc (fig. 298), pe care să'l dividem în șapte sectori R, O, G, V, A, I, V, colorați cu culorile

spectrului și în succesiunea în care se observă aceste culori în spectru. Dacă în virtutea repede discul, așa ca rotațiunea se se face în un timp mai mic de $\frac{1}{10}$ din o secundă, ochiul va vedea discul colorat simultaneu cu cele șapte culori ale spectrului și, prin urmare, alb. Experiența confirmă, în adevăr, colorațiunea albă a discului, rezultând din suprapunerea colorilor spectrului.

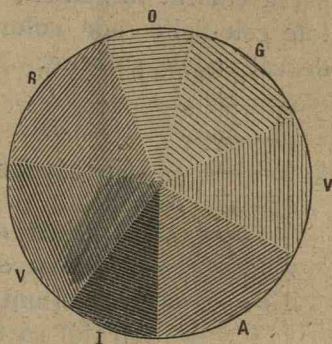


Fig. 298.

Colori complimentare. — Două culori se dic că sunt *complimentare*, când pot produce lumina albă prin suprapunerea lor. Ast-fel, dacă oprim prin un paravan rașele roșii ale unui spectru solar și reunim prin o lentilă celelalte rașe ale spectrului, experiența arată că vom obține cu aceste din urmă culori o nuanță determinată de verde care va fi complimentară colórei roșie. În un mod analog, experiența arată că colórea portocalie este complimentară colórei albastre, colórea galbenă colórei violete etc.

Colórea corpurilor luminate de lumina solară. — Când rașele de lumină albă cad pe suprafața unui corp opac, o parte din rașele elementare cari constituiesc lumina albă sunt absorbite, iar o altă parte este reflectată neregulat pe suprafața corpului; colórea corpurilor rezultă din difuziunea, adică reflecțiunea neregulată a acestor din urmă rașe la suprafața lor. Ast-fel, când un corp luminat de lumina solară este portocaliü, de exemplu, acest corp va absorbi tóte colorile, afară de colórea portocalie care va fi difusată la suprafața corpului.

Un corp este colorat în alb, când difusă în proporțiune egală tóte rașele colorate ce cad pe suprafața sa; din contră, corpurile negre sunt acele ce absorb tóte rașele colorate ce cad pe suprafața lor.

Un corp *transparent*, luminat de lumina solară, va părea colorat în galben, de exemplu, când va absorbi toate celelalte rađe colorate, nelăsând să trecă prin el de cât rađe galbene.

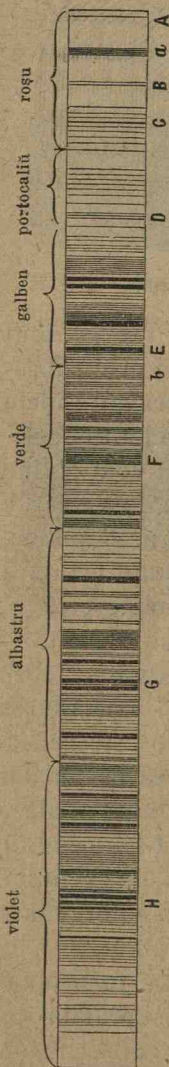


Fig. 299.

Spectrele corpurilor. Spectroscopul.

Linii obscure: în spectrul solar. — Dacă producem un spectru solar pur în condițiuni speciale, așa ca rađele spectrului să fie cât mai depărtate între ele, se constată existența unor *linii obscure*, paralele cu muchiile prisme și răspândite în toate regiunile spectrului. Aceste linii obscure au fost observate mai întâiu de Wollaston în 1802; Fraunhofer, optician din München, a fost acel care, în 1815, a dat o descriere mai complectă a acestor linii; din această cauză, liniile obscure din spectrul solar se mai cunosc și sub numele de *liniile lui Fraunhofer*. Fraunhofer, care a observat până la 600 linii obscure în spectrul solar, le-a clasat (fig. 299) în șapte grupe principale notate cu literile B, C, D, E, F, G, H și trei grupe accesorii A, a, b.

După Fraunhofer, numeroși fisicieni au studiat liniile obscure și spectrele diversilor corpă. Studiul spectrelor se face comod cu ajutorul aparatului numit *spectroscop* inventat de Bunsen și Kirchhoff.

Spectroscopul. — Spectroscopul se compune din următoarele patru părți esențiale:

1) O *prismă* P care servește a produce dispersiunea luminei (fig. 300).

2) Un *colimator* C, destinat a trimite pe prisma P un fascicol de rađe paralele. Colimatorul este format din un tub metalic, prevăduat la o extremitate cu o deschidere îngustă dreptunghiulară S; în interiorul tubului se află dispusă o lentilă convergentă așa ca deschiderea longitudinală să fie în focarul principal al lentilei. Este evident că rađe de lumină divergente plecând de la crăpătura S vor eși din lentilă paralele cu axul principal al lentilei. Aceste rađe cădând pe prisma P se vor refracta succesiv în I și I'.

3) O *lunetă* L, prin ajutorul căreia vom putea observa spectrul produs prin discompunerea luminei ce trece prin prismă.

4) Un *micrometru* M, fomat din un tub prevăduat cu o lentilă către extremitate și cu o scară transparentă gradată în diviziuni echi-distante la cea-l'altă extremitate; această scară este aședată la focarul lentilei. Când scara gradată este luminată, ea va trimite rađe divergente pe lentilă, cari la eșirea lor vor fi paralele; aceste rađe vor fi reflectate în I' pe a doua

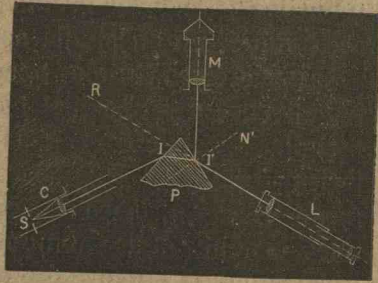


Fig. 300.

față a prisme și vor intra în luneta L, cu care vom putea observa imaginea scării gradate. Vom putea deci observa în același timp cu luneta în direcțiunea LR imaginea spectrului precum și a scării divizate și a nota liniile obscure ale lui Fraunhofer din spectrul solar în raport cu divisiunile micrometrului.

Analiza spectrală. — Cu ajutorul spectroscopului putem studia ușor spectrele produse de diverse corpuri.

Spectrele corpurilor solide și lichide incandescente. Să presupunem că am încălzi un corp solid sau ligid până ce devine incandescent; experiența arată că aceste corpuri vor da *spectre continue fără linii obscure*.

Spectrele vaporilor metalici. Să presupunem că în flacăra incoloră a unui bec Bunsen introducem o sare metalică, de ordină o clorură. Experiența arată că flacăra se coloră și spectrul produs de vapoarea metalică incandescentă se reduce la un *spectru discontinuu*, format din un număr mai mare sau mai mic de linii luminoase separate între ele prin spații obscure. Ast-fel, spectrul sodiului este format din două linii luminoase galbene apropiate, care ocupă locul liniei obscure D din spectrul solar; spectrul potasiului este caracterizat prin două linii luminoase, una roșie și alta violetă, așezate la extremitățile spectrului etc.

Spectrele gazelor. Spectrele gazelor sunt produse prin ajutorul tuburilor Geissler care conțin gaze sub o presiune foarte mică; descărcările bobinei de inducțiune în tuburile Geissler vor produce incandescența acestor gaze, ceea ce permite a studia spectrele lor.

Intervertirea liniilor spectrului. Explicațiunea liniilor obscure din spectrul solar.—Am văzut că o vapoare metalică incandescentă dă un spectru discontinuu caracterizat prin linii luminoase, iar un corp solid sau lăcid incandescent un spectru continuu; ast-fel sodiul va produce o dublă linie luminosă galbenă, care ocupă locul liniei duble D obscure din spectrul solar, pe când platina incandescentă produce un spectru continuu. Dacă interpunem între fascicolul de lumină emis de firul de platină incandescent o flăcără conținând o vapoare de sodiu, experiența ne va arăta că în spectrul obținut va apare în locul dublei linii luminoase galbene a sodiului o dublă linie obscură. Acest fenomen constituie *intervertirea* liniilor luminoase ale spectrului în linii obscure.

Kirchhoff a explicat acest fenomen admitând *egalitatea puterii absorbante și a puterii emise a unui corp* pentru aceleași rațe. În acest mod, spectrul sodiului consistând în o dublă linie luminosă galbenă, puterea emisivă a sodiului pentru rațele galbene este foarte mare și nulă pentru cele-lalte rațe; puterea absorbantă a sodiului

pentru rațele galbene este de asemenea foarte mare. Când, prin urmare, fascicolul de lumină, plecat de la platina incandescentă, trece prin vapoarea de sodiu, rațele galbene sunt absorbite de vapoarea de sodiu și în spectru vom observa linii obscure ocupând locul liniilor luminoase ale spectrului sodiului.

Kirchhoff a interpretat liniile obscure din spectrul solar, admitând că acest astru este format din un sâmbure incandescent solid sau ligid și din o atmosferă gazoasă; sâmburele ar produce un spectru continuu, iar atmosfera gazoasă ar absorbi rațele ce ea însăși ar putea să emită. În orice caz, prezența liniilor obscure în spectrul solar ne indică că în acest astru există hidrogen și mai multe metale ca fer, calciu, magneziu, sodiu, crom, nickel, mangan, zinc etc.

Curcubeul.—Curcubeul este un meteor luminos explicabil prin dispersiunea luminei. Curcubeul are forma unui arc circular colorat cu culorile spectrului; partea externă a arcului este colorată în roșu, iar partea internă în violet. Câte-odată însă se observă și un al doilea curcubeu exterior celui d'întâiu și cu culori mai puțin strălucitoare; în acest caz culorile curcubeului sunt dispuse în sens invers, adică cu roșul la partea internă și violetul la partea externă. Curcubeul se observă numai când spectatorul are în față un nor de plouă puțin ridicat de-asupra orizontului și îndărătul lui soarele.

Explicațiunea curcubeului a fost dată de Newton. Să considerăm un fascicol de rațe luminoase venind de la soare și căzând pe o picătură de apă. Rața de lumină SA (fig. 301) căzând pe picătura sferică de apă în A, va forma cu

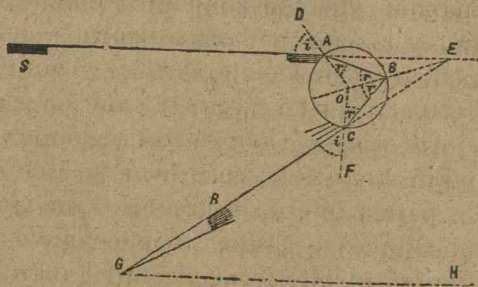


Fig. 301.

normala AD unghiul de incidență i ; rața SA, refractându-se în interiorul picătorei, va lua direcțiunea AB, apropiindu-se de normala DAO; în punctul B, unde rața AB întâlnește fața internă a picătorei, ea se va reflecta după direcțiunea BC; în fine, rața BC eșind din apă în aer va lua direcțiunea CG, așa că formeză cu normala OCF unghiul i . Rața emergentă CG formeză cu rața imergentă SA unghiul de deviațiune SEG, egal cu unghiul CGH, obținut prin ducerea dreptei GH paralel cu SA. Din cauză că unghiul de incidență i variază cu pozițiunea punctului de incidență A pe picătură, urmază că și rațele cari vor eși prin C vor fi divergente și unghiul de deviațiune va varia; se demonștră însă prin calcul și experiența confirmă că există un *unghiū de deviațiune maximă* așa că rațele emergente sunt paralele; aceste rațe paralele emergente, cunoscute sub numele de *rațe active sau eficaciū*, formeză un fascicol luminos care impresionéză mai puternic ochiul.

Sē presupunem că învârtim drēpta CG împrejurul axului GH; vom obține un con cu basa circulară. Un observator, aședat în G, va primi rațele active de la basa conului și va avea senzațiunea unui arc circular luminos. Rațele solare, trecēnd prin nor, încercă fenomenul dispersiunei; tot-odată, unghiul de deviațiune maximă, fiind diferit pentru diversele colori ale spectrului, și anume mai mare pentru rațele roșii și mai mic pentru rațele violete, urmază că vom vedea arcul circular colorat diferit cu roșu în exterior și cu violet în interior.

Am spus că adesea ori se observă un curcubeū mai puțin strălucitor, care încunjură pe cel d'intăiū, cu roșu în partea internă a arcului și cu violet în exterior. Explicațiunea o găsim în reflecțiunile repetate a raței de lumină în interiorul picătorei, care are drept efect producerea unei deviațiuni maxime mai mare pentru rațele violete și mai mică pentru rațele roșii.



V e d e r e a.

Ochiul. Formarea imaginilor în ochiū.— Vom descrie, mai întâiū, părțile cari constituesc ochiul uman și, în urmă, modul producerei imaginii în ochiū.

Ochiul are forma unei sfere avënd apröpe trei centimetre de diametru (fig. 302). El este acoperit în exterior

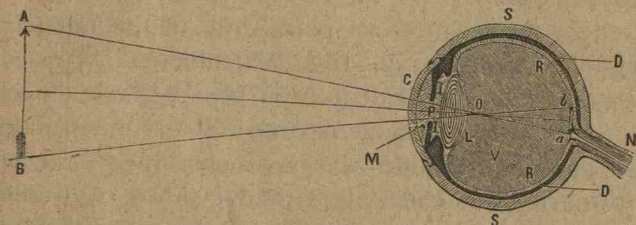


Fig. 302.

de o membrană opacă și albă SS numită *sclerotica*; această membrană nu acoperă ochiul complet și este continuată în partea anterioră prin o membrană transparentă, circulară și cu o curbură mai mare, numită *cornea transparentă*. Linia dréptă dusă prin centrul globului ochiului și prin centrul corneei transparente constituie *axul ochiului*.

La o mică distanță de cornea transparentă și în interiorul globului se află o membrană colorată I, numită *iris*, avënd la mijlocul ei o deschidere circulară P, numită *pupila*, care se vede neárá în ochiū. Irisul este divers colorat și are rolul unei diafragme, servind a opri rațele marginale. Indérätul pupilei P se află o lentilă convergentă L, numită *cristalin*, formată din membrane concentrice și transparente. Fețele cristalinului L au rațe de curbură inegale; rața feții posterioare este mai mică de cât a feții anterioré.

Cristalinul împarte globul ochiului în doué camere: a) *camera anterioră* M, coprinsă între cornea transparentă și cristalin, umplută cu un lícid transparent și

incolor și numit *umóre apósă*; b) *camera posterióră*, umplută cu un licid mai dens numit *umóre sticlósă*.

Membranele, cari se află sub sclerotică, sunt următoarele: a) *choroidea* DD umplută cu un pigment negru; b) *retina* R, o membrană foarte subțire și care este o prelungire a nervului optic N; c) *membrana hialoidă*, care este o membrană transparentă în contact direct cu umórea sticlósă.

Să vedem în ce mod se produc în ochiul imaginele obiectelor. Să considerăm (fig. 302) obiectul AB așezat înaintea ochiului; rașele de lumină, plecând de la obiectul AB, vor trece prin cornea transparentă și se vor refracta în umórea apósă apropiindu-se de axul ochiului; din aceste rașe, o parte vor cădea pe irisul I și vor fi difusate producând colorașunea irisului, iar o altă parte vor trece prin pupila P și vor cădea pe cristalinul L, care le va apropia mai mult de ax; la eșirea lor din cristalin, ele se vor refracta din nou în umórea sticlósă V. Mediele transparente ale ochiului se comportă în totalitatea lor ca un sistem convergent a cărui centru optic ar fi O, situat la o mică distanșă de fașa posterióră a cristalinului. Imaginea obiectului AB se va obșine ca și în cazul lentilelor convergente; ea se va forma pe retină în *ab* și va fi răsturnată și mai mică de cât obiectul; imaginea *ab*, formată pe retină, va fi transmisă nervului optic și vom avea ast-fel senzașunea vederei.

Distanșă minimă a vederei distincte. Miopism. Presbitism. Ochelari. — Ochiul normal este constituit ast-fel că un obiect situat la o distanșă foarte mare își formeză imaginea sa pe retină; în acest cas, din cauza micimei imaginii formate pe retină, vedem conturul fără a distinge detaliile obiectului. Dacă distanșă de la obiect la ochi se micșoreză, putem vedea obiectele din cauza *acomodării* ochiului pentru această distanșă; această acomodare consistă în mărirea curburei cristalinului, care are drept rezultat formarea imaginii obiectului tot pe

retină. În cazul când distanța de la obiect la ochi se micșorează, imaginea formată pe retină se mărește gradat și ochiul poate percepe detaliile obiectului.

Există, pentru fie-care persoană în particular, o distanță determinată, numită *distanța minimă* a vederii distincte, la care ochiul poate vedea obiectele; dacă această distanță se micșorează, ochiul nu mai poate distinge exact obiectele. Distanța minimă a vederii distincte variază, după persoane, de la 15 până la 20 centimetri.

Sunt unele persoane care nu văd de cât obiecte foarte apropiate, din cauza curburei prea pronunțate a mediilor ochiului; la aceste persoane, imaginea se formează înaintea retinei și trebuie să se apropie foarte mult obiectul pentru ca imaginea să se formeze pe retină. Acest defect al ochiului se numește *miopism*. Se remediază acest defect al vederii, întrebunțând ochelari de miop formați din lentile divergente, care risipind razele de lumină, vor face ca imaginea obiectului să se producă pe retină.

Un alt defect al vederii este *presbitismul*, când ochiul nu vede de cât obiecte îndepărtate. În acest caz, curburele mediilor ochiului sunt prea mici și imaginea se formează dincolo de retină. Se corectează acest defect, întrebunțând ochelari de presbit, formați din lentile convergente, care vor strânge razele de lumină și vor face ca imaginea obiectului să se formeze pe retină.

Instrumente de Optică.

Lupa. — Lupa este un instrument optic format din o lentilă convergentă pe care o punem între ochi și obiect și cu care putem observa imaginea mărită a obiectului.

Să considerăm (fig. 303) lentila convergentă LL' , a cărei focari principale sunt în F și F' ; fie C centrul optic al lentilei. Să presupunem că obiectul AB , a cărui imagine vom observa, este așezat între focarul principal F' și lentilă. Pentru a obține imaginea obiectului

A B, vom duce rađe paralele cu axul principal din punctele

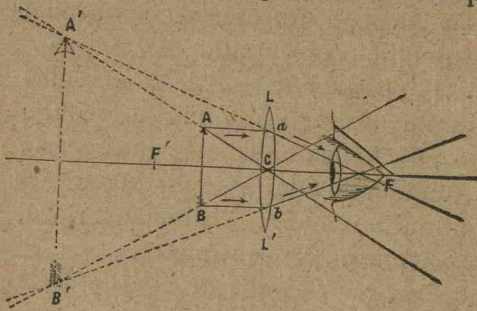


Fig. 303.

A și B ; aceste rađe la eșirea lor din lentilă vor converge în focarul F ; prelungirile rađelor F a și F b vor întâlni axele secundare AC și BC în punctele A' și B', cari vor fi punctele extreme ale imaginii

neii A'B'. Imaginea A'B' este *virtuală, dréptă și mai mare* de cât obiectul. Mișcând obiectul între focarul F' și lentilă vom ajunge la o pozițiune așa că imaginea A'B' se va produce la distanța minimă a vederii distincte ; în această pozițiune, imaginea mărită a obiectului apare mai clară.

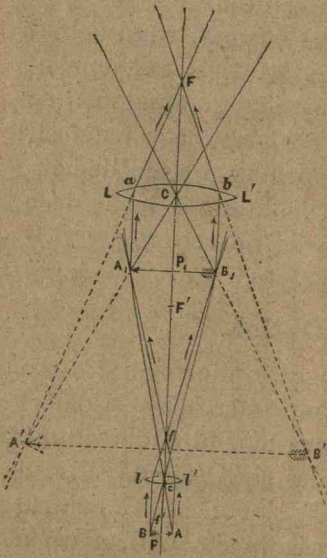


Fig. 304.

lentilă convergentă a căreii focare principale sunt în f

Microscopul. — Microscopul, cu ajutorul căruia putem observa imaginile mărite a unor obiecte foarte mici, se compune din două părți esențiale : a) un *obiectiv*, care este reprezentat, în cazul cel mai simplu, prin o lentilă convergentă și care servește a forma o imagine reală mai mare de cât obiectul ; b) un *ocular*, care jőcă rolul unei lupe și cu care putem observa imaginea mărită a imaginii reale produse de ocular.

Să considerăm microscopul (fig. 304) reprezentat prin:

a) *obiectivul* $l l'$, care este o

și f și centrul optic în c ; b) *ocularul* LL' , care este de asemenea o lentilă convergentă a cărei focare principale sunt în F' și F și centrul optic în C . Fie obiectul AB bine luminat și așezat la o distanță Pc mai mare de cât distanța focală principală f_c ; imaginea obiectului AB se va forma în A_1B_1 și va fi reală, inversă și mai mare de cât obiectul. Vom așeza ocularul LL' așa ca imaginea A_1B_1 să se formeze la o distanță de ocular P_1C mai mică de cât distanța focală principală $F'C$. Rașele de lumină, plecate din punctele extreme A_1 și B_1 și paralele cu axul principal, vor converge în focarul F al ocularului; rașele Fa și Fb prelungite vor tăia axele secundare A_1C și B_1C în punctele A' și B' formând imaginea virtuală $A'B'$. Dacă punem ochiul dincolo de ocular, vom vedea imaginea virtuală, mărită și inversă $A'B'$ a obiectului AB .

Luneta astronomică. Luneta terestră. — Luneta sau ochianul astronomic, prin ajutorul căruia putem observa stele, se compune ca și microscopul din un *obiectiv* și un *ocular*. În luneta astronomică, obiectivul are dimensiuni mari și focarele sale principale sunt cât se poate de îndepărtate, pe când ocularul are dimensiuni mici și focarele sale sunt apropiate.

Să considerăm luneta terestră (fig. 305) compusă din :

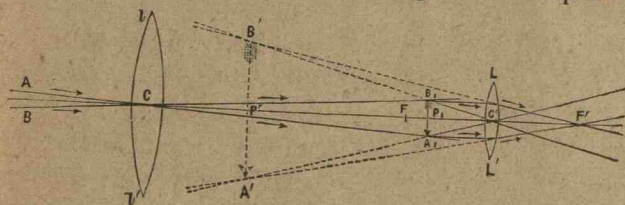


Fig. 305.

a) *obiectivul* ll' , cu focarele îndepărtate și cu centrul optic în C și b) *ocularul* LL' a cărui focare principale sunt în F și F' și centrul optic în C' . Obiectul luminos, situat la o distanță foarte mare de lunetă, va da în obiectivul ll' o imagine reală A_1B_1 care va fi așezată ceva

mai departe de focarul principal al obiectivului; această imagine $A_1 B_1$ este cu atât mai mare cu cât focarul principal al obiectivului este mai depărtat de centrul său optic C . Vom așeza ocularul LL' așa ca imaginea $A_1 B_1$ să se formeze între focarul principal F și centrul optic C' al ocularului. Această imagine reală $A_1 B_1$ va produce în ocular o imagine virtuală AB , pe care o putem construi geometric în modul cum s'a văzut mai sus. Ochiul observatorului așezat dincolo de ocular va vedea imaginea virtuală, inversă și mai mare $A'B$ a obiectului îndepărtat.

Luneta terestră. În luneta astronomică, imaginile obiectelor ce le observăm sunt resturnate. Pentru a evita acest inconvenient, s'a adaptat la lunetele terestre un sistem de lentile convergente, interpusă între obiectiv și ocular, a căror rol consistă a produce în locul imaginii reale inverse o imagine reală dreaptă, pe care apoi o observăm cu ocularul.

Luneta lui Galileu. Binoculul. — Luneta lui Galileu permite a vedea imaginile directe ale obiectelor îndepărtate, grație unei lentile divergente care formeză ocularul.

Luneta lui Galileu (fig. 306) se compune din lentila

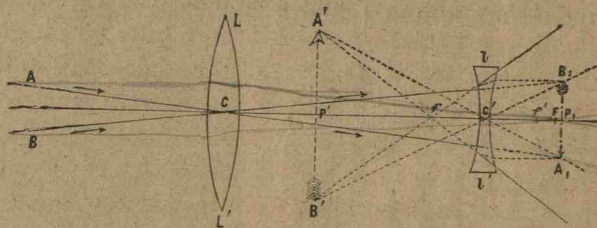


Fig. 306.

convergentă LL' , care formeză obiectivul, și din lentila divergentă ll , care constituie ocularul. Fie F focarul principal și C centrul optic al obiectivului LL' ; fie, de asemenea, f și f' focarele principale și C' centrul optic al ocularului ll . Rașele de lumină plecate de la un obiect

förte îndepărtat AB vor forma o imagineă reală și resturnată $A_1 B_1$ dincolo de focarul principal F al obiectivului LL' . Să presupunem că am interpus între imaginea $A_1 B_1$ și obiectivul LL' lentila divergentă ll , așa ca distanța $C'P$, de la ocular la imaginea reală, să fie mai mare de cât distanța focală principală $C'f$. Rașele de lumină, plecate din punctele extreme A_1 și B_1 ale imaginii reale $A_1 B_1$ și paralele cu axul principal, prin trecerea lor prin ocularul ll' se vor refracta așa că prelungirile lor vor trece prin focarul f al lentilei ll' ; intersecțiunile prelungirilor rașelor refractate cu prelungirile axelor secundare $A_1 C'$ și $B_1 C'$ vor forma imaginele virtuale A' și B' ale punctelor A_1 și B_1 . Urméază deci, că punénd ochiul înaintea ocularului, vom vedea imaginea virtuală și mărită a obiectului AB , inversă în raport cu imaginea reală $A_1 B_1$ și directă în raport cu obiectul AB . În luneta lui Galileu, ocularul este pus în un tub cu diametru mai mic care intră cu frecare în un alt tub care conține la extremitate obiectivul; îndepărtând sau apropiind ocularul de obiectiv, vom parveni a face ca ochiul să pótă observa cu claritate imaginea obiectului îndepărtat.

Binoclul se compune din două lunete a lui Galileu dispuse paralel; tuburile, cari conțin obiectivele, sunt reunite între ele; de asemenea și tuburile de diametru mai mic ce intră în cele d'întăi și cari conțin ocularele; tuburile cu oculare se pot mișca de-odată grație unui mecanism convenabil.

Telescopul lui Newton.— Telescopul, ca și luneta astronomică, sunt întrebuintate în Astronomie pentru observarea corpurilor ceresci. Telescopul diferă de luneta astronomică prin înlocuirea lentilei convergente, care forméază obiectivul, prin o oglindă concavă.

Telescopul lui Newton (fig. 307) se compune din o oglindă concavă MM' fixată la extremitatea unui tub T ; fie O mijlocul oglindei, C centrul de curbură și F focarul principal. Rașele luminoșe, venind de la un obiect förte

indepartat AB aședat pe ax, prin reflecțiunea lor pe oglinda MM' ar forma o imagiue $A_1 B_1$ reală și răsturnată dincolo de focarul principal F al oglindei, dacă nu ar întâlni în calea lor oglinda plană mm' înclinată cu 45° pe ax; rașele reflectate de oglinda concavă MM' întâlnind, însă, oglinda plană mm' , se reflectă la rândul lor și formeză imaginea reală $A_2 B_2$ simetrică cu $A_1 B_1$, în raport cu oglinda mm' . Imaginea $A_2 B_2$ este obser-

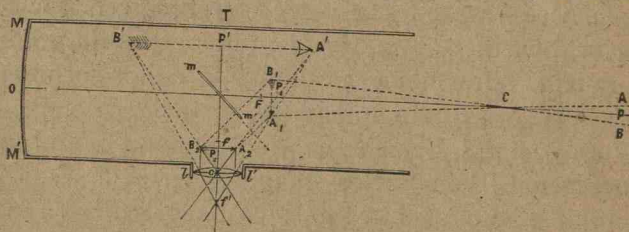


Fig. 307.

vătă cu ocularul ll' , format din o lentilă convergentă a cărei focare sunt în f și f' , și de care ne servim întocmai ca și de o lupă; punând ochiul înaintea ocularului vom vedea în $A' B'$ imaginea virtuală și mărită a obiectului.

Oglindele concave, în telescopul primitiv a lui Newton, erau făcute de bronz și suprafața lor devenia lucie prin frecare; în secolul trecut, Foucault a înlocuit oglindele de bronz prin oglinzi concave de sticlă pe suprafața cărora se depune, prin metode chimice, un strat subțire de argint.

Aparate de proiecțiune. Lanterna magică. Camera obscură.—Vom descrie între aparatele de proiecțiune lanterna magică și camera obscură.

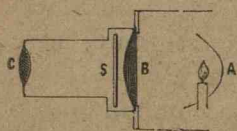


Fig. 308.

Lanterna magică. Cel mai vechi din aparatele de proiecțiune este lanterna magică inventată de Kircher. Lanterna magică (fig. 308 și fig. 309)

se compune din o cutie înegrită în interior și prevădută cu o oglindă concavă A . Rașele de lumină, cari plăcă de la un isvor de lumină aședat în

focarul oglinzii concave, reflectându-se pe oglinda A vor cădea pe lentila convergentă B, care le va concentra pe sticla transparentă S pe care este făcut un desen colorat. Rașele de lumină, cari plécă de la S, vor cădea pe lentila convergentă C, aședată la o distanță ceva mai mare de distanța sa focală principală; va resulta, deci, că desenul de pe sticla S va forma dincolo de lentila C o imagine reală, inversă și mai mare de cât obiectul; această imagine o observăm pe un paravan îndepărtat suficient de lanternă.

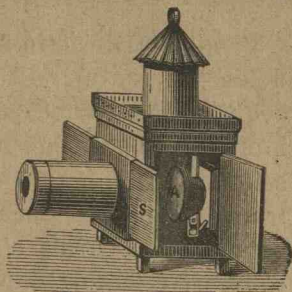


Fig. 309.

Camera obscură. Vom descrie camera obscură întrebuințată în fotografie. Camera obscură (fig. 310) este

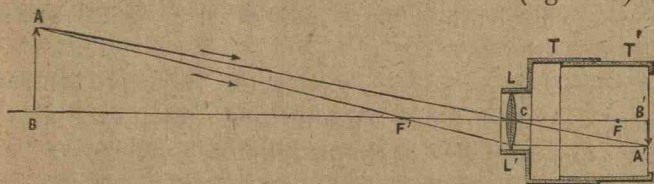


Fig. 310.

formată din o cutie paralelipipedică, compusă din două părți T și T' ce intră cu frecare una în alta. Fața anterioară a cutiei este prevădută cu obiectivul LL' format din o lentilă convergentă a cărui centru optic este C și focarele principale F și F'. Fața opusă a cutiei este închisă cu o sticlă mată mobilă pe care se vor face imaginile obiectelor exterioare. Fie AB un obiect luminos exterior situat la o distanță mai mare de îndoitul distanței CF'; imaginea obiectului va fi A B' constituind o imagine reală, inversă și situată între distanța focală CF și îndoitul acestei distanțe. Depărtând T' de T vom parveni a face ca imaginea reală AB să se proiecteze pe sticla mată; în acest cas, imaginea obiectului este vëdută cu cea mai mare claritate.

p.a.

Proprietățile chimice ale diverselor regiuni ale rașelor spectrului. Fotografia pe hârtie.

Proprietățile chimice ale diverselor regiuni ale rașelor spectrului.— Rașele de lumină au proprietatea de a discompune unele seruri metalice, ca clorurele, bromurele, iodurele de argint. Acastă acțiune chimică nu este însă egală pentru diversele rașe elementare ale spectrului; în adevăr, dacă proiectăm un spectru pe un carton pe suprafața căruia s'a depus o substanță ce pôte fi descompusă de lumină, experiența arată că acțiunea chimică este mai pronunțată în regiunea spectrului unde sunt rașele violete și mai cu sémă în regiunea situată dincolo de violet unde sunt rașele obscure, căroră li s'au dat numele de rașe ultraviolete.

Ca aplicațiune a discompunerii serurilor de rașele luminoșe este fotografia. Vom descrie aci fotografia pe hârtie.

Fotografia pe hârtie.— Niepce și Daguerre, în secolul trecut, au produs cele d'întăiu fotografii pe metal, cunoscute sub numele de *daguerrotipii*; mai târziu, Talbot, în 1839, a realizat fotografia pe hârtie.

Pentru a obține o fotografie pe hârtie, vom efectua următoarele operațiuni :

a) *Producerea imaginii reale a obiectului în cameră obscură.* Servindu-ne de camera obscură deja descrisă (fig. 310), care se mai numesce și obiectiv fotografic, vom căuta să obținem pe sticla mată imagina obiectului exterior.

b) *Obținerea probei negative pe o placă de sticlă.* Ne servim pentru acêsta de o placă de sticlă, pe care s'a depus pe una din suprafețe un strat subțire de gelatină, care conține în masa sa un amestec de bromur și iodur de argint; acastă placă cu gelatină-bromură fiind sensibilă luminei, o închidem în o cutie de lemn. Când voim a ne servi de placă, înlocuim sticla mată din camera ob-

scură cu cutia de lemn ce conține placa, așa ca fața sticlei cu gelatină să fie în fața lentilei aparatului. Obiectivul fiind închis cu un obturator, ridicăm capacul ce închide cutia cu placa sensibilă; scoțând apoi obturatorul, placa sensibilă va fi impresionată în un timp foarte scurt, care constituie timpul de posă; cu plăci sensibile de gelatino-bromură, bine preparate, se poate reduce timpul de posă la câte-va secunde.

Se închide apoi placa în cutie și o conservăm în obscuritate. Pentru a face să apară imaginea, introducem placa în o baie formată de o soluțiune de oxalat feros sau de acid pirogalic, a căror rol consistă în a reduce serile de argint în părțile atacate de lumină. Pentru a fixa imaginea, luând de pe placa de sticlă iodurul și bromurul de argint neatacați, o vom introduce în o soluțiune de hiposulfid de sodiū. Placa este apoi spălată și uscată. Se obține în acest mod *proba negativă saū inversă*, adică părțile luminoase ale obiectului apar negre pe sticlă și reciproc.

c) *Obținerea probei positive saū directe pe hârtie*. Pentru a obține proba pozitivă saū directă, punem placa de sticlă peste o hârtie preparată, sensibilisată cum se usită a se dice, pe care s'a depus prealabil pe una din fețe clorur de argint. Rașele de lumină vor strēbate prin părțile transparente ale sticlei și vor fi oprite de părțile înegrite; va resulta deci, că partea sensibilă a hârtiei va fi impresionată în părțile pe unde vor trece rașele de lumină; vom obține ast-fel pe fôia de hârtie o *probă pozitivă*. Pentru a da o nuanță purpurie imaginei, vom pune fôia de hârtie în o baie de clorur de aur, pe care o vom mișca neconținut; în fine, pentru a fixa imaginea, vom lăsa fôia de hârtie 10 până la 15 minute în o baie cu hiposulfid de sodiū. Proba pozitivă este apoi spălată și uscată.



~~~~~  
Tip. GUTENBERG, Joseph Göbl, București.  
~~~~~

VERIFICAT
2017