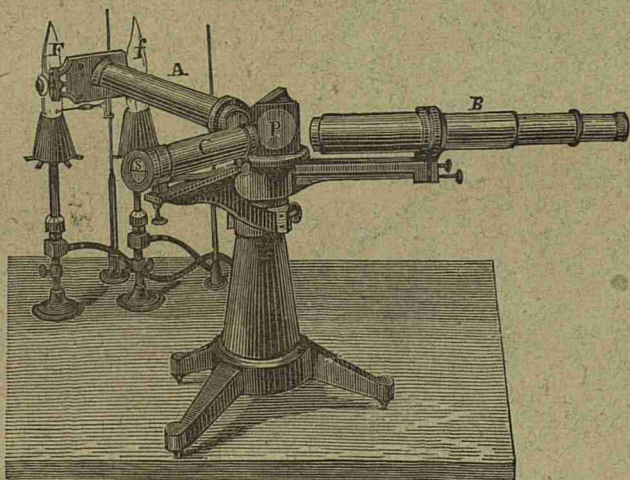


ELEMENTE
DE
FISICA

DE
E. BACALOGLO

ILUSTRATA CU 315 FIGURI INTERCALATE IN TEXTU



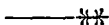
EDITIUNE A DUOA, CU INDREPTARI SI ADAOSE.

—◆◆◆—
BUCURESCI

TIPOGRAFIA CURȚII REGALE, PROPRIETARI F. GÖBL FIII
12, PASAGIUL ROMÂN, 12.
1888

ELEMENTE
DE
F I S I C A

DE
E. BACALOGLO
PROFESORU LA UNIVERSITATEA BUCURESCI



PENTRU USULU SCOLELOR SECUNDARE SI SUPERIORE

SI PENTRU STUDIU PARTICULARU

EDITIUNE A DUOA, CU INDREPTARI SI ADAOSE.

BUCURESCI
TYPOGRAPHIA CURTII REGALE, F. GÖBL FII
12, PASAGIULU ROMANU, 12.
1888.

Dreptulu de reproductiune si de traductiune rezervatu autorului.

PREFACIA LA EDITIUNEA ANTEIA



Lips'a totala de ua carte de fisica si intrebarile ce mi se facu in tote dilele, deca nu imprimu cursulu predatu la universitatea nostra, me au indemnatu sa procedu la acesta lucrare, nu ensa fara ore-care sfiala. In adeveru sciu ce diferentia este intre a face unu cursu si a lu aterne pe hartia, sciu catu este de greu de a scrie ua carte seriosa si de a 'si esprima ideile cu vorbe proprii. iara nu cu vorbele altuia, fara chiar a le intielege; si in acesta privintia catu de severa critica merita cererile facute necontentitu profesorilor scolelor secundare si cari iau chiar caracterulu, ce nu pote fi justificatu prin nemica, de impunere, ca sa 'si prelucredie cursurile si sa le dea publicitati. Ua carte, mai alesu care tratedia despre ua sciintia experimentala, nu pote fi scrisa cu unu ore-care succesu. decatu deca autorulu a avutu oca-siune sa meditedie ani multi asupra materii, sa urmaresca continuu progresulu sciintiei, sa o predea in mai multe ronduri. in fine sa execute elu ensusi

tote incercarile cerute la studiul acelei sciintie ; si totusi nu pote sa dea cartea publicului de catu cu reserva.

Elementele presinte de fisica sunt destinate atatu pentru unu studiu privatu, catu si pentru scole secundare, precum si pentru studiul academicu. Unu imprimatu mai micu deosebesce partile acele cari potu fi, si trebuescu, lasate la unu anteu studiu a acestei sciintie. Profesorulu inteliginte va sci, dupe desvoltarea intelectuala a elevilor sei, sa mai lase cate ceva, seu sa desvolte mai multu alte parti. In aceste elemente s'a datu ua desvoltare aproape ecuala teoriei si practicei, tratandu-se diferitele aplicatiuni ale vāporilor, a electricitatei si alte. Se intielege de sine co nu amu admisu nici decum aceea sistema, intrebuintiata multu in carti si in scoli francese, mai alesu in privintia matematiciei si a fisicei, dupe care se espune puçina teoria si apoi se cumuledia multime de probleme, seu mai bine cestiuni capritiose de copii, cu pretentiune co ele exercita spiritulu elevilor si cari in realitate nu tindu catre nimica alta, de catu catre unu studiu superficialu alu sciintiei.

In privinti'a terminologiei dificultatile sunt mari; nu este nemica mai ridiculu de catu a scrie ua carte romana cu vorbe francese. Nu am conservatu termeni streini de catu numai unde acestia au fost con-

secrati prin limba poporului, seu, de nevoia, unde nu mi a fostu cu putintia de a gasi pene acum, seu a creà unu termeniu propriu, nici chiar dupe consultarea barbatilor literati; dera in acestu casu am preferitu sa conservu termenulu nescambatu. Astu feliu termenii ca *travaku*, *raku*, *movimentu*. *visa*, *vitesa* si alti, cari suna totu asia de barbaru ca si ridiculu, suntu esclusi; m'am servitu de vorb'a *sirupu*, *sina*, cari asemenea nu suna prea bine, dera celu pucinu suntu introduse in limb'a poporului. si nu vedu nevoia de a le inlocui prin alte si mai streine. Argumentulu, co sciinti'a trebue vorbita cu ua limba speciala si neinteleasa multimei, este demnu de secolii trecuti de intunerecu si de barbaria si nu ar potea servi astadi, de catu ca sa acopere sub velulu misterului nesciinti'a acelui care cauta sa predea ua sciintia despre care pote nu are de catu idei confuse.

Terminu esprimendu dorinti'a ca acesta carte sa pota fi junimei nostre de vre ua utilitate si sa servesca ca precursoru la alte carti mai perfecte.

Octobre 1870.

BACALOGLO.

PREFACIA LA EDITIUNEA A DOUA

De cand am publicatu editiunea antea a acestor Elemente de Fisica, in anulu 1871, mai multe parti ale acestei sciintie, mai alesu, *luminatulu electricu* si *spectroscopi'a*, au priimitu desvoltari mari. Pe de alta parte, studiulu neintreruptu a acestei sciintie si predarea continua a cursului de fisica mi au indicatu diferite lacune de implinitu si diferite expuneri de modificatu in acele elemente de fisica. Mi-am propusu dera, in acesta a doua editiune, sa introducu, pe catu s'a potutu, aceste indreptari, modificari si complectari, necesitate prin progresulu timpului. Aceste scambari au atrasu dupe sine ua marire insemnata a volumului, care se afla aproape induoitu. In acesta a doua editiune am intercalatu figurile in textu, ceea ce inlesnesce usulu carti; am suprimatu asemenea diferinti'a de imprimatu mare si micu, lasandu fie-caruia lectoru sa aleaga la antea cetire partile cari i convinu mai bine.

BACALOGLO.

LITERATURA

- DAGUIN, Traité de physique, 4 vol.
JAMIN, Leçons de physique, 3 vol.
LAMÉ, Cours de physique, 2 vol.
BIOT, Traité de physique, 4 vol.
PRIVAT-DESCHANEL, Traité de physique, 1 vol.
 » » traducțiune englesă completată,
 1 vol.
MUELLER, Lehrbuch der Physik, 3 vol.
WUELLNER, Esperimentalphysik, 2 vol.
BEER, die höhere Optik 1 vol.
BILLET, l'optique physique, 2 vol.
HESCHELL, on light, 2 vol.
VERDET, Leçons d'optique physique, 2 vol.
HELMHOLTZ, Optique physiologique, 1 vol.
ROSCOE, On spectrum analysis, 1 vol.
LOCKYER, Studies on spectrum analysis, 1 vol.
 » Solar physics, 1 vol.
SECCHI, Le soleil, 2 vol, cu atlas.
SCHELLEN, die Spectral analyse, 2 vol. cu atlas.
RIESS, die Reibungselectricität, 2 vol.
WIEDEMANN, die Electricitätslehre, 4 vol.
GORDON, a physical treatise on Electricity, 2 vol.
MASCART ET JOUBERT, Leçons sur l'électricité, 2 vol.
DU MONCEL, Applications de l'électricité, 5 vol.

- SCHELLEN, die magnet-und dynamoelectrischen Maschinen, 1 vol.
FONTAINE, éclairage à l'électricité, 1 vol.
SCHELLEN, der electromagnetische Telegraph, 1 vol.
TYNDALL, Heat a mode of motion, 1 vol.
HEUSSI, der physikalische Apparat, 1 vol.
FRICK, physikalische Technik, 1 vol.
BUIGNÉT, Manipulations de physique, 1 vol.
PICKERING, Physical Manipulation, 2 vol.
POGGENDORFF, Geschichte der Physik, 1 vol.
GEHLER, physikalisches Wörterbuch, 23 vol.
POGGENDORFF, (Wiedemann) Annalen der Physik und Chemie, 3 vol. pe anu.
REGNAULT, BOUSSINGAULT, etc. Annales de physique et de chimie, 3 vol. pe anu.
POGGENDORFF, Biographisch-litterarisches Wörterbuch für exacte Wissenschaften, 2 vol.
etc. etc.
-

ELEMENTE DE FISICA

INTRODUCTIUNE

§ 1. FENOMENE FISICE

Studiulu naturei este unulu din cele mai importante pentru desvoltarea intelectuala si materiala a omului; totu de ua data este si unulu din cele mai intinse si nu potemu ajunge la ua cunoscintia catusi de pucinu satisfactore a naturei de catu numai studiandu-o din diferite puncturi de vedere, in diferite directiuni si succesive in diferitele parti ale ei.

Natur'a in genere o potemu studiã seu sub punctulu de vedere alu simplei descriptiuni a objectelor ce se afla intr'ensa, si sciinti'a ce sê ocupa cu acesta s'a numitu *Istoria naturala*, in care pote fi cuprinsa si Geografi'a fisica, Geologi'a etc. ; seu ne potemu propune sa cunoascemu fenomenele ce se petrecu in natura si legatur'a causala a lor, ceea ce constituie *Sciintiele naturale* seu *fisice*, propriu dise, cari cuprindu mai multe ramuri, din cari cele mai principale suntu : Mecanic'a, Astronomi'a, Fisic'a, Chimi'a, Fisiologi'a etc.

Dupe acesta se vede co *Fisic'a* face parte din *sciin-*

tiele naturale. Ea s'a numitu enca, mai alesu de catre invetiati Englezi, si *Filosofia naturala*, si se ocupa cu proprietatile generale ale corpurilor seu ale materii si cu fenomenele generale, intru catu acestea nu alteredia intr'unu modu permanentu natur'a corpurilor, ceea ce ar constitui atunci obiectulu chimii.

Ca sa ajungemu la cunoșcinti'a profunda a fenomenelor, a legilor la cari ele suntu supuse, a legaturei causale ce exista intre ele, trebue sa *observamu* conditiunile si impregiurarile la cari se producu; trebue sa imitamu acele conditiuni si sa reproducemu in micu ceea ce natur'a produce in mare, adico sa *experimentamu*. *Observatiunea si experimentarea*, introduse in sciinti'a moderna de catre *Baco Verulam* si *Galileo*, acum aproape 300 de ani, pe la 1600, suntu bazele pe cari s'a fundatu fisic'a si in genere sciintiele naturale. Inaintea acelei epoce, tote sciintiele exacte erau enca in leganulu lor, din lips'a metodei de observatiune si de experimentare.

Observandu unu fenomenu in mai multe ronduri, precum si mai multe fenomene de aceeași ordine, ajungemu la cunoșcinti'a legeri la care ele suntu supuse; ensa totu nu potemu cunosce caus'a primitiva. Acesta ne remane ascunsa si nu potemu sa facemu decatu numai ore cari *hypotese* seu *teorii*. Acestea suntu cu atata mai probabile, cu atata mai admisibile, cu catu satisfac la espliacarea unui mai mare numeru de fapte; suntu ensa imediatu resturnate, seu cel pucinu, ceru ua modificare, indata ce se voru presintă fapte necompatibile cu ele. Unu exemplu ne da teori'a seu hypotes'a emanatiunilor

a lui Newton care a trebuit să fie parasită, când au fost descoperite fenomene luminoase în contradicțiune cu principiile acelei teorii.

Importanța teoriilor și a ipoteselor nu constă numai în a reduce la un singur principiu fenomene diverse produse la diferite circumstanțe, și a le uni într-unu corpu de doctrină, servindu-le de bază comună; ea, fiind stabilită pe baze solide, ne dă încă mediul de a deduce, ca niște consecințe ale ei și într-unu modu teoreticu, nu numai faptele pe cari ea se bazează, ceea ce ar fi o probă pentru bunătatea ei, dăra încă ne prezintă și o multime de fenomene noi cari au scăpatu observațiunei, și pe cari acesta le confirmă la urmă. Exemple despre acesta găsim mai la urmă în fizică, astronomia etc. Această deducțiune însă a fenomenelor fizice din teorii stabilite nu se poate face în genere comod, și la cele mai multe cazuri este imposibilă, fără ajutorulu calcululu matematicu, și combinațiunea aceasta a matematicii cu fizica a formatu o ramură distinctă de creațiune nouă a acestei din urmă științe, *fizică matematică*, fundamentele căreia au fost puse de *Newton* și care și-a primitu dezvoltarea ei cea mare în secolulu de aur prin lucrările lui *Gauss*, *Neumann*, *Fourrier*, *Fresnel*, *Cauchy*, *Mac-Cullagh*, *Kirchhoff* și alții.

Fenomenele fizice le putem divide în mai multe clase pe cari le vom studia în parte în secțiuni deosebite. Aceste sunt :

I. Fenomene de *gravitate*, produse prin atracțiunea

pamentului care negresitu facu numai unu casu specialu alu atractiuni univērsale intre corpurile ceresci.

II. Fenomene *moleculare*, cari stau in legatura intima cu *starea de agregatiune* particulara a corpurilor seu a materiei.

III. Fenomene *magnetice*.

IV. Fenomene *electrice* pe cari le potemu subdivide in *electrostatice* si *electrodynamice*, seu in fenomene electrice de tensiune mare si fenomene electrice de tensiune mica.

V, VI si VII. Fenomene *calorice*, *luminose*, seu optice, si *sonore* seu acustice.

§ 2. PROPRIETATI GENERALE ALE MATERII

Fia-care corpu cere pentru existenti'a lui 1^o sa ocupe unu spatiu determinatu, adico sa aiba *intindere*, si alu 2^o sa ocupe singuru acelu spatiu, iara nu totu de ua data impreuna si cu unu altu corpu, adico se cere sa fia *nepenetrabilu*. Fara aceste duoe proprietati nu ne potemu figurà existenti'a corpurilor si a materii. Deosebitu de acestea ele poseda si alte proprietati generale si comune la tota materi'a, ori care va fi natur'a si form'a sub care ea ni se presinta, precum suntu: *gravitatea*, *inerti'a*, *compresibilitatea*, *dilatabilitatea*, *porositatea*, *elasticitatea*, *cohesiunea*, *adhesiunea*, *divisibilitatea*.

Gravitataea, numita si *gravitate universala* seu *atractiune universala*, este ua proprietate ce au corpurile de a se atrage intre ele. Gravitataea se numesce enca si puterea aceea nevisibila care produce acesta atractiune. Legile dupe cari se face acesta atractiune

universală au fost descoperite de către englezul *Newton*; studiul lor aparține mecanicii. În ceea ce privește gravitatea corpurilor pe pământ, vom studia într-una secțiune câte-va din fenomenele cele mai principale produse de densă.

Inertă este proprietatea ce are materiă și corpurile de a nu 'și putea schimba poziția și starea în care se află, fără influența unei puteri străine. În virtutea inerției un corp persistă în formă și în starea de agregare a lui, și numai prin efectul caldurei sau al unei alte puteri poate fi modificat. În virtutea inerției un corp persistă în repaus și nu poate fi mișcat decât numai sub influența unei puteri străine. Un efect al inerției este că un glonț care izbucnește cu rapiditate mare într-una tablă de sticlă o găurește, iară nu o străpunge; pentru că părțile sticlei vecine de gaură persistă în poziția lor, pe când părțile din gaură luându-se cu mare rapiditate nu au avut timpul necesar să comunice mișcarea părților vecine și să învingă inerția lor. Inerția face ca un corp în mișcare să nu se poată opri decât prin acțiunea unor puteri exterioare, de ex. a unei pedee, a frecării, a rezistenței aerului etc. Inerția întretine corpurile ceresci în mișcările lor, după ce ele au primit-o la data impulsiei de a se mișca. Inerția, adică tendința corpului de a continua mișcarea începută, ne face să cadem înainte, când ne împedeam de a cădea pe o piatră, când sarim dintr-una trasura care fuge, când stănd într-una luntre, acesta se lovesce de mal etc., etc. Italianul *Galileo* a dotat știința cu adevă-

rat'a notiune a inertii, care este de ua asia mare importantia in mecanica.

Compresibilitatea si *dilatabilitatea* suntu asemenea duoe proprietati ce poseda tote corpurile mai multu seu mai pucinu. De aci resulta ua a treia proprietate a corpurilor, *porositatea*; adico, materi'a nu umple intr'unu modu continuu spatiulu ocupatu de un corpu, ci lasa intervale gole, numeroase si mici, invisibile chiar la ochiulu armatu cu microscopu, cari se marescu seu se micusioredia, cand corpulu se dilata seu se contracta. Nu trebue ensa sa confundamu aceste intervale de ua micusiorime extrema, numite *pori*, cu porii fisici seu gauri ce observamu la multe corpuri mai multu seu mai pucinu porose, ca buretii și alte.

Elasticitatea este aceea proprietate a corpurilor, care le face sa tinda a 'si reluà form'a lor primitiva, cand prin influinti'a unei poteri streine au fostu mai multu sau mai pucinu desformate. Se intielege co aceea forma primitiva nu pote reveni decatu dupe ce a incetatu actiunea poterei esteriore. Elasticitatea unui corpu pote fi desvoltata in patru feluri si a nume prin *flexiune*, *torsiune*, *tractiune* si *presiune*. Numai corpurile solide potu avea cele d'anteiu trei feluri de elasticitate; iara elasticitatea de presiune este comuna la tote corpurile, de si licidele nu poseda nici pe acesta de çatu intr'unu gradu mai cu totulu nesimtibilu.

Cohesiunea si *adhesiunea* suntu nisce atracțiuni exercitate intre moleculele seu intre partile vecine ale corpurilor. Cohesiunea ne face se intempinamu ua difficultate, cand voimu sa taiamu ua bucata de lemn, de

feru etc. Adhesiunea face de se lipescu duoe foi de hartia, duoe table de sticla, asiediate una pe alta. Adhesiunea intre duoe solide se potè aretà intre alte si cu duoe table de sticla bine lucrate, numite *planuri de Magdeburg*, pe cari aplicandu-le una pe alta, nu le potemu desparti de catu intrebuintiandu ua potere mare. Adhesiunea intre solide si licide, precum si cohesiunea licidelor, se pote vedea, cand radicamu ua tabla de sticla de pe unu licidu ; atunci acesta se redica urmandu sticl'a..

Divisibilitatea este asemenea ua proprietate generala a materii, de multe ori ensa neperfectiunea instrumentelor nostre mecanice ne impede ca trece cu divisibilitatea corpurilor peste ore cari limite. Cand cu ua picatura a unei tincturi coloramu unu vasu plinu cu apa de exemplu, atunci divisibilitatea este multu mai mare decatu aceea la care potemu ajunge prin medii mecanice.

Dupe aceste proprietati generale ale materii si pe basa de diferite consideratiuni chimice, fisicii au fostu condusi sa admita ca corpurile suntu formate din particele mici, numite *atome*, departate intre ele cu distantie mici (pori) si tinute in starea acesta prin actiunea potterilor moleculare. Aceste atome se numescu enca si *molecule*, cu tote ca prin molecule intielegemu mai specialu ua grupa de atome. Aceste atome ni le inchipuimu nedivisibile, adico ca la diferite scambari, combinari chimice ale corpurilor ele remanu nescambate si numai distantiele lor se potu modifica.

§ 3. NOTIUNI DESPRE MISCARE

Corpurile se potu mutà de la unu locu la altu, adico potu fi puse in miscare, si acesta se face intr'unu timpu mai lungu seu mai scurtu, adico cu ua *iutiela*, *velocitate* seu *celeritate*, mai mica seu mai mare.

Miscarea unui corpu se numesce *uniforma*, cand elu percurge spatiuri ecuale în timpuri ecuale, ceea ce va sa dica, co in acesta miscare *spatiulu este proportionalu cu timpu*. Spatiulu percursu in unitatea de timpu, ori care va fi acesta, secund'a seu minutulu etc., se numesce *iutiela*, *velocitate* seu *celeritate*, si caracterulu miscari uniforme este co iutiel'a remane constanta in totu timpulu miscari. Deca însemnamu cu *c* celeritatea, adico spatiulu percursu in unimea de timpu, spatiulu *s* percursu in timpulu *t* va fi esprimat dupe natur'a acestei miscari prin eualitatea: $s=ct$.

Cand unu corpu, in urma unei impulsuni ce a priimitu, s'a pusu in miscare intr'ua directiune si cu ua iutiela determinata, elu nu 'si pote scambà de sine, din caus'a inertiei, nici iutiel'a, nici directiunea lui; pentru acesta se cere ua potere noua care, deca lucredia intr'unu modu continuu, ia numele de *potere acceleratrice*. In acestu casu miscarea nu mai este uniforma, spatiurile percurse in timpuri ecuale nu mai remanu ecuale intre ele, adico nu mai suntu proportionale cu timpu, si iutiel'a nu mai remane constanta, ci se scamba la fia-care momentu. Ua asemenea miscare se numesce *accelerata* seu *intardieta*, dupe cum iutiel'a merge crescendu seu descrescendu. Acesta scambare, adico acceleratiunea seu intardierea, se pote face dupe

legi determinate, se pote face chiar *cu uniformitate*, adico astu-feliu ca iutiel'a ensasi sa cresca seu se des-cresca constante cu catimi ecuale in timpuri ecuale. In acestu casu, iutiel'a cascigata dupe unitatea anteia a timpului se numesce *acceleratiune*, se insemnedia obi-cinuitu cu liter'a *g* si da ua mesura pentru intensitatea poterei acceleratrice. Aceste consideratiuni nu escludu nici de cum posibilitatea unei miscari in care accele-ratiunea ensasi sa fia variabila.

§ 4. NOTIUNI DESPRE POTERI

Prin poteri intielegemu causele nevisibile ale scam-barilor continue ce priimesce materi'a si ale diferitelor fenomene. Ori ce potere ne o potemu inchipui ca intre-buintiata ca sa produca ua miscare.

Duoe poteri se numescu ecuale, cand lucrandu asu-pra aceluiasi puntu materialu si liberu, pe aceeaasi drepta si in directiuni opuse, nu producu nici unu efectu asupra lui, adico nu lu potu misca din locu.

Ua potere este caracterisata prin *puntulu de apli-catiune* asupra carui lucredia, prin *directiunea* in care lucredia si prin marimea seu *intensitatea* ei. Ua potere se areta in figuri si constructiuni grafice prin drepte de marime si directiune determinate; iara in calculu prin litere, ca si ori ce alta catime.

Puntulu de aplicatiune alu unei poteri pote fi trans-portatu pe directiunea in care lucredia, fara nici ua scambare in efectu, deca noulu puntu de aplicatiune remane legatu rigidu cu celu d'anteiu.

Intensitatea poterilor se mesora prin efectele lor. La acesta servescu si instrumente speciale, numite *dynamometre*, (intrebuintiate in practica si ca cantare) de



Fig. 1

diferite constructiuni. Unu dynamometru forte comunu este acela din fig. 1, care nu are trebuintia de nici ua explicatiune.

Unu altu dynamometru pentru poteri mai mari, se vede in fig. 2, unu arcu puternicu de ocielu, portandu belciuge susu și josu, supusu actiuni unor

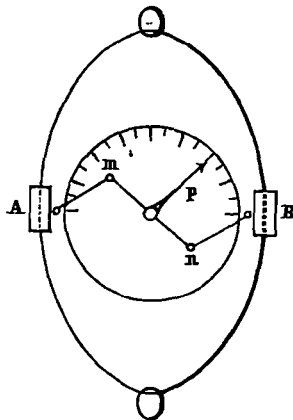


Fig. 2.

poteri mari, se lungesce, respective se contracta pucinu in sensulu AB , ceea ce aduce rotatiunea parghii $m n$ si a acului aretatoru p .

Potemu admite ca axiome :

1^o co duoe poteri suntu proportionale cu masele corpurilor, carora ele comunica iutieli ecuale ;

2^o duoe poteri suntu proportionale cu iutielile date la duoe corpuri de aceeasi masa. De aci resulta teorem'a urmetore :

3^o duoe poteri suntu proportionale cu productele masei cu iutielile corpurilor puse in miscare.

Ca sa probamu acesta sa insemnamu cu P, p duoe poteri, M, m masele celor duoe corpuri puse in miscare, C, c iutielile lor si sa consideramu ua a treea potere Q , care lucrandu asupra corpului de masa M i da

iutiel'a c . Atunci vomu avea, dupe cele duoe axiome de mai susu, proportiunile urmetore :

$$P : Q = C : c,$$

$$Q : p = M : m.$$

Immultindu intre ele aceste duoe proportiuni si lepa-
dandu factorulu comunu Q , vine :

$$P : p = MC : mc,$$

ceea ce esprima teorem'a de mai susu.

Deca consideramu ca *unime de poteri* aceea potere care comunica unimea de iutiela corpului a carui mas'a este unimea, atunci, facendu $m = 1$, $c = 1$, va fi si $p = 1$ si prin urmare $P = MC$. Acestu productu MC se numesce *cantitate de miscare* si mesora intensitatea poteri corespondente. Vomu vedea mai tardiu medii de a pretiui lucrulu unei poteri.

§ 5. COMPOSITIUNEA POTERILOR SI A MISCARILOR

Cand duoe seu mai multe poteri lucreadia la unu si acelasi puntu, ele nu potu aduce de catu unu efectu unicu, resultandu din combinatiunea lor. Actiunea acelor poteri este ecivalenta cu aceea a unei alte poteri care singura ar aduce acelasi efectu. Acesta din urma potere s'a numitu *resultent'a* celor d'anteiu, iara acestea, *compo-*
nente. Compositiunea a duoe poteri, adico aflarea resultentei lor, se face dupe regul'a urmetore, numita *legea paralelogramului* seu a lui *Galileo* :
Ca sa gasimu resultent'a a duoe poteri, aretate in marime si directiune prin dreptele AP , AQ (fig. 3) formamu pe ele unu paralelogramu si ducemu

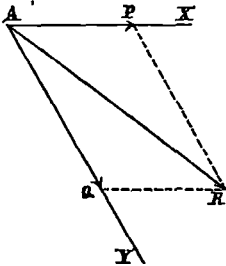


Fig. 3.

diagonal'a AR care va reprezintă in marime si directiune resultant'a poterilor P si Q .

Compositiunea a duoe miscari se face in tocmai dupe aceeași regula, miscarile fiindu, dupe ceea ce s'a disu in § 4 ax. 2, proportionale cu poteri si potendu si ele fi reprezentate prin aceleasi drepte AP si AQ .

Teorem'a de mai susu a paralelogramului are mai multu caracterulu unei axiome, verificate in totu momentu prin observatiunea celor ce se petrecu in natura. Unu vasu ce merge pe apa sub actiunea ventului si a curentului ; ua luntre trasa catre malu cu ua funia si impinsa totu de ua data de curentu, ne dau exemple de compositiune a poterilor. In cursuri de mecanica se cauta a se da diferite probe pentru legea paralelogramului, cari ensa totu nu o probedia intr'unu modu riguros.

Ca sa aflamu resultant'a mai multor poteri, aflamu mai anteu pe aceea a duoe dintre ele, apoi resultant'a acestia si a unei a treea si asia mai inainte.

Ua potere data pote asemenea fi descompusa in duoe seu chiar in mai multe componente. Acesta se face totu dupe legea paralelogramului. Poterea AR de ex. (fig. 3) pote fi descompusa in duoe dupe directiunile date AX , AY , ducendu din punctulu R dreptele RP si RQ , respective paralele cu AY si AX ; AP si AQ voru fi componentele cerute.

Cand componentele unei poteri suntu rectangulare intre ele atunci fia-care din ele este *projectiunea* poterei date. Dupe teoreme cunoscute din trigonometria, projectiunea unei poteri este ecuala cu acesta immultita cu

cosinulu unghiului de proiectiune. Astu-feliu poterea fiindu p , cele duoe projectiuni ale sele pe duoe axe rectangulare x si y , cu unghiuri respective α si β , voru fi

$$x = p \cos \alpha \text{ si } y = p \cos \beta.$$

§ 6. POTERI PARALELE

Compositiunea poterilor nu se mai pote face imediatu prin aplicatiunea legeri paralelogramului, cand poterile suntu paralele intre ele, avendu aceeași directiune seu directiuni contrarii, precum sunt P si Q in fig. 4 si 5. In acestu casu compositiunea se face dupe regul'a urmetore :

Resultent'a a duoe poterii paralele si indreptate in același sensu (respectiv in sensuri contrarii) este ecuala cu sum'a (resp. diferinti'a) lor ;

Resultent'a este paralela cu componentele si indreptata in același sensu (resp. in sensulu celei mai mari din componente).

Puntulu de aplicatiune a resultentei se afla pe drept'a punturilor de aplicatiune a componentelor, departatu de aceste cu distantiē inversu proportionale cu marimea lor, astu-feliu ca: $CA : CB = Q : P$. (Fig. 4 si 5.)

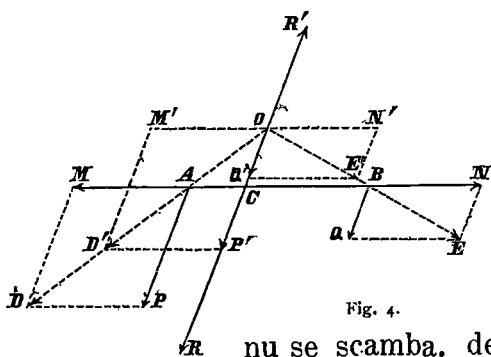


Fig. 4.

Ca sa demonstram acestu, sa consideram duoe poterii P si Q , paralele intre ele, lucrandu la extremitatile linii rigide AB . Efectulu lor

nu se scamba, deca vomu introduce

paralela cu puterile date P, Q și euala cu sum'a seu diferenti'a lor.

Ca să determinăm pozițiunea punctului de aplicațiune C a acestei rezultente, să observăm că $\Delta OAC \sim \Delta OD'P'$ și $\Delta OBC \sim \Delta OE'Q'$, de unde rezultă proporțiunile

$$OC: OP' = AC: D'P' \text{ și } OC: OQ' = BC: E'Q',$$

seu $OP' \times AC = OC \times D'P'$ și $OQ' \times BC = OC \times E'Q'$,

Observându că $OP' = AP = P$, $OQ' = BQ = Q$,

$$D'P' = DP = AM, \quad E'Q' = BN = AM,$$

va fi: $P \times AC = OC \times AM$ și $Q \times BC = OC \times AM$

și prin urmare: $P \times AC = Q \times BC$, sau $AC: BC = Q: P$, ceea ce demonstrează teorem'a de mai sus.

Când puterile P și Q sunt egale între ele și de sens contrariu, compozițiunea nu se mai poate face, și ele formează ceea ce s'a numit *ua pareche de puteri*, avându de efect rotatiunea corpurilor asupra cărora lucrează.

Punctul de aplicațiune alu rezultentei a două (seu și a mai multor) puteri paralele s'a numit *centrul puterilor paralele*, și fiindu-că pozițiunea lui, după proporțiunea seu egalitatea de mai sus $P \times AC = Q \times BC$, unde $AC = AB - BC$, nu depinde de cât de raportulu puterilor P, Q , urmează că elu nu se scambă, ori care va fi direcțiunea acestor din urmă; numai direcțiunea rezultentei se scambă.

Dacă vom introduce la centru C și a treia putere $CR' = CR$ și directu opusă, seu dacă fixăm într'unu modu oare-care punctulu C , atunci efectulu rezultentei R , prin urmare și a componentelor P și Q , va fi nemicit, și puterile P, Q voru-și în *ecilibru*;

conditiunea ceruta pentru aceasta este ca produsele $P \times AC$ si $Q \times BC$ sa fie eguale intre ele. Aceste produse s'au numitu *momente statice* ale poterilor P si Q .

§ 7. PARGHII SI APLICATIUNILE LOR.

Ua dreapta rigida AB (fig. 4 si 5) sustinuta la unu punctu C si la ale caria duoe puncturi A , B lucredia duoe poteri P , Q , se numesce ua *parghia*; distantiile AC si BC suntu *braciele parghiei*. Daca poteriile satisfac conditiunei de mai susu (§ 6), ele voru fi in ecilibru; in casulu contrariu, parghi'a se va misca in sensulu poterei celei mai mari. Dupe ecualitatea $P \times AC = Q \times BC$ se vede, co poterea P va fi cu atata mai mica cu catu lucredia la unu braci de parghia AC mai lungu; trebuie ensa sa observa'mu, co ceea ce cascigamu in potere, perdemu in timpu seu in drumu. Pentru co punctulu de aplicatiune alu poterei celei mici, care se afla la extremitatea braciului celui lungu, va trebui sa faca unu drumu lungu, pe cand extremitatea braciului celui scurtu, unde se afla aplicata poterea cea mare, abia va inainta din loculu seu.

Este lesne de intielesu co la ua parghia fisica nu se cere ca puncturile A , B , C sa fie unite printr'ua dreapta, destulu ca ele sa fie legate prin linii materiale rigide, ori care va fi form'a lor. Asemenea poteriile P si Q potu sa nu fie paralele intre ele, potu lucra in tote directiunile posibile despre parghi'a AB , numai maximum efectului va fi, cand ele lucredia perpendicularu pe AB ; in cele alte casuri va trebui

sa le descompunemu , si componentele lor in prelungirea parghĩ suntu perdute pentru lucrulu acesteia.

Aplicatiunile parghiei suntu nenumerate ; la fie-care pasu intalnimu cate ua parghia. Mai toate organele machinelor de la cele mai simple pene la cele mai complicate , membrii corpului nostru , cantarulu etc., suntu parghii. La ori-ce parghia ne propunemu ca cu ua putere data sa invingemu ua alta putere pe care adesea ua numimu *resistentia* sau *putere pasiva*. Ua parghia se poate deosebi de alta prin positiunea relativa a punctului *fixu* si a puncturilor de aplicatiune a puterei *active* si a *resistentiei*.

In une çasuri intrebuintiamu parghiile , ca cu puteri mici sa invingemu resistentie mari, de ex. ca cu puterea unui sau a duoi oameni sa redicamu greutate mari, petre de ziditu, baloturi de marfa etc. In acestu casu ne servimu obicinuitu de *scripete*, sau macaraoa, care in aplicatiuni se face in formele cele mai variate. Centrulu scripetelui represinta punctulu fixu seu sprijinitu alu parghiei ; extremitatile unui diametru orizontalu represinta puncturile de aplicatiune ale puterei si resistentiei. Acestu scripete, isolatu, nu aduce nici un cascigu ca putere, pentru co este ua parghia cu bracie ecuale ; nu face de catu sa scambe directiunea miscari a corpului pe care voimu sa lu redicamu ; combinatu ensa cu alti scripeti de dimensiuni cuvenite, prin corde, funii seu lantiuri, seu prin rote dintiate , va produce efectulu cerutu , ca sa invinga resistentie mari. Se intielege de sine co braciile de

parghie cele lungi sunt pastrate despre partea poterei active, care este relative mica.

In alte casuri intrebuintiamu parghiile, obicinuitu in forma de rote dintiate, co sa producemu iutieli mari de rotatiune. In acestu casu resistenti'a, de ordinaru mica, se aplica la extremitatea braciului celui lungu, care descrie arcuri mari; iara poterea activa, de ordinaru mare, la extremitatea braciului celui scurtu, care descrie arcuri mici. Acesta constitue sistema de rote dintiate, intrebuintiate la diferite machini, ceasornice etc.

§ 8. PLANU INCLINATU SI APLICATIUNI

*Planulu inclinat*u ne da unu exemplu practiculu alu descompositiunei poterilor. Unu corpu greu C (fig. 6)

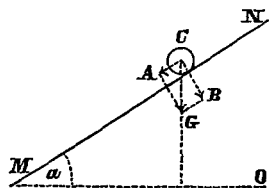


Fig. 6.

asediatu pe unu planu MN , ce face cu orizontala MO unu unghiu α , nu apesa pe acelu planu cu tota greutatea lui. Acesta, aretata prin linia CG , se descompune in duoe parti, una $CB=CG\cos\alpha$ (§ 5) perpendiculara pe planulu inclinat MN si represintandu presiunea reala a corpului pe acelu planu, si a duoa $CA=CG\sin\alpha$ care tinde sa misce corpulu la vale.

Aplicatiuni practice ale planului inclinat gasimu in tote dilele. Ori-ce drumu care merge la dealu este unu planu inclinat, pe care redicamu greutatea de la vale la dealu. Ca sa ducemu unu caru greu pe unu asemenea drumu, trebuie ca pe langa poterea necesara ca sa invingemu frecarea carului pe drumu, ua

frecare ce se produce pe ori ce drumu, fia si orizontalu, sa mai adaogamu enca ua potere, ecuala cu CA in fig. 6, care represinta componenta gravitati paralela cu planulu inclinat, si trage caru la vale. Acesta componenta este cu atata mai mare, cu catu drumulu este mai dreptu, si pentru acestu cuventu drumuri cari ducu pe munti nu se facu drepte, ci ocolescu muntele in zic-zac, ca sa fia inclinatiunea mai mica.

Siurupulu este asemenea unu planu inclinat infa-sioratu pe unu cilindru in form'a unei spirale; cu catu inclinatiunea este mai mica, cu atata pasulu siurupului, seu distanti'a intre duoe spirale consecutive, este mai micu. Cand bagamu unu siurupu intr'unu corpu, co sa facemu gaura, seu chiar in piulitia lui, nu facemu de catu a ne redica pe unu planu inclinat; de aceea executamu acesta lucrare mai lesne de catu daca amu vrea sa facemu gaur'a directu prin presiune.

Pan'a ce introducemu in corpuri ce voimu sa spin-tecamu, seu sa despartimu unu de altu, este iarasi unu planu inclinat, pe care asemenea ne ridicamu, adica ne introducemu in corpu, mai lesne, de catu cand incercamu sa despartimu corpurile unite directe fara pana.

§ 9. POTERI CENTRALE

Poteri centrale se numescu poteri indreptate constante catre unu centru fixu; ele cauta seu se apropie punctulu de aplicatiune de centru fixu si se numescu *centripetale*, seu din contra sa lu departedie de centru si atunci se numescu *centrifugale*. Aceste poteri se

manifesta totu d'auna la miscarile de rotatiune si in genere la ori ce miscare curviliniara. Olandesul *Huyghens* a fundatu teori'a poterilor centrale, ştiudiuu carei apartine mecanice.

Cand unu corpu se afla in miscare de rotatiune, ua prascia, ua rota etc., elu este supusu la actiunea acestor dooe poteri : a celei centripetale care cauta sa lu apropiu de centru si a acelei centrifugale care cauta sa lu departedie. Aceste dooe poteri suntu ecuale intre ele si

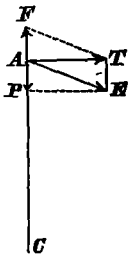


Fig. 7.

directu opuse un'a alteia. Ca sa demonstramu acesta, sa consideramu unu punctu materialu *A* (fig. 7) care supusu impulsuinei *AT* (poterea tangențiala) si poterei centripetale *AP* (lucrandu constante catre centru fixu *C*) se misca, dupe legea paralelogramului, pe diagonal'a *AE*. Poterea efectivă *AE* este ecivalenta cu sistem'a poterilor *AP* si *AT*. Pe acesta din urma, *AT*, o potemu descompune, cu ajutorulu paralelogramului *FTE*, in dooe componente *AE* si *AF*, si adaogandu si poterea *AP*, vomu avea sistem'a celor trei poteri *AP*, *AF* si *AE*, ecivalenta cu sistem'a *AP* si *AT*, seu si cu unic'a potere *AE*. Dera *AF* nu este altu ceva de catu poterea centrifugala, si se vede dupe constructiune co $AF = TE = AP$; ceea ce erea de demonstratu.

Aci damu cele trei legi principale ale poterilor centrale fara demonstratiune, lasandu acesta pentru cursuri speciale de mecanica. ∴ Poterea centripetala (respective centrifugala) este 1^o proportionala cu mas'a corpului in miscare; 2^o proportionala cu patratulu iutielei de rota-

tiune ; 3^o inversu proportionala cu distanți'a de la centru fixu seu cu radi'a cercului de rotațiune.

Machin'a centrifugala (fig. 8) este unu aparatu destinațu mai multu sa arete cateva fenomene ale poterei centrifugale, de catu sa probe die cu rigurosiitate legile de mai susu. Ea constă intr'unu axu *A* pusu in miscare rapede de rotațiune cu

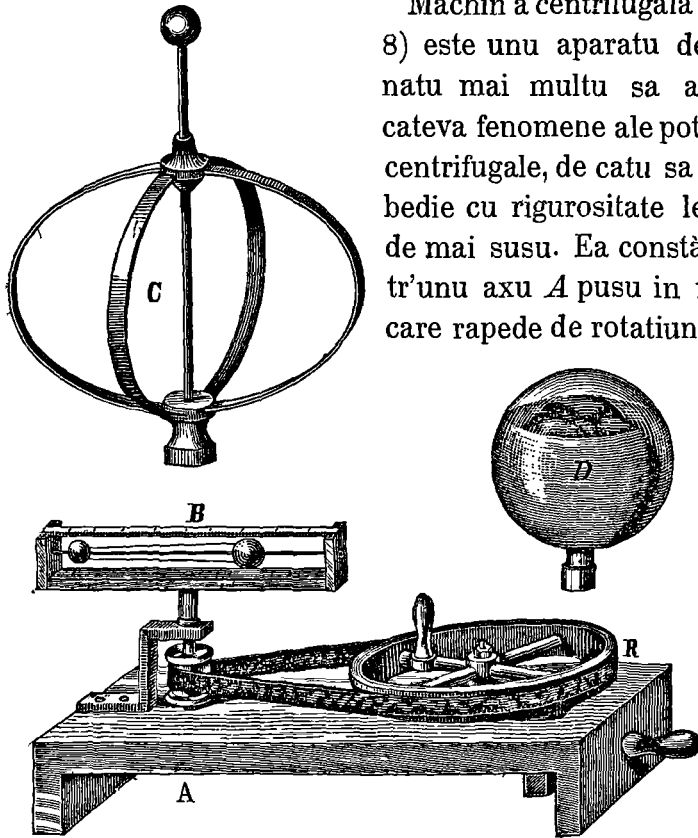


Fig. 8.

ajutorulu unei rote mari *R*. Pe acelu axu se asiedia diferitele bucati *B*, *C*, *D* si se supunu rotațiunei. *C* similedia turtirea pamentului. *D* este unu balonu de sticla in care se pune apa pene la diumetate, ce se inalti'a prin rotațiune la peretii balonului pene susu, si asia inainte cu alte diferite accesorii analoge cu acestea.

SECTIUNEA I

GRAVITATE

§ 1. GREUTATEA SI ECILIBRULU CORPURILOR

Tote corpurile libere cadu pe suprafecia pamentului in urma poterei de atractiune ce se exercita intre tote corpurile materiale; acesta proprietate a corpurilor amu numit'o *gravitate*.

Cand unu corpu este impedecatu in caderea lui, adico sustinutu, atunci elu exèrcita ua presiune asupra sprijinei sele si marimea acestei presiuni se numesce *greutatea* corpului.

Mas'a unui corpu se numesce cantitatea de materia cuprinsa in elu; ea este proportionala cu greutatea lui.

Tote corpurile nu cuprindu sub acelasi volumu aceeași masa, prin urmare nu au nici aceeași greutate. Acesta diferintia de greutate, seu greutatea relativa a corpurilor s'a numitu *densitatea* seu *greutatea specifica* a lor si s'a luat u *ap'a destilata si rece la 4^o C.* ca termen u de comparatiune a greutatilor. *Greutatea specifica* seu *densitatea* unui corpu este raportulu intre greutatea lui si greutatea unui volumu ecualu de apa

(destilata si la temperatur'a $4^{\circ} C.$). Vomu cunosce mai tardiu medii pentru a determinà densitatile.

Directiunea in care cadu corpurile libere pe suprafecia pamentului s'a numitu *verticala*; ua dreapta seu ua suprafecia perpendiculara pe verticala s'ã numitu *orizontala*.

Actiunea gravitati se exercita asupra fia-caria molecule a unui corpu in directiunea verticalei; sum'a acestor poteri elementare, paralele si de aceeași directiune, seu resultant'a lor, represînta gravitatea corpului care lu face se cadia. Ca sa nemicimu acestu efectu alu ei, ajunge dupe cum amu vediutu (Introductiune § 6) sa fixamu, seu sa sprijinimu punctulu de aplicatiune a acelei resultente pe care lu amu numitu centrulu poterilor paralele. Acestu punctu in teori'a gravitati ia numele de *centru de gravitate*, si prin acesta intielegemu punctulu pe care singuru sprijinindu-lu, oprimu corpulu de a cadea, ori care va fi positiunea lui. Atunci dicemu cø corpulu se afla in *ecilibru*, si este claru cø lu potemu realisà, sprijinindu seu aternandu corpulu la unu punctu care sa se afle pe vertical'a centrului de gravitate si sa fia legatu rigidu cu acesta.

Ecilibrulu uñui corpu pote presintà ua stabilitate mai mare seu mai mica, adico corpulu pote manifestà ua resistentia mai mare seu mai mica la ua potere esteriora care ar cautà sa lu scota din ecilibru. Dupe acesta deosebimu trei feliiuri de ecilibru: *stabilu*, *nestabilu* seu momentanu si *indiferent*.

Unu corpu se afla in ecilibru *indiferent*, cand sta in ori ce positiune va fi pusu, de ex. unu cilîndru, ua

butie culcata pe unu planu orizontalu, unu cercu suspensu la centrulu seu, se afla in ecilibru indiferentu. Condițiunea acestui ecilibru este ca corpulu sa fia sustinutu seu suspensu la centru de gravitate; cand corpulu este asediatu pe unu planu, ajunge ca distanti'a de la centru la puntu sustinutu sa remana nescambata in ori ce posițiune a corpului.

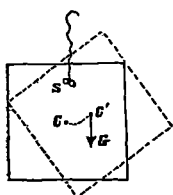


Fig. 9.

Ecilibrulu este *stabil*, cand corpulu (fig. 9), scosu din posițiunea lui, tinde a reveni la acesta. Condițiunea pentru corpurile suspense este ca centrulu de gravitate sa fia sub puntulu de suspensiune; atunci poterea gravitati intorce corpulu in posițiunea primitiva a lui.

Pentru corpurile sustinute se cere ca vertical'a centrului de gravitate sa fia cuprinsa in bas'a corpului (fig. 10). Cu catu bas'a este mai larga, cu catu centrulu

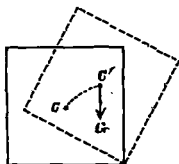


Fig. 10.

de gravitate este mai josu, cu atata ecilibrulu este mai stabilu. Cand ducemu ua greutate cu ua mana, inclinamu corpulu in partea opusa, ca sa ducemu vertical'a centrului de gravitate in bas'a formata de picioarele nostre. Acrobatiu porta ua verga cu duoe greutati mari la extremitati, ca sa scobore centrulu de gravitate alu lor catu mai josu.

Ecilibrulu este *nestabilu* seu *momentanu*, cand unu corpu departatu de posițiunea lui tinde a se departa si mai multu.

Corpurile suspense la unu puntu S (fig. 11) sub cen-

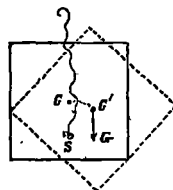


Fig. 11.

trulu de gravitate C , corpurile sustinute la unu singuru punctu S (fig. 12), se afla in ecilibru nestabilu ; poterea

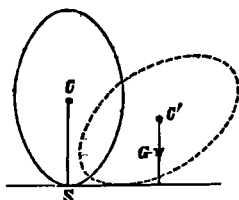


Fig. 12.

gravitati G le restorna. In acesta miscare centrulu de gravitate C descrie unu arcu, corpulu nu ajunge in ecilibru stabilu, decatu cand centrulu de gravitate s'a stabilitu catu se pote mai josu, si acesta se face pe calea cea mai scurta pe care centrulu pote sa ajunga josu. Pe aceste principii se basedia diferite experimente curiose de ex. conuri, cilindri cari se urca la delu, figuri cari se dau peste capu pe ua scara, si alte asemenea obiecte de distractiune.

§ 2. CANTARULU

Cantarulu si bilanci'a (cantaru cu duoe talere) suntu aplicatiuni ale parghiilor pentru a mesora greutatea corpurilor. Pentru acesta s'a alesu ua unitate de greutate care variedia dupe tieri ; ua asemenea unitate este *gramulu* seu greutatea unui centimetru cubicu de apa destilata la temperatur'a de $4^{\circ} C.$; apoi *kilogramulu* = 1000 gr. și *miligramulu* = 0,001 gr. etc.

Bilancele ordinare si acele de precisiune suntu parghii cu *bracie ecuale*, seu *drugie* de metalu, la estremitatile carora aterna discuri pentru a primi greutatile si obiectele de cantaritu. Suspensiunea se face la bilancie bune prin prisme triangulare seu *cutite* de ocielu, asiediate pe placi mici de achatu ; iara printr'unu mecanismu redicamu drugulu de pe placi, cand nu ne servimu de bilancia, ca sa conservamu cutitele.

La ua bilancia buna trebuie 1° ca centrul de gravitate C (fig. 13) sa fie catu se pote mai aproape de punctulu de suspensiune

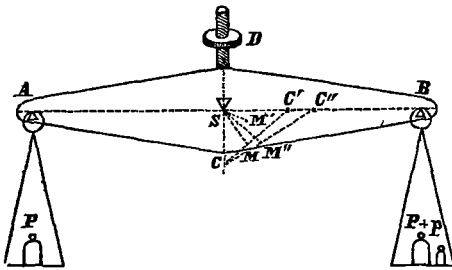


Fig. 13.

remanendu ensa sub acesta, pentru a avea unu ecilibru stabilu. In adeveru cand intr'ua parte este ua mica greutate mai multu, centrulu de gravitate alu greutatilor P si $P+p$ fiindu la C' , acela alu sistemii intregi va fi undeva la M (Introducere § 6) si este claru, co acestu punctu M va merge in susu spre M' , cand vomu mutà punctulu C ensusi in susu spre S . Dera atunci si unghiulu CSM' va fi mai mare, oscilatiunea bilanciei care va aduce centrulu de gravitate M la vertical'a punctului de suspensiune S va fi mai larga, prin urmare si bilanci'a mai simtitore la diferentie de greutate forte mici. Bucat'a D servesce spre a redicà seu lasà in josu centrulu C .

2° Ca drugulu sa fie catu se pote mai lungu. Pentru co atunci si punctulu C' se va mutà in acelasi raportu spre C'' , asemenea si punctulu M la M'' si iarasi unghiulu de oscilatiune CSM'' va fi mai mare.

3° Ca drugulu sa fie catu se pote mai usiure. Pentru co atunci, dupe teori'a compositiunei poterilor paralele, centrulu M va înaintà spre C' cu atatu mai multu, cu catu greutatea drugului care lucrea la C va fi mai mica; unghiulu de oscilatiune va cresce iara si bilanci'a va fi mai simtitore.

Lungimea si usiurimea drugului nu potu trece peste limite cari aru influintiã asupra rigiditati lui.

Pentru cantariri precise punemu obiectele totu d'auna pe acelasi discu, obicinuitu la stanga. Cand banuimu vre ua neperfectiune a balanciei, potemu procede, precum urmedia, ca sa avemu totu d'auna rezultate exacte. Punemu obiectulu intr'unulu din discurile balanciei si in celu-altu punemu granate ca sa ecilibramu. Apoi luandu obiectulu 'lu inlocuimu cu greutatei pene a stabili din nou ecilibru. Aceste greutatei voru aretã exactu greutatea corpului, ori cum va fi balanci'a.

La cantaru decimalu care este forte comunu, unulu din braciele drugului este de 10 ori mai lungu de catu celu-altu. Principiulu acestor cantare se vede in fig. 14.

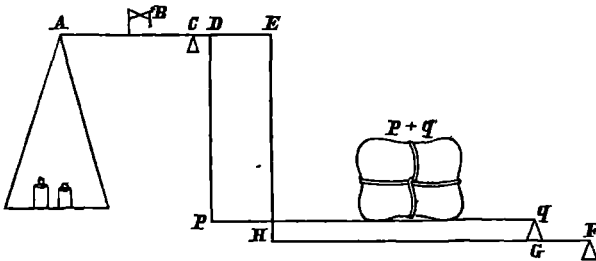


Fig. 14

AE este drugulu; la D si E aterna vergele de feru. Greutatea $p + q$ se pune pe scandur'a pq , sustinuta de verg'a D si de cutitu G . Acesta ensusi siede pe drugu HF , purtatu de verg'a E si de cutitu F . Greutatele se punu la A . La constructiunea aparatului se observa 1^o ca AC sa fia $= 10 \times CD$ si alu 2^o ca $CD : CE = FG : FH$. Cu aceste conditiumi, ori in ce parte a scanduri pq se va pune obiectulu, elu va cantari de 10

ori mai multu de catu greutatele puse in A , ca sa ecilibredie cantarulu, ceea ce se cunosce dupe verfurile din B .

Greutatea corpului ne o potemu inchipui impartita in duoe parti : p care aterna directu la braciulu de parghia CD si q care apesa pe cutitu G . Partea q , lucrandu asupra parghiei FH la braciul FG , ecivaledia cu ua potere x lucrandu la H cu braciul FH si determinata prin ecualitatea momentelor statice $x \cdot FH = q \cdot FG$. Acesta potere seu greutate x care lucrea la E cu braciul de parghia CE , ecivaledia cu ua potere y lucrandu la D cu braciulu CD si determinata prin ecualitatea momentelor statice $y \cdot CD = x \cdot CE$. Substituindu aci valoarea lui x vine $y = q \cdot \frac{CE \cdot FG}{CD \cdot FH}$ si fiindu-co, dupe conditiunea de mai susu a acestui cantaru : $CE \cdot FG = CD \cdot FH$, urmedia $y = q$; adico, greutatea $p + q$ a corpului de cantaritu aterna tota la braciulu de parghia CD care este $= \frac{1}{10} CA$.

§ 3. CADEREA CORPURILOR PE PAMENTU

Gravitatea face ca tote corpurile sa cadia. Ea este ua potere de ua intensitate constanta la unu puntu alu suprafecii pamentului si lucrea continuu asupra corpurilor, prin urmare le face sa cadia cu ua miscaré accelerata.

Fia care molecula a unui corpu priimesce impulsuinea acestei poteri si resultant'a acestora face ca corpu sa cadia. Acesta resultantu va fi mai mare la unu corpu greu, adico de ua masa mare, de catu la unulu

usiure, dera si mas'a celui d'anteiu pusa in miscare va fi totu in acelasi raportu mai mare de catu mas'a celui d'alu duoilea, astu-feliu in catu amenduoe voru ca-dea cu iutieli ecuale, ceea ce a recunoscutu-o Newton.

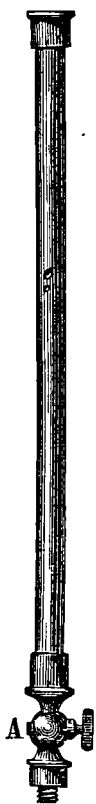


Fig. 15.

Caus'a care face ensa ca corpurile sa nu cadia in realitate cu aceeasi celeritate este resistanti'a aerului care, lucrandu cu ua intensitate constanta asupra corpului usiure si a celui greu, influentiedia pe acesta mai pucinu de catu pe celu usiure. Deca caderea s'ar face in golu, amu vedea tote corpurile cadiendu cu aceeasi iutiela. Acesta se pote realisà cu unu tubu lungu de sticla (fig. 15), numitu si tubu lui Newton, in care se afla introduse diferite corpuri, grele si usiure bucatiele de metalu, de hartia etc. Cand cu medii ce vomu cunosce mai tardiu scotemu aerulu dintr'ensu prin canao'a *A*, atunci tote corpurile dintr'ensu cadu impreuna. Fig. 16 reprezinta unu aparatu destinatu sa arete asemenea unu efectu alu caderei corpurilor in golu; ea represinta unu astu-feliu numitu *ciocanu de apa*,



Fig. 16.

formatu de unu tubu micu de sticla care s'a topitu in *A*, dupe ce a fostu gonitu aerulu dintr'ensu prin ferberia apei ce cuprinde. Cand in-torcemu tubulu acesta, ap'a cade ca ua masa compacta si isbindu sticl'a, produce sunetulu unui corpu solidu, unei petre de exemplu.

Studiul caderei libere a corpurilor a condus pe *Galileo* la descoperirea legilor urmetore :

1^o *Iutiel'a unui corpu in cadere este proportiunala cu timpul*, adico $c=gt$, unde c insemnedia celeritatea la timpul t socotitu (in secunde) de la momentul plecarii corpului, iara g ua constanta. Cand $t=1^s$ atunci $c=g$, adico g represinta iutiel'a cascigata de unu corpu dupe cadere de ua secunda ; acesta catime g s'a numitu *acceleratiune* seu *intensitatea gravitatiei* pe care o mesora ; mai tardiu vom cunoște valorea numerica lui g .

2^o *Spatiulu percursu de unu corpu in cadere este proportiunalu cu patratulu timpului* in care a fostu percursu acelu spatiu, socotindu timpul (in secunde) din momentu la care s'a inceputu caderea. Insemnandu acelu spatiu cu s va fi $s=kt^2$, unde k represinta ua constanta. Se demonstra in mecanica co $k=1/2 g$; atunci va fi $s=1/2 gt^2$, si daca $t=1^s$, va fi $s=1/2 g$; adico : spatiulu percursu de unu corpu in secund'a anteia a caderei sele este ecualu cu jumatatea acceleratiunei g .

3^o *Spatiele percurse de unu corpu in diferitele secunde ale caderei sale suntu proportionale cu numerile imparii 1 : 3 : 5 : 7 : . .*

Legea a duoa si a treea nu formedia in realitate duoe legi distincte, ci un'a deriva de la ceea-alta. De ex. deca, dupe legea a 3-a, spatielle percurse in :

secund'a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
suntu proportionale cu	1	3	5	7	9

adunandu numerile din seria a duoa vomu gasi spa-

tiele percorse in *una, duoe, trei, patru, cincii* etc. secunde ; aceste voru fi ecuale cu :

$$1, \quad 1+3=4, \quad 4+5=9, \quad 9+7=16, \quad 6+9=25 \text{ etc.}$$

si vede ori cine co aceste spatii 1, 4, 9, 16, 25 etc. suntu patratele timpurilor de 1, 2, 3, 4, 5 etc.

Aceste legi resulta din teori'a miscarilor accelerate despre cari tratedia mecanic'a. Aci vomu espune numai metodele experimentale prin cari au fostu constatate.

Galileo simtindu dificultatea de a observà unu corpu in caderea lui yerticala, din caus'a rapediciunei sele celei mari, s'a ganditu sa lu lase sa cadia pe unu *planu inclinat*. In acestu casu natur'a generala a miscari nu se modifica, numai acceleratiunea devine ua parte alicota a lui g , precum se vede in fig. 6, unde numai component'a CA a acceleratiunei Cg lucredia asupra corpului C si lu misca pe planulu inclinat. Dera triunghiulu dreptunghiu gCA da $CA=Cg \cos gCA$ seu $CA=g \sin \alpha$. Miscarea facendu-se astu-feliu mai incetu, Galileo a potutu constatà legile de mai susur, negresitu ensa numai aproximate, din caus'a neperfectiunei aparatului, a frecari pe planu etc.

Unu instrumentu multu mai exactu este aparatulu englesului *Atwood* care se face in diferite forme mai simple seu mai complicate. Principiulu este acelasi ca si la planu inclinat, adico de a face sa cadia unu corpu mai incetu sub influinti'a unei parti alicote a acceleratiunei. Pe unu stalpu solidu (fig. 17) se afla ua rota, invarbindu-se cu catu se pote mai pucina frecare, peste care trece unu snuru cu duoe greutati absolutu

ecuale p , p' . Greutatea p siede pe ua parghia rectangulara A , oprita de a cadea prin cod'a unui pendulu P care reguledia unu mecanismu simplu de orologiu ce bate secundele.

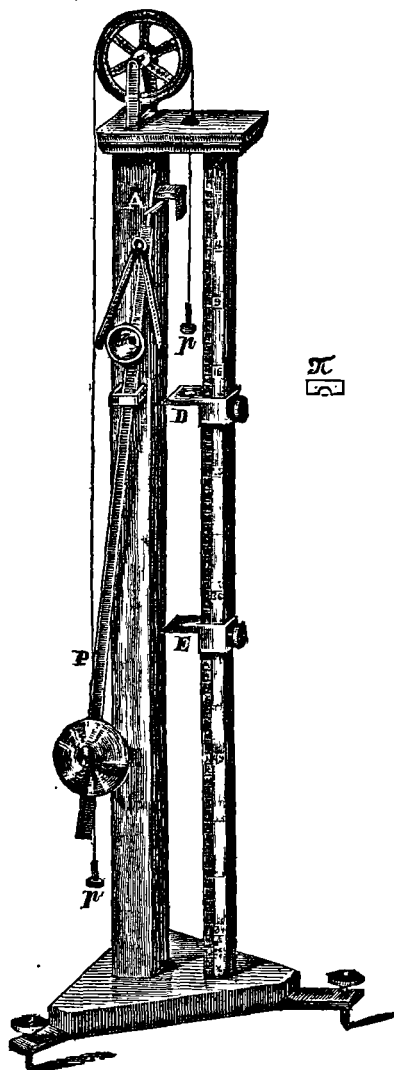


Fig. 17.

Ca sa constatam acum legea 1-a, punemu disculu plinu E (scotiendu pe celu gauritu D) la ua inaltime, de-

ca de a cadea prin cod'a unui pendulu P care reguledia unu mecanismu simplu de orologiu ce bate secundele. Deca adaogamu ua greutate mica π d'asupra lui p , sistem'a $p + p' + \pi$ seu $2p + \pi$ va tinde sa cadia si acceleratiunea va fi micusiorata in raportu = $2p + \pi : \pi$, adico poterea acceleratrice care lucrea asupra acestei sisteme va

fi $= \frac{\pi}{2p + \pi} g$. Dera caderea nu va incepe. pene cand nu vomu libera parghia A prin miscarea pendulului, ceea ce ne da mediulu de a determina cu precisiune momentulu pornirei. Unu alu duoilea stalpu, purtandu divisiuni si duoe discuri mobili, servece pentru mesur'a distantielor.

terminata prin mai multe încercări, astu-feliu ca sistem'a $p+p'+\pi$ sa lu ajunga in timpu de ua secunda, ceea ce cunoscemu prin simultaneitatea lovirei pe discu si a batai secunde. Apoi asiediamu disculu D intocmai in locul ce ocupà pene acum E , iara pe acesta lu damu mai josu. Asiediamu iara $p+\pi$ pe pargh'a A , o liberamu din nou si mutamu disculu E pene când caderea pe E sa coincida cu a duoa secunda. Miscarea pene la D a fostu accelerata in timpu de 1^s ; iara la D oprindu-se, din cauza formei, greutatea aditionala π , miscarea se continua in secund'a a 2-a numai in virtutea inertii, prin urmare este uniforma si iutiel'a (adico spatiulu DE) este aceea cascigata dupe caderea de 1^s . Repetimu acesta experientia totu in acelasi modu, asiediendu disculu gauritu D la distantie percurse in 2, 3, 4 secunde, mutandu asemenea disculu E la distantie corespundietore. Comparatiunea acestor distantie ne da confirmatiunea legei 1-a.

Ca sa constatamu legea a II-a, scotemu cu totul disculu gauritu D si mesoram directu distantiele la cari trebue sa mutamu disculu E , ca sistem'a $p+p'+\pi$ sa lu isbesca dupe 1, 2, 3 secunde. Aceste spatii le vomu gasi prin experientia aproape proportionale cu patratele acelor numere adico = 1 : 4 : 9 etc.— Legea a treea se gasesce mesorandu diferentiele intre aceste spatii.

Unu mediu graficu, dera mai pucinu exactu, ne da aparatulu generalului francesu *Morin*. In acesta greutatea p porta un verfu ce scrie pe ua hartie lipita pe

unu cilindru verticalu invertindu-se inaintea verfului printr'una mecanismu de orologiu. Form'a linii descrise de acelu verfu, care este ua parabola, ne conduce la cunoscinti'a acelor legi.

Esperimentarea a datu pentru spatiile percorse valori ceva mai mici de catu acele cerute dupe legile de mai susu, ceea ce provine din caus'a resistentei aerului care intardie caderea corpurilor.

Corpurile in caderea lor suntu enca influentiate si de rotatiunea pamentului in giurulu osiei sele, care se face de la apusu la resaritu si le deviedia in ace-lasi sensu, astu-feliu in catu unu corpu cadiendu de la ua inaltime de 100^m de ex. cade cu vre ua $10-15^{mm}$ spre *E* de vertical'a lui. Acestu faptu descoperitu de *Newton* a fostu confirmatu prin experientia de *Benzenberg* la Hamburg si de *Reich* la Freiberg in Saxonia. Corpulu aflatu la inaltimea de 100^m ar descrie de la *W* la *E* in 24 ore unu cercu mai mare de catu piciorulu verticalei sele pe suprafeci'a pamentului; prin urmare se misca cu ua iutiela mai mare, si cadiendu, ajunge mai inainte spre *E* de catu punctulu corespundietoru dupe pamentu. Se intielege co ua deviatune asia mica este nemicita obicinuitu prin alte influentie cari contribuescu a lu devia chiar in sensu contrariu.

Unu corpu aruncatu in susu cu ua iutiela initiala *C* perde continuu din acesta prin actiunea gravitati si executa ua miscare intardieta, pene cand, ajungendu la ua inaltime determinata, se opresce si atunci cade liberu pe pamentu.

Unu corpu aruncatu intr'ua directiune oblica 'si scamba la fia-care momentu directiunea si iutiel'a lui sub influinti'a gravitati, descriindu ua linia curba care in golu ar fi ua parabola. Mecanic'a ne da mediile pentru a determinà legile acestor diferite miscari in golu seu chiar sub influinti'a aerului.

§ 4. PENDULU SIMPLU

Pendulu simplu se numesce unu puntu materialu aternatu la estremeata libera unui firu nematerialu, rigidu si inestensibilu, fixatu la ceea alta estremeata. De si unu asemenea pendulu nu pote fi realizatu, vomu vedea ensa co miscarea unui pendulu fisicu se face dupe legile acelui simplu seu matematicu.

Deca departamu punctulu materialu M de vertical'a SM , pene la A de ex. (fig. 18), gravitatea lu trage inderetu si i comunica ua miscare accelerata, astu-feliu in catu, venindu in positiunea de ecilibru la SM , nu se opresce, ci trece inainte cu iutiel'a cascigata

pene aci. De aci inainte gravitatea lucredia in sensu contrariu, producendu ua miscare intardieta, pene cand lu opresce de totu la ua inaltime $MB = MA$. De aci pendulu se intorce inderetu spre A si iara spre B , si astu-feliu oscila inainte. Inaltimea pene la care se

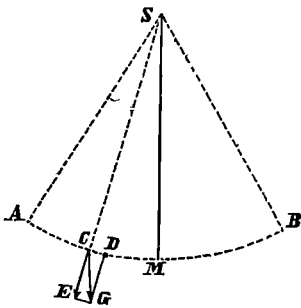


Fig. 18

redica se micusioredia cate pucinu si in fine oscilatiunea

incetădă, din cauză a rezistenției aerului și a frecării ce se produce la punctul de suspensieune S .

SM se numește *lungimea* pendulului, unghiulu ASB între două pozițiuni estreme se numește *amplitudinea* oscilațiunei.

Dupe cele dișe se întielege că pendululu reprezintă un corp care cade, enșă mai încetu de catu la caderea libera, din cauză că poterea acceleratrice aci nu este gravitatea întrega g , ci numai componentă CD , perpendiculară pe SC , care scamba la fia-care momentu întensitatea și direcțiunea. Pendululu dera pote servi pentru studiulu legilor caderei corpurilor, ceea ce s'a și făcutu, precum și la alte aplicațiuni. La aceste diferite usuri ale pendulului nu consideramu în genere de catu numai *oscilațiuni mici* de câte va grade, 2^0 — 4^0 , ceea ce permite mai multe simplificari.

Galileo a descoperitu ceea d'anteiu proprietate a pendulului, *isochronismulu*, adică că *oscilațiunile cele mici sunt independente de amplitudine*. Unu și același pendulu face oscilațiunile se în același timp, oscilațiunile potendu avea amplitudinea de 2^0 , 3^0 , 5^0 , numai să remana mici.

Mai târziu *Galileo* a descoperitu și alte proprietăți ale pendulului; dera pendululu nu a devenitu unu instrumentu importantu, de catu dupe ce *Huyghens* a fundatu teoriă a întrega a pendulului simplu și compus și lu a aplicatu la mesură a timpului.

Teoriă a matematică a pendulului apartine mecaniceii. Aci ne vomu margini α espune enca două proprietăți ale lui: *timpulu în care se facu oscilațiunile mici*

ale unui pendulu este proportionalu cu radicin'a patrata din lungimea lui. Acesta se pote proba esperimentalu cu mai multe pendule formate din globuri de fildesiu seu de metalu, aternate la fire subtiri ale carora lungimi sa fia de ex. precum 1 : 4 : 9 ; atunci timpurile in cari se facu oscilatiunile suntu precum 1 : 2 : 3.

Ua a treea proprietate a pendulului este ca *timpulu in care se facu oscilatiunile cele mici este inversu proportionalu cu radicin'a patrata a intensitati gravitati*, seu in genere a puterei acceleratrice, ori care va fi acesta.

Aceste trei proprietati ale pendulului simplu potu fi exprimate prin formul'a

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

care este independinte de amplitudinea $\alpha = ASB$ si se aplica numai la oscilatiuni mici; t insemnedia timpulu in care se executa ua oscilatiune, π numerulu cunoscutu 3,1415. . .

Deca insemnamu cu n , n' numerulu oscilatiunilor ce facu duoe pendule intr'unu timpu ore care, de ex. intr'unu minutu, cu t , t' timpulu de oscilatiune respectivu, este invederatu ca va fi $n : n' = t' : t$, pentru ca cu catu timpulu este mai scurtu, cu atatu mai iute se facu oscilatiunile si cu atata mai mare va fi numerulu lor

intr'unu timpu datu. Dera fiindu ca $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, urmedia :

$$n^2 : n'^2 = l' : l \text{ si } n^2 : n'^2 = g : g'.$$

Adico : 1-iu patratele numerilor de oscilatiune a duoe pendule, oscilandu sub actiunea aceliasi puteri accele-

ratrice suntu inversu proportionale cu lungimile lor ; si II-ea patratele numerilor de oscilatiune a unui pendulu, oscilandu succesive sub actiunea a duoe poteri accelera-trice diferite, suntu proportionale cu intensitatile acestor poteri.

§ 5. PENDULU FISICU SEU COMPUSU

Pendululu fisicu seu materialu, singurulu ce potemu realisà, este compusu de ua multime de puncturi mate-riale, aflate la diferite distantie de la punctu de suspen-siune si cari aru oscilà cu iutieli diferite, deca n'aru fi fostu legate intre ele prin cohesiunea substantiei din care este facutu pendulu. Suspensiunea la aceste pendule se

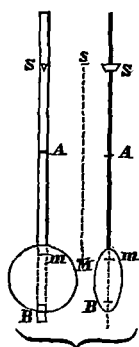


Fig. 19.

face obicinuitu prin prisme ascutite, ca la bilancie , a carora ascutisiulu presinta ua dreapta perpendiculara pe planulu de oscila-tiune a pendulului, numita *axu de suspen-siune* (fig. 19). Este invederatu co unu punctu *A* din apropierea axului de suspen-siune *S*, fiindu isolatu, ar oscilà cu mare iutiela, pe cand punctulu *B*, departe de acelu axu, ar oscilà forte incetu, dupe legile din § 4. Nici unulu ensa, nici celu altu nu se voru miscà in voi'a lor, din caus'a legaturii in care se afla si care nu permite de catu ua singura iutiela. *A* va fi silitu sa merge mai incetu, *B* mai iute, si intre ele va fi unu punctu *m* care, miscanduse mai iute de catu *A*, mai incetu de catu *B*, va avea miscarea pendulului intregu si nu va fi influentiatu prin aceste legaturii, in-tocmai pare co ar oscilà isolatu, formandu unu pendulu

simplu *SM*. Acestu pendulu simplu, care face oscilatiunile se le in acelasi timpu cu pendulu compusu *SB*, se numesce pendulu *synchronu* cu acesta. Prin lungimea únui pendulu materialu nu întielegemu lungimea física a lui, ci lungimea pendulului simplu, *synchronu* cu elu. Ua drepta, perpendiculara pe planu de oscilatiune, trecendu prin puntulu *m* iutiel'a carui nu este modificata, se numesce *axu de oscilatiune*. Este claru, dupe cele espuse, co axulu de oscilatiune este paralelu cu acela de suspensiune si co distanti'a între ele mesora lungimea pendulului simplu, *synchronu* cu celu compusu.

Axulu de oscilatiune si acela de suspensiune suntu *reciproce* între ele, adico timpulu in care oscila unu pendulu compusu nu se scamba, deca lu aternamu resturnatu prin axulu de oscilatiune, devenindu atunci axulu de suspensiune de pene acum unu axu de oscilatiune. Acesta proprietate, descoperita de *Huyghens*, se demon

monstra prin calculu. *Bohnenberger* si englesulu *Kater* au avutu idei'a si au executatu unu pendulu numitu *reversibilu*, cu duoe cutite inverse si mobile in lungu vergelei pendulului (fig. 20) prin care se pote demonstrà acesta si experimentalu.

Bessel si *Poisson* au descoperitu si calculatu influenti'a aerului asupra miscarei pendulului; ea intardiedia miscarea. Pentru a micusiorà resisten-

ti'a aerului se da obicinuitu corpului greu aternatu la verg'a pendulului forma lenticulara.

Formul'a pendulului simplu $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, se aplica si la pendule compuse, numai aci luamu pentru lungimea *l*

valoarea definita mai susu, adico lungimea pendulului synchronu.

Astronomulu germanu *Bohnenberger* a demonstratu pe la 1811 co planulu de oscilatiune unui pendulu, si in genere planulu in care se face ȳa rotatiune ore-care, este *nevariabilu*. Observatiunea miscarilor pe pamentu (sfarledi, giroscope etc.) si a corpurilor ceresci au probatu-o necontestatu. La 1851 ensa francesulu *Foucault* a facutu vestita esperienti'a a pendulului. Unu pendulu lungu oscilandu intr'unu timpu mai lungu ȳsi a invertitu planu de oscilatiune in sensulu unui minutaru pentru unu observatoru asiediatu d'asupra pendu-

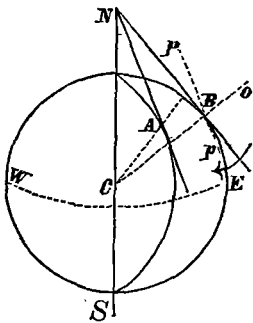


Fig. 21.

lului. Acesta miscare este numai eparinte, provine din rotatiunea pamentului si da proba pentru acesta. (Fig. 21) ne da sema despre acestu fenomen. Fia NS axulu pamentului; NAS , NBS , duoi meridiani sub cari trece succesive unu puntu A in miscarea diurna a pamentului de la W la E . Unu pendulu asiediatu in planulu meridianului NA va persiste in planulu pp paralelu cu NA , cand punctulu A in urm'a rotatiunei pamentului va veni la B ; meridianulu ensa acum va fi BN si va face unu unghiu cu pp , astu-feliu in catu unu observatoru la O va vedea planulu pendulului miscandu-se in sensulu sagetei. Acesta miscare se face la poli in 24 ore; la latitudini geografice mai mici se cere unu timpu din ce in ce mai lungu, precum se demonstra prin formulele mecanice.

Aplicatiunea cea mai importanta a pendulului este aceea la orologii, inventata de Huyghens. Fara pendulu nu avem nici unu mediu pentru a mesora timpul cu precisiune, si scimu de ce mare importantia este cunos-cinti'a timpului pentru vietia sociala, pentru navigatiune,

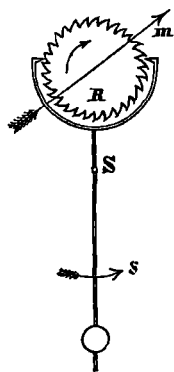


Fig. 22.

astronomia etc. Ua rota R , pusa in mis-care de rotatiune printr'unu arcu de o-cielu seu printr'ua greutate ce cade, ar avea ua miscare neregulata si accelerata. Deca ensa are dinti si este supusa unui pendulu S care porta in susu duoe car-lige (fig. 22), atunci la fia-care oscilatiune a pendulului in sensulu sagetei s , va scapà cate unu dinte, si aculu m purtatu de rota va merge inainte. Nu remane de catu a regulà lungimea pendulului, ca sa-bata secund'a, ceea ce se face prin medii astronomice.

§ 6. INTENSITATEA GRAVITATI PE PĂMENTU

Cunoscinti'a acceleratiunei g , seu a intensitati gravi-tati, presinta unu interesu scientificu mare si *Huyghens* a avutu idei'a de a determinà acesta catime cu ajutorulu

pendulului. In adeveru, deca in formula $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ cunos-

cemu prin mesuri directe si observatiune catimile t si l , vomu putea lesne aflà si pe g . Obicinuitu se ia $t = 1^s$,

adico $1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, de unde $g = \pi^2 l$; tota esperienti'a constà

atunci intru a determinà *lungimea pendulului simplu care bate secundele*. Acesta lungime s'a gasitu la Paris ≈ 0.9939 , de unde $g \approx 9.8096$. Trebuie sa observamu co aceste valori, determinate mai anteu de *Borda*, *Biot* si alti, au fostu corese si reduse la golu de catre ástrenomulu germanu *Bessel*.

Intensitatea gravitati g nu este ua catime constanta; ea se scamba cu inaltimea d'asupra suprafecei pamentului si cu latitudinea geografica. Dupe legile lui Newton relative la atractiunea corpurilor este lesne sa vedemu, co cu catu ne redicamu d'asupra fecei pamentului, departandune de centrulu seu, trebuie ca atractiunea, adico intensitatea gravitati g , sa scadia. Dera totu Newton, basanduse pe legile sele si pe teorii de mecanica, a predisu co gravitatea g variedia si cu latitudine si scade de la cei duoi poli spre ecuatoru. Acesta scambare a observatu-o in realitate francesulu *Richer* in anulu 1672. Richer, transportandu-se la Cayenne, langa ecuatoru, cu unu pendulu de cronometru care batea secundele la Paris, a observatu co remanea inderetu la Cayenne, si a trebuitu sa lu scurte die cu vre-ua 3^{mm} ca sa bata din nou secundele. Acesta erà ua proba pentru slabirea gravitati, care la ecuatoru nu mai potea accelera pendulu cu aceeasi intensitate ca la Paris la latitudinea de $48^{\circ} 50'$. De atunci incoce diferiti observatori au cautatu sa determine la diferite puncturi ale pamentului lungimea pendulului simplu care bate secundele. Eca cate-va rezultate reduse la golu :

OBSERVATORU	STAȚIUNE	LATITUDINE	l
Sabine	Spitzberg	79° 49' 58" bor.	0. ^m 99613.
Bessel	Königsberg	54 42 12 »	0. 99441.
Freycinet	Ecuatoru	0 1 34 mer.	0. 99113.
Foster	Cap Horn	55 51 20 »	0 99462.
Foster	New Shetland	62 56 11 »	0. 99523.

Causele cari aduc acest scambare in intensitatea gravitatiei sunt duoe: *rotatiunea* pamentului in giurul osiei sele si *form'a* turtita a lui, dera totu ua data aceea variatiune a gravitatiei, recunoscuta prin esperientia, ne da ua proba atatu pentru rotatiunea, catu si pentru form'a turtita a pamentului. Desvoltari intinse nu se potu face fara calculu si apartinu unui cursu de mecanica; aci vomu da numai cate-va idei despre aceste fenomene.

α) Prin rotatiunea pamentului nasce ua potere centrifugala care tinde a micșiorà efectulu gravitati. Efectulu poterei centrifugale ensa este mai mare la ecuatoru de catu la unu paralelu ore-care A (fig. 23), 1-iu pentru co

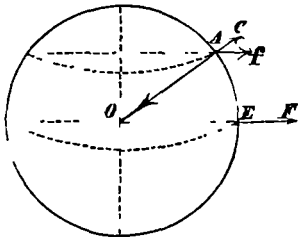


Fig. 23.

ecuatorulu fiindu celu mai mare dintre toti paraleli, urmedia ca iutiel'a de rotatiune pe densu sa fia mai mare de catu pe paraleli si prin urmare, dupe legile potelor centrale, si poterea centrifugala va fi asemenea mai mare; 2-lea pentru co poterea centrifugala la ecuatoru este direct opusa gravitati EO , pe cand la paralelu A nu lucrea decatu numai component'a ei AC opusa gravitati AO . Poterea centrifugala tindeșera a micșiorà efectulu gravitati mai multu la ecuatoru de

catu la ori care paralelu si cu atata mai multu, cu catu acestu din urma va fi mai micu si mai departe de centru, adico mai langa poli.

b) Form'a turtita a pamentului la poli, descoperita de Newton si Huyghens, face ca unu puntu de langa poli sa fia mai apropietu de centru de catu unu puntu alu ecuatorului, prin urmare gravitatea va avea la celu d'anteiu ua intensitate mai mare decatu la celu din urma. Cestiunea formeii si a dimensiunilor pamentului a ocupatu multu pe fisicii si astronomii, cari au cautatu sa le determine prin mesuri directe, devenite vestite in istori'a sciintielor. Cele mai insemnate dintre ele suntu acele executate de:

francesii *La Condamine* si *Bouguer* la Quitto in America ;

Délambre, *Méchain*, *Biot* si *Arago* in Francia si Spania; englesii *Lambton* si *Everest* in India ;

germanii *Gauss* si *Schumacher* in nordulu Germaniei si in Danemarca ;

germanii *Struve* si *Tenner* in lungulu Rusiei pene peste marea Negra si acesta constitue un'a din cele mai intinse si mai exacte mesoratori ; si de alti.

Aceste mesoratori au fostu executate dupe metoda *triangulatiunei*, descoperita pe la 1615 de Olandesulu *Willebrord Snellius*, si au avutu de scopu sa determine in stanjeni (toises de Paris) lungimea 1^0 de meridianu la diferite latitudini geografice. Resultatulu lor a fostu co lungimea arcului de 1^0 pe meridianu scade de la poli spre ecuatoru ; de ex. in Laponia arcu $1^0 = 57196$ stanjeni, la Perou $= 56736$ stanj. De aci conchidemu

indata co form'a pamentului nu este nici de cum ua sfera exacta; dara remane mecanicei sa deduca din aceste date form'a si dimensiunile exacte.

Pe langa acestea au cautatu sa mesore si grade pe diferiti paraleli. Aci mentionamu numai mesoratorea facuta in nordul Italiei de catre *Plana, Brouseau* si alti pe paralelu de la Marennes langa Marsillia pene la Fium.

Cea mai mare ensa de catu tote mesoratorile este aceea *Europeana* care se afla enca si astazi in lucrare sub directiunea generalului si astronomului prusianu *Bayer*, care lucrase si mai inainte impreuna cu marele astronomu Bessel de la Königsberg. Trebuie sa observamu co asemenea operatiuni tinu mai multi ani si chiar diecimi de ani.

Din tote acestea resulta co pamentulu este un sferoidu turtitu la poli, formatu prin rotatiunea unei elipse in giurul axului celui micu care a devenitu axu polaru, pe cand acelu mare formedia axulu ecuatorialu, Diferinti'a acestor duoe axe, exprimata in parti ale axului ecuatorialu, seu $\sigma = \frac{a-b}{a}$, s'a numitu *turtirea* pamentului

Aci damu cate-va rezultate numerice ale calculilor lui Bessel exprimate in metre :

circumferenti'a unui meridian	=	40003424. ^m
» ecuatorului	=	40070376.
axulu polaru	=	6356080.
» ecuatorialu	=	6377398.
turtirea pamentului	=	$\frac{1}{299.153}$

suprafeți'a pământului = 510000000 Km. \square
 volumulu > = 1082841000000 Km. cub.

Intensitatea gravitați la ecuatoru cu $\frac{1}{289}$ mai mica de catu la poli.

Terminamu cu observațiunea co, dupe aceste rezultate, metrul ne mai fiindu $\frac{1}{40000000}$ parte exacta a unui meridianu, precum din eroare s'a crediutu cand a fostu introdusu in Francia, perde caracterulu ce au vrutu sa í dea la inceputu, adico acela a unei mesuri aretate de natura, seu celu pucinu care sta in raportu simplu si nevariabilu cu dimensiunile globulu nostru. Metrulu remane pentru sine ua unitate de lungime ca tote cele-alte si totu asia de arbitraria ca si acestea.

§ 7. MAS'A SI DENSITATEA MEDIA A PĂMÂNTULUI

Pendululu pote enca servi pentru a determinâ mas'a pământului. In adeveru Newton a predisu si Bouguer a observatu co un pendulu in apropierea unui munte este devietu de verticala prin efectulu atractiunii ce exercita muntele asupra lui. Englesulu *Maskelyne* a constatatut acesta din nou si a facutu pe la anul 1774 lucrarile cuvenite asupra unui munte catu se pote mai omogenu din Scotia, muntele Shehallian, ca sa determine mas'a lui, centrulu seu de gravitate si distanti'a acestui centru de la punctulu din apropierea muntelui, unde erâ asediatu pendululu. Apoi a comparatu actiunea exercitatu asupra pendulului cu aceea

ce pendululu priimeste de catre pamentu alu carui masa este necunoscuta, iara distanti'a de la pendulu este ecuala cu radi'a pamentului.

In acesta privintia se potu obtine rezultate mai exacte si intr'unu modu mai comodu prin dispositiunea, astu-feliu numita *bilanci'a lui Cavendish*, inventata de *John Mitshell* si executata de Cavendish pe la 1798. Experimentele cele mai precise cu acestu aparatu, perfectionatu in multe privintie, au fostu executate la 1837 de catre *Reich* la Freiberg in Saxonia si de catre englesulu *Baily* la 1842. Fig. 24 areta dispositiunile gene-

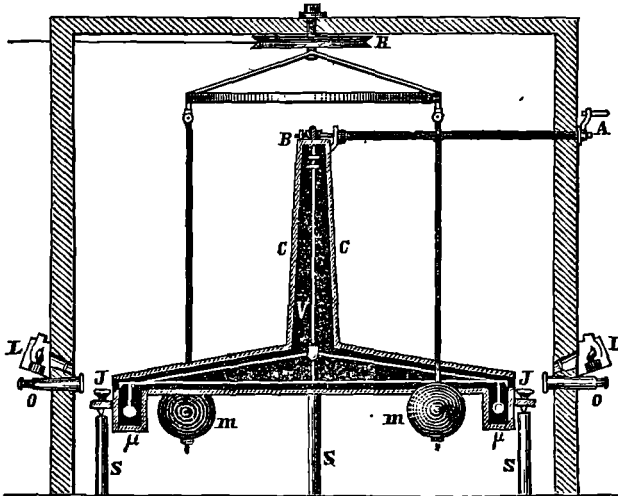


Fig. 24.

rale ale acestui aparatu. La tavanulu unei camere solide si libere de vibratiuni se aterna cu vergele rigide duoe globuri grele m de plumbu, ca de 150—200 Kg. fia-care. Cu ajutorulu unei rote R si a unei corde potemu sa invertimu aceste globuri, fara a intrã in camera care remane inchisa, pentru a evita curenti de

aeru, si le potemu apropiã seu departã de nisce alte globuletie mici μ ca de $\frac{1}{2}$ Kg., aternate asemenea intr'ua cutia inchisa CC . Acesta cutia siede cu patru siurupuri pe patru stalpi solidi S . Verg'a de suspensiune V porta la capu ua rota dintiata B , pusa in miscare de afara printr'ua verga A care se termina cu unu siuruþu ce apuca in rot'a dintiata B . Sistem'a globuletielor μ, μ represinta unu pendulu, liberu de actiunea pamentului si care nu pote oscilã de catu intr'unu planu orizontalu sub influinti'a globurilor m, m , cand ii vomu apropiã de μ, μ . Cuti'a de lemnu CC porta la I crepaturi inchise cu table de sticla in dreptulu ochianelor cu fire verticale O . Lampile L luminedia la I .

Dupe ce prin verg'a A amu adusu pendulele μ, μ in dreptulu firelor verticale din ochianele O, O si le amu lasatu sa se liniscesca, apropiem m, m de μ, μ ; acestea voru intrã in oscilatiune sub influinti'a maselor m, m si vomu potea cu ochianele O sa observamu oscilatiunile si sa le numeramu. Asemenea vomu mesorã distanti'a intre centrele globurilor m si μ . Fia m mas'a unui globu mare, 2λ distanti'a intre μ, μ , seu λ lungimea pendulului de la μ pene la axu verticalu V, d distanti'a intre centrele globurilor μ si M, t timpulu in care pendululu μ executa oscilatiunile sale; γ acceleratiunea exercitata de mas'a m pe pendulu μ ; l lungimea unui pendulu synchronu cu μ oscilandu sub influinti'a pamentului; M mas'a necunoscuta si R radi'a acestui din urma. Dupe legile pendulului vomu avea:

$$t = \pi \sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}} \text{ si } t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

de unde resulta proportiunea :

$$\gamma : g = \lambda : l.$$

Dera dupe legile de atractiune ale materiei, descoperite de Newton :

$$\gamma = \frac{m}{d^2} \text{ si } g = \frac{M}{R^2};$$

prin urmare :

$$\frac{m}{d^2} : \frac{M}{R^2} = \lambda : l;$$

de unde prin deslegarea acestei ecualitati :

$$M = m \frac{lR^2}{\lambda d^2}.$$

R si g sunt cunoscute; d , λ si l se observa la experientia balantei; l se calculeaza atunci prin formul'a

de mai susu $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; prin urmare vomu putea afla si mas'a necunoscuta M a pamentului.

Daca consideramu materi'a ce compune pamentulu ca impartita uniformu peste tot'a intindere a lui, astu-feliu ca sa formodie ua masa omogena, si comparamu acesta masa cu aceea a unui volumu ecualu de apa destilata la temperatur'a de 4^o C., raportulu intre aceste duoe mase ne va da (§ 1) *densitatea media* a pamentului. Acesta densitate media seu $D = \frac{M}{V}$ s'a gasitu prin aceste operatiuni cuprinsa intre 5.48 si 5.67, va sa dica aproape 5.55.

Newton și *Laplace* au determinatu si ei acesta densitate prin consideratiuni teoretice si au gasitu-o asemenea cuprinsa intre 5 si 6.

SECTIUNEA II.

CELE TREI STARI DE AGREGATIUNE ALE CORPURILOR

§ 1. PROPRIETATILE PRINCIPALE ALE SOLIDELOR

Moleculele corpurilor solide au ua cohesiune insemnata, mai mare seu mai mica. Ua consecintia acestei cohesiuni este co solidele au unu volumu si ua forma propria a lor care nu se scamba, de catu intrebuintiandu ua putere esteriora destulu de mare.

Formele solidelor suntu seu neregulate si atunci ele se numescu *amorse*; seu regulate, adico terminate cu fecie naturale plane, si atunci le numimu *cristale*, dicemu co corpurile suntu cristalisate. Unu studiu specialu alu formelor cristaline apartine *Cristalografiei*.

Cristalisatiunea unui corpu se pote face in doue moduri: 1-iu prin *fusiune*; topindu pe focu corpulu uscatu si lasandulu apoi sa recesca el se solidifica, afectandu ua forma regulata; 2-ea prin *solutiune*; solvendu unu corpu intr'unu licidu, evaporandu partialu si lasandu la unu locu rece. Cristalele se facu cu atata mai mari, cu catu recel'a se face mai incetu si mai liniscitu.

Elasticitatea este ua proprietate ce au tote corpurile solide mai multu seu mai pucinu si pene la ua limita determinata.

Deca desformamu unu corpu solidu, prin tractiune, torsiune, flectiune seu compresiune, peste aceea limita, variabila cu natur'a corpului, acesta remane desformatu intr'unu modu permanentu. Intre alti, germanulu *Wertheim*, stabilitu la Paris de la 1848 — 1861, a studiatu experimentalu fenomenele principale ale elasticitati solidelor.

Tenacitatea este aceea proprietate a unui solidu in virtutea carei elu resista la ruptura, cand lu tragemu in sensulu lungimei sele. Dintre metale ferulu si platin'a, din lemne stejarulu in sensulu fibrelor, presinta cea mai mare tenacitate. Ca sa comparamu tenacitatea diferitelor corpuri, le taiamu in forma de vergele prismatice seu cilindrice de aceeasi grosime seu sectiune, le fixamu in positiune verticala la unu capu si la capulu celu-altu aternamu greutate pene sa se rupa.

Resistentia relativa se numesce proprietatea ce au solidele de a resiste la ruptur'a prin flectiune. Esperienti'a a aretatu co resistenti'a relativa unei grindi este proportionala cu latime, cu patratulu grosimei, iara sta in raportu inversu cu lungime. Prin urmare grindi, druguri de feru etc., libere la unu capu, se facu aci mai subtiri, ca sa fia mai usiuri si sa presinte totu aceeasi resistentia ca si la radacina. Calcululu areta c'o forma unei asemenea grindi este aceea parabolica.— Galileo a aretatu co din duoe grindi de aceeasi masa, aceea este mai solida care este gola in interioru; structura oselor ne

areta ua aplicatiune a acestui principiu, facutu chiar de natura.

Ductilitatea si *maleabilitatea* suntu proprietati analoge ce poseda multe din solide, mai alesu din metale, intr'unu gradu forte mare. Unu corpu ce se pote trage in serme subtiri se numesce *ductilu*, precum este planit'a, ferulu, cuprulu, argintulu, aurulu, alam'a etc.; chiar sticl'a pote fi trasa in fire forte subtiri. Unu corpu care pote fi intinsu in foi subtiri, sub lovituri de ciocanu seu sub presiuni mari, se numesce *maleabilu*. Ferulu, cuprulu, plumbulu, zinculu suntu corpuri maleabile; dera cele mai maleabile suntu cositorulu, argintulu si mai alesu aurulu.

Prin *taria* unui corpu, mai alesu in mineralogia, intielegemu resistenti'a ce presinta unu corpu la sgarietura. In feliulu esta diamantulu este celu mai tare, pentru co sgaria pe tote cele alte corpuri, fara ca elu sa pota fi sgariatu de nici unu. Diamantulu nu se pote sgaria si lucrà de catu totu prin elu ensusi, adico cu pulvere de diamantu.

Aceste diferite proprietati ale solidelor depindu de dispositiunea particulara a moleculelor lor, de *structura* lor. Acesta pote fi modificata mai multu seu mai pucinu prin diferite actiuni mecanice, intre alte prin operatiunea calitului. Corpuri, ca ocielu, sticla etc., încaldite tare si apoi recite repede, devinu de ua taria mare care ensa este numai la suprafecia si nu se intinde la ua adencime mare sub acesta; de aceea corpuri calite tare se rupu, se farima mai lesne. Ocielulu calitu tare se rupe si trebue sa fie pucinu

inmuiatu, ca sa capete elasticitate. Sticl'a calita nu este buna de nimicu. *Lacrimile*, astu-feliu numite *battavice*, suntu picaturi de sticla topita, calite in apa rece; ele presinta la suprafecia ua tarie forte mare, indata ensa ce s'a farimatu verfulu, disparu intr'ua pulvere nepalpabila. Caus'a este co corpulu dilatatu prin caldura, apoi recitu rapede, nu a avutu timpu de ajunsu ca sa se contracte pene in interioru, si moleculele din interioru au remasu enca departate intre ele si fara cohesiune.

§ 2. PROPRIETATI GENERALE ALE LICIDELOR

Studiulu licidele se pote face seu sub puntulu de vedere alu ecilibrului, seu considerandule in miscare. In casulu anteu, acelu studiu porta numele de *hydrostatica* ale carei principii fundamentale au fostu puse de *Archimede* pe la anu 250 A. C.; in casulu alu duoi-lea, se numesce *hydrodynamica* si acesta a fostu creata de *Galileo*. Ua ramura speciala a hydrodynamiceii care se ocupa cu aplicatiunile practice ale miscarei licidele ia numele de *hydraulica*.

Licidele au ca si solidele unu volumu propriu alu lor, pe care nu lu potemu scambà de catu intrebuintandu poteri esteriore mai mari seu mai mici. Ele au ensa ua cohesiune mica si nu au nici de cum ua forma proprie a lor, ci iau pe aceea a vaselor in cari se afla. Ceea ce caracteriza mai cu deosebire licidele, este absentia aproape totala de compresibilitate si de elasticitate de compresiune, pentru care cauza licidele suntu numite si *fluide neelastice* seu *necompresibile*. Englesulu *John*

Canton a aretatut cel d'anteiu, pe la 1761, si apoi *Perkins*, pe la 1819, co licidele totusi poseda ua compresibilitate, de si mica de totu, care pentru acesta scapa obicinuitu observatiunei. Dera erà rezervatu dane-sului *Oersted*, pe la 1823, nu numai se probeaie intr'unu modu necontestabilu si liberu de ori-ce objectiune compresibilitatea licidelor, dera enca sa o si mesore, catu este ea de mica. Aparatulu intrebuintiatu de fisiculu danesu s'a numitu *piezometru* si se face in diferite forme. De atunci incoce diferiti alti fisici, servinduse de dispositiuni analoge, au mesoratu asemenea compresibilitatea licidelor; intre alti, francesii *Despretz* si *Régnault*, elvetianii *Sturm* si *Colladon*, *Wertheim* si *Grassi*.

Piezometrulu lui *Oersted*, intr'un'a din formele cele mai comune se compune de unu cilindru solidu de sticla *A* (Fig. 25), avendu in partea superioara ua pompa *P* cu care potemu comprima ap'a din cilindru. La *S* este unu siurupu cu induoitu canalu, precum se vede in figura; in positiunea *I* se

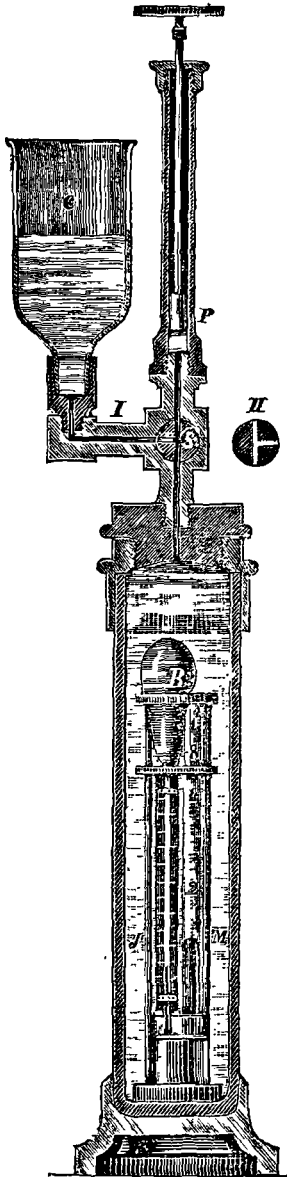


Fig. 25.

afla stabilita comunicatiunea cu unu paharu lateralu *C*, de unde se pote aspirã ap'a cu pompa, tragendu pistonulu in susu; apoi intorcemu siurupulu cu 180° , ca sa vîna in positiunea II, intrerupemu prin urmare comunicatiunea cu paharu *C* si dandu pistonulu in josu, comprimamu ap'a in cilindru *A*. In acesta se afla, asiediate pe ua tabla, ua besica de sticla *B* cu gatu lungu, capilaru si gradatu, si unu *manometru* *M*. Besic'a *B* este adeveratulu piezometru; intr'ensa se afla ligidulu, compresibilitatea carui voimu sa determinamu, despartitu de ligidulu din cilindru printr'unu indice micu de mercuriu *I*. Cand apesamu ap'a din cilindru *A*, acesta apa comprimã ligidulu din besica, redicapdu indicele *I* in susu, ceea ce areta și mesora compresibilitatea ei. *Manometrulu* *M*, formatu de unu tubu gradatu de sticla ce cuprinde aeru atmosfericu, servesce spre a mesurã presiunea exercitata asupra ligidului pentru co, dupe cum vomu vedea mai tardiu, cu catu presiunea cresce, cu atata volumulu aerului din manometru se micusioaredia. Besic'a *B*, priimindu ua presiune ecuala din antru si din afara, conserva volumulu ei nescambatu.

Ligidulu se introduce in besic'a *B* prin metode particulare, aretate in cursuri practice de chimia. Besic'a *B*, tinut'a inclinata cu gur'a tievei intr'ua capsula cu ligidu, se incaldesce pucinu cu ua lampa, ca sa iasa aerulu dintr'ensa; apoi departandu lamp'a, atmosfer'a apesa pe ligidu din capsula si lu introduce in besica. Ca sa aflamu capacitatea ei o cantarimu anteiu gola, apoi plina cu apa pene la ua divisiune, ceea ce ne va da cantitatea de apa dintr'ensa; dupe aceea o mai cantarimu plina

cu cate-va divisiuni mai înainte, ca sa aflam prin diferentia cantitatea apei ce ocupa aceste divisiuni. Raportulu între rezultatulu anteu si cel din urma da capacitatea vasului, adico ne areta cate divisiuni suntu cuprinse in besica.

Ca resultatu principalu alu experimentelor s'a gasitu co compresibilitatea licidelor este proportionala cu presiune, celu pucinu pene la ua presiune de diece atmosfere.

Aci urmedia cate-va cifre aretandu compresibilitatea unor licide in parti ale volumulu primitivu si la presiune de ua atmosfera :

mercuriu.....	0,000003
apa.....	0,000050
alcoolu.....	0,000084.

Compresibilitatea licidelor pare co variedia cu temperatura si cresce cu acesta.

§ 3. ECILIBRULU LICIDELOR INDEPENDENTE DE GRAVITATE

Cand unu licidu se afla in ecilibru, fia-care molecula din interiorulu lui primesce presiuni ecuale din tote partile. Acesta a fostu recunoscutu de catre *Archimede* si este lesne de intielesu co ua molecula licida, primindu presiuni diferite in diferite directiuni, s'ar miscà sub influinti'a presiunei celei mai tari si licidulu n'ar mai sta in ecilibru.

Ua presiune exercitata la ua parte unui licidu se transmite in tote partile lui, in tote directiunile si cu aceeaasi intensitate pretutindeni. Acesta proprietate a

fostu recunoscuta de *Pascal* si porta numele de *principiulu lui Pascal* seu al *ecualei presiuni*. Ea se pote

demonstrã intre alte si printr'unu balonu de sticla (fig. 26) purtandu mai multe gauri din cari cisnesce ap'a cand comprimamu cu unu pistonu.

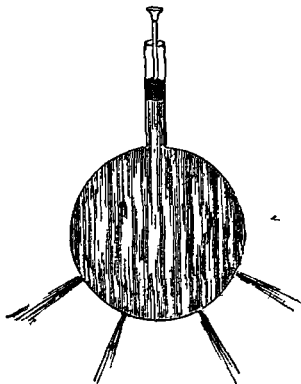


Fig. 26.

De aci resulta co presiunea este proportionala cu sectiune, adico apesandu dopulu *A* (fig. 27) cu ua potere de *m* kilograme, dopulu *B*, sectiunea caruia fia de *x* ori mai mare de catu aceea

a lui *A*, va merge in susu sub ua presiune de $x \times m$ kilograme, si ca sa i oprim miscarea va trebui sa punemu pe densu ua greutate de $x \times m$ kilograme. Acesta ua intielegemu lesne, deca observamu co sectiunea *B* ecivaledia cu *x* sectiuni *A* si co, dupe principiulu lui Pascal, fia-care din ele primesce ua presiune ecuala cu *m* kilograme, exercitata pe *A*; presiunea va fi dera in totalu ecuala cu $x \times m$ kg.

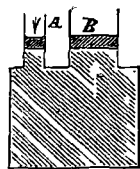


Fig. 27.

Pe aceste principii se basedia constructiunea *preseii hydraulice* care ne da mediulu ca cu ua potere mica sa exercitamu presiuni colosale. Acesta machina ua datorimu de pe la finele secolului trecut (anul 1797) mecanicului englesu *Bramah*; ea ensa nu a inceputu sa fia introdusa in industria intr'unu modu ceva mai generalu, de catu de la 1825 incoce. Ea

se compune de unu vasu solidu de feru V (fig. 28), in care se misca unu dopu de metalu D , frecandu-se intr'unu discu gauritu de piele p . Cu ajutorulu unei pompe P aspiramu apa dintr'unu rezervoriu R si o gonimu prin

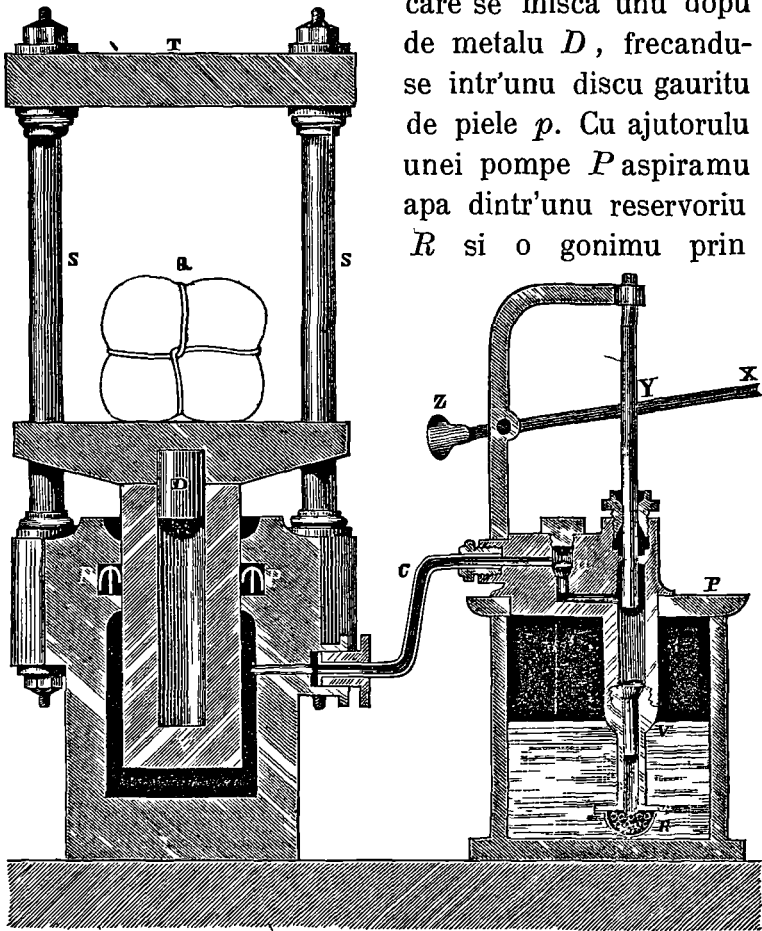


Fig. 28.

canalu C in vasulu V sub pistonu D , asupra carui exercitandu presiunea, lu ridicamu in susu si comprimamu objectele la tabla solida T , sustinuta prin stalpii de feru S . Ventilele v , u cari se deschidu in susu mediulocescu trecerea apei in susu spre canalu

C si nu o lasa sa se intorca inderetu. Diametrulu pistonului *D* fiindu de ex. de 10 ori mai mare de catu acel'a a lui *P*, sectiunea celui d'anteiu va fi de 10^2 seu de 100 ori mai mare de catu aceea a lui *P*. Deca admitemu co braciele de parghie $ZX:ZY=6:1$, lucrandu la *X* cu ua potere de 10 kg., vomu exercita la *P* ua presiune de 60 kg., care la *D* va deveni de 100×60 seu cu 6000 kg. Se intielege ensa co efectulu realu va fi mai micu, din caus'a frecarilor si a perderilor, de si mici, de apa prin diferitele incheeturi ale machinei. De ordinaru in practica efectulu totalu se calculea cu $\frac{1}{4}$ si chiar $\frac{1}{3}$ mai pucinu decatu areta calculu teoreticu.

Pres'a hydraulica se pote intrebuintia nu numai ca sa produca presiuni mari, dera enca pote servi si pentru tractiuni totu asia de mari. Deca de ex. pistonulu de metalu *D* porta la partea inferiora, la *V*₇ ua coda solida de feru, care strabate intr'unu modu convenabilu fundulu vasului *V*₁, atunci pistonulu *D* mergendu in susu va trage dupe sine cod'a si totu ce va fi legatu de densa, producendu astu-feliu ua tractiune puternica.

Aplicatiunile practice ale preseii hydraulice suntu forte numeroase. La fabrici de hartia, de zaharu, la formarea baloturilor, la incercarea soliditati a caldarilor cu vapori etc. gasesce ua intrebuintiare comoda si fara nici unu pericolu, de ore ce numai la esplosiuni nu pote da nascere; pe cand pe de alta parte potemu produce forte usioru presiunile cele mai mari de 50000, de 100000 kilograme si chiar si mai multu deca cere trebuintia. Trebuie enca sa observamu co in acesta machina,

ca și în toate celelalte, nu se credea că poate veni din nimic, adică să nu credem că din o greutate de 10 kg., de ex., naște aceea de 6000 kg., fără altă cheltuială. În genere la mașini nu se credea că pot avea și ceea ce căștigăm în putere, pierdem în timpul și spațiu. În adevăr de la punctul X al pârghii parcurge un spațiu de 12cm , punctul Y parcurge numai 2cm și pistonul cel mare D abia înaintea cu $\frac{1}{109}$ din 2cm adică cu $0,02\text{cm}$, și va trebui să facem 50 lovituri ale pompei P , ca să înaintăm pistonul D cu 1cm .

§ 4. ECILIBRUL LICHIDELOR SUB INFLUENȚA GRAVITAȚII.

I. Suprafața liberă a unui lichid în echilibru se așază perpendiculară pe direcția gravitației, adică orizontală; pentru o altă felie, moleculele lichide din această suprafață, aflându-se pe un plan înclinat, s'ar mișca sub influența gravitației și lichidul n'ar mai fi în echilibru.

II. Toate părțile unui strat lichid orizontal în echilibru sunt supuse la aceeași presiune; coci presiunea fiind mai mare la un punct decât la altul s'ar produce o mișcare. De aici rezultă că *doe lichide omogene*, adică de aceeași densitate, ce se află în două vase care comunică între ele, se înalță până la același nivel, adică au înălțimi egale în ambele vase; pentru o *doe coloane egale* SA și SB (fig. 29) de aceeași secțiune exercita prin greutatea lor presiuni egale pe stratul orizontal SS . Din contra, *doe lichide eterogene*, adică de densități diferite, au înălțimi diferite în două vase

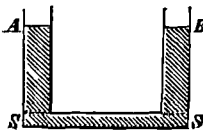


Fig. 29.

cari comunica. In adeveru plecandu de la stratulu orizontalu *SS* (fig. 30) care desparte cele duoe licide, co-

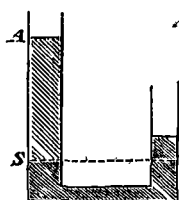


Fig. 30:

lonele *SA* si *SB* a acestor licide eterogene va trebui sa apese sub sectiuni ecuale cu aceeași greutate pe stratulu *SS*; dera greutatile lor suntu proportionale cu mas'a, adico cu densitatea lor. Prin urmare inaltimea colonei *SB* a ligidului celui mai densu va trebui sa fia cu atata mai mica, cu catu densitatea lui este mai mare de catu aceea a ligidului *SA*; de unde resulta *co inaltimele a duoe licide eterogene in duoe vase cari comunica stau in raportu inversu cu densitatea lor.*

III. Presiunea unui ligidu pe fundulu unui vasu este independenta de form'a acestui si proportionala cu inaltimea colonei licide cuprinse in vasu. Olandesulu *Stevin* a descoperitu acestu principiu de hydrostatica pe la 1585, despru care ne potemu da sema precum urmedia. In vasulu din fig. 31 fundulu *AB* priimesce

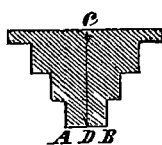


Fig. 31.

presiunea colonei *CD*, pe cand ligidulu versatu in partea superioara mai larga apesa pe peretii laterali ai vasului. — In fig. 32

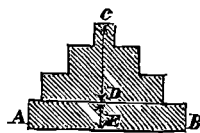


Fig. 32.

fundulu *AB* se afla imediatu sub presiunea colonei *ED*, iara pe densa apesa colon'a *CD*, presiunea carei se transmite inainte intr'unu modu ecualu dupe principiu lu *Pascal*, si astu-feliu bas'a priimesce totu presiunea $CD + DE$ seu *CE*.

Esperimentalu se pote demonstra acestu principiu cu

aparaturii lui *Haldat*, precum și cu acela a lui *Masson*. Acesta din urmă se compune din mai multe vase de sticlă *A*, *B*, *C* (fig. 33) de diferite forme, ensă de același

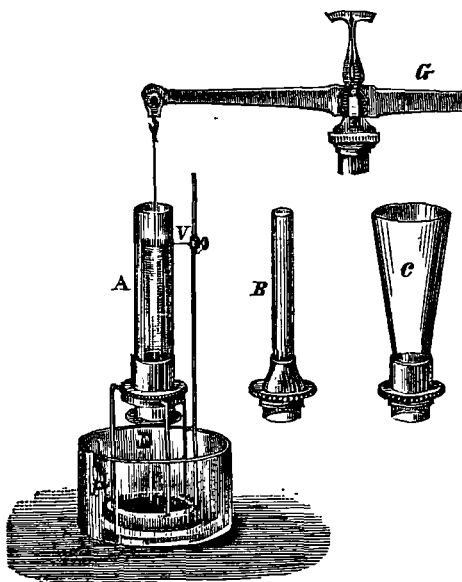


Fig. 33.

fundu care este deschis. Aceste vase se însurupedia succesive pe unu picioru *P*, aflatu într'unu vasu de sticlă mai largu, și se astupa la fundu deschis printr'unu discu *D* ce aterna printr'ua atia la ua bilancia. Umplemu succesive vasele cu apa pene la același nivelu, aretatatu printr'unu verfu mobilu *V*, și vomu vedea co disculu *D* va fi sustinutu cu aceleasi greutate *G*, ori care va fi forma vasului, numai colon'a licida sa conserve aceeasi înaltime.

IV. Presiunea laterala unui licidu pe ua portiune din peretele vasului este ecuala cu suprafeci'a acestei portiuni, immultita cu înaltimea colonei licide, seu cu distanti'a de la centrulu portiunii pene la nivelu licidului, precum se vede în fig. 34. Trebuie sa observamu co punctulu de aplicatiune alu presiunii totale, exercitate pe portiunea *ab*, nu co-



Fig. 34.

incida cu centru figurei c , ci este ceva mai josu, pentru că presiunile hydrostatice cresc cu adăncime de la a spre b și, după teori'a compozițiunei poteriilor paralele (vedi Introducțiune § 6), centrul lor se află mai aproape de puterea cea mai mare. Punctulu p se numește *centru de presiune*.

V. Unu stratu orizontalu în interiorulu unui licidu se afla supusu la duoe presiuni ecuale și de direcțiune contraria, una de susu în josu care depinde de înălțimea nivelulu (vedi mai susu III); și alta de josu în susu care provine, precum se vede în fig. 35, totu din



Fig. 35.

presiunile vecine de susu în josu, transmise după principiulu lui Pascal și de josu în susu. Esperimentalu se pote demonstra acesta (fig. 36) printr'unu cilindru de sticla C deschisu la amenduoe extremitati, astupatu în partea inferioara cu unu disc D , care este sustinutu de pre-



Fig. 36.

siunea de josu în susu și nu cade, chiar deca turnamu apa în cilindru, de catu numai când nivelulu apei va ajunge sa fia ecualu cu acelu esterioru, adico când presiunea interiora de susu în josu va fi ecuala cu aceea exercitata din afara de josu în susu.

VI. Pe acesta se băsedia principiulu hydrostaticu numitu alu lui *Archimede*, adico co unu corpu cufundatu într'unu licidu perde din greutatea lui ua parte ecuala cu greutatea volumulu ecualu de licidu. Ca sa întielegemu acesta, sa consideramu mai anteu în mediulu unui licidu unu cilindru AB (fig. 37) de același licidu. Pe

bas'a superioara acestui licidu apesa presiunea p , iara pe bas'a inferioara presiunea P . Presiunea P fiindu mai mare de catu p , diferinti'a $P - p$ va represintà ua potere care tinde a impinge in susu cilindru AB . Pe de alta parte greutatea g a acestui cilindru licidu AB represinta ua potere care tinde a lu da in josu ; si fiindu-co cilindru AB sta in ecilibru, urmedia co aceste duoe poteri suntu ecuale si de directiuni contràrii, adico $P - p = g$. De unde se vede co diferinti'a de presiune $P - p$ care lu credia pe bas'a inferioara a cilindru AB are de mesura greutatea acestui cilindru licidu. Deca consideramu acum unu corpu ore-care AB (fig. 38) cu greutatea G ,

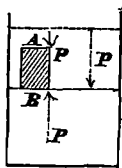


Fig. 37.

vomu avea iara diferinti'a de presiune pe cele duoe baze ale lui $P - p$ care lu impinge in susu si va micusiorà efectulu greutati lui G ; si fiindu-co, dupe cum amu vediutu mai susu, $P - p = g$, greutatea G va fi scadiuta cu catimea g , adico cu greutatea licidului respinsu, ce represinta unu volumu ecualu cu alu corpului cu-fundatu.

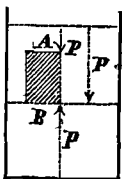


Fig. 38.

Acestu principiu pote fi demonstratu si experimentalu cu ajutorulu bilancei. Numele ce se da acestei, de bilancia hydrostatica, nu este tocmai caracteristicu, pentru co bilanci'a cu care se face esperienti'a nu este de catu ua bilancia ordinara de ua precisiune mai mare seu mai mica. La unulu din braciele unei bilancie (fig. 39) se aterna duoi cilindri, unulu G golu in untru si celu altu p masivu si care intra exactu in cilindru G . Se ecilibredia bilanci'a cu greutati si apoi se cufunda cilindru masivu

p într'unu licidu, de ex. in apa. Bilanci'a se va inclina din partea greutatilor, ceea ce ne areta co cilindrulu p

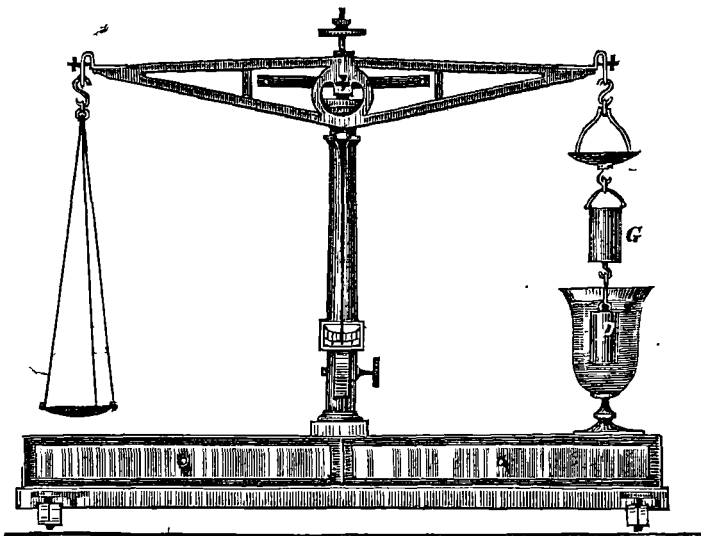


Fig. 99.

a perdutu din greutatea lui. Se torna atunci apa in G si bilanci'a va fi iara in ecilibru, cand G va fi plinu, adico cand s'a adaogatu greutatea volumulu de apa ecualu cu acela alu corpului p .

Pe acestu principiu se basedia plutirea corpurilor in licide, in apa de ex. Unu corpu mai greu de catu volumulu ecualu de apa perde numai ua parte din greutatea lui si prin urmare se cufunda; unu corpu mai usiure de catu apa se va cufunda numai atatu, pene cand volumulu de apa respinsu (mai micu de catu alu seu propriu) va represinta ua greutate ecuala cu a corpului intregu. Corpulu omului este ecualu seu prea pucinu mai greu de catu ap'a de mare si nu i trebuie de cat sa exercite ua mica presiune, ca sa se tina d'asupra apei prin

reactiunea ei. Unu corpu mortu care la inceputu se cufunda in apa, ese mai tardiu la suprafecia, pentru co umflanduse de gaze ce se producu in interiorulu lui prin putrefactiune, respinge acum unu volumu mai mare de apa, care represinta ua greutate mai mare decatu a sa propria.

Innotatorulu lui Descartes (fig. 40) este ua figura mica de sticla cu o besica la capu gaurita in partea inferiora; ea se cufunda intr'unu vasu plinu cu apa legatu la gura cu ua membrana. Deca apesamu cu degetu pe membrana, presiunea se transmite apei care intra in besic'a de sticla comprimendu pucinu aerulu dintr'ensa, si figur'a, devenindu mai grea prin intrarea apei, se cufunda. Cand amu incetatu cu presiune, aerulu din besica gonesce ap'a prin elasticitatea lui, figur'a se usiuredia si se redica in susu.

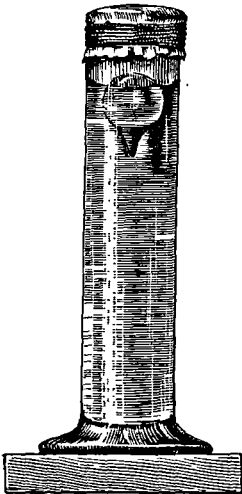


Fig. 40

Duoe seu mai multe licide, cari nu se amesteca intre ele, puse unulu pe altu, se asiedia dupe greutatea lor, celu mai greu la fundu si succesive mai susu pene la celu mai usiure; pentru co dupe principiulu de mai susu, licidulu celu mai greu redica in susu pe cele mai usiuri.

§ 5. DETERMINAREA DENSITATI CORPURILOR

Bilanci'a si principiulu lui Archimede ne dau mediulu

celu mai bunu spre a determinà densitatea corpurilor. Pentru *solide* procedamu precum urmedia. Cantarimu corpulu aternatu cu unu firu de peru la unulu din bra-ciele bilanciei; fia p greutatea lui. Apoi aducemu sub corpu unu paharelu cu apa destilata si la maximum den-sitati (la 4^o C) in care lu lasamu sa se cufunde. Cor-pulu va cantari atunci mai pucinu; fia p' greutatea lui actuala. Diferinti'a $p - p'$ represintà, dupe principiulu lui Archimede greutatea unui volumu de apa ecualu cu alu corpului, si prin urmare $\frac{p}{p-p'}$ ne va da densitatea lui. Resultatulu ast-feliu aflatu are trebuintia de ua co-rectiune, de ore ce p nu represinta greutatea adeverata a corpului, ci trebue maritu cu ceea ce perde, fiindu cantaritu in aeru, iara nu in spatiu golu. Deca insem-namu cu δ densitatea aerului despre apă, cu x greutatea corpulu in golu, productulu $(x-p')$ δ va represintà greu-tatea unui volumu de aeru ecualu cu apa dislocata, seu ecualu cu volumulu corpului si

$$\frac{x}{x-p'}$$

va fi densitatea ceruta a lui. Pe de alta parte greutatea adeverata a corpului este

$$x = p + (x - p') \delta;$$

de unde

$$x = \frac{p - p' \delta}{1 - \delta}.$$

Prin urmare va fi si densitatea ceruta a corpului

$$\frac{p - p' \delta}{1 - \delta} : \frac{p - p' \delta}{1 - \delta} = p' = \frac{p - p' \delta}{p - p'}$$

Pentru determinarea densitatii solidelor pote enca servi si *areometrulu* englesului *Nicholson*. Acestu instrumentu se compune de unu cilindru *T* inchisu si golu in untru, care pote sa fia de tinekeã seu de sticla (fig. 41); la partea superioara se afla unu discu *D* si ua marca fixa *m*; la partea inferioara, unu cosiuletiu *C*. Corpulu,

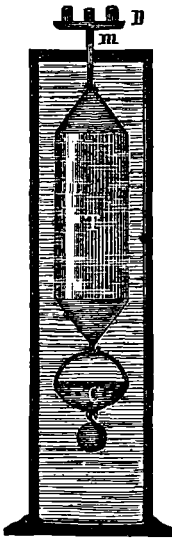


Fig. 41.

densitatea carui se cere, se pune anteu pe discu *D*, aparatulu se cufunda intr'unu paharu cu apa si se adauga greutati (nisipu sau granate) pene ce marc'a *m* sa vina la nivelulu apei. Apoi se ia corpulu dupe discu, si se pune in cosiuletiu *C*. Aparatulu va fi acum mai usiure si va trebui sa punemu greutati pe discu, ca sa lu cufundamu iara pene la marca *m*. Aceste greutati ne areta perderea de greutate a corpului cufundatu in apa, adico greutatea unui volumu ecualu de apa; cunoscendu si greutatea corpului ensusi, vomu avea densitatea lui. Trebuie sa observamu co acesta metoda nu este nici precisa, nici practica, si de aceea nici nu se intrebuintie-dia vre ua data.

Densitatea *licidelor* se pote determinã cu ajutorulu unui *picnometru*, adico a unui flaconu cu dopu de sticla bine potrivit; lu cantarimu succesive plinu cu licidu si cu apa, scademu tarao'a lui, si impartimu remasitiile intre ele, ceea ce ne da densitatea licidulu.

Pentru ua determinare mai espeditiva, ensa si mai pucinu precisa, a densitati licidelor servescu enca si *areometrele* seu *densimetrele*, inventate de *Homborg*,

cari au ua *greutate constanta* si porta diferite numiri dupe scar'a, destinatiunea si constructoru lor, de ex. *alcoolometre, lactometre, volumenometre, Beaumé, Trallès, Rousseau, Fahrenheit* etc. Unu aremetru este formatu de unu tubu de sticla(fig. 42) avendu ua besica gola *B*, ca sa pota pluti pe apa, si ua alta *C* cu greutati intr'ensa ca sa stea in pozitiune verticala, cand pluteste. Divisiunile dupe tubu areta seu imediatu densitatile, seu volumele, seu greutatile (in procente), a substantielor de valoare aflate in licide, de ex. cantitatea de zaharu dintr'unu siropu, procentele de alcoolu dintr'unu spiritualu comerciului etc.



Fig. 42.

Densitatea unui *gazu* se determina cantarindu unu balonu mare de sticla anteiu golu, apoi plinu cu aeru uscatu si in fine plinu cu gazulu in cestiune. Densitatile gazelor se areta in raportu cu aerulu atmosfericu (sub presiunea normala si la temperatur'a 0⁰ C). Densitatea aerului ensusi este $\frac{1}{770}$ din aceea a apei.

Aci urmedia unu tabelu cu densitatile unora din corpurile cele mai comune.

Platina	22	Feru	7.8	Iodu	4.9
Auru	19.2	Cositoru	7.3	Diamantu	3.5
Plumbu	11.3	Zincu	6.8	Grafitu	2.5
Argintu	10.5	Aluminiu	2.7	Sulfu	2.1
Cupru	8.9	Potasiu	0.86	Antracitu	1.3

Rubinu	4.3	Mercuriu	13.6	} la temper. 0° C.
Marmora	2.3	SO ₃ conc.	1.84	
Granitu	2.7	NO ₅ conc.	1.45	
Giatia	0.93	Lapte	1.03	
Stejaru	1.17	Vinu	0.99	
Nucu	0.62	Alcoolul abs.	0.79	

Aerul uscatu la 0° si 760^{mm} dens. $1 = \frac{1}{770}$ a apei

Azotu	0.97
Oxigenu	1.11
Acidu carbonicu	1.53
Hydrogenu	0.07
Cloru.	2.47
Oxidul de carbune.	0.96
Protocarbura de hydrogenu . .	0.55
Bicarbura de hydrogenu . . .	0.98

§ 6. ACTIUNI MOLECULARE LA LICIDE

Intre moleculele unui licid si ale unui solidu in contactu cu ele se exercita atractiuni cari iau unu caracteru specialu, cand se produc intre unu licid si peretii vasului in care se afla, mai alesu deca vasulu este de unu diametru micu ; fenomenele produse in asemenea casuri se numescu *capilare*, erau cunoscute enca pe la 1650 de *Borelli* si *Vossius*, dera *Newton* a fostu acela care a datu adeverata lor esplanatiune, basata pe simpla atractiune. Aceste fenomene constau mai cu seama in form'a concava seu convexa ce iau licidele (apa, mercuriu) la suprafeci'a lor pe langa pereti vaselor in cari se afla, seu in inaltarea lor, respective depre-

siune, in tuburi inguste, numite capilare, si alte asemenea.

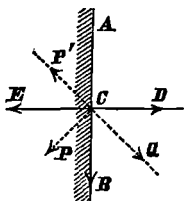


Fig. 43r

Fia AB (fig. 43) peretele verticalu unui vasu in care se afla unu lcidu cu suprafeci'a libera CD . Molecul'a C din suprafeci'a lcidului de langa peretele AB este supusa la cele trei poteri urmetore :

1. Resultent'a Q a poteriilor moleculare de cohesiune a lcidului din cuadrantulu BCD , formandu cu CD si CB unghiuri de 45° ; component'a verticala a acestei poteri in directiunea CB se adaoga gravitati dandu resultent'a B , iara aceea orizontala $CD = Q \cos 45^\circ$ tinde a trage molecul'a C spre D ;

2. Resultent'a P a poteriilor de atractiune exercitate intre molecul'a lcidica C si moleculele peretelui din cuadrantulu BCE , facendu unghiuri de 45° cu CB si CE ;

3. Resultent'a $P = P$ din cuadrantulu ACE . Componentele verticale ale acestor duoé din urma poteri, fiindu ectuale si directe opuse între ele, se anuledia. Componentele orizontale se adaoga si dau poterea resultent'a $CE = 2P \cos 45^\circ$, care lucreadia in directiune opusa poteri $CD = Q \cos 45^\circ$. Aceste duoé poteri: $2P \cos 45^\circ$ si $Q \cos 45^\circ$ se scadu un'a din ceea alta si dau ua resultenta

$$K = (2P - Q) \cos 45^\circ,$$

indreptata spre K (fig. 44) seu K' (fig. 45), dupe cum $2P > Q$, seu $2P < Q$, adico dupe cum adhesiunea lcidului pentru solidu va fi mai mare seu mai

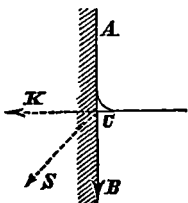


Fig. 44.

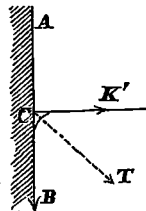


Fig. 45.

mica de catu cohesiunea lcidului ensusi. Potere K , seu

K' , se combina cu puterea B (resultandu din actiunea gravitatiei si din component'a verticala a puterii Q , fig. 43) si da ua resultenta definitiva S (fig. 44), seu T (fig. 45). Dera dupe principiulu I din § 4 generalisatu, suprafeciu'a libera unui lcidu sta perpendicularu pe directiunea puterii (gravitatiei seu altei puteri) care lucreaia asupra lui ; prin urmare lcidulu va luà pe langa perete form'a din fig. 44, seu pe aceea din fig. 45, normala pe resultant'a S seu T . De aci resulta in casulu fig. 44 ua *ascensiune* a lcidului pe langa peretii, iara in casulu fig. 45 ua *depresiune*. Astu-feliu intre apa si sticla se produce ascensiune, intre mercuriu si sticla depresiune.

Ascensiunea lcidelor, respective depresiunea lor, este cu atata mai mare cu catu peretii suntu mai apropieti, precum se vede in tuburi forte anguste, numite capilare; ea sta in raportu inversu cu diametrulu acestor tuburi.

Duoe licide puse in contactu intre ele se amesteca in virtutea atractiunii moleculelor lor si acesta se numesce *diffuziune*; dera ele se amesteca si fara ca sa fia in contactu imediatu, fiindu despartite printr'unu corpu poros, de ex. printr'ua membrana. Acestu din urma fenomenu s'a numitu *endosmosa*, seu mai bine *diosmosa*, si se pote observà de ex. printr'ua dispositiune, numita *endosmetru* lui *Dutrochet*. Unu flaconu micu F (fig. 46) fara fundu, legatu in partea

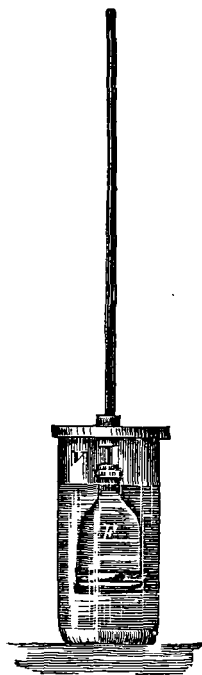


Fig. 46.

inferiora cu ua membrana si terminatu cu unu tubu angustu in partea superiora, cuprinde unu licidu, alcoolu de ex.; acestu flaconu se pune intr'unu vasu mai mare V cu apa si peste catu-va timpu ap'a trece in untru flaconului si alcoolu ese din flaconu. Acestu scambu se face prin porii capilari ai membranei printr'unu efectu de atractiune moleculara. Trebuie sa observamu co aparatulu lui Drouchet nu pote servi pentru a mesorà exactu cantitatile licidelor asupra carora s'a produsu diosmos'a.

§ 7 MISCAREA LICIDELOR

I. Iutiel'a cu care ese unu licidu dintr'ua gaura facuta la peretele unui vasu este proportionala cu radicin'a patrata din adancimea gaurei sub nivelu superioru alu licidului. Acestu principiu a fostu enunCIATU de *Toricelli* si se pote demonstrà experimentalu printr'unu vasu de form'a fig. 47, seu alte analoge, intre carii si acela numitu alu lui Venturi.

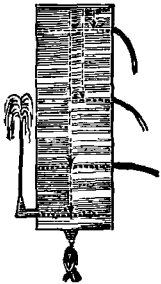


Fig. 47.

II. Form'a venei licide ce curge printr'unu orificiu din peretele verticalu alu unui vasu (fig. 47) este ua parabola cu atata mai intinsa, cu catu gaur'a de scurgere se afla mai adencu sub nivelu licidului.

III. Ua vena licide presinta fenomenulu *contractiunei*, adico se strange la ua distantia de la gaura, apoi presinta pulsatiuni (fig. 47). Aceste fenomene, observate de Newton, se esplica prin impregiurarea co portiunea licidului care ese din orificiu priimesce nu numai presiunea stratelor

de peste ea, dera enca si presiuni laterale in directiuni opuse din partea ligidului ce se rapede din latiri, ca sa umple golu ce lasa ligidulu esindu din gaura.

IV. Canale adaptate la gauri modifica curgerea ligidului in genere. Ua canà in form'a

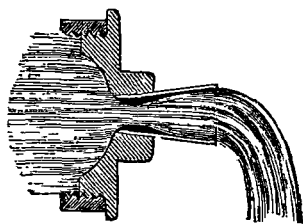


Fig. 48.

vene contractate nu scamba de locu scurgerea ; ua canà conica, deschisa in afara, udata de ligidu, face sa creasca cantitatea de ligidu ce curge, ensa i micusiore-

dia iutiel'a de curgere. (fig. 48).

V. Ligidulu curgendu in tievi lungi perde din iutiela prin frecare ; asemenea si presiunea este impucinata precum se areta in fig. 49.

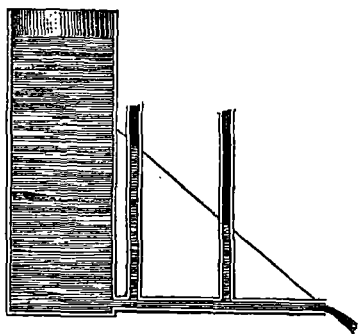


Fig. 49.

VI. Unu ligidu care curge printr'ua gaura intorsa in susu (fig. 47) tinde a se inaltea la acelasi nivelu cu ligidu din rezervoriu, ensa din cauz'a resistentiei aerului re-

mane totu d'auna ceva mai josu. Putiurile, astu-feliu numite *artesiane*, ne dau exemple de cisnituri naturale de apa care venindu de la inaltimi mari curge intr'unu stratu permeabilu (de ex. de nisipu) d'asupra unui stratu nepermeabilu (de argilu).

VII. Ligidulu dintr'unu vasu exercita la duoe puncturi diametralu opuse a unei drepte orizontale presiuni ecuale si opuse cari se anuledia. Cand ensa deschidemu ua

gaura la unulu din aceste duoe puncturi, ligidulu çurgendu,

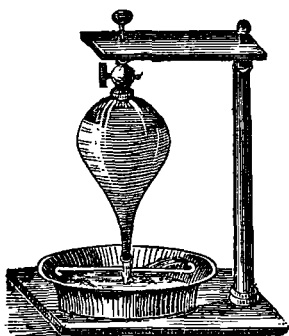


Fig. 50.

un'a din acele duoe presiuni dispare, remanendu ceea alta, care produce fenomenulu *reactiunei* ligidelor, care pune vasulu intregu in miscare in sensu opusu la ace'la a curgerii ligidelor (fig. 50). Asemenea dispositiuni se numescu rote a lui *Segner* seu de reactiune seu *turbine*, si facu acelasi serviciu ca si morile ordinare.

Fig. 50.

§ 8. PROPRIETATI PRINCIPALE ALE GAZELOR

Gazele suntu nisce corpuri cari nu au cohesiune,

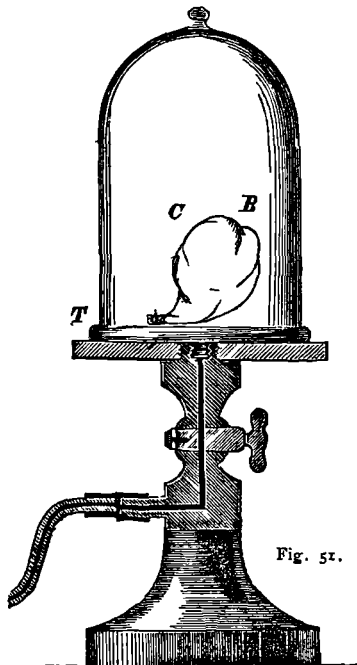


Fig. 51.

nici volumu, nici forma propria a lor. Ele suntu din contra caracterisate printr'ua mobilitate mare a moleculelor lor si prin *expansibilitate*, adico tendinti'a moleculelor lor de a se departa intre ele si prin urmare de a ocupà unu spatiu totu d'auna mai mare. Acesta se pote demonstrà inchidendu pucinu gazu, de ex. aeru, intr'ua besica *B* (fig. 51) pusa pe talerulu *T* a machinei pneumatice (vedi mai la vale § 10) sub unu clopotu

de sticla *C*; scotiendu aeru din clopotu *C* cu ajutorulu acestei machine, gazulu din besica se intinde si acesta se umfla.

Gazele poseda enca ua *compresibilitate* mare; ele suntu corpurile cele mai compresibile. Ele au enca si *elasticitate* seu *potere elastica*, *tensiune*, adico exercita ua presiune pe peretii vaselor in cari se afla; de aceea se numescu si fluide elastice. Acesta se pote vedea comprimendu aerulu de ex. intr'unu cilindru solidu (fig. 52) cu unu pistonu; indata cum incetamu, aerulu comprimat se destinde si redica pistonu.

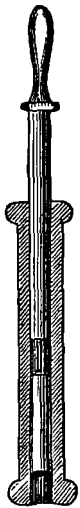


Fig. 52.

Gazele si aerulu fiindu grele, urmedia co corpurile cufundate intr'ense perdu din greutatea lor, conformu principiului lui Archimede relativu la licide. Acesta se pote vedea cu ajutorulu *baroscopului* (fig. 53) care este unu feliu de balancia ecilibrata cu duoe globuri de metalu, unulu micu si masivu, iara celu-altu mare si golu in untru. Asiediendu instrumentulu sub clopotulu unei machine pneumatice si scotiendu aerulu, bilanci'a va aterna in partea globului celui mare, ceea

areta co acesta perdea in aeru mai multu de catu celu mai micu, potrivitu cu volumu celu mare alu lui.

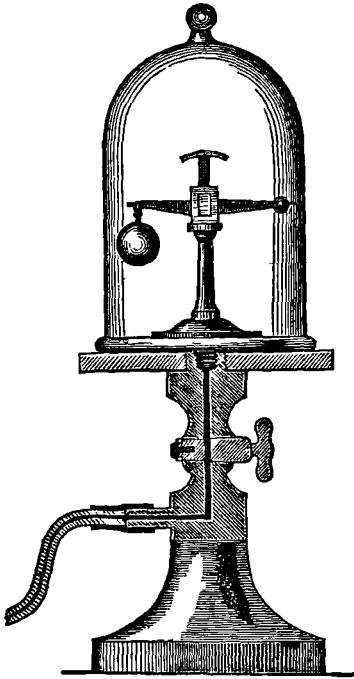


Fig. 53.

Corpurile solide au proprietatea de a condensà pe suprafecia lor cantitati mai mari seu mai mici de diferite gaze. Cantitatea gazului condensatu va fi cu atata mai mare, cu catu corpulu este mai poros, adico co catu elu presinta ua suprafecia mai mare. Astu-feliu prafulu de carbuni (de la erbării) condensa oxigenulu din aeru si se pote aprinde atunci mai lesne, ceea ce cate ua data a causatu si incendiuri.

Licidele absorba asemenea gazele, si cantitatea gazului absorbitu cresce cu presiunea esteriora, exercitata pe suprafeci'a ligidului. Astu-feliu avemu ape gazoase, vinuri musose, ape amoniacale etc., preparate prin saturatiunea ligidului cu diferite gaze.

Dera si gazele se amesteca totu d'auna intre ele si dau fenomenulu *difusiunei*, care constitue un'a din principalele proprietati ale gazelor.

§ 9 AERULU ATMOSFERICU

Dintre tote gazele aerulu atmosfericu este celu mai importantu, atatu prin cantitatea lui, catu si prin dife-

rite actiuni ale lui. Acesta este greu si exercita ua presiune mare, precum au aretatu-o *Otto de Guericke* si *Toricelli*. Deca intindemu ua besica pe unu cilindru deschisu la amenduoe base si asediatu pe disculu machinei pneumatice, scotiendu aerulu de sub besica, acesta ce lasa in josu sub presiunea aerului, pene cand chiar se rupe (fig. 54).

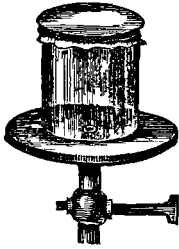


Fig. 54.

Deca potrivimu duoe emisfere (fig. 55), numite *de Magdeburg*, unde au fostu inventate de *Otto de Guericke*, si estragemu dintr'ensele aerulu, apoi nu mai vomu putea sa le despartimu de catu intrebun-

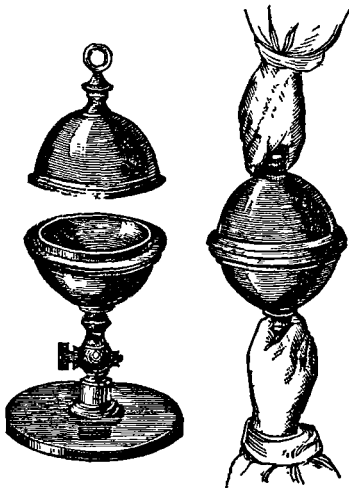


Fig. 55.

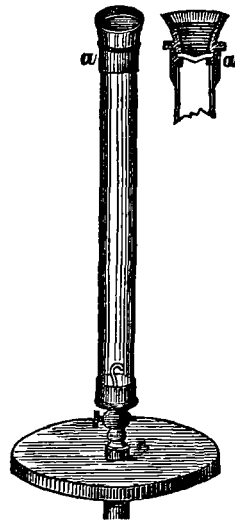


Fig. 56.

intiandu ua potere mare, ca sa invingemu presiunea atmosferei care le tine strense de afara.

Sa punemu ceva mercuriu pe unu discu de lemnu seu de pele *aa* (fig. 56) bine potrivitu intr'unu cilindru

de sticla; mercuriulu nu ya trece in josu. Deca ensa scotemu aerulu de sub discu *aa*, atunci mercuriulu, silitu de presiune atmosferica, va trece prin porii lem-nului seu ai pelei in forma de ploia subtire.

Inaltierea licidelor in tuburi gole si inchise in partea lor superiora ne da enca ua proba pentru presiunea atmosferei. In adeveru presiunea colonei licide din tubu (fig. 57) cere spre eci-librarea ei ua presiune esteriora ecuala cu densa.



Fig. 57.

Aerulu atmosfericu este o amestecatura de duoe gaze de oxigenu, descoperitu de englesulu *Priestley*, si de azotu, descoperitu de scotianulu *Rutherford*. *Lavoisier*, celu d'anteiu, si apoi *Humboldt* si *Gay-Lussac*, *Brunner* din Elvetia, *Dumas* si *Boussingault*, *Biot*, *Arago*, *Régnauld* si alti, au facutu analis'a si au determinatu elementele atmosferei, densitatea ei etc. Dupe aceste studii, atmosfer'a cuprinde in volumu 20.^o parti oxigenu si 79.^o azotu; iara in greutate 23.^o oxigenu si 76.^o azotu. Deosebitu de acestea, atmosfer'a mai cuprinde enca si 0,0004 pene la 0,0006 acidu carbonicu, cantitati variabile de vapori de apa, pe la 0.008, si in fine cantitati forte mici si variandu cu localitate de amoniacu, iodu, cate ua data azotatu de amoniacu, diferite hidrocarbure organice, formandu miasmele, si alte.

Atmosfer'a fiindu unu fluidu versatu pe suprafeci'a

pamentului, form'a ei este analoga cu a pamentului, adico elipsoidala.

Determinarea inaltimei atmosferei a preocupatu multu pe fisici si pe astronomi; din lipsa ensa de date positive pentru solutiunea acestei probleme, rezultatele aflate difera multu intre ele. Resultatulu celu mai probabilu si basatu pe datele cele mai positive este acela aflatu de *G. G. Schmidt* din Giessen, dupe care inaltimea atmosferei ar fi de vre ua 210 kilometre; obicinuitu ensa se ia ca inaltimea ei cifra de 75 km., pentru co stratele superioare, din caus'a marei lor raritati, nu mai potu exercità nici unu feliu de influentia simtitore, nici prin greutatea lor, si enca mai pucinu asupra fenomenelor luminoase ale atmosferei.

§ 10. MACHIN'A PNEUMATICA

Studiulu diferitelor proprietati ale gazelor, dilatatiunea si compresiunea lor, se facu cu aparate descoperite de germanulu *Otto de Guerike* din Magdeburg pe la 1650, numite la inceputu *pompe germane*, apoi pompe, seu *machini pneumatice*. Aceste se facu astadi in diferite forme si dupe diferite sisteme. Pomp'a mica de mana, numita si pompa Gay-Lussac, se compune de unu cilindru de alama *C* (fig. 58). In partea inferiora a lui se afla unu canalu inchisu printr'unu *ventilu* simplu *v*, formatu de ua membrana care se redica pucinu si da drumu aerului, ca sa merge in susu. In cilindru se misca unu pistonu *p*; avendu asemenea unu canalu inchisu printr'unu ventilu *a* totu de membrana. Cand tra-

gemu pistonulu in susu se face golu sub densu, ventilu α sta inchisu sub presiunea atmosferei, ventilu v se deschide pucinu si aerulu din afara se rapede sub pistonu; cand apoi damu pistonulu in josu, ventilu v sta inchisu, α se deschide si aerulu de sub densu pote esi afara.

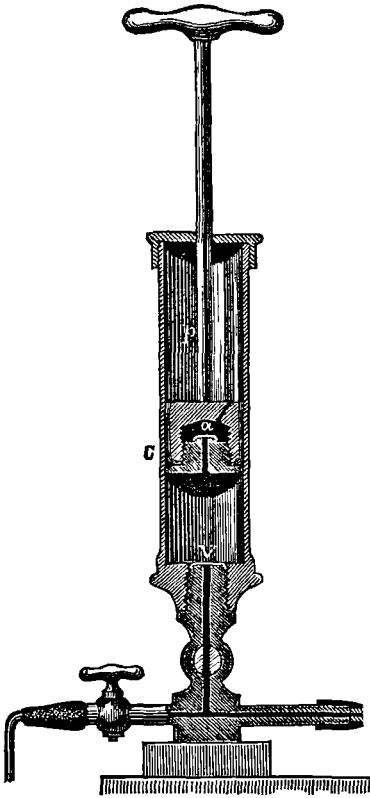


Fig. 58.

Pompele seu machinile pneumatice cele mari se compunū obicinuitu din doi cilindri mari de sticla seu de metalu (fig. 59 si 60), asiediati pe ua tabla de metalu T si fixati prin doi stalpi s, s' si ua tabla ce se afla d'asupra lor. Interiorulu cilindrilor de sticla comunica prin duoe gauri $g g'$ si canalu r cu colon'a gaurita p ce porta unu taleru cu fechia de sticla t , pe care se

punu vasele destinate a fi golite de aeru. In interioru cilindrilor de sticla se afla duoe *pistone* seu dopuri P, P , puse in miscare prin codele lor dintiate, prin rota dintiata R , si prin manivel'a dd . Pistonele (fig. 61) suntu formate dintr'unu cilindru gauritu de metalu incongiuratu de discuri de pele strense intre duoe cercuri de metalu. Gaur'a pistonului este inchisa prin ventile metalice v ,

imbracate cu pele si indesate prin spirale elastice, cari nu permitu ventilelor de a se deschide decatu numai in susu, cand primescu de josu ua presiune. Vergele de metalu V . V' (fig. 59, 60, 61) alunecã in sila mare in gauri facute in discurile de pele ale pistonelor, au ua miscare marginita prin pedecel l , l' si astupa prin dopuri conice de pele alternative gaurile

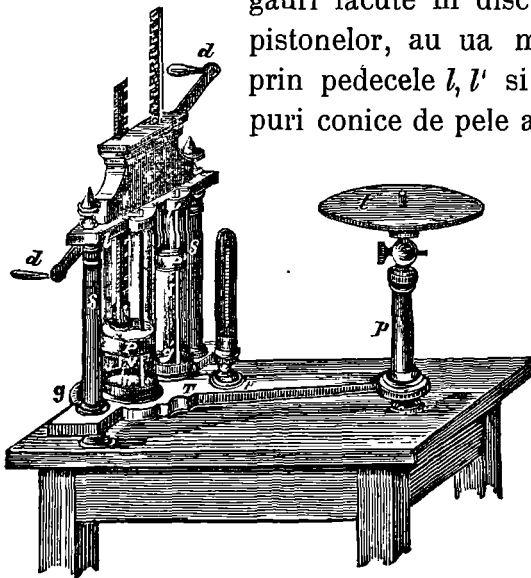


Fig. 59.

g , g' . Unu siurupu gauritu u (fig. 60) servesce ca sa stabileasca seu sa intrerupa dupe voia comunicatiunile.

Dupe acesta descriptiune a aparatului este lesne sa intielegemu modulu

in care functionedia machin'a. Cand pistonulu P merge in susu, verg'a V se redica pucinu si lasa gaur'a g deschisa; ventilu din P remane inchisu si ua portiune de aeru din recipientu pusu pe taleru t se rapede in spatiulu golu de sub pistonu P . La miscarea contraria care se succede dupe ceea d'anteiu, pistonulu P merge in susu si ua a duoa portiune de aeru se rapede sub acesta; Pistonulu P merge acum in josu, gaura g se astupa si portiunea antea de aeru comprimata sub pistonu P , casciga ua tensiune destulu de mare ca sa

redice ventilu dintr'ensu si sa iasa afara. Totu astu-feliu se procede si cu pistonu P^1 , apoi cu P si asia inainte.

Golirea aerului dintr'unu recipientu nu se pote face nici ua data completu, din caus'a co aerulu nu ese dintr'ensu nici ua data de totu, ci se imparte in recipientu si in cilindru pompei, si astu-feliu remane totu d'auna unu restu nescosu. Apoi dupe unu gradu ore-care de rarefactiune care depinde de perfectiunea machinei, diferelele incheeturi ale machinei nu potu sa mai resiste la

presiunea esteriora a atmosferei si cele din urma portiuni

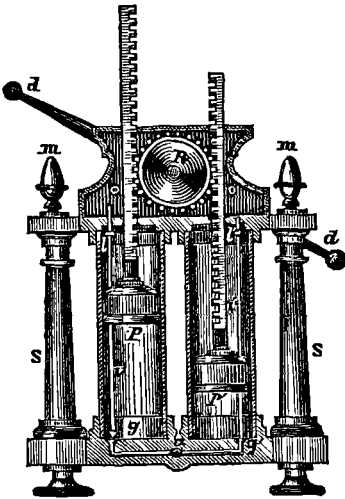


Fig. 60.

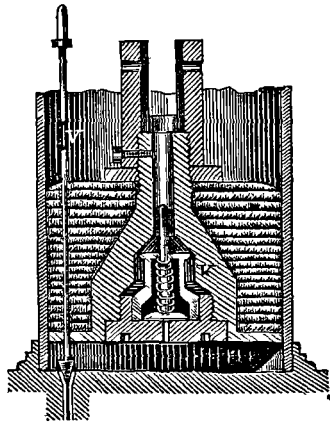


Fig. 61.

de aeru scose prin miscarea pistonelor suntu puse la locu prin presiunea atmosferei. In fine pistonele nu se potu aplicà exactu pe bazele lor si remane sub dense unu spatiu cu aeru numitu *vatematoru*, pe cand pe de alta parte aerulu de sub pistonu, ajunsu la unu gradu mare de rarefactiune, nu mai pote deschide ventilu v (fig. 61) ca sa iasa afara.

Acestu din urma reu a fostu înlaturatu pene la unu

gradu prin diferite dispositiuni, intre alte prin dispositiunea particulara data siurupului u (fig. 60) de catre francesu *Babinet*. Acesta dispositiune se vede in fig. 62 si 63. Siurupulu are unu canalu longitudinalu l si unulu transversalu s , care in functiunea normala a machinei are positiunea din fig. 62 comunicandu cu gaurile gg' . Dera

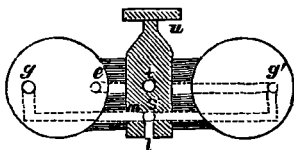


Fig. 62.

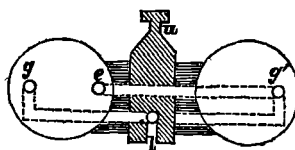


Fig. 63.

acestu siurupu mai are enca duoe canaļuri t si m perpendiculare pe s si din cari m ajunge numai pene la axu si la canalu l , iara t nu comunica de locu cu l . Intorcendu siurupulu cu 90° , precum se vede in fig. 63, remane gaura g , si prin urmare numai unulu din cilindrii machinei, in comunicatiune cu recipientu. Acestu cilindru mai are la fundulu seu enca ua gaura e care prin canalu t se afla acum pusu in comunicatiune cu gaur'a g' din celu altu cilindru. In acesta positiune a siurupului (fig. 63) se continua cu lucrarea pistonelor ca si mai inainte, ensa acum aerulu este scosu numai prin gaur'a g si impinsu prin e in celu altu cilindru. Astu-feliu aerulu se cumuledia in acestu din urma si ajunge la unu gradu de tensiune, in catu sa deschidia ventilu si sa iasa.

Pentru a cunosce gradulu de rarefactiune alu aerului in machina si in recipientu se anexedia la machini dispositiuni particulare, feliuri de manometre, seu barometre scurtate, numite si *probe barometrice*. In fig. 59 se vede una din aceste dispositiuni la r . Unu tubu de

sticla induoitu, inchisu la ua extremitate, cuprinde mercuriu care sta redicatu sub presiunea atmosferica si se afla pusu sub unu clopotu de sticla in comunicatiune cu canalu care duce la recipientu. Cand se face golu, presiunea pe mercuriu micusioranduse, acesta cade in braciulu inchisu, si colonele de mercuriu tindu a deveni ecuale in amenduoe bracie cu atatu mai multu cu catu inaintedia gradulu de rarefactiune.

Miscarea manivelei *dd* (fig. 60) fiindu ostenitore, se facu astadi machini pneumatice cu *miscare de rotatiune*. Machin'a este aceeaasi, numai manivel'a *dd* este inlocuita printr'ua sistema de rote dintiate, astu-feliu incatu printr'ua miscare continua de rotatiune se produce miscarea alternativa propria a rotei *R*.

S'au construitu machini cu *induoitu efectu*, adico cu unu singuru cilindru de sticla care scote aerulu prin amenduoe base ale lui si aduce efectulu a duoi cilindri.

Se facu in anii din urma machini in cari pistonulu se misca in cilindru fara frecare, lasandu unu spatiu forte micu intre densu si peretii cilindrului; se intielege co cu aceste machini nu se pote ajunge la unu gradu prea mare de rarefactiune.

In fine germanulu *Geissler* a construitu machini de sticla cu mercuriu cari facu golu absolutu seu golu barometricu; ele suntu basate pe principiulu dupe care se face golu in camera barometrica (vedi § 11 barometru) si se construescu in diferite forme, dintre cari aceea *Geissler* si *Sprengel* sunt cele mai usitate.

¶ *Machinile de compresiune* suntu analoge cu acele de dilatatiune descrise pene acum, numai ventilele au ua

dispositiune inversa, adico se deschidu in untru, pe cand la machini de dilatatiune ele se deschidu, precum s'a aretatu mai susu, in afara. Cu modulul acesta se introduce aeru seu veri ce altu gazu in recipientu, fara ca sa mai pota esì afara. Se intielege co aceste machini fiindu şupuse la presiuni mari trebuie sa presinte ua soliditate mare de constructiune.

§ 11. BAROMETRULU

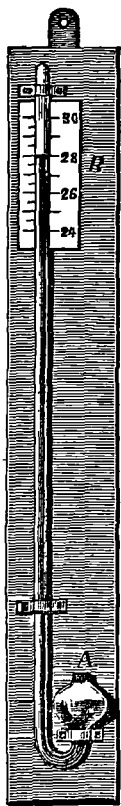


Fig. 64.

Italianulu *Toricelli* a atribuitu celu d'anteiu inaltiarea licidelor in tuburi gole presiunei exercitate de catre atmosfera pe suprafecia libera a lor; si cand, la extractiunea apei de la unu putiu prin canalulu unei pompe, ap'a a refusatu de a se inaltia mai susu de vre ua 9 metre, Toricelli a recunoscutu co inaltiarea apei si a licidelor in genere in tuburi gole nu numai co da ua proba pentru presiunea atmosferei, dera enca pote servi si pentru a mesora marimea acestei presiuni si astu-feliu a inventatù *barometrulu*.

Barometrele se facu in diferite forme; dintre cele mai simple suntu acele represintate in fig. 64, numite ale lui *Toricelli*. Ele se compunu de unu rezervoriu *A* si ua tieva de sticla *B* inchisa in partea superioara, amenduoe pline cu mercuriu. Diferinti'a intre cele duoe niveluri *A* si *B*, seu colon'a mercuriala *AB*, mesora presiunea atmosferei. Mercuriulu trebuie sa fia celu mai cu-

ratu posibilu, coci altu-feliu densitatea lui variedia si mercuriulu adhera mai multu seu mai pucinu la peretii tubului.

Asemenea spatiulu *B* d'asupra colonei de mercuriu trebue sa fia absolutu golu, coci present'a celei mai mici cantitati de aeru ar apesà colon'a *B* in josu si aretarile aru fi neexacte. Acestu spatiu golu se numesce *camera barometrica* seu *golu lui Toricelli*.

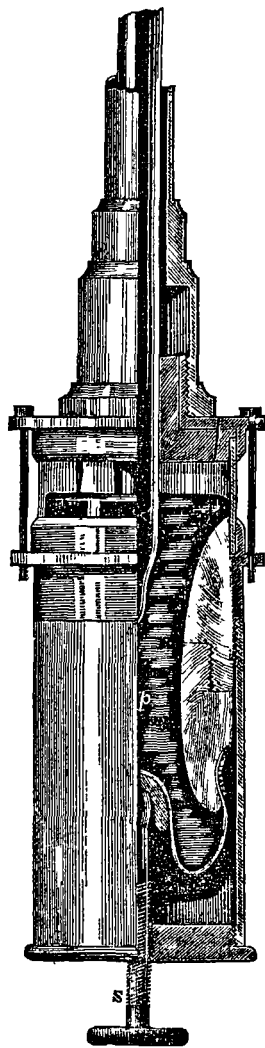


Fig. 65.

Barometrulu numitu alu lui *Fortin* este totu unu barometru Toricelli in care ensa mercuriulu din rezervoriu se pote aduce totu d'auna la acelasi nivelu aretatu printr'unu verfu de fildesiu (fig. 65). Reservoriulu de sticla are fundu de pele *p*, ce se pote redicà seu lasà in josu printr'unu siurupu *s*.

Barometrulu lui *Gay-Lussac* seu cu *sifonu* (fig. 66) este formatu de unu tubu de sticla induoitu in partea inferiora in forma de sifonu, avendu aci ua gaura capilara *s* prin care se pote transmite presiunea atmosferica, fara ca sa pota esi mercuriulu afara la diferite miscari cu barometru.

Bunten a adusu ua perfectionare de ceea mai mare importantia la barometrulu Gay-

Lussac, terminandu tubulu celu lungu cu unu verfu capilaru v (fig. 67). Acesta are de scopu sa opresca aerulu de a intrà in camera barometrica la diferite miscari si inclinari ce potemu face cu barometru.



Fig. 66.

Barometrele de observatiune se transporta si se conserva obicinuitu in positiune inversa, ca sa nu se bata mercuriulu in sticla si ca sa nu intre aeru in camera barometrica. Cand voimu sa observamu, le punemu in positiune drepta, aternandule verticalu intr'unu modu ore-care. Barometrulu se cunosce deca este голу de aeru, dupe sunetulu ce da mercuriulu lovindu sticl'a, cand inclinamu pucinu tubulu.

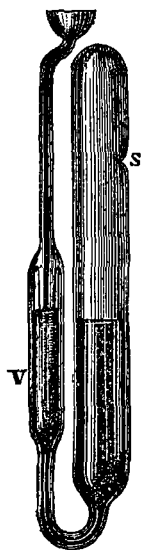


Fig. 67.

Barometrulu cu *cadranu* (fig. 68), este totu unu barometru Gay-Lussac in care variatiunile nivelulu mercurialu suntu transmise unui acu ce se misca inaintea unui cadranu. Aculu este fixatu la centrulu unui scripete pe care este infasiorata ua atia cu duoe greutati, una de sticla p plutindu in mercuriu, ceea alta p' , mai mica de catu p , servindu ca sa tina ati'a totu d'auna intinsa.

Barometrele *metalice* seu *aneroide* seu *holosterice* etc., unele numite si *Bourdon*, suntu barometre in cari mercuriulu se afla inlocuitu prin lame elastice de metalu. Unulu din ele (fig. 69) este formatu de unu tubu meta-

licu de sectiune eliptica in form'a unui inelu A , golu in untru, care lucrea cu extremitatile sele prin articulatiuni asupra parghii pp legate invariabilu cu sectorulu dintiatu s , care pote misca ua rota asemenea dintiata r , ce porta unu acu α mobilu inaintea unui cadranu. Presiunea atmosferica crescendu strenghe inelulu metalicu si acesta miscare se transmite acului α ; cand presiunea atmosferica scade, inelulu se redeschide prin elasticitatea lui si transmite acului miscarea inversa.



Fig. 68.

inregistre-
dia singure prin meto-
de mecanice seu foto-
grafice, astu-feliu co se
pote vedea pe foia de
hartia cu inregistrare,
ce inaltime a ocupatu
colon'a barometrica la
fia-care momentu si in
cursulu fia-caria dilei.
Descriptiunea acestor
instrumente apartine

Divisiunile la ori ce barometru se areta in *linii* seu in *milimetre*. Barometrele cu cadranu si acele metalice se gradedia dupe unu barometru cu mercuriu cu indicatiuni directe.

In fine trebuie sa observamu co se construiescu barometre ale carora aretari se

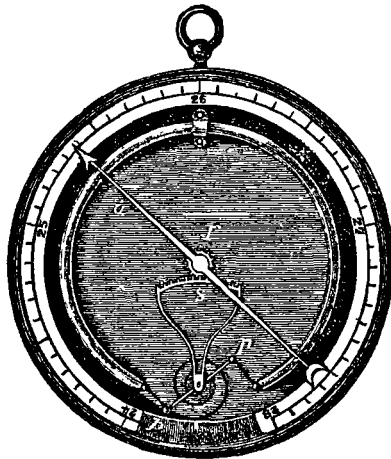


Fig. 69.

mai multu la cursuri de Meteorologia, unde ele gasescu mai cu seama aplicatiunea lor.

Aretarile barometrului au trebuintia de duoe corectiuni *un'a* relativa la dilatatiunea prin caldura, *a doua* relativa la actiunea capilaritati.

1) Colon'a de mercuriu a barometrului se dilata la caldura, se contracta la frigu, si prin urmare trebuie micusiorata, respective marita, cu ua catime care se pote calcula dupe formulele ce vomu da la teori'a caldurei. *Winkler* a calculatu tabele dupe acele formule din cari s'au estrasu rezultatele inscrise mai la vale. Acestea suntu esprimate in parti de milimetru si se scadu la temperature superioare de 0^0 , iara se adaoga la temperature inferioare de 0^0 . Fiindu-co ensa totu de ua data se dilata seu se contracta si scar'a, care este obicinuitu de alama, trebuie ca corectiunea din tabela sa fia mai anteu modificata, adico micusiorata aproape cu a $\frac{1}{10}$ parte, caci dilatatiunea mercuriului fiindu $\frac{1}{5550}$, aceea a alamei este $\frac{1}{52548}$. Astu-feliu barometrului aretandu 760^{mm} si temperatur'a fiindu de 15^0 C , gasimu in tabela cifr'a $2^{\text{mm}}05$; acesta se micusioarea cu $\frac{1}{10}$ parte adico $2,05 - 0,20 = 1,85$ si inaltimea barometrului va fi $= 760 - 1,85 = 758,15$. Temperatur'a fiindu de -15^0 amu avea pentru inaltimea adeverata a barometrului $760 + 1,85 = 761,85$.

mm	1^0	5^0	10^0	15^0	20^0	25^0	30^0 C .
700	0.18	0.63	1.26	1.89	2.52	3.15	3.78.
720	0.18	0.65	1.30	1.95	2.60	3.24	3.89.
740	0.18	0.68	1.33	2.00	2.67	3.33	4.00.
760	0.14	0.69	1.38	2.05	2.74	3.42	4.11.
780	0.14	0.70	1.40	2.11	2.81	3.51	4.22.

2) Corectiunea relativa la capilaritate este mai greu de determinatu, din cauza ca depresiunea capilara depinde de diametrulu tubului barometricu, de meniscu, de curatieni'a mercuriului, de temperatura si de alte. Aci damu cate-va rezultate relative la unu barometru cu meniscu de 1^{mm};

DIAMETRULU TUBULUI	DEPRESIUNEA IN MILLIM.	
2mm	2.34	} aceste catimi se adaoga la inaltimea observata.
3	1.07	
4	0.57	
5	0.30	

Barometrulu ne da mediulu de a calcula greutatea si presiunea ce exercita atmosfer'a pe ua suprafecia data. Astu-feliu deca consideramu ua colona de mercuriu cu sectiunea de 1^{cm} patratu, inaltimea fiindu de 76^{cm}, volumulu va fi de 1×76 seu 76^{cm} cubice; acesta cifra immultita cu densitatea mercuriului = 13,6 ne va da greutatea si prin urmare presiunea unei colone de atmosfera pe ua suprafecia de 1^{cm} patratu, esprimata in kilograme si = 76×13,6 seu = 1 kg. 034; de aci urmedia ca presiunea atmosferei pe unu metru patratu este 10000×1.034 seu = 10340 kilograme.

Presiunea atmosferica, prin urmare si inaltimea barometrica, nu remane constanta la unu si acelasi locu, ci este supusa la variatiuni continui, parte periodice, parte accidentale. Astu-feliu in cursulu unei zile barometrulu presinta duoe maxima, diminetia pe la 9 ore si sera totu la aceeasi ora, si duoe minima, pe la 4 ore

după amiază și la 4 ore dimineața. Observându-l pe fiecare oră, și făcându-l mediu, vom avea *mediile* care se cufundă cu înălțimea barometrică pe la 12-1 ora din zi. Ca *înălțimea normală* a barometrului se socotește aceea observată la suprafețea mării într'unu timpu senin și la temperatură 0°C . Această înălțime normală la ecuator este $= 760^{\text{mm}}$, varierea însă cu latitudinea geografică, astu-felie încatu în București la nivelul mării ar fi $= 762^{\text{a}}$.

Variațiunile accidentale ale barometrului nu sunt supuse la legi fixe, seu celu pucinu aceste legi nu ne sunt încă cunoscute; ele ne arată numai turburări în echilibrul atmosferei de la cari potu rezultă ploie, vântu, furtuna etc; ele nu potu prezice schimbările timpului de catu într'unu modu empiric și numai atunci cu ore care certitudine, când consultăm totu de ua dată și alte fenomene meteorologice, precum temperatură, starea higrometrică etc. În genere ua scădere rapede a barometrului arată că s'a întâmplat ua turburare violentă în atmosferă, de la care ar putea rezultă ua ploie rapede, unu vântu tare etc.; ua scădere continuă în cursu de cate-va zile prezice cu ore care siguranță sosirea unei ploie liniștite și mai lungi; la ua redicare continuă a barometrului ne putem accepta la îndreptarea timpului; iară când barometrul rămâne staționar, acesta nu este totu d'auna semn de bunătatea timpului. În genere concluziunile noastre din arătările barometrului nu au valoare, decatu numai când lu observăm continuu și în schimbările sale, iară nu cate ua dată și când rămâne staționar.

Inaltimea barometrului scade cu catu ne redicamu mai susu d'asupra suprafecei pamentului. Cu catu ne redicamu mai susu, cu atatu lasamu sub noi strate de atmosfera mai dense si prin urmare mai grele, cari nu mai apesa pe barometru. Ua colona de atmosfera de la ua inaltime ore-care in susu, la care lipsescu partile inferiore cele grele si dense, nu pote redicā colon'a de mercuriu din barometru la aceeasi inaltime ca la suprafecei'a pamentului. Astu-feliu pe unu munte, intr'unu aerostatu, barometrulu areta mai pucinu decatu 760^{mm}, pote 700, 650, 600^{mm} etc., dupe cum inaltimea d'asupra nivelului marilor va fi mai mica seu mai mare.

§ 12. MESUR'A INALTIMILOR CU BAROMETR'U

Scaderea barometrului d'asupra pamentului ne da mediulu de a mesorā inaltimi de munti, de aerostate etc., fara altu instrumentu de catu barometru. Mai multi fisici

au stabilitu formule pentru a calculā aceste inaltimi; cea mai simpla este aceea a astronomului englezu *Halley*. Sa consideramu duoe statiuni *B* si *b* (fig. 70) intre cari voimu sā aflamu diferinti'a de nivelu $Bb = I$. Fia inaltimele barometrice, observate simultaneu la aceste duoe statiuni, respective *B* si *b*. Sa ne inchipuimu atmosfer'a de la *B* pene la *b*

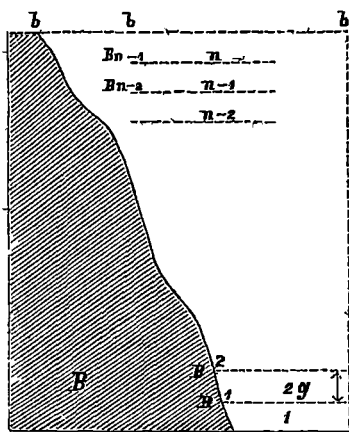


Fig. 70

impartita în n straturi de aceeasi grosime g, astu-feliu

in catu $n \times g = I$. Sa insemnamu cu $B_1, B_2, B_3, \dots, B_{n-2}, B_{n-1}$ inaltimile barometrice la aceste diferite strate, cu d, d_1 , densitatile acestor din urma. Greutatea unei colone de aeru din stratulu 1 cu sectiunea = 1 cm. patratu va fi = dg ; dera totu aceeaasi greutate o potemu areta si prin diferinti'a $B - B_1$ a presiunilor atmosferice la cele duoe fecie ale stratului 1; prin urmare

$$B - B_1 = dg, \text{ seu } B = B_1 + dg.$$

Dera dupe legea lui *Boyle-Mariotte* (vedi § 13) densitatea unui gazu este proportionala cu presiunea sub care se afla, adico insemnandu cu c ua constanta, va fi $d = cB_1$, si prin urmare

$$B = B_1 + cgB_1, \text{ seu } B = B_1 (1 + cg).$$

Aplicandu acesta formula la cele alte strate: 2, 3, ..., $n-1$ si n , si observandu co c si g suntu constante pentru tote stratele, vomu avea:

$$B = B_1 (1 + cg)$$

$$B_2 = B_2 (1 + cg)$$

$$B_3 = B_3 (1 + cg)$$

.

.

.

$$B_{n-2} = B_{n-1} (1 + cg)$$

$$B_{n-1} = b (1 + cg)$$

Immultipindu tote aceste ecualitati intre ele vine:

$$B = b (1 + cg)^n.$$

Luandu logaritmi la ambi membri:

$$\log. \frac{B}{b} = n \log. (1 + cg).$$

Desvoltandu membrulu alu duoilea în seria dupe formul'a

cunoscuta $\log. (1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} - \dots$ vine :

$$\begin{aligned} \log. \frac{B}{b} &= n \left(cg - \frac{c^2g^2}{2} + \frac{c^3g^3}{3} - \dots \right) \\ &= ncg \left(1 - \frac{cg}{2} + \frac{c^2g^2}{3} - \dots \right) \\ &= cI \left(1 - \frac{cg}{2} + \frac{c^2g^2}{3} - \dots \right) \end{aligned}$$

Cu catu numerulu stratelor n este mai mare cu atatu grosimea lor g devine mai mica si la limita tinde a deveni $= 0$. Atunci ecualitatea din urma se reduce la

$$\log. \frac{B}{b} = cI \text{ seu } I = \frac{1}{c} (\lg B - \lg b).$$

care este formul'a lui Halley.

Aplicandu acesta metoda la inaltimi cunoscute J , vomu potea determinà factorulu constantu $\frac{1}{c}$, acesta este $= 18394$, variedia ensa pucinu cu latitudine geografica si cu temperatura.

§ 13. COMPRESIUNEA SI DILATATIUNEA GAZELOR

Proprietatea cea mai importanta a gazelor este dilatabilitatea si compresibilitatea, prin urmare presiunea seu tensiunea lor. Unu gazu se pote dilată catu de multu ; compresibilitatea ensa este limitata prin impregiurarea, co cele mai multe gaze comprimate mai multu seu mai pucinu devinu licide. Gaze *permanente* suntu forte pucine de ex. oxigenulu, hidrogenulu, azo-

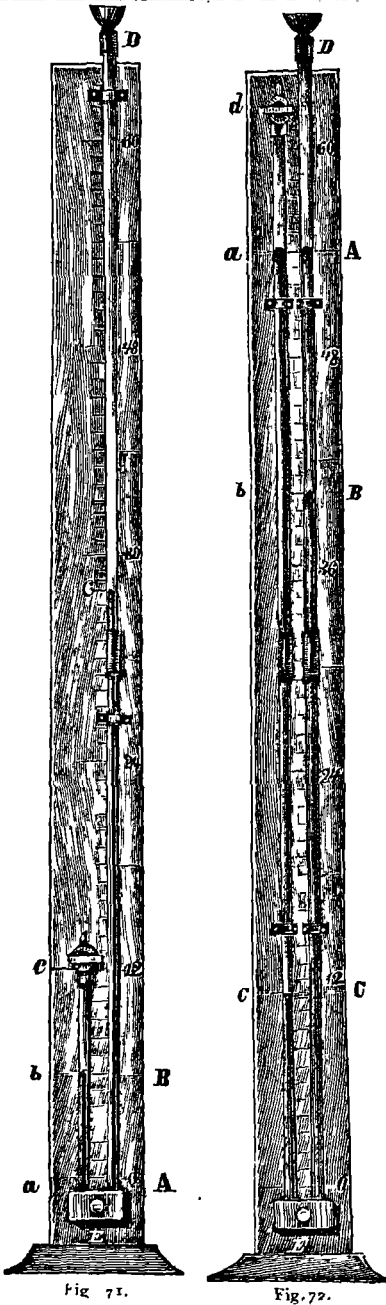


Fig. 71.

Fig. 72.

tulu si enca vre ua duoe gaze compuse. Se scie ensa astadi, co si aceste gaze au potutu fi reduse in licide, de si in cantitati escesive mici si cu cea mai mare dificultate; astu-feliu in catu in realitate nu exista nici unu gazu absolutu permanentu. Vē-zi teoria calduri § 8.

Presiunea seu tensiunea unui gazu sta cu volumulu seu intr'ua legatura care porta obicinuitu numele de *legea lui Mariotte*, care a facutu-o cunoscutu lumei in anulu 1679, de si ea a fostu descoperita multu mai inainte (la 1662) de englesulu *Boyle*. Acesta lege se pote enun-
ciã astu-feliu: *volumulu unui gazu sta in raportu inversu cu presiunea seu tensiunea lui.*

Acesta lege se pote demonstrã experimentalu prin aparatele din fig. 71 si 72. In fig. 71 unu tubu

lungu de sticla AC comunica cu unu alu duoilea scurtu ac ce se pote inchide in partea superioara cu unu siurupu c ; se torna prin palnia D ceva mercuriu, astu-feliu ca nivelulu sa fia acelasi Aa in amenduoe tievile; atunci avemu in ac unu volumu de aeru inchisu sub presiunea unei atmosfere ce apesa la A . Apoi mai turnamu mercuriu, pene cand nivelulu sa se urce la b de ex., pene cand volumulu de gazu sa se reduca la jumetate; atunci nivelulu in tiev'a din dreapta va sta la C de ex., astu-feliu ca colon'a mercuriala BC sa represinte ua inaltime barometrica. De unde se vede, co volumulu fiindu redusu la jumetate, presiunea s'a induoitu. Astu-feliu potemu merge inainte, reducendu volumulu la a treea, a patra parte si colon'a de mercuriu, socotindu si presiunea atmosferica, va cresce in acelasi raportu.

Dispositiunea fig. 72 ne da mediulu de a constata aceasta lege si cand presiunea va fi mai mica de catu ua atmosfera. Se pune mercuriu pene la Aa , se inchide siurupulu d si prin urmare unu volumu de aeru da sub presiunea unei atmosfere ce apesa la A . Apoi deschidemu canao'a E si lasamu sa curga mercuriu, pene sa scadia nivelulu la b de ex.; atunci nivelulu in tubulu deschisu va scadea mai multu, pene la C , astu-feliu ca colon'a bc sa fia de $\frac{1}{2}$ atmosfera; ceea ce areta co presiunea aerului din spatiulu induoitu db s'a redusu la jumetate.

Dulong si *Arago* au constatatatu acesta lege la presiuni inalte, pene la 27 atmosfere, servinduse de ua dispositiune despre care ne da ua idee fig. 73. La A este ua caldare solida continendu mercuriu si d'asupra untu

de lemnu pe care comprimemu cu ajutorulu unui siu-
rupu tare cu pistonu. La drepta, mércuriulu
este gonitu intr'unu tubu solidu de sticla *B*, in-
chisu susu, unde comprima aerulu si i reduce
volumu la $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc. La *C* mercuriulu se
urca liberu in tuburi deschise de sticla *c*, po-
trivite unulu pe celu altu, cu atata mai multu,
cu catu comprimemu mai tare la *A*; astu-feliu
avemu ua mesura pentru presiunea sub care
se afla inchisu aerulu in *B*.

Régnault a constatat co legea lui Mariotte
presinta mici diviatiuni la presiuni forte inalte;
aceste diviatiuni ensa nu suntu
de nici ua importantia in prac-
tica, ca fiindu neperceptibile
pentru presiuni de unu numeru
micu de atmosfere.

Oersted si *Schwendsen* la
1826, si mai tardiu *Despretz*
si *Pouillet* au aretatu co dife-
ritele gaze au si diferite com-
presibilitati. Caus'a este impre-

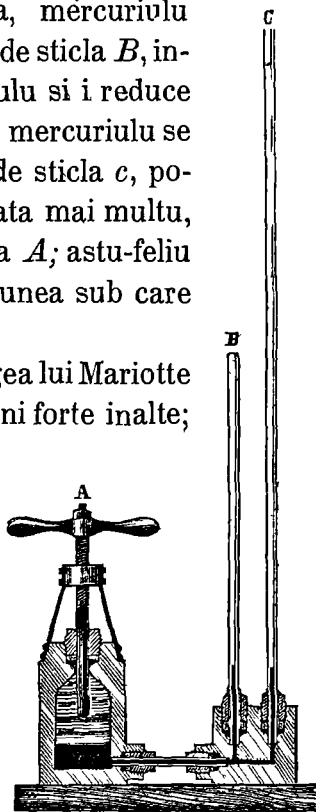


Fig. 73.

giurarea co gazele la ua presiune mai mare seu mai
mica devinu licide. Cu catu ensa unu gazu se trans-
forma mai greu in licidu si cu catu este mai departe
de condensatiunea ceruta pentru acesta, cu atatu
compresibilitatea lui se aproprie mai multu de legea lui
Mariotte.

§ 14. MANOMETRULU

Gradulu de condensatiune seu de raritate a unui gazu, respective puterea lui elastica, se constata cu ajutorulu instrumetelor numite *manometre*. Manometrulu cu *aeru liberu* se compune de unu tubu lungu de sticla *T* (fig. 74) fixatu la unu rezervoriu *R* cu mercuriu. Unu canalu *C* pune manometrulu in comunicatiune cu spatiulu unde se afla gazulu seu vaporile ale carora tensiune voimu se cunosemu. Acestea apesandu pe mercuriu lu redica la inaltimea de una, duoe etc. colone barometrice, la cari trebuie sa adaogamu enca presiunea atmosferica. Se intielege de sine co acestu manometru nu pote fi intrebuintatu practiculu nici ua data, din cauza lungimei mare ce trebuie sa aiba, ca sa areta fia numai cinci seu sese atmosfere, precum si din caus'a fragilitati celei mari ce ar presinta tievi de sticla dispuse in atata lungimea.

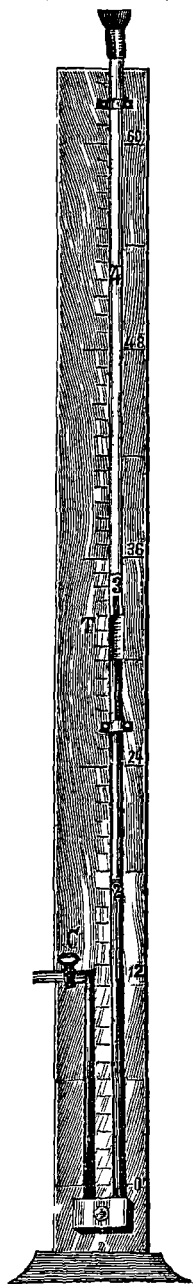
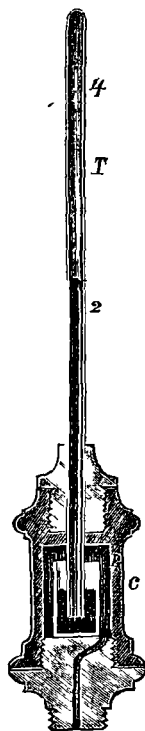


Fig. 74.



Ffig. 75.

Manometrulu cu *aerul comprimat* (fig. 75) se compune de unu tubu de sticla *T*, scurtu si forte solidu, resturnatu intr'unu paharelu *P* cu mercuriu, inchisu într'unu cilindru de alama *C* care comunica cu spatiulu unde se afla gazulu seu vaporile. Sub presiunea acestor din urma, mercuriulu se inaltia in tubu si comprima aerulu intr'ensu, reducendui volumu dupe legea lui Mariotte la $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ din volumu primitivu, ceea ce ne areta ua presiune de 2, 3, 4 atmosfere.

Manometrulu *metalicu* (fig. 76), celu mai practiculu

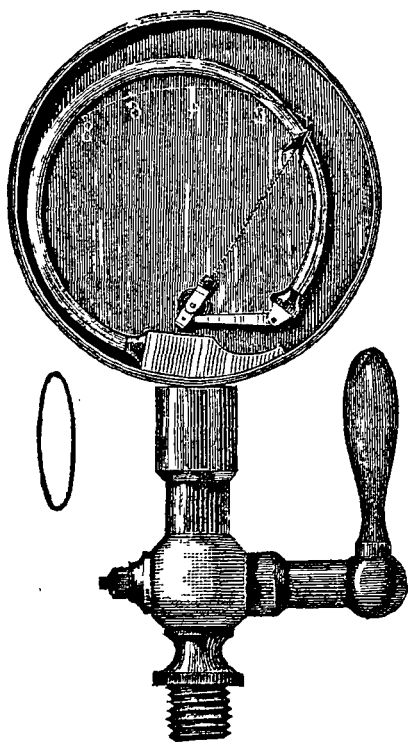


Fig. 76.

decatu tote, este formatu de ua cutia in care se afla unu tubu solidu de alama, incovrigatu, inchisu la unu capu si comunicandu in partea ceea alta cu spatiulu gazosu. Acestu tubu este liberu in partea inchisa si pote misca unu acu mobilu. Cand unu gazu cu ua presiune inalta intra in tubu, lu deschide si aculu se misca intr'unu sensu, la stanga de ex.; cand presiunea interioara a incetatu, tubulu in virtutea elasticitati revine la forma primitiva si aculu se intorce inderetu.

Divisiunile se facu in paralelu cu unulu din manometrele precedente, seu directu mesurendu presiunile cu greutatei puse pe ventile ce astupa orificii de dimensiuni covenite, facute in caldarile ce cöprindu gaze cu tensiuni inalte.

§ 15. DIFERITE APLICATIUNI ALE PRESIUNI GAZELOR

Heron din Alexandria a intrebuintatu presiunea gazelor (a aerului atmosfericu) ca sa puna in miscare apa.

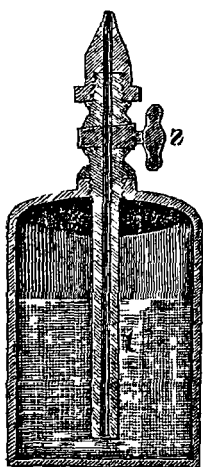


Fig. 77.

Dupe principiulu lui se facu aparate de diferite forme, numite *balone* seu *fontane lui Heron*. Fig. 77 si 78 reprezinta asemenea vase. Fig. 77 se compune de unu vasu solidu de metalu plinu cu apa pene la $\frac{2}{3}$ din inaltimea sa. In acesta se comprima aerulu prin tiev'a *t* cu ua pompa de compresiune;

apoi aerulu apesa pe apa si o gonesce afara, cand deschidemu siurupulu *s*. Fig. 78 reprezinta unu aparatu compusu din duoe balone de sticla si unu *bassin B*, unite prin trei tievi de diferite lungimi. Se umple mai anteu cu apa rezervoriulu *R* si basinulu *B*; apoi destupandu tiev'a *a*, ap'a curge

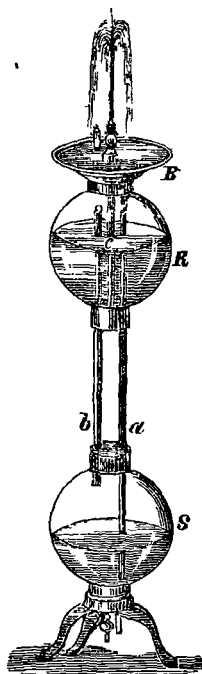


Fig. 78.

in balonu *S*, gonesce aerulu in *R* prin tiev'a *b*, care apesa pe ap'a din *R* si o gonesce afara prin tiev'a *c*.

Fontan'a intermitenta este unu aparatu, mai multu curiosu de catu importantu, ce se areta adesea la cursuri de fisica. Ap'a curge din rezervoriulu *R* (fig. 79) prin mai multe tievi inguste *b* intr'unu basin *B*, gauritu la *B*, astu-feliu in catu ap'a ese afara, ensa forte incetu. Cavitatea de la *B* remanendu unu

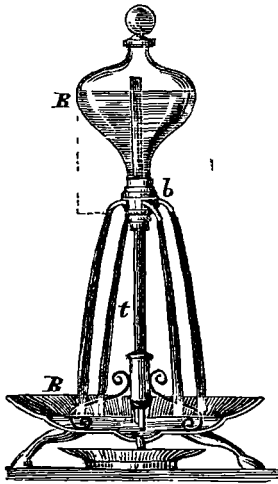


Fig. 79.

momentu plina cu apa astupa gaur'a inferioara a tievei *t* si presiunea atmosferica ne mai potendu fi transmisa apei din rezervoriulu *R*, curgerea incetiedia la *b*, pene cand prin esirea apei din cavita-

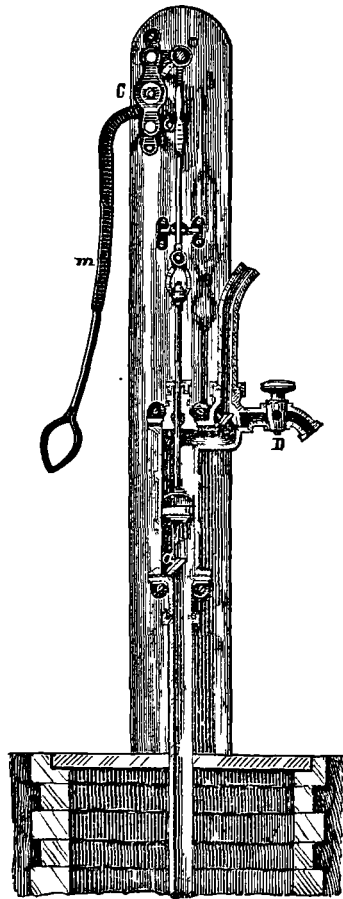


Fig. 80.

tea B , destupenduse tiev'a t , ua besica de aeru patrunde in R si curgerea reincepe la a si b .

Pompele suntu aparate destinate ca sa redice licide, mai alesu apa, la diferite inaltimi ; ele se basedia pe presiunea atmosferei, a gazelor in genere, unele si pe ne-compresibilitatea licidelor. Fig. 80 represinta ua pompa

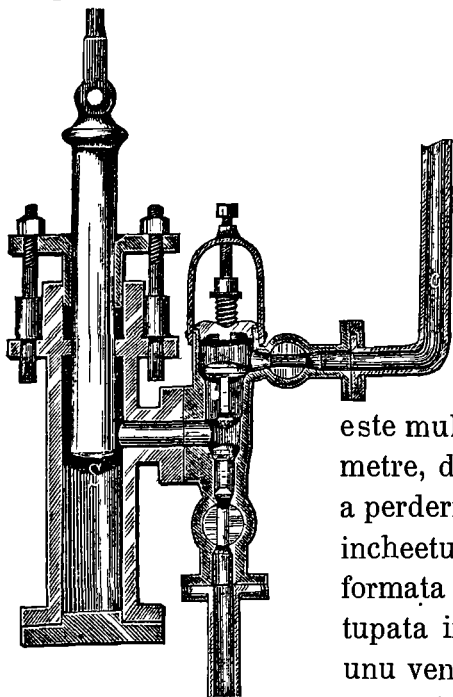


Fig. 80.

astu-feliu numita *aspiratore*, care redica ap'a numai cu ajutorulu presiunii atmosferice si prin urmare nu o pote redica de catu pene la ua inaltime maximala de vre ua 9 metre, care inaltime in practica

este multu mai mica, abia de 7 metre, din caus'a frecarilor si a perderilor de apa prin diferite incheeturi ale pompei. Ea este formata de ua tieva lunga t astupata in partea superioara cu unu ventilu ce se deschide in susu si ajungendu pene in re-

servoriu de apa. In partea superioara a tievei este fixata pomp'a, adico unu cilindru C de unu calibru mai mare, in care se misca cu ajutorulu manivelei m unu pistonu cu ventilu. Cand acestu pistonu merge in susu, se face golu sub densu si atmosfer'a apesandu pe ap'a din rezervoriu, o redica in tieva ; cand pistonulu merge

in josu, ventilu a se inchide, acela din pistonu se deschide si ap'a trece d'asupra pistonului si curge la D .

Fig. 81 represinta ua pompa care *aspira și respinge* ap'a. Pistonulu este masivu si fara ventilu. Ap'a aspirata in spatiu S este respinsa prin deschiderea ventilului b in tiev'a de scurgere c . Acesta pompa este mai practica de catu ceea-alta, pentru co in ceea din fig. 80 suntemu siliti sa redicamu ap'a d'asupra pistonului, ceea ce face lucrarea multu mai grea. Se intielege de sine co manivel'a pote fi inlocuita printr'ua rota si mis-

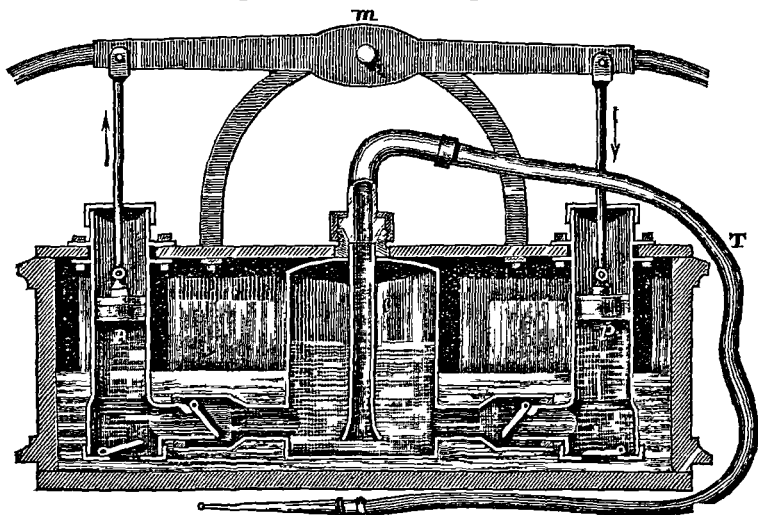


Fig. 82.

care transformata intr'ua miscare de rotatiune, ceea ce inlesnesce operatiunea, fara a scamba natur'a hidrostatica a pompelor.

Pompele de focu suntu combinatiuni ale fontanei lui Heron cu pomp'a care aspira si respinge. Ele suntu in genere cu induoitu efectu, adico cu aceeasi manivela se punu duoe pompe in miscare, ca la machina pneuma-

tica. Intr'unu rezervoriu mare cu apa suntu fixate pompele p, p (fig. 82), ale carora pistone se misca prin manivel'a m . Ap'a este respinsa in cuti'a de ventu C (balonulu lui Heron) si de aci prin tiev'a si tubulu de cautschuc T asverlita afara prin efectulu compresiunei aerului in partea superiara a cutiei C . Este invederatu co acestu feliu de pompe potu redicà apa la ori ce inaltime; de ore ce acesta depinde de poterea cu care comprimamu aerulu in balonulu lui Heron (seu cutia de ventu), iara nici de cum de presiunea atmosferei; de aceea aceste pompe se si intrebuintiedia pretutindeni, unde avemu nevoia sa redicamu apa (seu si ori ce altu licidu) la inaltimi mari, ceea ce se intampla desu in industria.

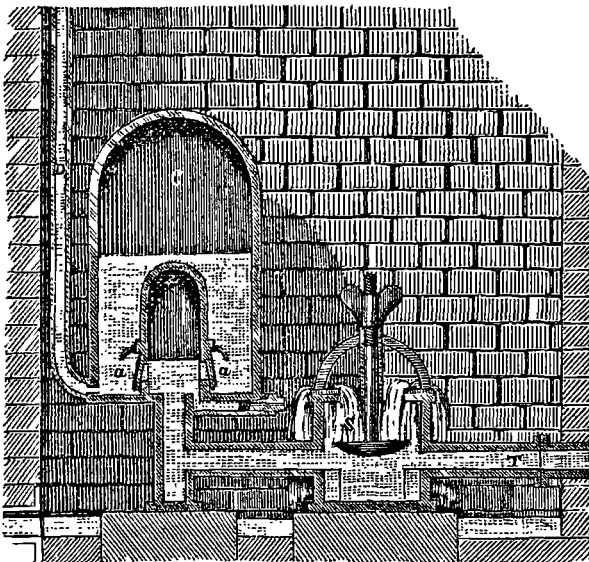


Fig. 83.

Berbecele Hydraulicu servesce asemenea spre a redicà apa la inaltime. Ap'a venindu de la unu rezervoriu

ceva mai înalt, (fig. 83) curge într'ua tieve T și ese printr'ua gaură ce se afla în regiunea S . Iuțiel'a apei crescându, ap'a redică ventilu S , și închidându-se gaur'a de scurgere se produce ua lovitură asupra peretilor interiori ai vasului, în urma carei se deschid ventilele α , α și ap'a patrunde în cuti'a de ventu C , de unde, cu ajutorulu presiunei aerului închis într'ensa, se redică în tiev'a D la ua înălțime superioară acei hidrostatice și proporțională cu poterea loviturii produse prin închiderea ventilului S și cu compresiunea aerului din C .

Presiunea atmosferică seu a aerului comprimat a fostu enca întrebuintiată ca motoru la drumuri de feru numite *atmosferice*. Unu canalu de dimensiuni mai mari seu mai mici, închis într'unu modu ermeticu, unesce cele două stațiuni între cari are să se misce vagonulu. În acestu canalu se pote mișcă unu pistonu în două moduri : seu 1-iu făcându golu la un'a din stațiuni cu pompe pneumatice mari, miscăte prin poterea vaporilor, și atunci presiunea atmosferei apesa pe feci'a opusă a pistonului și lu împinge înainte, împreună cu vagonu aternatu de densu, către stațiunea unde se face golu ; seu alu 2-lea comprimându la un'a din stațiuni aerulu care cascându ua presiune mai mare de catu aceea atmosferică, apesa pe pistonu și lu împinge înainte către a două stațiune. Aternarea vagonului de pistonu presintă dificultăți. Vagonulu pusu afară de canalu este legatu cu pistonu printr'ua vergă solidă și rigidă de feru ; iară canalulu portă în totă lungimea lui ua crepătură închisă printr'unu ventilu de piele apesatu prin arcuri de oțelă care se deschide numai la trecerea acelei vergele și se

închide îndată după vergă prin puterea arcurilor elastice de fier. Pentru serviciul postal în oraş (Londra) vagonul se face mai mic decât pistonul, se aşază după densitate şi se transportă în interiorul canalului.

§ 16. AEROSTATE

Aerostatele sunt bazate pe principiile hidrostatice aplicate la aer atmosferic. După mai multe propuneri făcute mai înainte, fraţii *Mongolfier* au înălţat celălalt înainte balonul la 1782. După principiile hidrostatice şi aerostatice se ştie că, ca să se înălţeze un balon în aer, trebuie să cântărească mai puţin decât un volum egal de aer, adică ca balonul să cuprindă un gaz mai uşor decât aerul atmosferic, astăzi în aerul atmosferic, materia balonului şi cu totul ce aşază de densitate să fie mai uşor decât aerul atmosferic respins. Balonul trebuie să fie impermeabil, de ex. de pânză de ceruită, şi gazul dintr'el este sau hidrogen, sau vreun hidrocarbură uşor, precum este gazul de lumină, sau în fine simplu aer atmosferic încălzit; în acest din urmă caz balonul este deschis în partea inferioară şi se arde sub densitate, astăzi în aerul din interior încălzindu-se dilată, din partea dintr'el afară, şi balonul devenind mai uşor se înălţă. De balon se poate aşază un cos de dimensiuni şi de o soliditate convenabilă, în aer să se pună într'el aeronautii.

Direcţiunea balonului în mediul aerului prezintă dificultăţile cele mai mari, astăzi în aerul balonului nu poate încă servi ca mediu de locomoţiune şi nu serveşte

astadi de catu ca unu objectu de distractiune, seu celu multu pentru ascensiuni aeriene locale cu intentiune de a face diferite studii sciintifice in regiunile inalte ale atmosferei. Diferiti invetiati, *Biot* si *Humboldt*, *Bixii* si alti, au facutu asemenea ascensiuni la inaltimi de vrea 7000 metre, englesulu *Glaisher* la 10000 metre. La aceste inaltimi temperatur'a este cu 30° — 40° inferioara de catu la suprafeci'a pamantului, colon'a barometrica este redusa la jumetate seu la a treea parte, si in urma acestei micusiorari enorme a presiunei atmosferice, pul-sulu este rapede, se producu hemorrhagii, vocea slabe-sce si se aude greu, etc.

SECTIUNEA III.

MAGNETISMU

§ 1. CARACTERELE MAGNETILOR

Se gasesce in natura unu mineralu de feru, compusu din trei ecivalente de feru si patru de oxigenu, numitu *feru magneticu*, care are proprietatea de a atrage pulbere si farimaturi de feru. Acesta proprietate a fostu cunoscuta si de cei vechi, cari au numitu mineralu *magnetu*, dupe orasiulu Magnesia langa care s'au gasitu cele d'anteiu exemplare. Ensa nu tote exemplarele acestui oxydu de feru magneticu au imediatu proprietatea de a atrage ferulu ; multe din ele o casciga numai dupe ce au fostu supuse la operatiuni pe cari le vomu cunosce sub nume de metode de magnetizare.

Acesti magneti se numescu enca *naturali*, spre a ii deosebì de *magneti artificiali* cari au intocmai aceleasi proprietati cu ei si se potu face din ocielu calitu, dupe cum vomu vedea mai tardiu.

Magnetii, naturali seu artificiali, exercita actiunea lor nu numai asupra ferului, dera enca si asupra unor alte

metale, precum cobaltu, nickelu, manganu si in genere, deca suntu destulu de tari, asupra tutulor corpurilor, precum se va aretã mai tardiu la diamagnetismu.

Acesta putere magnetica nu este distribuita intr'unu modu ecualu peste tota intinderea a magnetului, ci este ingramedita catre duoș puncturi, diametralu opuse, numite *poli magnetici*, cari se afla in apropierea extremitatilor, fara ca sa coincida cu acestea. Acesta se pote vedea punendu unu magnetu in pulbere de feru care se ingramedesce catre poli, iara nu adhera mai de locu la spatiulu mediulociu dintre poli, care s'a numitu *linia* sau *regiunea neutra*.

Cei doi poli ai unui magnetu suntu departe de a fi de acelasi feliu. Deca aternamu unu acu magneticu *ns*

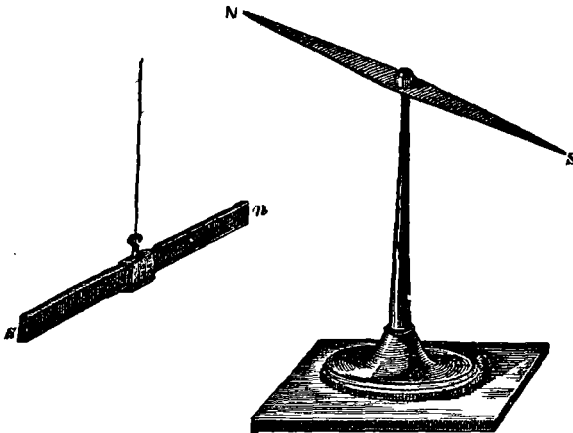


Fig. 84.

(fig. 84) in pozitune orizontala, in catu sa fia mobilu in giurulu verticalei, si apropiemu de extremitatea *n* polulu *N* alu unui magnetu, acesta o va respinge; apropiendu ensa polu *S* de aceeași extremitate *n*, o va atrage.

Ceea ce areta co polii N, S , exercitandu actiuni contrarii, suntu *contrarii* intre ei. Totu asemenea si polii n, s ai magnetului celui micu ns suntu contrarii intre ei. Totu din acesta experientia resulta teorem'a co *polii de acelasi feliu* (n cu N , seu s cu S) *se respingu intre ei, iara polii de feliu contrariu* (n cu S , seu s cu N) *se atragu*.

Unu magnetu suspensu liberu in positiune orizontala si potenduse inverti in giurulu unui axu verticalu nu sta in ecilibru in ori-ce positiune, ci se indreptedia cu unu polu, si totu de una cu acelasi polu, catre nordu si cu celu altu catre sudu. Acesta ne areta co pamentulu ensusi are magnetismu, ca unulu ce produce efecte magnetice. Polulu unui magnetu care areta catre nordu geograficu se numesce *polu nordu seu borealu*; iara acela care areta catre sudu, *polu sudu seu australu*. Lini'a polilor magnetici se numesce *meridiana magnetica* si in genere nu coincide exactu cu meridian'a geografica.

Acesta proprietate a magnetilor, de a priimi ua directiune determinata de catre pamentu, aproape in linia $N-S$, a fostu descoperita de catre Italianu *Flavio Gioia*, pe la 1302, care prin acesta a inventatu busol'a marina. Se dice enca, co acesta proprietate a magnetilor a fostu cunoscuta si mai inainte de catre Chinezi.

§ 2. METODE DE MAGNETISARE

Materialulu intrebuintiatu pentru a face magneti artificiali este ferulu in forma de ocielu. Si ferulu mole se pote magnetisa, ensa nu conserva magnetismulu de

catu numai catu sta in contactu cu unu magnetu, seu sub influinti'a vre unei alte poteri magnetisatore de ex. a electricitati. Ocielu, din contra, magnetisatu intr'unu modu ori-care, conserva magnetismulu, se dice co ocielu posedea ua *potere coercitiva* care resista la revenirea moleculelor in starea lor primitiva, dupe ce ua data au fostu modificate prin magnetisare. Acesta impregiurare a facutu sa se deosebesca *magneti permanenti* (naturali seu artificiali) cari conserva magnetismulu lor si *magneti temporari* cari au caracterele magnetilor numai pe catu stau sub influentie esteriore. Exemple simple de magnetisare prin influentia ne da ua

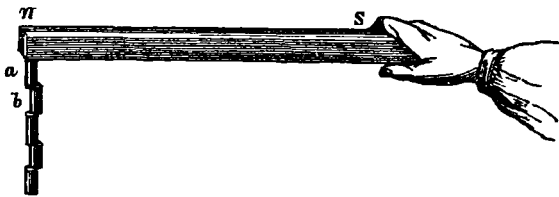


Fig. 85.

bucata de feru mole *a* (fig. 85), cand tine ferulu *b* numai pe catu sta in contactu cu magnetulu *ns*, o lasa ensa sa cadia, indata cum se departedia magnetulu *ns*.

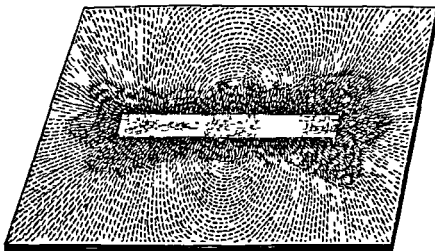


Fig. 86.

Figurile magnetice seu spectrulu magneticu (fig. 86), formate cu pulbere de feru presarata cu ua

seta pe ua tabla de sticla seu pe ua foia de hartia ase-diata pe unu magnetu, ne areta asemenea magnetisarea

prin influința; particule de fier de lângă poli magnetizându-se atragute pe lângă dense, și astu-feliu se înșiră particule de fier în linii curbe începându de la cei doi poli. Spațiul dinaintea unui pol magnetic, pene unde se simte încă acțiunea lui, de ex. atracțiunea asupra fierului, se numește *campu magneticu*. Iară direcțiunile în cari se manifestă aceste acțiuni nu mergu în linia dreaptă, ci afectă form'a de linii curbe, indicate prin liniile spectrului magneticu, și numite *linii de putere*. Cu câtu aceste linii de putere suntu mai concentrate asupra unui obiectu, cu atata acesta primesce ua acțiune mai puternică din partea magnetului.

Cei d'anteiu magneti artificiali s'au făcutu în Europa de către englesulu *Savery* pe la anul 1730; apoi englesii *Knight*, *Mitchell*, *Canton*, francesulu *Lemaire* și alți au aretat metode pentru a magnetiză betie de oțielu. Tote aceste metode constau în *fricțiuni* simple seu induoite. Ca să obținemu maximum efectului prin fricțiune, întrebuintiamu metoda, astu-feliu numită a *induoitei frecării*, inventată de *Knight* și *Lemaire*. Pentru acesta asiediamu verg'a de oțielu *NS* (fig. 87) ce

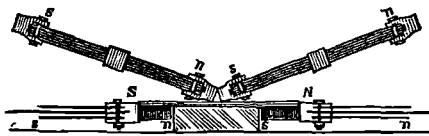


Fig. 87.

voimă se magnetizăm pe doi magneti ecuali dispuși cu poli contrarii pe ua mesă; apoi

luându cu amendoae manele doi magneti, iarasi ecuali între ei, înclinați pe verg'a *NS* cu vre ua 25—30 grade și cu poli precum se vede în figura, frecăm verg'a *NS* de la mediuloc spre extremități de mai multe ori, și întorcându-o cu feci'a ceea-alta în susu frecăm și pe

densa totu de atatea ori. Astu-feliu s'a formatu magnetulu NS cu polii N si S . Deca frecarea nu a fostu regulata, seu de multe ori se pote face si din adensu, precum se vede in fig. 88, magnetulu se face cu mai multi poli intermediu, numiti si *punturi consecinti*.

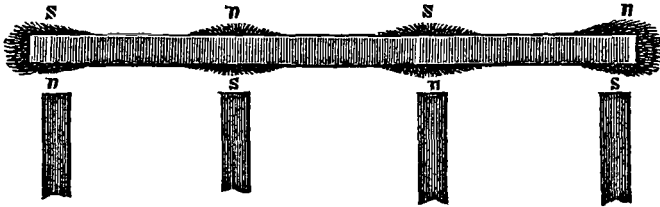


Fig. 88.

Prin metodele de frictiune nu potemu forma de catu magneti de dimensiuni mici. Indata ce bucat'a de ocieļu, destinata magnetisarei, va fi ceva mai mare, nu o potemu magnetisa de catu cu mari dificultati si enca nu potemu, numai prin frictiune, sa i damu maximum magnetismului, seu, dupe cum se dice, sa lu magnetisamu pene la *saturatiune*. Vomu cunosce mai tardiu co cu ajutorulu *electricitati* potemu produce magneti permanenti de ori-ce dimensiune si prin urmare de ua potere magnetica catu de mare; sa nu uitamu enca co ori-ce magnetu, ori catu de mare va fi, are unu puntu de saturatiune, adica ua limita, peste care nu mai pote fi magnetisatu.

Englesulu *Gilbert* si germanulu *Aepinus* au aretatu co potemu face unu magnetu sub influinti'a pamentulu ensusi. Deca tinemu unu betiu de feru in meridianu magneticu, inclinat cu polu nordu spre orizontu (in emisfer'a australa cu polu sudu) cu unu unghiu variabilu dupe localitati, pe care lu vomu cunosce mai

tardiu sub nume de unghiu de inclinatiune, acelu betiu in positiunea actuala manifesta tote caracterele magnetilor. Deca acelu betiu este de ocielu, seu deca in acesta positiune i damu cate-va lovituri cu unu ciocanu, cand ar fi de feru mole, atunci elu conserva magnetismulu in permanentia.

§ 3. POTEREA MAGNETILOR

Poterea unui magnetu este mai mare pe suprafeci'a de catu in interiorulu lui. Acesta se pote vedea cu unu magnetu in form'a unui tubu cilindricu seu prismaticu, care in interioru areta unu magnetismu mai slabu de catu pe suprafeci'a esteriora.

Poterea magnetica cresce, cand unimu mai multi magneti, formandu ua legatura de magneti, seu unu magazinu magneticu ; astu-feliu ca polii sa fia treptatu mai lungi din afara spre acelu de mediulocu, precum se vede la *N, S*, (fig. 89) ; seu enca impreunandu mai multi mag-



Fig. 89.

neti cu duoe bucati de feru mole *a* si *b*, numite *armature*. Se intielege de sine co magnetii impreunati in legature seu cu armature se asiedia cu poli de acelasi feliu la fia-care extremitate, coci altu-feliu unulu ar nemici efectulu celui altu.

Poterea cu care unu magnetu atrage ua bucata de

feru cresce cu multu peste induoitu, cand magnetulu lucredia de ua data cu amenduoi poli, adico cand are form'a unei potcove (fig. 90). In acestu casu magnetisarea bucati de contactu *B* este multu mai puternica ; magnetismii de feliu contrariu respinsi catre extremitati se cumuledia aci in proportiuni mari, de unde urmedia co si atractiunea intre magnetu si contactu este mai tare. Dera enca form'a si dimensiunile bucati de contactu au ua influinta insemnata asupra puterii cu care ea este tinuta de catre magnetu. Ua bucata de contactu prea mica presinta pucina adhesion la magnetu si intr'ua bucata prea mare nu pote fi desvoltatu destulu magnetismu sub influinti'a unui magnetu relative micu.

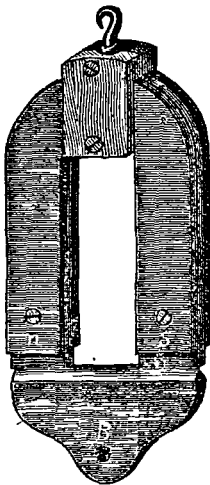


Fig. 90.

Experienti'a a aretatu co maximum efectului se obtine, cand bucat'a de contactu are ua greutate de 5 pene la 6 ori mai mica de catu ensusi magnetu.

Lamele de ocielu, destinate sa ne dea ua legatura seu unu magazinu magneticu, se facu enca forte subtiri si se induoescu in latu lor, iara nu pe muchia, formandu astu-feliu magnetii systema *Jamin*, numiti si *feuilletés*. Acestia presinta ua putere ceva mai mare de catu magneti facuti cu lame grose in forma obicinuita.

Poterea unui magnetu cresce si pote ajunge la saturatiune, tinendulu armatu cu unu contactu de feru mole si aternandu la acesta greutati din ce in ce mai mari in intervale de timpu mai scurte sau mai lungi.

Caldur'a moderata nu are nici ua influintia asupra magnetilor ; ua caldura mare ensa face ca magnetismulu sa slabeasca din ce in ce mai multu. Unu magnetu incalditu la temperature din ce in ce mai inalte perde cate pucinu magnetismu lui ; la temperatura alba lu perde de totu. Lumin'a din contra nu exercita nici ua influintia asupra magnetismului, precum este astadi constatatu prin esperientiele cele mai decisive, cu tote co s'a pretinsu de catre *Morichini* si *Lady Sommerville*, co unu acu de ocieļu s'ar potea magnetisà in cate-va ore sub influinti'a radielor sorelui.

Unu magnetu slabesce enca si prin actiuni mecanice violinti, de ex. prin lovituri tari.

§ 4. ACTIUNEA MUTUALA A DUOI MAGNETI

Magnetii exercita intre ei ua actiune, atractiune seu repulsiune, care depinde de masele magnetice, adico de poterea magnetilor, si de distantia. Legile la cari suntu supuse aceste actiuni, identice cu acele newtoniane ale atractiuni universale, de si cunoscute mai multu seu mai pucinu si mai inainte, au fostu ensa enunciate si probate mai lamuritu pentru prim'a ora de catre franceșulu *Coulomb* printr'unu aparatu numitu *bilancia de torsiune* (fig. 91). Ecce aceste legi : Atractiunea, respective repulsiunea, a duoi magneti este 1^o proportionala cu mas'a lor, adico cu poterea lor magnetica, alu 2-*ea* sta in raportu inversu cu patratulu distantiei. Aceste legi se potu demonstrà cu bilanci'a de torsiune a lui *Coulomb*. Unu magnetu *P*, aternatu orizontalu intr'unu inelu de cartonulu seu de cupru cu unu firu netorsu si

indreptatu pe meridian'a magnetica, este respinsu de catre unu alu duoilea magnetu Q , introdusu de susu in positiune verticala. Poterea cu care acesti magneti se respingu se mesora prin torsiunea firului. Operandu cu

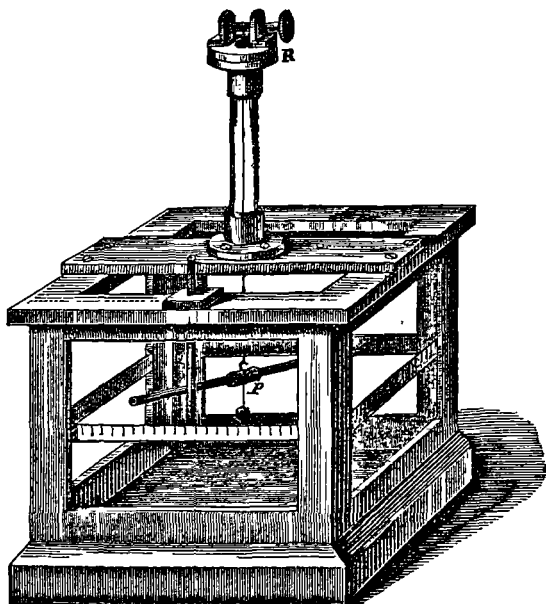


Fig. 9r.

magnetu induoitu, intreitu de tari, se va gasi ua repulsiune proportionala, ceea ce probedia partea anteia a lelei. Ca sa probamu si pe a duaoua, apropiemu magnetulu respinsu P de acelu fixu Q , sucindu firulu cu ajutorulu bucatiei R , pene cand distanti'a intre cei duoi magneti sa devina jumetatea, a treea parte etc. din ceea primitiva. Torsiunea firului va fi acum mare; ea tinendu magnetii in ecilibru mesora poterea de repulsiune a lor si esperienti'a a aretatu co unghiurile de

torsiune crescú in același raportu, redicatu la patrátu, in care se micúsioredia distánti'a între cei doi magneti.

Acesta din urma lege, adico co actiunea a doi magneti este inversu proportionala cu patrátulu distántiei, nu este adevérata rigurosú de catu numai pentru duce elemente magnetice, iara nu pentru doi magneti întregi. Esperienti'a ensási nu da rezultatulu acesta de catu numai cu aproximatiune si când operamu in conditțiuni speciale, adico când magnetulu Q este destulu de lungu, in catu polulu superioru alu lui sa nu pota modificà, din caus'a distántiei celei mari, actiunea celui-altu polu asupra magnetului P . Când acesta conditțiune nu se afla implinita, rezultatele suntu cu totulú alte. Acum vre ua sese dieci de ani marele astronomu germanu *Gauss* a supusu teori'a magnetismului la unu studiu întinsu, atatu teoreticu catu si esperimentalu, si acesta lucrare formedia un'a din ilustratiunile acestui geniu. Intre alte multe *Gauss* a aretatu, co actiunea totala a doi magneti, când distánti'a dintre ei este destulu de mare despre dimensiunile lor, sta in raportu inversu cu cubulu acestei distántie. Instrumentulu de care s'a servitu *Gauss* este simplu, se compune de unu betiu magneticu de dimensiuni forte mari, aternatu de tavanulu casei cu una seu duce legaturi de fire de metase netorsa si s'a numitu *magnetometru unifilaru* seu *bifilaru*. La unu capu alu magnetului m (fig. 92) seu d'asupra inelului care lu porta, se afla ua oglinda mica o in care se pote vedea imaginea unei scari cu divisiuni s , fixate d'asupra obiectivului ochianului c , ce se afla la ua distántia destulu de mare. Magnetulu p , alu carui cau-

tamu actiunea asupra lui m , se afla asiediatu departe la ua camera alaturata perpendicularu pe magnetu m si in același planu orizontalu cu acesta.

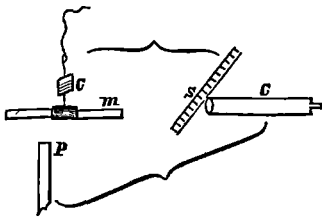


Fig. 92.

Apropiendu progressive magnetulu p de m , observamu cu ochianu oscilatiunile seu deviatuinea acestui din urma din meridianu magneticu, de unde potemu conchide legea actiuni totale a duoi magneti, precum ne va aretà calculu urmatoru.

Fia ns , $\nu\sigma$ (fig. 93) duoe elemente magnetice, unulu $\nu\sigma$ asiediatu perpendicularu pe meridian'a magnetica NS , celu-altu ns deviatu de acesta cu unghiulu φ ; fia distanti'a ab mediulocurilor lor $=R$; fia enca $an=as=a$, $bv=b\sigma=b$; sa insemnamu cu $+m$ si $-m$ magnetismulu nordu si sudu cumulat pe fia-care jumetate an seu as a elementului ns , iara cu $+\mu$ si $-\mu$ magnetismii nordu si sudu a elementului $\nu\sigma$. Acum vomu aplicà la aceste

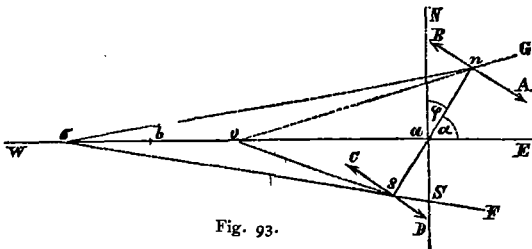


Fig. 93.

duoe elemente legile de mai susu si vomu gasi pe de ua parte espresiuinea pentru actiunea totala a

duoi magneti inversu proportionala cu cubulu distantiei, iara pe de alta parte rezultate cari potendu fi constatate prin observatiune cu cea mai mare precisiune, probedia totu de ua data bunetatea legilor pe cari se basedia.

Patru poteri, opuse cate duoe, lucreadia la punturile n si s a elementului mobilu ns , ensa numai componentele lor perpendiculare pe ns , aducu unu efectu de miscare, adico producu deviatuinea φ . Aceste patru componente suntu :

$$\begin{cases} \text{la punctu } n. \dots & \left\{ \begin{aligned} nA &= \frac{m \cdot \mu}{n\gamma^2} \cos GnA, \\ nB &= -\frac{m \cdot \mu}{n\sigma^2} \cos Bn\sigma, \end{aligned} \right. \\ \text{la punctu } s. \dots & \left\{ \begin{aligned} sC &= \frac{m \cdot \mu}{s\gamma^2} \cos vsC, \\ sD &= -\frac{m \cdot \mu}{s\sigma^2} \cos DsF. \end{aligned} \right. \end{cases}$$

Efectulu acestor poteri se mesora prin *momentulu staticu*, adico, prin productulu lor cu braciele respective de parghie an si as , ceea ce ne da cele patru momente urmetore :

$$\text{momentu } A = \frac{am\mu}{n\gamma^2} \cos GnA = \frac{am\mu}{n\gamma^2} \sin an\gamma,$$

$$\text{» } B = -\frac{am\mu}{n\sigma^2} \cos Bn\sigma = -\frac{am\mu}{n\sigma^2} \sin an\sigma,$$

$$\text{momentu } C = \frac{am\mu}{s\gamma^2} \cos vsC = \frac{am\mu}{s\gamma^2} \sin as\gamma,$$

$$\text{» } D = -\frac{am\mu}{s\sigma^2} \cos DsF = -\frac{am\mu}{s\sigma^2} \sin as\sigma.$$

Triunghiulu $an\gamma$ da :

$$\sin an\gamma = \frac{a\gamma \cdot \sin na\gamma}{n\gamma} = \frac{a\gamma \cdot \sin \alpha}{n\gamma}$$

si prin urmare :

$$\sin an\gamma = \frac{(R-b) \cos \varphi}{n\gamma};$$

iara pe de alta parte totu acestu triunghiul da dupe teoreme cunoscute din trigonometria :

$$n\nu = \nu a^2 + an^2 + 2\nu a \cdot an \cdot \cos\alpha$$

$$\text{seu } n\nu^2 = (R-b)^2 + a^2 + 2a(R-b)\sin\varphi$$

Substituindu aceste valori in momentul A vine :

$$\text{momentu } A = \frac{am\mu(R-b)\cos\varphi}{n\nu^3} = \frac{am\mu(R-b)\cos\varphi}{[(R-b)^2 + a^2 + 2a(R-b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}}$$

Totu asemenea triunghiulu $an\sigma$ da :

$$\sin an\sigma = \frac{a\sigma \sin\alpha}{n\sigma} = \frac{(R+b)\cos\varphi}{n\sigma}$$

$$n\sigma^2 = (R+b)^2 + a^2 + 2a(R+b)\sin\varphi;$$

si prin urmare

$$\text{momentu } B = \frac{am\mu(R+b)\cos\varphi}{[(R+b)^2 + a^2 + 2a(R+b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}}$$

Triunghiulu $as\nu$ da

$$\sin as\nu = \frac{a\nu \sin\alpha}{s\nu} = \frac{(R-b)\cos\varphi}{s\nu},$$

$$s\nu^2 = (R-b)^2 + a^2 - 2a(R-b)\sin\varphi;$$

si prin urmare

$$\text{momentu } C = \frac{am\mu(R-b)\cos\varphi}{[(R-b)^2 + a^2 - 2a(R-b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}}$$

In fine triunghiulu $as\sigma$ da :

$$\sin as\sigma = \frac{a\sigma \sin\alpha}{s\sigma} = \frac{(R+b)\cos\varphi}{s\sigma},$$

$$s\sigma^2 = (R+b)^2 + a^2 - 2a(R+b)\sin\varphi;$$

si prin urmare

$$\text{momentu } D = \frac{am\mu(R+b)\cos\varphi}{[(R+b)^2 + a^2 - 2a(R+b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}}$$

Momentulu totalu de rotatiune va fi $A + C - B - D$,
seu adunandu cele patru expresiuni de mai susu :

$$am\mu \cos\varphi \left\{ \begin{aligned} & \frac{R-b}{[(R-b)^2 + a^2 + 2a(R-b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}} \\ & + \frac{R-b}{[(R-b)^2 + a^2 - 2a(R-b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}} \\ & - \frac{(R+b)}{[(R+b)^2 + a^2 + 2a(R+b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}} \\ & - \frac{R+b}{[(R+b)^2 + a^2 - 2a(R+b)\sin\varphi]^{\frac{3}{2}}} \end{aligned} \right\}$$

Simplificandu cele patru fractiuni prin impartire cu factorii comuni $R-b$ si $R+b$, vine:

$$am\mu \cos\varphi \left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{(R-b)^2 (1+t)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{(R-b)^2 (1+x)^{\frac{3}{2}}} \\ & - \frac{1}{(R+b)^2 (1+y)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{(R+b)^2 (1+z)^{\frac{3}{2}}} \end{aligned} \right\}$$

unde s'a insemnatu pentru prescurtare:

$$t = \frac{a^2 + 2a(R-b)\sin\varphi}{(R-b)^2}, \quad x = \frac{a^2 - 2a(R-b)\sin\varphi}{(R-b)^2}$$

$$y = \frac{a^2 + 2a(R+b)\sin\varphi}{(R+b)^2}, \quad z = \frac{a^2 - 2a(R+b)\sin\varphi}{(R+b)^2}$$

Desvoltandu expresiunile

$$\frac{1}{(1+t)^{\frac{3}{2}}}, \frac{1}{(1+x)^{\frac{3}{2}}}, \frac{1}{(1+y)^{\frac{3}{2}}}, \frac{1}{(1+z)^{\frac{3}{2}}}$$

seu

$$(1+t)^{-\frac{3}{2}}, (1+x)^{-\frac{3}{2}}, (1+y)^{-\frac{3}{2}}, (1+z)^{-\frac{3}{2}},$$

dupe legea binomului lui Newton si lepadandu termenii cari cuprindu poteri lui t, x, y, z , superioare de catu antea, ceea ce este permis, pentru ca aceste catimi sunt nise fractiuni forte mici pentru valori ceva mai mari ale lui R , expresiunea de mai susu se transforma in ceea urmetore:

$$am\mu \cos\varphi \left\{ \frac{1 - \frac{3}{2}t}{(R-b)^2} + \frac{1 - \frac{3}{2}x}{(R-b)^2} - \frac{1 - \frac{3}{2}y}{(R+b)^2} - \frac{1 - \frac{3}{2}z}{(R+b)^2} \right\},$$
 seu scotiendu ca numitoru comunu pe R^2 :

$$\frac{am\mu \cos\varphi}{R^2} \left\{ \frac{1 - \frac{3}{2}t}{\left(1 - \frac{b}{R}\right)^2} + \frac{1 - \frac{3}{2}x}{\left(1 - \frac{b}{R}\right)^2} - \frac{1 - \frac{3}{2}y}{\left(1 + \frac{b}{R}\right)^2} - \frac{1 - \frac{3}{2}z}{\left(1 + \frac{b}{R}\right)^2} \right\}$$

Seu, aplicandu iara binomulu lui Newton:

$$\frac{2am\cos\mu\varphi}{R^2} \left\{ \left(1 - \frac{3}{4}t - \frac{3}{4}x\right) \left(1 + \frac{2b}{R}\right) - \left(1 - \frac{3}{4}y - \frac{3}{4}z\right) \left(1 - \frac{2b}{R}\right) \right\};$$

desvoltandu parentesele si lepadandu productele tb , zb etc. cari suntu mici de ordinulu al duoilea, vine:

$$\frac{2a\mu \cos\varphi}{R^2} \left[\frac{4b}{R} - \frac{3}{4}(t+x) + \frac{3}{4}(y+z) \right];$$

substituindu valorile lui t , x , y , z si facendu reductiunile cuvenite, vine:

$$\frac{8ab\mu \cos\varphi}{R^3} \left(1 - \frac{3}{2} \frac{a^2}{R^2} + \dots \right),$$

oprinduse si aci numai la celu d'anteiu termenu, in vedere co cei-alti cari au la numitoru R^2, R^4, R^6 etc. suntu forte mici, remane ca espresiune pentru momentulu taticu de rotatiune a elementulu magneticu sn (fig. 93) valoarea:

$$\frac{8abm\mu \cos\varphi}{R^3}$$

Aplicandu acesta espresiune la tote elementele a duoi magneti fisici, va fi momentulu staticu totalu

$$\frac{2 \cdot \Sigma 2am \cdot \Sigma 2b\mu \cdot \cos\varphi}{R^3}$$

si momentulu cu care tinde a fi devietu unu capu alu magnetulu mobilu va fi pe jumetate, adico:

$$\frac{\Sigma 2am \cdot \Sigma 2b\mu \cdot \cos\varphi}{R^3},$$

seu, punendu $\Sigma 2am = M$, $\Sigma 2b\mu = M'$ si numindu aceste expresiuni *momente magnetice* a fie-carui magnetu :

$$\frac{MM' \cos\varphi}{R^3},$$

ceea ce probedia co actiunea totala a duoi magneti sta in raportu inversu cu cubulu distantiei R , canđ acesta este destulu de mare in comparatiune cu dimensiunile $2a$ si $2b$ a magnetilor.

Acestu resultatu ne conduce ensa la unu altu si mai importantu, adico co tangent'a unghiului de deviatiune φ este inversu proportionala cu cubulu distantiei R . Un-

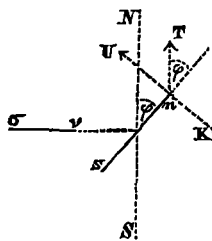


Fig. 94.

ghiulu de deviatiune φ fiindu unu elementu ce se pote mesorà cu ceea, mai mare' precisiune, mai alesu cu magnetometru lui Gauss descrisu mai susu, ne da mediulocu de a verificà legile de attractiune seu repulsiune elementara a magnetilor, pe cari se basedia acelu

resultatu.

In adeveru magnetulu devietu sn (fig. 93 si 94) sub influinti'a magnetului $\sigma\nu$ sta in acesta pòsitiune sub actiunea a duoe poteri *ecuale* si de directiune contrarie : un'a nK , represintandu momentulu totalu de rotatiune exercitatu la unu capu alu magnetului mobilu ns si care

s'a gasitu mai susu $= \frac{MM' \cos\varphi}{R^3}$; ceea alta nU , compo-

nent'a poterei nT , seu momentulu totalu de rotatiune exercitatu la acelasi capu alu magnetului mobilu ns de catre pamentu intregu, care lucredia ca unu magnetu mare la ua distantia pe care o potemu considera $= 1$.

Deca insemnamu cu T momentulu magneticu alu pamentului la acesta distantia, momentulu totalu nU va fi $= TM\sin\varphi$ si dupe ceea ce s'a disu :

$$TM\sin\varphi = \frac{MM' \cos\varphi}{R^3},$$

de unde
$$\text{tang}\varphi = \frac{M'}{T} \cdot \frac{1}{R^3}$$

M' si T fiindu constante se vede co $\text{tang}\varphi$ nu depinde de catu de R si co este inversu proportionala cu R^3 . Mesuri directe facute de Gauss au confirmatu acestu resultatu pentru diferite valori ale lui R .

§ 5. MAGNETISMULU PAMENTULUI

S'a disu mai susu co pamentulu exercita asupra ferului si a magnetilor ua actiune identica cu aceea a unor magneti mari, ceea ce ne conduce a considera pamentulu ensusi ca pe unu magnetu mare. Natur'a magnetica a pamentului se manifesta intre alte si prin faptulu, co unu magnetu suspensu in positiune orizontala ia sub influinti'a pamentului ua directiune determinata, pe care amu numit-o *meridiana magnetica* si care se apropie de meridian'a geografica, fara sa coincide in genere cu acesta. Unghiulu dintre meridian'a magnetica si aceea geografica se numesce *declinatiune magnetica* si acesta deviatiune a acului magneticu de meridian'a geografica a fostu observata pentru prima ora de catre *Columbu* in caletori'a sa pentru descoperirea Americii. Declinatiunea magnetica variedia dupe localitati si chiar intr'unu si acelasi locu se scamba in cursulu anilor. Acesta din urma scambare este seculara

si represinta unu periodu de vre o trei sute ani. Deca intr'unu locu si intr'unu anu datu aculu magneticu coincide cu meridianu geografica, in anii urmetori aculu va deviã cate pucinu spre W. de ex., declinatiunea occidentala va ajunge la unu maximum de vre o 22^0-23^0 grade in cursu de vre o 150 ani, apoi in anii urmetori declinatiunea scade, peste alti 150 ani devine nula, iara de aci inainte aculu areta spre resaritu si peste 150 ani ajunge la maximum declinatiunei *orientale* de vre o 22^0-23^0 grade, de unde iara se intorce spre West. De ex. la Paris in anulu 1663 declinatiunea a fostu $\approx 0^0$

»	»	1700	»	»	$\approx 8^0 10' W.$
»	»	1780	»	»	$\approx 19^0 55' —$
»	»	1814	»	»	$\approx 22^0 34' —$
»	»	1852	»	»	$\approx 20^0 25' —$
»	»	1885	»	»	$\approx 16^0 6' —$
la Londra in	»	1660	»	»	$\approx 0^0 — —$
»	»	1818	»	»	$\approx 24^0 30' W.$
»	»	1860	»	»	$\approx 21^0 39' —$
»	»	1884	»	»	$\approx 18^0 — —$

Declinatiunea magnetica este supusa enca la ua variatiune periodica diurna de vre ua $10'—15'$ minute. Deosebitu de acesta aculu este supusu la perturbatiuni sub influinti'a furtunelor, descarcarilor si a meteoarelor electrice.

Intr'unu momentu datu declinatiunea magnetica nu este aceeași in tote locurile pe pamentu ; in une locuri este occidentala , in alte orientala, mai mica seu mai mare. Mai in tota Europa declinatiunea este astadi occidentala. Deca ne inchipuimu pe ua charta geografica

tote locurile cari au aceeași declinațiune unite printr'ua linia continua, acesta se numește *linia isogona* ; liniile isogone fiindu îndreptate mai multu seu mai puțin în

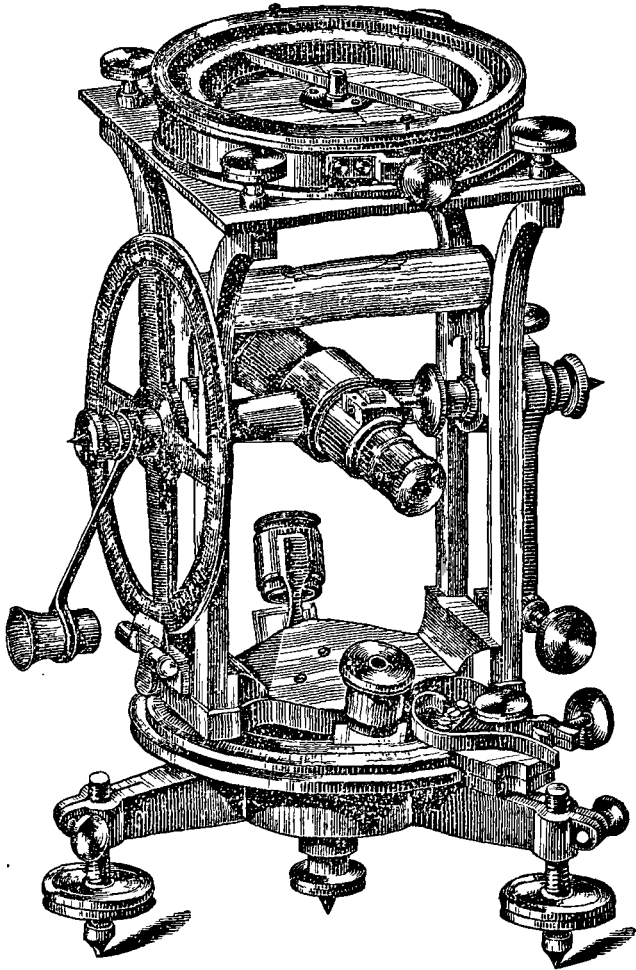


Fig. 95.

sensulu nordu-sudu, prezintă ua analogia cu meridianii geografici.

Ca sa observamu directiunea meridianei magnetice si prin urmare ca sa mesoram declinatiunea, ne servim de instrumente, numite *busole de declinatiune*. Magnetometrele lui Gauss, mentionate mai susu, suntu cele mai bune instrumente de felu acestu; ele se construiescu in diferite forme, se facu chiar si portative si trebuie sa fia asediate pe pedestale de petra si departe de ori ce masa, fia si mica, de feru. Busol'a obicinuita se compune de ua cutia acoperita cu ua tabla de sticla; fundulu cutiei are divisiuni in grade si porta la centru unu verfu ascutitu pe care se pote inverti unu acu magneticu intr'unu planu orizontalu. Alte busole au cuti'a asediata pe trei picioare si porta unu ochianu, paralelu cu diametru 0° — 180° , ce se pote misca intr'unu planu verticalu (fig. 95). Se intielege co asiediendu ochianulu si prin urmare si diametrulu 0° — 180° in directiunea meridianei geografice, unghiulu dintre acestu diametru si acu va mesora declinatiunea.

Busol'a marina este ua busola ordinara fara ochianu si care printr'ua suspensiune speciala a cutiei dupe sistem'a Cardan remane orizontala in permanentia.

Actiunea magnetica a pamentului se manifesta enca si prin faptu co unu magnetu sustinutu la centru seu de gravitate, astu-feliu in catu sa fia mobilu intr'unu planu verticalu. se inclina sub orizontu cu extremitatea care areta la celu mai apropietu polu alu pamentului. Astu-feliu in emisfera boreala magnetulu se inclina cu polu nordu, iara in aceea australa cu polu sudu. Unghiulu cu care se inclina magnetulu sub orizontu se scamba dupe azimutu; acestu unghiu este unu unghiu dreptu cand

magnetulu se afla intr'unu planu verticalu si perpendicularu pe meridianu magneticu, cu alte cuvinte in acestu azimutu magnetulu sta verticalu cu polu nordu in giosu in emisfera nostra. De aci inainte, magnetulu face cu orizontu unghiuri mai mici de catu 90^0 , cari scadu cu catu magnetulu se apropie de meridianu, unde unghiulu este unu minimum; acestu unghi minimalu ce face magnetulu cu orizontu cand se afla in planulu meridianului magneticu, se numesce *inclinatiune magnetica*, care a fostu descoperita pe la 1576 de englesulu *Norman*.

Inclinatiunea magnetica variedia sub influentie locale, variedia in cursulu anilor, in fine de la unu locu la altu. Pe langa ecuatoru geograficu inclinatiunea este nula; de aci merge crescendu spre amenduoi poli ai pamentului;

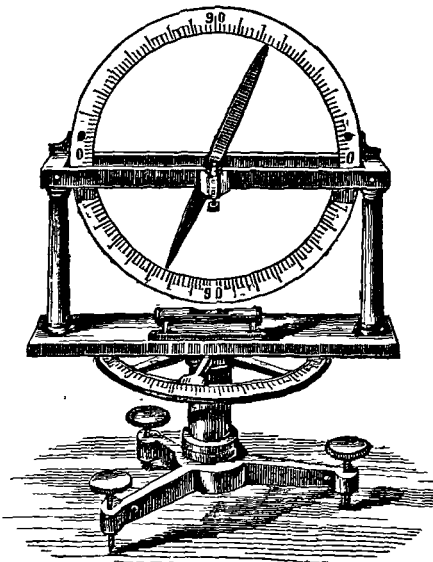


Fig. 96

in apropierea polilor magnetulu sta verticalu. De ca ne inchipuim si aci pe ua charta geografica tote punturile cu aceea si inclinatiune unite printr'ua linia continua, acesta se numesce linia *isoclina*. Liniiile isocline presinta analogii cu paraleli geografici. Isoclin'a de pe langa ecuatoru geograficu pe care

inclinatiunea este nula s'a numitu ecuatoru magneticu.

Spre a observà inclinatiunea ne servimu de busole de inclinatiune (fig. 96). Aceste suntu formate obicinuitu de ua cutia verticala de sticla in care se afla unu magnetu mobilu in giurulu unui axu orizontalu. Cuti'a se pote miscà in tote azimuturile pe unu cercu orizontalu ce este gradatu. Se intielege de sine co, cand voimu sa determinamu inclinatiunea, trebue sa asiediamu busol'a de inclinatiune in planulu meridianulu magneticu.

Inclinatiunea magnetica i se pote enca determinà si fara sa cunoscemu meridian'a magnetica. Ajunge pentru acesta sa observamu unghiulu i' ce face magnetulu cu orizontala intr'unu azimutu ore-care; apoi mai observamu unghiulu i'' ce face acelasi magnetu cu orizontala intr'unu azimutu diferindu de celu d'anteiu cu 90° ; atunci inclinatiunea ceruta i se calculedia prin formula:

$$\cotg^2 i = \cotg^2 i' + \cotg^2 i''.$$

Fia in fig. 97 ZOX unu planu verticalu represintandu

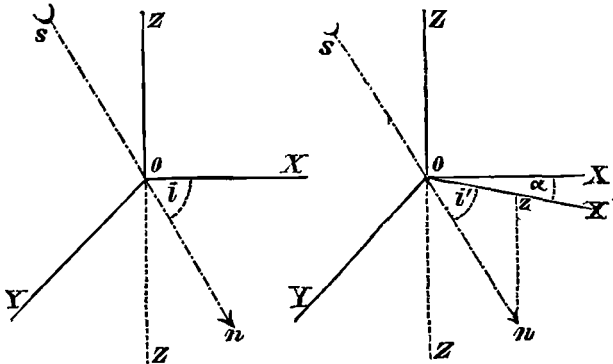


Fig. 97.

meridianulu magneticu; iara XOY unu planu orizontalu. Magnetulu sn , mobilu in giurulu unui axu orizontalu,

face, in fig. 97 *I*, unghiulu de inclinatiune i , iara componentele orizontala si verticala a magnetismului terestru T suntu :

$$X = T \cos i, \quad Z = T \sin i.$$

In fig. 97 *II* fia ZOX' unu planu verticalu la azimutu α . Magnetulu sn cuprinsu in acestu planu verticalu face cu orizontala unghiulu i' , pentru care avemu :

$$\cotng i' = \frac{Oz}{zn}$$

Oz este component'a orizontala a magnetismului terestru, pretiuita in directiunea OX' , adico :

$$Oz = X \cos \alpha = T \cos i \cos \alpha;$$

zn este component'a verticala a magnetismului, adico

$$zn = Z = T \sin i,$$

de unde resulta

$$\cotng i' = \cotng i \cos \alpha.$$

Pentru unu alu duoilea azimutu β va fi asemenea

$$\cotng i'' = \cotng i \cos \beta;$$

de unde

$$\cotng^2 i (\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta) = \cotng^2 i' + \cotng^2 i'';$$

si deca azimuturile α si β difera cu unu unghiu dreptu, adico $\beta = \alpha + 90^\circ$, atunci va fi

$$\cos \beta = -\sin \alpha;$$

de aci resulta in fine formul'a de mai sus

$$\cotng^2 i = \cotng^2 i' + \cotng^2 i''.$$

Fenomenu declinatiunei si alu inclinatiunei magnetice ne areta co pamentulu este unu magnetu mare, averdu'si polii in apropierea polilor geografici, dera nu ne da enca ua idee despre intensitatea magnetismului pamentului. *Graham* celu d'anteiu, apoi *Borda*, *Illum-*

boldt, si in cele din urma *Gauss* si *Weber*, s'au ocupatu cu determinarea acestei intensitati, observandu nume-
 rulu oscilatiunilor ce face unu si acelasi magnetu la di-
 ferite locuri ale pamentului. Pentru acesta au si fostu
 construite instrumente speciale, *magnetometre*, dupe
 magnetometru lui *Gauss*, dintre cari potu fi numite acela
 a lui *Lamont* din *München*, *Edelmann*, si mai alesu a lui
Mascart, construitu de *Carpentier* la *Paris*. Tote porta
 unu magnetu prismaticu cu ua oglinda mica aternata
 uni - seu bifilaru, ua scara orizontala si unu ochianu spre
 a observà de departe si a numerà oscilatiunile.

Dupe legile pendulului, cuprinse in formul'a $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

se vede co numerulu oscilatiunilor este proportionalu cu
 radicin'a patrata puterii acceleratrice, in casulu nostru,
 a puterii magnetice, sub a caria influentia oscila mag-
 netulu. Este de observatu co la asemenea esperientie se

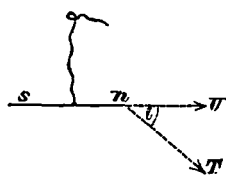


Fig. 98.

intrebuintiedia zculu de declinatiune.
 cand atunci nu lucredia intregulu mag-
 netismu alu pamentului, ci numai
 component'a orizontala $U = T \cos i$ (fig.
 98), unde i insemnedia inclinatiunea.

Astu-feliu observandu unghiurile de
 inclinatiune la diferite statiuni pe suprafeci'a pamentu-
 lui, precum si numerulu oscilatiunilor ce face unu si
 acelasi acu magneticu la acele statiuni, vomu putea cal-
 culà intensitatea relativa a magnetismului pamentului
 la diferitele puncturi ale lui. *Gauss* a formatu ua *uniune*
magnetica la care astadi iau parte tote tierile civilisate
 si a stabilitu observatorii magnetice la diferite pùnturi,

pene chiar in fundulu Siberiei, la cari se observa elementele magnetice in tote dilele si la ore determinate. Intensitatea magnetica a pamentului, mai slab pe langa ecuatoru, merge crescendu cotre poli; din contra ea descresce la unu puntu alu pamentului cu inaltimea d'asupra suprafeciei lui. Deca ne inchipuimu iara unite printr'ua linia continua tote punturile pe suprafeci'a pamentului la cari intensitatea magnectica este aceeaasi, aceea linia se numesce *isodinamica*.

SECTIUNEA IV

ELECTRICITATE

§ 1. PRODUCTIUNEA SI NATUR'A ELECTRICITATI

Suntu corpuri cari frecate cascade proprietatea de a atrage corpuri usiore. precum bucatiile de hartia, fulgi si alte. Asemenea corpuri suntu intre alte si sticla, chihlibaru, resinele in genere, si alte. *Thales* din anticitate a cunoscutu cu 600 ani a. Chr. acesta proprietate, dera numai pentru chihlibaru, a creditu co acesta proprietate este speciala a lui si a numit-o electricitate (din numele elenu alu chihlibarului ἤλεκτρον). Au trecutu de atunci peste 2200 ani si cunoscintiele asupra electricitati nu au facutu nici unu progresu, pene pe la 1600 dupe Chr., cand englesulu *Gilbert* a creatu, potemu dice, sciinti'a electricitati; de atunci incoce, mai alesu in secolu de fecia, electricitatea a ajunsu la ua desvoltare de care pucine sciintie se bucura.

Esperienti'a de mai susu o potemu face frecandu unu bastonu de sticla seu de resina, de ex. de cera rosie, cu ua bucata de lana. de flanela, de pele de pisica etc. si

apropiindu-lu de ua mesa pe care se afla globuletie mici de meduva de socu si alte corpuri usiore ; enca la ua distantia mai mare aceste globuletie saru in susu catre bastonu frecatu.

Unu mare numeru de corpuri casciga *prin frecare* proprietatea acesta ; suntu enca si corpuri, mai alesu metalele, cari in aparintia nu o casciga, cari ori catu voru fi frecate, totu nu potu trage nimica. Englesulu *Gray* a aretatu pe la 1730 co aceste corpuri conducu electricitatea, adico o transmite din molecula in molecula de la ua extremitate la alta si astu-feliu o perdu. Francesulu *Dufay* a aretatu cam totu in acelasi timp, co tote corpurile fara esceptiune potu fi electrisate, fiindu isolate , adico despartite de pamentu prin nisce corpuri speciale ca sticl'a , resin'a. In adeveru deca aducemu unu cilindru de metalu *A* (fig. 99), asediatu pe unu pi-

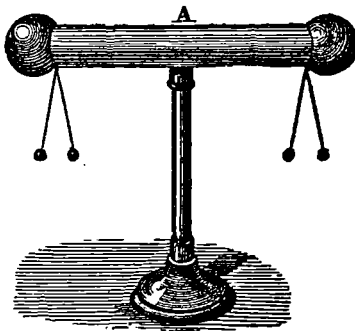


Fig. 99.

cioru de sticla, in contactu cu ua machina astu-feliu numita electrica, destinata, precum vomu vedea mai tardiu, ca sa dea cantitati mai mari de electricitate, elu devine electricu, adico manifesta proprietatea de a atrage corpuri

usiore, intocmai ca unu bastonu de sticla seu de resina care a fostu frecatu.

Dupe acestea s'au impartitu tote corpurile in duoe clase mari : in corpuri *isolatore*, seu *conductori rei* ai electricitati, numite mai inainte si corpuri *idioelectrice*,

si in corpuri *conductore* ale electricitati, seu *conductori buni*, numite mai inainte si *anelectrice*. Conductori buni suntu metalele, corpurile animale, vegetalele ude, vaporile de apa, gazele aprinse etc.; conductori rei suntu resinele, sticl'á, sulfulu, grasimile, gazele uscate, metasea etc.

Electricitatea se pote comunicà unui corpu si fara frecare. Decá atingemu, seu apropiemu numai, unu corpu in starea lui naturala, de ex. cilindru de metalu *A* din fig. 99, de unu altu corpu electricizat, de ex. de conductorulu machinei electrice, atunci acelu cilindru *A* va manifestà proprietatea de a atrage corpuri usiore, adico va priimi electricitate de la conductorulu machinei; in acestu casu dicemu co corpulu a fostu electricizat *prin influintia*. Deca cilindru *A* a fostu numai apropietu, fara ca sa atinga conductorulu machinei, atunci incetedita de a mai fi electricu, cand lu departamu de corpulu electricu; deca ensa a fostu apropietu forte multu, in catu sa atinga chiar corpulu electricu, atunci conserva electricitatea si dupe ce a fostu departatu.

Fenomenele electrice se manifesta enca si in forma de repulsiuni. Deca apropiemu unu bastonu de resina de ex. de unu astu-feliu numitu *pendulu electricu* (unu globuletiu de meduva de socu seu vre unu altu corpu usiore, aternatu la unu picioru de sticla, fig. 100) globuletiu este anteu trasu, apoi respinsu de ori cate ori ne apropiemu din nou cu acelu bastonu de resina electricizata; din contra globuletiu este atrasu, deca ne apropiemu cu unu bastonu de sticla electricizata, si acesta atractiune se face acum cu mai mare energia,

de catu mai inainte de a atinge globuletiului cu resina. Totu aceleasi fenomene se produc si cand incepemu

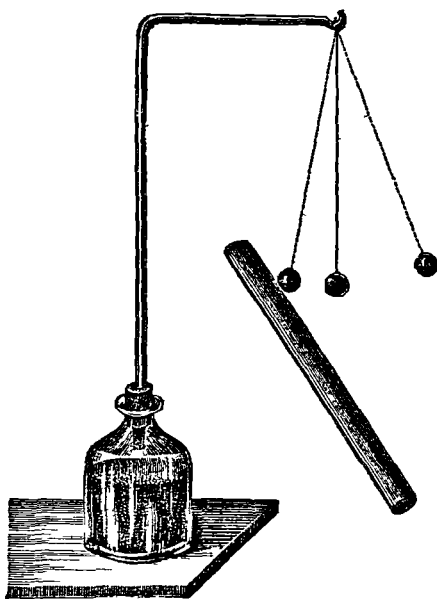


Fig. 100.

esperienti'a cu sticla si o terminamu cu resina.

Acesta ne conduce sa admitemu co electricitatea produsa prin frecare asupra resinii nu este identica cu aceea a sticlei; astu-feliu au fostu deosebite duoe feluri deelectricitate, numite mai anteiu *sticlosa* si *resinosa*. Cand ensa mai tardiu s'a curtoscutu, co

ori-care corpu pote dupe impregiurari priimi ua data electricitatea sticlei si alta data pe aceea a resinii, si co prin urmare aceste duoe feluri de electricitate nu suntu esclusive a sticlei si a resinii, de ore ce dupe impregiurari sticl'a ensasi pote priimi electricitatea resinii si asemenea resin'a pe aceea a sticlei, atunci s'au scambatu numirile, si in vederea opoitiunei ce exista intre acele duoe feluri de electricitate, un'a, si a nume aceea pe care o priimesce sticl'a frecata cu lana, s'a numitu *positiva*, iara ceea alta, adico aceea pe care o priimesce resin'a frecata asemenea cu lana, s'a numitu *negativa*.

Esperienti'a de mai susu in care globuletiulu pendu-

lului electricu, priimindu prin contactu cu resina electricitatea de acelasi feliu cu a resinei, a fostu respinsu de acesta, iara atrasu de catre electricitatea contraria a sticlei, ne areta co *electricitatile de acelasi feliu se respingu intre ele, iara acele de feliuri contrarii se atragu.*

Că sa constatam deca unu corpu este electricu si cu ce feliu de electricitate este incarcatu, ne servim de instrumente, numite *electroscoape* si *electrometre*. Suntu electroscoape cu pae, seu cu foi de auru seu de aluminiu. Fig. 101 represinta unu electroscopu, și a nume pe acela a lui *Töpler*. Ua verga de metalu cu unu globu *G*, portandu in partea inferioara duoe foi de aluminiu *E*, este pusa, bine izolata cu resina, intr'unu balonu de sticla buna si uscata in interioru. Cand apropiemu unu corpu electricu de globu *G*, verg'a se electrisedia prin influintia si foile incarcate cu aceeasi electricitate se respingu intre ele, ceea ce ne areta co corpulu a fostu electricu. Ca sa cunosemu acum de care feliu este electricitatea corpului, atingemu cu densu globulu *G* si atunci foile remanu incarcate cu electricitatea corpului si prin urmare divergente in permanentia. Apropiendu acum de globu *G* unu bastonu de resina electrisata negativ, foile, deca aru fi priimitu de la corpu electricitatea *positiva*, voru cadea, pentru co ea este atrasa de aceea negativa a

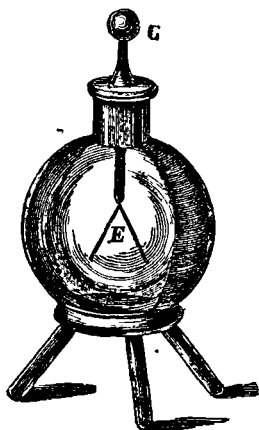


Fig. 101.

bastonului de resina; deca din contra foile voru fi avutu de la corpu electricitatea *negativa*, ele voru diverge si mai multu la apropierea resinei, pentru co acesta respinge electricitatea negativa de la verga si o cumuledia spre extremitatea foilor. Ūa contra-proba se pote face cu unu bastonu de sticla.—Mai tardiu vomu cunoște si alte electrometre mai simtitore.

De ori cate ori frecamu duoe corpuri, unu cu altu, ele se electrisedia amenduoe, unulu priimesce electricitatea positiva, celu altu pe aceea negativa; deca amenduoe suntu isolatore seu isolate, atunci manifesta amenduoe fenomene electrice. Unu si acelasi corpu, frecatu succesive cu corpuri diferite, priimesce cand electricitatea positifiva, cand pe aceea negativa; de ex. sticl'a frecata cu lana se electrisedia positivu, iara lan'a negativu; totu aceeași sticla frecata cu blana de pisica se electrisedia negativu, iara pelea de pisica positivu. Corpurile din seri'a urmetore se electrisedia fia-care positiv, cand lu frecamu cu corpulu urmetoru, negativ, cand lu frecamu cu corpulu care lu precede: *pele de pisica, sticla, lana, lemnu, metase, resina* etc.; se intielege dupe cele dise, co corpulu frecatoru va priimi elu ensusi electricitatea contraria.

Pe bas'a acestor fapte electrice si a altor ce vomu cunoște mai tardiu, fisicii au incercatu sa fundedie ua teoria asupra naturei electricitati. Duoe din aceste teorii suntu cele mai principale, un'a aceea a lui *Aepinus* si *Franklin* cari 'si inchipuescu co fia-care corpu cuprinde ua cantitate determinata unui *fluidu* particularu ce ei numescu *electricu*; cand din duoe

corpuri electrisate, prin frecare de ex., unulu manifesta electricitatea ce amu numitu positiva, iara celu altu pe aceea negativa, atunci, dupe acesta teoria, celu d'anteiu mai casciga din acelu fluidu, iara celu d'alu duoilea perde; cantitatile acestui fluidu fiindu iara ecilibrate in amenduoe corpurile, acestea revinu in starea lor naturala.

In opozitiune cu acesta teoria este aceea a englesului *Symmer*, care admite *dualismulu*, adico co fia-care corpu cuprinde cantitati ecuale si neutralisate intre ele a *duoe fluide electrice* de nature contrarii, adico unulu positivu si celu altu negativu. Cand *frecamu* duoe corpuri *A* si *B*, ua portiune mai mare seu mai mica a fluidelor lor se descompune sub actiunea frecarei; electricitatea $+$ din *A* se combina la punturile de contactu cu ua cantitate ecuala de electricitate $-$ din *B*, astu-feliu in catu remane pe *A* ua portiune de electricitate $-$ libera, iara pe *B* ua portiune ecuala de electricitate $+$. Cand apropiemu unu corpu *A* in stare naturala de unu altu *B*, electrisatu positivu de ex., atunci fluidele electrice a celui d'anteiu se descompunu partial sub *influinti'a* electricitati $+$ din *B* si prin urmare *A* manifesta electricitate, ensa de duoe feliuri, electricitatea $-$ in partea apropiata de *B*, iara in partea departata de *B*, electricitatea $+$. Deca atingemu acum *A* de *B*, seu deca lu apropiemu numai ceva mai multu, atunci electricitatile contrarii, $+$ din *B* si $-$ din *A*, atragenduse intre ele, precum amu vediutu mai susu, se combina si remane electricitatea $+$, impartita pe *A* si *B*, si prin urmare corpulu *A* a remasu electri-

satu prin contactulu lui, seu prin apropierea cea mare cu *B*.

De si acesta din urma teoria nu face de catu a espune lucrurile ensusi cum se petrecu, cu tote astea, in lipsa de ua alta mai buna, o conservamu obicinuitu pe acesta, pentru co ne procura unu mediu simplu ca sa ne damu sema despre tote fenomenele electrice. Astadi, cand teori'a undulatiunilor este admisa ca bas'a fenomenelor sonore, luminoase si a celor calorice, s'au facutu incercari de a se aplicà aceeași teoria si la fenomene electrice si este probabilu, co si acestea in curend se voru presintă ca nisce consecintie ale miscarilor undulatorii. In ori ce casu ensa, astadi se admite de toti, co fenomenele electrice sunt nisce fenomene mecanice, adico de miscare, remanendu indiferentu modulu in care se executa, seu ne inchipuimu co se executa, acele miscari.

§ 2. MACHINI ELECTRICE

Prin machini electrice intielegemu aparate destinate sa produca si sa cumuledie cantitati mai mari de electricitate ; ele au fostu descoperite in anulu 1650 de *Otto de Guericke* de la Magdeburg, care a observatu celu d'anteiu si scantei'a electrica, au fostu de atunci incoce perfectionate si se facu astadi sub formele cele mai variete. Ua machina electrica, intr'unu sensu mai restrensu, se compune de ordinaru din trei parti principale : de unu *corpu frecatu* care este unu conductoru reu pentru electricitate, formatu la inceputu de unu globu de sulfu, iara astadi de cilindri seu de discuri mari

de sticla seu de cautschuc ; de unu *corpu frecatoru*, obicinuitu ua pele mole si neteda, seu blana de pisica, coda de vulpe etc. ; si de unu *conductoru* metalicu, isolatu pe picioare de sticla seu prin suspensiune cu sfori de metase. Ecce cate-va din machinile seu generatorii de electricitate cei mai principali.

Electroforulu astu-feliu numitu alu lui *Volta* care numai lu a perfectionatu, dupe ce a fostu mai inainte descoperitu de germanu *Wilcke*, se compune de unu

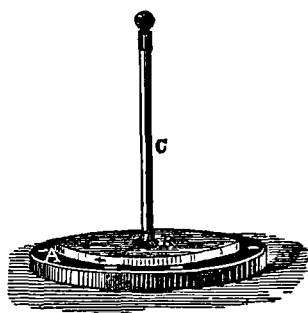


Fig. 102.

discu seu ua turta *A* (fig. 102) de resina seu de cautschuc tare (materi'a de peptene) si de unu discu mai micu *B* de metalu, seu de lemnu imbracatu pe amenduoe feciele sele cu ua foia de cositoru, si tinutu cu ua coda de sticla, seu cu sfori de metase. Ca sa incarcamu electroforulu procedamu astu-feliu : frecamu

turt'a de resina cu ua pele de pisica seu cu ua coda de vulpe si i damu electricitate negativa, precum se vede in figura ; apoi punemu pe turta disculu metalicu, tinendulu de cod'a de sticla. Acesta se electrisedia prin influintia ; electricitatea negativa este respinsa in feci'a superioara a lui si o potemu departa stabilindu comunicatiunea cu pamentu, de ex. atingendu cu degetu ; electricitatea positiva se cumuledia in partea inferioara, fiindu atrasa de aceea negativa a resinei. Discurile *A* si *B* nepresintandu fecie absolutu plane, contactulu dintre ele se face numai la cate-va puncturi si exista prin urmare

intre ele unu stratu izolatoru de aeru ; pe de alta parte resin'a conducendu reu electricitatea. acesta nu se pote repedi prin acele pucine punturi de contactu, ca sa se combine cu electricitatea contraria din B , astu-feliu in catu aceste duoe electricitati stau despartite intr'unu timpu indefinitu, si vomu gasi electroforulu asia incarcatu dupe mai multe dile si chiar septamani si luni, mai alesu deca a fostu conservatu intr'unu locu uscatu. Deca acum redicamu disculu B in positiune orizontala, tinendulu de cod'a C (dupe ce mai inainte lu amu atinsu cu degetu, ca sa departamu electricitatea negativa), lu vomu gasi incarcatu cu electricitate positiva si vomu potea trage dintr'ensu scantei electrice destulu de mari. Aplicandu-lu din nou pe resina, fara ca sa fia trebuintia de a lu mai frecà, atingendulu cu degetu si redicandulu iara in positiune orizontala tinutu de coda, vomu potea estrage ua scanteia noua si asia mai inainte potemu repedi acesta operatiune unu numeru indefinitu de ori si incarcarea electrica a discului B va fi totu de una de aceeași intensitate, pentru co disculu de resina A care nu perde nimicu influentiedia totu de una in acelasi modu pe B .

Machin'a electrica lui Ramsden. Renumitul me-canicu englesu *Ramsden* a dat acestei machine ua forma forte comuna astadi care se vede in fig. 103. Ua rota mare de sticla se pote inverti intre duoi stalpi verticali fixati pe ua mesa cu picioare scurte. Rot'a in miscarea ei se freca intre duoe perechi de perine p, p' , fixate susu si josu la aceiasi stalpi, si se incarca continuu cu electri-citate positiva, pe cand electricitatea negativa desvoltata

pe perine este condusa prin foi si lantiuri de metalu la pamentu. In feci'a rotei se afla duoi conductori meta-

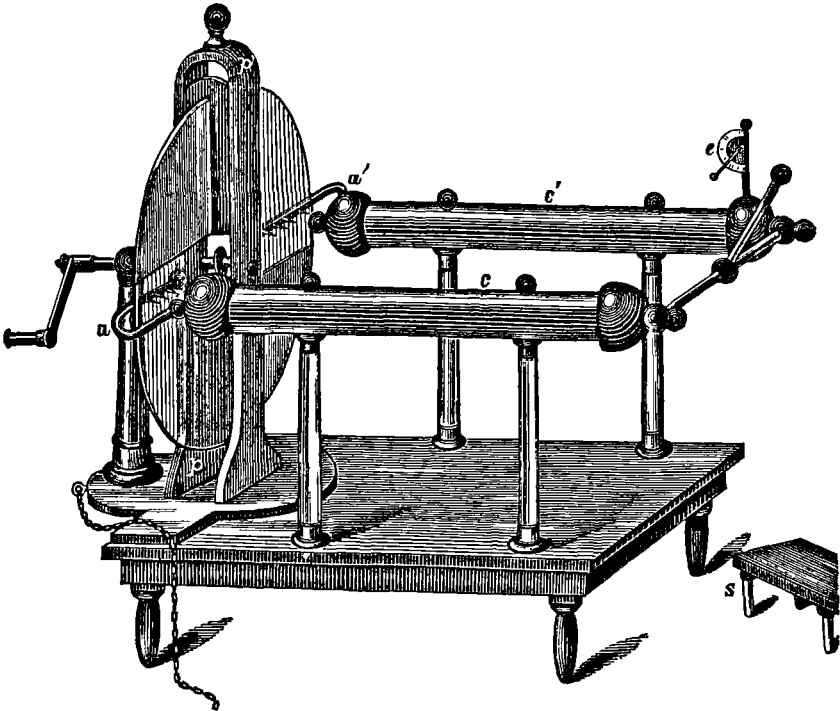


Fig. 103.

lici c, c' , formandu in realitate unu singuru, izolati pe piciore de sticla. Sticl'a influentiedia pe conductori, descompune intr'ensi electricitatile si atrage catre sine pe aceea negativa care se combina continuu cu aceea pozitiva a sticlei, astu-feliu in catu conductorii remanu incarcati cu electricitate pozitiva libera. Ca sa inlesnimu scurgerea electricitati, adico combinatiunea electricitati negative din conductori cu aceea pozitiva a sticlei, punemu la extremitatile lor despre sticla cate unu arcu de

metalu a , a' , in forma de potcova, armatu in interioru cu verfuri ascutite intre cari trece rot'a de sticla si cari, precum vomu vedea mai tardiu, au proprietatea de a transmite in afara electricitatea lor.

Rot'a si picioarele izolatore trebuie sa fie de ua calitate buna de sticla si catu se pote pucinu hygroskopica; sticl'a verde de butile de ua calitate mai buna se recomanda obicinuitu pentru acesta. In timpul operatiunei trebuie sa le tinemu uscate, frecandule cu pendie seu flanele calde; rot'a trebuie stersa cu alcoolu si apoi cu ua pendia curata si uscata.

Conductorii suntu goi in interioru pentru co, dupe cum vomu vedea mai tardiu, electricitatea se ingramedesce numai la suprafecia si este indiferentu deca conductorii suntu masivi seu goi. Ei trebuie sa fie rotunditi pretudindeni, si sa nu fie, nici pe ei, nici in apropierea lor, verfuri cari impiedica ori-ce ingramedire de electricitate; asemenea trebuie sa fie incalditi si uscati.

Perinele cele mai bune se compunu de ua scandura mica pe care se afla lipita ua bucata de flanela grosa si pe densa ua bucata de pele la care se freca rot'a de sticla; arcuiri de ociealu ce se afla in dosulu lor se indesa pe sticla. Perinele ca sa functiunedie trebuie sa fie unse pe pele cu diferite substantie, de ex. cu unu sulfuru de cositoru, numitu si *auru musivu*, seu cu unu *amalgamu* de cositoru, zincu si mercuriu.

Rot'a de sticla nu se afla incarcata cu electricitate de catu numai la duoe cadrante opuse, adico in acei de la p la a si de la p' la a' ; pentru co ajungendu la a si a' in dreptulu verfurilor 'si da electricitatea. De aci

urmedia co este bine sa ingrijimu ca electricitatea casigata la perine sa fia conservata pene la a si a' . Pentru acesta, aceste duoe cadrante suntu acoperite pe amenduoe fecie cu foi de pendia ceruita, ca sa impiedice perderea electricitati in aeru.

In fine potemu asiediã pe conductorulu machinei unu aparatu micu e , nũmitu *electometru lui Henley*, destina tu sa arete gradulu de incarcatura electrica a machinei. Acẽstu electrometru este formatu din substantie izolatore, porta ua tabla mica de fildesiu gradata si unu pendulu de meduva de socu. Cu catu conductorulu se incarca mai multu, cu atatu pendululu se redica in susu si vine in positiune orizontala si chiar trece peste

acesta, cand machin'a lucredia bine cu deosebire.

Machin'a electrica lui Winter. Winter, mecanicu specialu pentru obiecte de electricitate din Viena, a datu acestor machini ua forma particulara (figura 104), care le da ua superioritate ore care asupra formei Ramsden, mai alesu in privinti'a tensiunii cele mari si prin urmare a

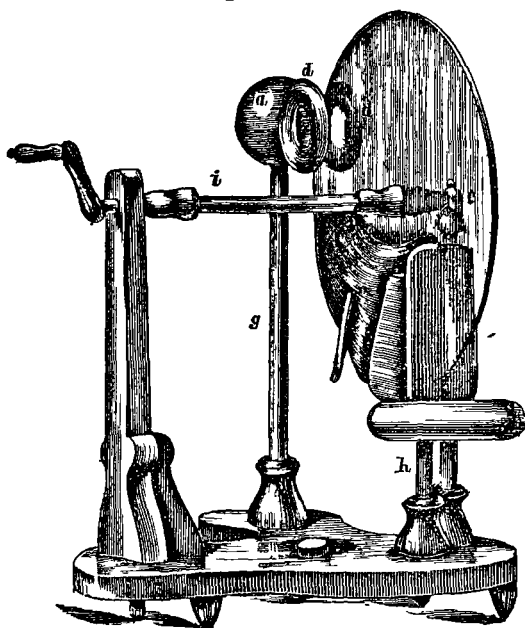


Fig. 104.

lesu in privinti'a tensiunii cele mari si prin urmare a

Lungimei scanteilor, cari pentru machini de aceleasi dimensiuni sunt mai lungi dupe sistem'a Winter, decatu dupe aceea Ramsden. Rot'a purtata de unu axu orizontalu de sticla *ie* se freca intre duoe perine purtate de unu stalpu de sticla *h*. Conductorulu α , asiediatu pe unu picioru de sticla *g*, are form'a unui globu si se termina prin duoe inele de lemn'u *d*. Acestea au in partea interiora unu sgiabu in care se afla lipita ua fasia de cositoru si pe densa suntu infipte ace prin cari se face neutralizarea electricitati + din sticla cu — din conductoru, ca si la machin'a Ramsden. Lungimea si intensitatea scanteilor cresce la acesta machina fixandu pe conductorulu α intr'ua gaura din partea superiora a lui unu inelu seu cercu mare de lemn'u, petrecutu in untru cu ua serma grosa de metalu. Tensiunea cea mare ce pote priimi electricitatea desvoltata prin acesta sistema provine intre alte si din distanti'a relative mare, care desparte perinele de verfurile conductorului si care impedita descarcarea acestuia prin perine, ceea ce se intampla adesea cu machin'a Ramsden.

Mecanicii din Berlin facu machini electrice forte bune cu cilindri de sticla in locul rotelor. Se mai facu enca machini cu duoa rote de sticla, cari dau ua cantitate mai mare de electricitate, fara ca lungimea scanteilor sa cresca prin acesta. Asemenea s'a inlocuitu pe aci si acolo rotele de sticla prin rotele de cautschuc tare care este mai pucinu hygrosopicu de catu sticla.

Machin'a hydroelectrică. Englesulu *Armstrong* a facutu observatiunea interesanta, co vaporile cari esu dintr'ua machina cu vaporu suntu electrisate positiv si

a basatu pe acestu faptu constructiunea unei machine electrice din cele mai puternice. Fig. 105 represinta ua

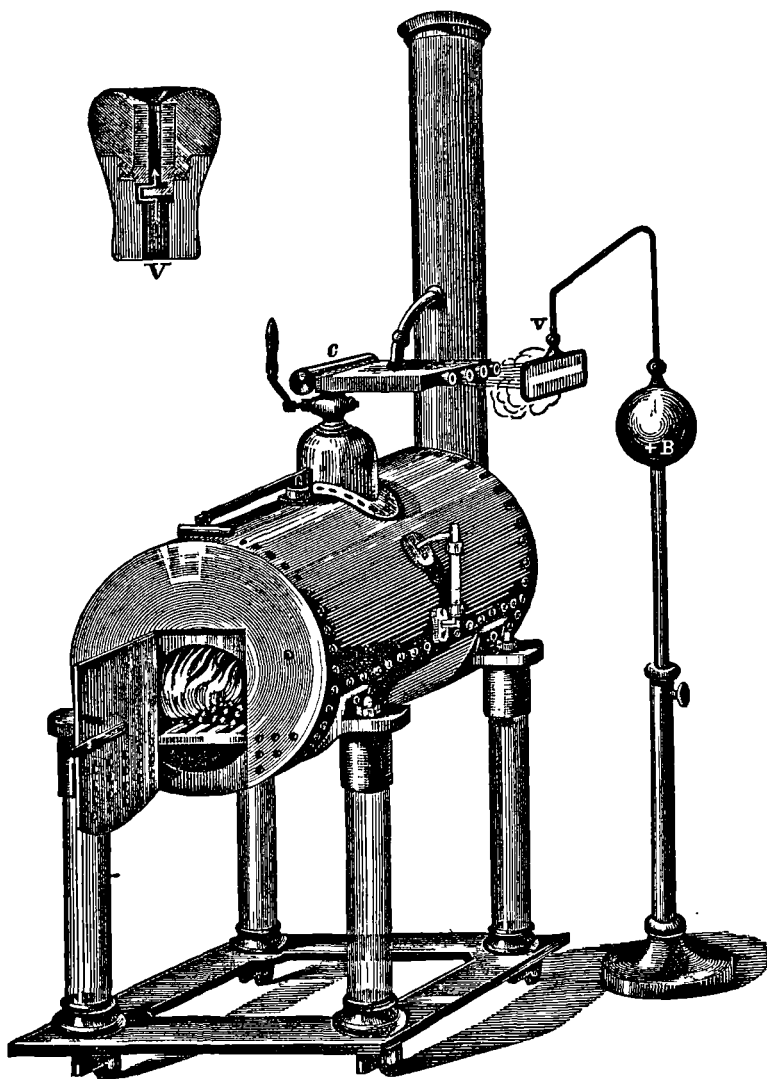


Fig. 105.

asemenea machina. Ua caldare, ca aceea ce vomu

descrie la teori'a machinilor cu vapori, cu cosiu, aretatoru de nivelu, ventile de siguritate etc., isolatu pe patru stalpi solidi de sticla, da esire vaporilor prin mai multe tievi, dispuse intr'ua cutia cu apa rece c . Vaporile venindu in aceste tievi, cari se vedu in sectiune la V , se recescu pucinu in cuti'a c , se condensa partial in forma de besici si esindu afara se freca la peretii tievei, si prin acesta frecare se incarca cu electricitate pozitiva, pe cand electricitatea negativa remane pe caldarea izolata, seu pote fi condusa la pamentu cu ajutorulu unui lantiu metalicu. In dreptulu vaporilor se afla unu stalpu de sticla, purtandu unu conductoru sfericu de metalu B , terminatu cu ua cercevea v cu verfurile. Acestu conductoru se electrisedia prin influenti'a vaporilor si remane incarcatu cu electricitate pozitiva, pe cand aceea negativa se combina prin verfurile v cu electricitatea pozitiva a vaporilor. Acesta machina cu tota puterea ei ceea mare este raru intrebuintiata 1-iu pentru co cere mai multe ore de preparatu pene sa incepa a functiona si alu 2-lea pentru co umple atmosfer'a cu vapori, si atunci experientele electrice nu potu reesi de catu cateva momente la inceputu.

§ 3. MACHIN'A DE INFLUINTIA A LUI HOLTZ

Holtz din Berlin a inventatu la 1865 ua machina electrica noua care, prin simpla influinti'a, produce cantitati mari de electricitate, de ua tensiune mare si cu ceea mai mare inlesnire. Machin'a acesta de unu volumu micu pe langa machinile cele mari descrise pene acum, de unu pretiu mai pucinu de catu diumetea

pretiului acelor machini, cere pentru miscarea ei ua munca aproape nula, functionedia la ori ce timpu si intr'unu spatiu umedu cu ua intensitate pucinu variabila, da efectele machiniilor celor mai mari dupe sistem'a Ramsden, pe cand acestea incetedia curend de a lucrà intr'unu auditoriu ceva mai numerosu, din caus'a umedieli ce se produce si care vatemala izolarea machinilor ordinare. De aceea machin'a Holtz este astadi admisa pretutindeni si in tote stabilimentele, cele alte machini remanendu ca nisce obiecte istorice.

Machin'a lui Holtz s'a facutu in diferite forme; una

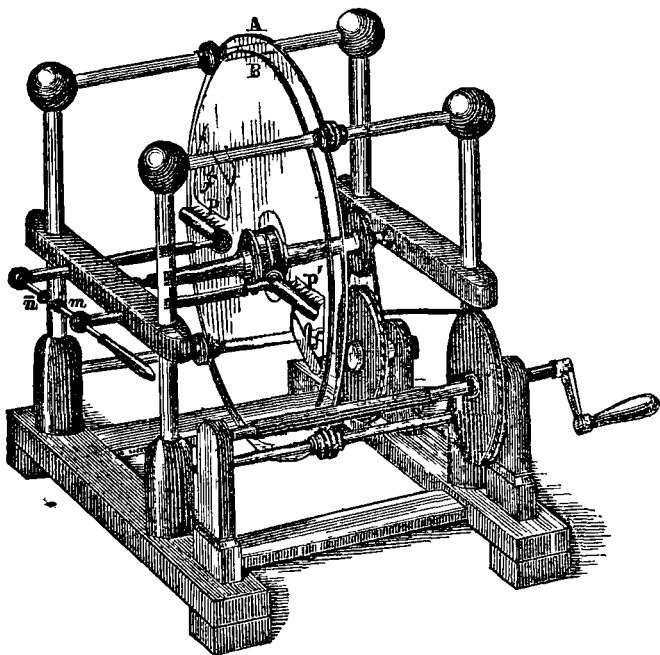


Fig. 106.

din cele d'antei se vede in fig. 106. Ea se compune din duoe rote de sticla subtire forte apropiete intre ele,

un'a A fixa și mai mare, cealaltă B mai mică și mobilă în jurul unui axu orizontal. Discul fixu A poartă în direcțiunea unui diametru două gauri și d'asupra lor în sensuri inverse două armături de hartie cu verfurile f, f' , esite la gaurile. La steng'a discului A se află rot'a mobilă B , care se inversează în direcțiune opusă la verfurile f și f' , adică de la gauri spre armături. Înaintea acestei rote B , la steng'a ei, se află conductorii metalici m, n , în număr de doi, terminați cu verfurile P și P' , cari stau în linia orizontală în dreptul armăturilor de hartie. Discul A este acoperit cu un strat subțire de lac și trebuie sters cu o dată cu o picătură de unt de migdale sau de petrol.

Ca să încarcăm mașin'a cu electricitate, stabilim întâi contactu între globulețele m, n ale conductorilor, apoi apropiem o bucată mică de cauciuc tare, frecată cu mână sau cu blana de pisică, și încarcăm prin urmare cu puțină electricitate negativă, de un'a din armăturile de hartie, de f de ex., și în același timp inversăm rot'a câte-va secunde; îndată auzim la m și n o parietură care ne arată că mașin'a s'a încarcat cu electricitate și atunci departăm bucat'a de cauciuc. De aci înainte mașin'a conservă electricitatea și o produce într-unu timpu indefinit deca inversăm rot'a; departându câte puțin conductorii, încep să sară între ei scantei cari pot deveni de o putere mare, mai ales deca adăugăm și niște *condensatori*. Conductorul n din dreptul armăturii de care am apropiat cauciucul electricizat —, primește elu ensuși electricitatea —, celălalt conductoru m primește electricitatea +.

Este lesne sa intielegemu modulu in care functionedia acesta machina. Armatur'a f , electricisata *negativ* de ex-influentiedia rot'a B si descòmpane pe densa continuu portiuni noi de electricitate; electricitatea *negativa* a rotei influentiedia pe conductoru Pn , se combina cu $+E$ a lui prin verfurile P , pe cand $-E$ se ingramadesce la n . Electricitatea *positiva* care a remasu pe rota, legata pe densa prin actiunea discului ce i sta in fecia, este transportata impreuna cu rot'a in dreptulu verfului f' prin care trece si incarca armatur'a f' cu electicitate *positiva*. Acesta va influentiã ca si aceea de la f si va incarcã conductorulu m cu electricitate *positiva*. — E remasa aci pe rota vine la armatur'a f si i da ua provisiune nooa de $-E$; precum asemenea $+E$ remasa iara trece la armatura f' si i da $+E$ si asia mai inainte. Gaurile din discu servescu ca sa liberedie electricitatile transportate pe rota de actiunea discului si sa le lase prin urmare sa treca la verfurile f si f' .

S'a construitu si alte machini analoge cu acesta, de ex. a lui *Töpler*; ensa aceea a lui Holtz conserva pene astadi superioritatea.

Machina Holtz a priimitu astadi diferite modificari si perfectionari importante. Fig. 107 represinta ua machina induoitã cum se face astadi. Totu acelasi discu fixu cu duoe gauri seu ferestre, cu armaturile lor de hartie, ale carora verfuri suntu esite in gaurile; totu aceeasi rota mobila, invertinduse in directiune opusa cu verfuri. Ensa modulu in cari suntu purtate aceste duoe discuri de sti-cla subtire este multu mai simplu, extremitatile izolatorilor de ebonitu suntu rotunjite in forme concave si,

ceea ce este esentialu , s'a adaogatu unu conductoru transversalu care se intinde peste cele duoe armature de hartie. Rolulu acestui conductoru aditionalu este de a descarca escesele electricitatilor contrarii, cari s'aru ingramedi pe cele duoe armature de hartie , si cari , in lipsa acestui conductoru, ar merge prin conductorii ordinari, ca sa aduca inversiunea electricitatilor in baterii

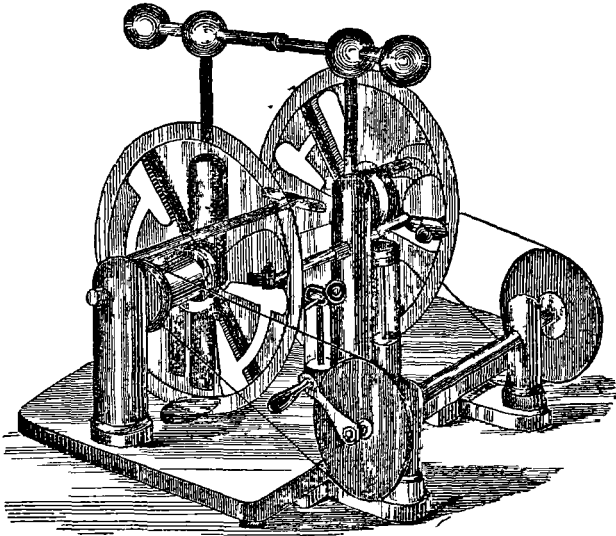


Fig. 107.

electrice, pe cari amu vrea sa incarcamu cu acesta machina. Machinile aceste cu conductoru transversalu suntu mai constante si mai productive de catu cele mai vechi, se incarca fara a avea grije de a uni conductorii, si nu se descarca asia lesne, chiar cand acestia aru remanea departati intre ei.

In fine trebue sa observamu, co in anii din urma s'au mai adaogatu in dreptulu coltilor a conductorilor cate ua pinsula, la care frecanduse rot'a de sticla in timpulu

rotatiunei sele, pinsul'a se incarca necontenitu cu electricitate si o transmite armaturilor de hartie.

Machinile Holtz sunt remarcabile prin acesta, co transforma lucru, seu miscare, in electricitate. Intr'unu memoriu, cetitu de catre *Poggendorff*, in lun'a lui Maiu din anulu 1870, inaintea Academiei din Berlin, se descrie experimentulu, seu operatiunea inversa, adica transformarea electricitati in miscare, seu productiunea miscari prin electricitate. Avendu duoe machini Holtz, deca incarcamu pe una din ele invertindu-o si conducemu prin duoe serme electricitatile produse la cei duoi conductorii ai machinei a duoa, vomu vedea co acesta se pune de la sine in miscare de rotatiune, ensa in directiune inversa de aceea la care ar trebui sa o invertimu, ca sa produca electricitate. Acestu experimentu, descrisu deja in anulu 1870, formedia principiulu teoreticu alu transmisiuni miscari si a poteri la distantia, care presinta astadi ua asia mare importantia.

§ 4. CATE-VA ESPERIENTIE CU MACHINA ELECTRICA

Machinile electrice ne dau mediulu, prin productiunea continua de cantitati mai mari de electricitate, sa observamu ua multime de fenomene electrice, cari cu pucina electricitatea a bastonelor de sticla seu de resina ne scapa cu totulu.

Nu insistu asupra esperientielor cu *clopotiei electrice* cu *insecte* si *pesci electrice* (de hartia), cu *joculu globuletielor de socu* seu astu-feliu numitu *aparatu de grandinea alu lui Volta* si alte asemenea; tote aces-

tea areta fenomene de atractiuni si repulsiuni electrice. Mai interesante suntu cele urmetore :

Umbrel'a de hartia care se vede in fig. 108. Fasiile de hartia electrisate se respingu intre ele si se deschidu.

Suflarea verfurilor asiediate pe conductorii machinei, pe care o potemu areta mai alesu, tinendu ua lumenare aprinsa inaintea verfului. Acesta provine din repulsiunea mutuala a moleculelor de aeru electrisatu prin influintia.



Fig. 108.

Electrisarea omului ensusi asiediatu pe unu scaunelu izolatoru *S* (fig. 103) ; perii dupe capu se redica, fiindu respinsi intre ei ca fasiile de hartia din fig. 108.

Vertelniti'a din fig. 109. Electricitatea esindu prin verfurile induoite, tensiunea ei in partile opuse produce miscarea in sensulu opusu la verfuri, dupe acelaasi principiu care se observa si la rotele de reactiune ale ligidelor.

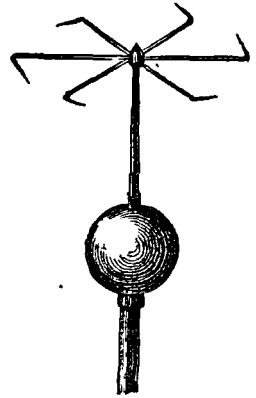


Fig. 109.

Figurile lui Leichtenberg in fine ne areta pe langa unu fenomenu de atractiune electrica si diferinti'a ce exista intre cele duoe felii de electricitate. Pe ua turta de resina seu unu discu de cautschuc sa tragemu succesive cu duoe corpuri electrisate unulu *positiv*, celu altu *negativ*, (de ex. cu cele duoe armature ale unei butile de Leyden) duoe sisteme de linii seu figuri, nevisibile la ochiu, cari ensa

represinta pe resina duoe regiuni electrice, un'a \vdash si cea alta — . Sa proiectamu pe aceea turta de resina din hisce foi cu gura de lemnu, purtandu multe gauri mici, ua amestecatura de duoe prafuri diferite, de ex. de *mini* rosii si de *sulfu* galbenu, si vomu vedea co prafulu galbenu se asiedia pe liniile \vdash electrice si formedia figuri, presintandu ramificatiuni in esterioru ; iara prafulu celu rosii se asiedia pe regiuni — electrice, presintandu figuri mai rotundite. Se intielege co miniulu si sulfulu la esirea lor prin gaurile foilor au fostu electrisate prin frecare , celu d'anteiu *positiv*, iara celu din urma *negativ*.

Lumin'a seu *scantei'a* electrica este fenomenulu celu mai interesantu care insotiesce descarcarile electrice, adico combinatiunea si neutralizarea celor duoe electricitati de felii contrarii. Form'a si intensitatea scantei electrice variedia dupe impregiurari : in genere scantei'a este cu atata mai puternica, cu catu cantitatile electrice cari se combina la unu puntu suntu mai mari si de ua tensiune mai mare. Scantei'a se pote presinta in forma de ua lumina slaba, cand electricitatile contrarii se combina cate pucinu si la mai multe puncturi, precum se vede de ex. la intunerecu intre rota si verfurile conductorului machinei electrice. Scanteile scurte suntu drepte ; iara cele lungi iau form'a de zic-zac.

Cand electricitatea conductorului unei machini puternice scapa in aeru, de ex. printr'unu globuletiu asediatu pe densu, adico cand electricitatea \vdash a conductorului influentiandu atmosfer'a se combina cu electricitatea — a iei, atunci scantei'a, visibila numai la intunerecu, ia

form'a unui *snopu* sau a unui *'penagiu* (Aigrette, Büschel), precum se vede in fig. 110.

Scantei'a electrica o potemu enco impartii in mai multe șcantei mici, făcendu mai multe

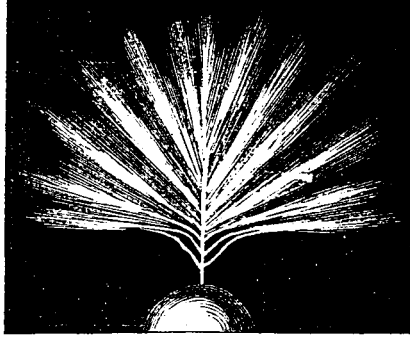


Fig. 110.

taeturi intr'ua fasia de cositoru lipita pe unu *tubu*, sau pe ua *tabla* de sticla (fig. 111 si 112),

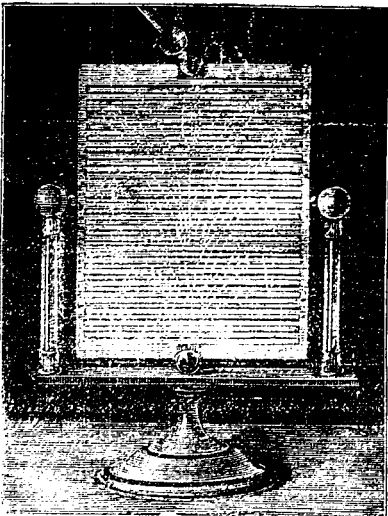


Fig. 112.

cari atunci devinu *scanteetore*.

Scantei'a are ua coloare alba ; acesta ensa se

scamba dupe natur'a gasului in care se produce scantei'a si dupe gradulu de raritate a lui. Intr'unu spatiu cu aeru raritu, scantei'a ia form'a unui globu de ua lumina slaba, ensa *violeta*, precum se areta

cu aparatulu de sticla din fig. 113, numitu *ou electricu*

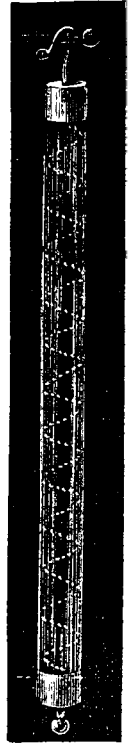


Fig. 111.

seu *filosoficu*, in care se pote face golu. Tuburile, astu-

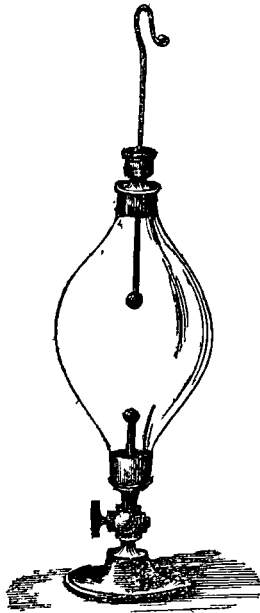


Fig. 113

tuburi de sticla cari cuprindu mici cantitati de diferite gaze si cari prin urmare presinta lumina electrica cu diferite colori ; hydrogenu, azotu, vapori de apa, dau lumina rosie ; vaporile de mercuriu, acidu carbonicu, dau lumina verde, si asia mai inainte.

In fine lumin'a electrica se produce enco si in golu barometricu, cand miscamu colon'a de mercuriu, coci atunci prin frecare se producu electricitatile, cari se recombina imediatu. Dupe acestu principiu se facu tuburi de sticla gole, avendu intr'ense pucinu mercuriu, cari luminedia, cand ii miscamu rapede.

§ 5. CURENTI HYDROELECTRICI

Frecarea si influinti'a nu suntu singurele mediuloce de a produce electricitate ; pe acesta ne o potemu procurà si prin alte actiuni și chiar cu ua abundantia mai mare si intr'unu fluxu continuu.

Enca de multu unu invetiatu germanu, *Sulzer*, a observatu co punendu limb'a intre duoe bucati de metale diferite, de ex. zincu si cupru, ce se atingu în exteriorulu gurei, simțimu unu gustu acru seu amar, dupe cum atingemu partea superioara a limbei cu zincu seu cū

cupru. Acestu fenomen a ramas izolatu, uitatu si ne-
 explicatu ; astadi ensa se scie co este unu efectu chimicu
 alu electricitati produse la contactulu metalelor intre
 ele si cu licidele gurei. — Pe la 1789 mediculu italianu
Galvani, facendu studii fisiologice asupra broscei, a ob-
 servatu co ua broasca jupuia si aternata la grilagiulu unui
 balconu facea miscari convulsive de ori cate ori se atin-
 gea de grilagiu cu extremitatile libere ale sele si a atri-
 buitu acesta unui fluidu electricu particularu alu broscei.
Volta, profesoru de fisica la Pavia, studiendu de aproape
 acestu fenomen, i a datu adeverat'a explicatiune, con-
 siderendu convulsiunile broscei ca unu simplu efectu
 alu descarcarei *electricitatilor produse la contactulu*
a duoe metale eterogene, de ex. alu ferului cu alam'a
 din grilagiu. Tota lumea a recunoscutu atunci ua noua
 cauza de productiune a electricitatilor, *contactulu* a
 duoe metale. Electricitatea produsa in aceste impregiu-
 rari are ua tensiune forte slaba, ensa se produce con-
 tinuu ; ea a fostu numita *glavanismu*. Ecce esperienti'a
 fundamentala a lui Volta : taiamu ua broasca si i lepa-
 damu partea anterioara, jupuimu restulu de pele si atin-
 gemu cu unu arcu bimetalicu (zincu si cupru) nervii de
 pe langa calon'a vertebrala si muschii picioarelor de in-
 deretu ; atunci brosc'a intra imediatu in convulsiune,
 precum se vede in fig. 114.

Abia se forma teori'a de contactu a lui Volta, cand
 chimistii si fisicii au inceputu a i opune *teori'a chimica*,
 dupe care electricitatile aru fi produse prin reactiunile
 chimice d'intre metale si licidele gurei la experimentulu
 lui Sulzer, seu ale broscei, la acela a lui Volta ; *Wollas-*

ton, Faraday și de la Rive sunt cei mai principali reprezentanți ai acestei din urma teorii. Lupt'a între partizanii acestor două teorii a fost lungă, și multu

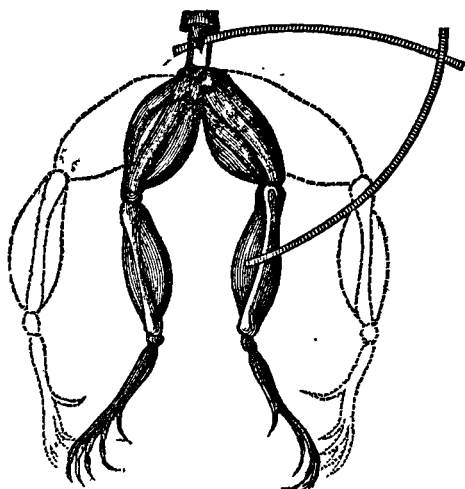


Fig. 114.

simplu contactu a două metale, sau în genere a două corpuri eterogene, fără să precede o reacțiune chimică apreciabilă.

Ecce experiența fundamentală prin care Volta a pretins să demonstreze că *contactulu* singur poate produce electricitate. O lamă compusă din două bucati, una de zinc z și alta de cupru c , se pune pe condensatorul unui electrometru (fig. 115), pe când tabl'a inferioară a condensatorului se atinge cu degetu. Departându apoi succesiv degetulu, lam'a zc și disculu superioru alu condensatorului, foile electrometrului divergu cu electricitate—, dacă amu atinsu cu z , cu electricitate+, dacă amu atinsu cu c .

Schönbein din Elveția a combinat aceste două

timpu nu a putut fi probat prin fapte necontestabile care din aceste două teorii ar fi cea mai bună. Faptulu este că curenții galvanici sunt însoțiți de reacțiuni chimice, că reacțiunile chimice produc curenți galvanici, că aceștia se produc, deși slabi, și prin

teorii și a formatu ua teoria noua care pare a fi mai rationala. Schönbein a recunoscutu co condițiunea neapărată pentru produțiunea unui curentu galvanicu este *contactulu unui metalu cu unu licidu*; deca pe langa acesta se produce și ua reacțiune chimica între metalu și licidu, curentulu este de ua intensitate mai mare. Electricitatea $+$ se produce pe licidu, acea $-$ pe metalu și acesta este cu atatu mai electronegativu, cu catu este mai tare atacatu de către licidu. La esperienți'a mai susu descria a lui Volta (fig. 115) lamele *z* și acele a condensatorului porta totu de una pe dense unu stratu

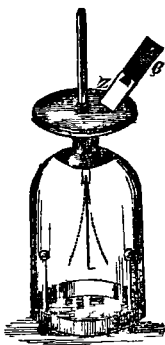


Fig. 115

de vapori de apa. Ecce între multe esperienție aceea a fisicului germanu *Buff* care demonstră și ea totu în același gradu produțiunea electricitati la contactulu metalelor cu licide. Departamu disculu superioru alu condensatorului și lu înlocuim printr'unu discu ceva mai mare de sticla care să isolede bine (fig. 116); punemu d'asupra lui ua foia de hartia imoiata cu apa, seu cu vre unu altu licidu; apoi stabilim comunicatiunea între licidu și discu *z* cu ua serma *z* de același metalu; atunci foile voru diverge cu $-E$.

Ceea ce caracterisă mai cu deosebire electricitatea produ a prin reacțiunile chimice, seu la contactulu metalelor cu licide, este continuitatea de produțiune și pentru acesta s'a și numitu *electricitate dinamica*, seu în *miscare*, seu și *curentu electricu*. Mai tardiu vomu înveti să producemu curenti electrici și prin alte mediuoce; pe aceia cari ne ocupa acum și cari se pro-

ducu la contactulu metalelor cu licide ii numimu mai specialu curenti hydroelectrici.

Cu totea astea controvers'a asupra teorii productiunei curentilor galvanici este astadi terminata si decisa

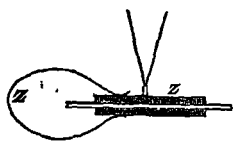


Fig. 116.

in favorea teorii chimice. Pote sa mai existe enca cate unu partisanu alu teorii de contactu, precum a persistatu pene in ani din urma Biot in teori'a emanatiunilor a luminei, unde erea

multu mai lesne a cunosce pe adeverata teoria; acesta ensa nu impedece, ca teori'a de contactu sa fia necompatibila cu starea actuala a cunoscintielor nostre asupra celor ce se petrecu in natura.

Mai anteu s'a sciutu enca de la inceputu, co ori unde se petrece vre ua reactiune chimica, se produce si electricitate, si cu ua cantitate si intensitate atata mai mare, cu catu actiunea chimica, produsa in conditiuni convenabile, este mai energica. De si in unę casuri s'a potutu produce electricitate in *aparintia* numai prin contactu, curentulu electricu, aproape neperceptibilu prin slabiciunea lui si indicatu numai prin instrumente de ua simtibilitate estrema, totusi a fostu indoiosu. Amu disu in aparintia, pentru co este imposibilu sa sustinemu intr'unu modu ceva mai convingatoru, co la punctulu seu suprafeci'a de contactu a corpurilor cu cari se produce curentulu nu exista pucina umiditate, seu ceva aeru, care ar avea ua actiune chimica catu de mica asupra unuia din corpurile in contactu, de ore ce si curentulu produsu este asemenea slabu.

Pe de alta parte nemica nu este mai adeveratu de

catu co din nimica nu se face ceva, co, cand producemu ceva, trebue sa cheltuimu ua munca seu altu ceva ecivalentu. Ecivalenti'a poterilor naturei si transformarea lor una intr'alta a ajunsu astadi sa fia ua convictiune pentru toti. Astadi se scie co miscarea se transforma in lumina, caldura, sunetu, electricitate ; co caldur'a si electricitatea se transforma in miscare ; co caldur'a se transforma in electricitate si vice-versa ; etc. Astadi producemu electricitatea ceea mai abundenta si puternica prin lucrulu ce facu machinile motore, si pe acestu lucru lu castigamu cheltuindu combustibilu in motori, fia cu vapori. cu gazu, seu cu ori ce altu va fi. Apoi atunci nasce intrebarea : care este ecivalentulu ce damu, cand producemu unu curentu electricu cu ua bateria galvanica. Respunsulu este simplu ; se cheltuesce zincu, adica se petrece o actiune chimica, alu caria productu este electricitatea. Teori'a contactului este supusa la objectiunea co s'ar potea produce electricitate din nemica, pentru co contactulu simplu nu represinta ua lucrare, ua actiune.

Unu *elementu galvanicu* seu *voltaicu* se numesce ua impreunare de mai multe substantie, licide si metalice, capabile sa produca fara vre ua actiune mecanica, unu curentu electricu ; astu-feliu este arculu bimetalicu alu lui Volta. Ua impreunare de mai multe elemente formedia ua *colona* seu *bateria galvanica*. — Estremitatile elementului seu ale baterii galvanice se numescu *poli* ; *positivu*, acel'a care vine de la licidu, *negativu* acel'a care vine de la metalu atacatu de licidu. — Sinele seu sermele aternate la poli ca sa conduca electricitatile

la distanție mai mari sau mai mici se numesc *reofori* și extremitățile acestora, *electrode*, pe cari le deosebim în pozitive și negative, după polu cu care comunică. Electroful pozitiv poartă încă numele de *anod*, iară cel negativ se numește *catod*. — Prin *sensul* sau *direcțiunea* curentului înțelegem direcțiunea în care circulă electricitatea pozitivă, adică de la contactul între lichid și metal spre lichid, la reoforul pozitiv, la acela negativ, și înapoi la metalul atacat.

§ 6. DIFERITE FELURI DE ELEMENTE ȘI BATERII GALVANICE

Elementele și bateriile galvanice s'au construit sub formele cele mai variate; le deosebim în două clase: cele mai vechi, cu *curent variabil* și cu un lichid; și cele mai noi, cu *curent* relativ mai constant și în genere cu două lichide. *Coloana lui Volta* este formată, precum se vede în fig. 117, de discuri de zinc, cupru și postavu imoiațu în apă sărată, suprapuse în ordinea indicată. Greutatea acestor discuri produce stercerea lichidului din postavu și împiedică prin urmare formarea unei coloane cu prea multe elemente.

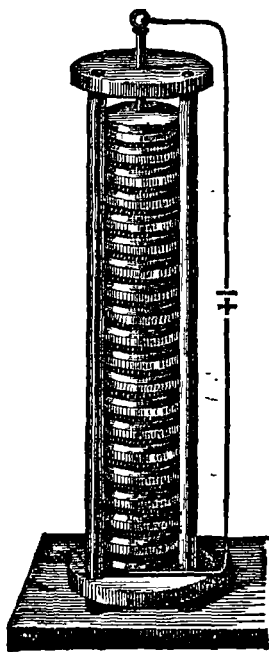


Fig. 117.

Pentru a evita inconvenientul coloanei lui Volta s'au construit *baterii cu pahare* mici în cari se

pune lichidul, ap'a sarata sau acidu sulfuricu dilutu cu multa apa; lame induoite de *zinco* si *cupru* se asiedia in fia care duoe pahare consecutive (fig. 118). Institutulu Regalu la Londra are ua asemenea bateria de 2000 elemente, vestita prin esperientiele lui *Davy*.

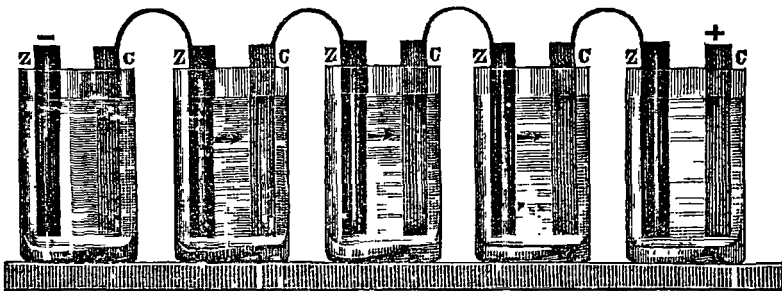


Fig. 118.

Bateri'a lui *Wollaston* (fig. 119) este analoga cu acesta, numai *zinco* presinta ua lama mare induoita in giurulu *cuprului*, pentru co *Wollaston* a descoperitu co curentulu este multu mai puternicu, cand *zinco* presinta ua suprafecia mai mare.

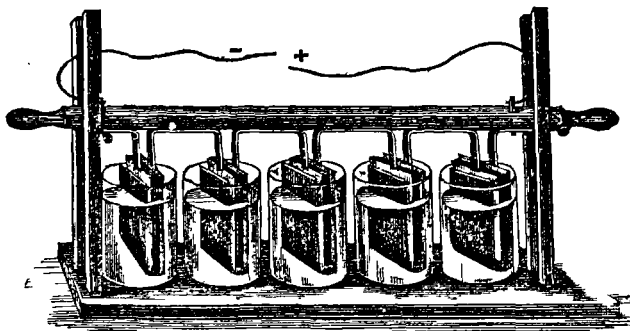


Fig. 119.

Colon'a uscata a lui Zamboni este formata in aparintia fara lichid. Ea se compune prin suprapositiune de discuri de hartia, care are totu de una umediala;

pe un'a din feciele hartiei se afla lipita ua foia de cositoru, pe ceea alta se freca cu pluta pulbere de superoxidu de manganu. Aceste colone se facu cu unu numeru mare de elemente seu discuri, de la 2000 in susu, si cu tote

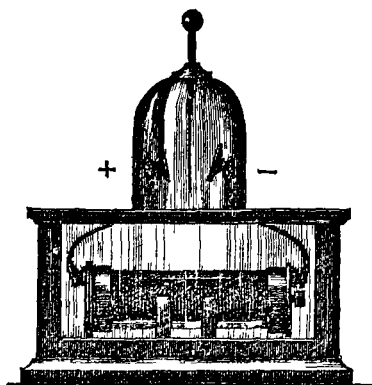


Fig. 120.

astea efectele lor suntu minime. Ele au ensa ua aplicatiune importanta pentru constructiunea unui electrometru din cele mai simtitoare, acel'a a lui *Bohrenberger* (fig. 120), in care ua foia de aur a terna intre cei duoi poli ai baterii si este atrasa, cand de unu, cand de

altu, dupe cum va fi electrisata + seu —.

Aceste diferite elemente slabescu curend, mai cu sema din caus'a reactiunilor chimice, cari se producu in interioru elementului si dau nascere la curenti secundari de sensu contrariu; ap'a se descompune, oxigenulu ei rode *zinculu* si se formedia in solutiune produse cari slabescu actiunea lacidului pe zincu; iara hydrogenulu formedia unu stratu de gazu care acopere suprafeci'a *cuprului*, i opresce contactu imediatu cu lacidu, si slabesce conductibilitatea electrica, ceea ce esprimamu dicendu co metalulu *electronegativu*¹⁾, adico cuprulu, s'a *polarisatu*. Prin acesta polarisatiune aflanduse acum in

¹⁾ Pentru consideratiuni ce vomu espune mai tardiu (vedi § 10) numimu zinculu *electropositivu*, iara cuprulu *electronegativu*. Aceste numiri se aplica si la substantiile cari aru inlocui in alte elemente zinculu si cuprulu.

contactu alte corpuri (cupru cu hydrogenu), se produc curenți secundari, contrarii celor primitivi, cari contribuiescu enco si mai multu la slabirea acestor din urma. Pentru a scapà de polarisatiunea acesta s'a construitu ua multime de elemente, mai alesu cu duoe licide, in cari curentulu este multu mai constantu. Aci vomu descrie cate-va din ele.

Elementele *Bunsen* (fig. 121) suntu cele mai active

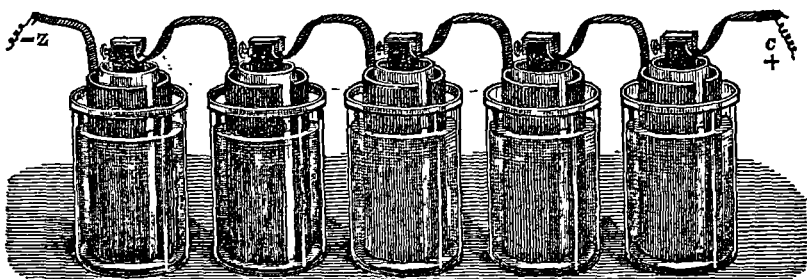


Fig. 121.

si prin urmare cele mai intrebuintiate. Intr'unu paharu de sticla seu de porcelanu se afla unu cilindru de zincu deschisu la amenduoe capete; in interioru lui se afla unu vasu de pamentu poros, si intr'acesta, unu carbune in forma de cilindru seu de prisma. In vasulu cu zincu se pune acidu sulfuricu englesescu, dilutu cu 7—10 parti de apa; in vasu poros cu carbune se pune acidu nitricu concentratu seu mai bine *fumans*. Zinculu, înainte de a fi intrebuintiatu, trebuesce *amalgamatu*, ceea ce se face in diferite moduri; mai anteu se curetia bine, apoi se spala succesive in acidu sulfuricu dilutu si in apa si atunci se cufunda intr'unu paharu plinu cu mercuriu, d'asupra carui s'a pusu acidu chlorhidricu ca de unu degetu; se spala din nou cu

apa si apoi se usuca. Carbunele, care aci tinę loculu cuprului si este multu mai electronegativu de catu acesta si nealterabilu, se prepara dintr'ua amestecatura de prafu de carbuni de petra si de coke, calcinata tare in forme de feru, udata cu ua solutiune de zaharu si calcinata de alu duoilea.— Zinculu amalgamatu se conserva mai bine de catu acelu curatu si apoi s'a observatu co productiunea de electricitate este multu mai abundanta la contactulu lui cu acidu sulfuricu, pe cand cu zincu curatu reactiunea este tumultuosa, incetedia curend si impreuna cu densa incetedia si productiunea electricitati. Pe de alta parte hydrogenulu, care tinde a se ingramadi pe metalulu electronegativu (carbunele), gasindu aci acidu nitricu, lu descompune partialu, se combina cu unu ecivalentu de oxigenu, producendu apa si vaporii rosii de acidu hypoazoticu, si cu modulu acesta se impedia polarisatiunea vatematore a carbunelui.

Elementulu englesului *Daniell*, asemenea forte intrebuintiatu, mai alesu pentru co intretinerea lui costa pucinu, da mai pucina cantitate de electricitate si se deosebesce de acelu Bunsen numai printr'acesta co carbunele si acidulu nitricu suntu inlocuite prin *cupru* si ua solutiune de *petra venata* seu sulfatu de cupru.

In elementulu lui *Grove* care da rezultate totu asia de bune ca si Bunsen, ensa costa mai scumpu, carbunele este inlocuitu printr'ua lama de platina care asemenea este nealterabila.

Ruhmkorff da elementelor Bunsen form'a rectangulara; carbunele si zinculu suntu facute in forma de ta-

ble, zinculu ensa induoitu de mare de catu carbunele si incongiora pe acesta.

Elementulu englesului *Smee* si acela cu *bichromatu* de potasa suntu cu unu singuru licidu si dau unu curentu destulu de tare ensa mai pucinu constantu de catu acela Bunsen. Celu d'anteiu este formatu de ua lama de platina *platinata* (frecata la suprafecia cu pulbere de platina care opresce depositulu de hydrogenu) si de una de zincu, isolate intre-ele si cufundate intr'unu paharu cu acidu sulfuricu dilutu. Celu d'alu duoilea se compune de ua tabla de carbune si una de zincu, asemenea isolate si cufundate intr'ua solutiune de bichromatu de potasa in apa acidulata cu acidu sulfuricu; proportiunile cele mai bune sunfu cate 100 parti bichromatu de potasa si acidu sulfuricu la 1000 parti apa. Amenduoe dau rezultate bune 'si suntu libere de vapori superatore de acidu hypoazoticu, ce se producu cu elementele obicinuite Bunsen.

Englesulu *Grove* a construitu elemente si baterii cu *gazu* oxigenu si hydrogenu in locu de cupru si zincu, cari ensa nu au de catu ua importantia mai multu teoretica.

Elementele *Le Clanché*, *Meidinger*, *Callaud* si alte dau curenti forte slabi, ensa de ua constantia remarcabila, cari dupe impregiurari pote sa tie dile, septemani si chiar luni; de aceea aceste elemente suntu forte intrebuintiate la telegrafu de casa, la telegrafu in generalu, la instalari telefonice si la alte. Elementulu *Le Clanché* (fig. 122) se compune de unu vasu de sticla, de ordinaru de forma patrata, in care se afla

unu betiu de zincu si unu vasu porosu ; acesta cuprinde ua amestecatura de carbune in bucatiele mici si de

superoxydu de manganu ; iara ligidulu intrebuintiatu este ua solutiune de tipericu seu de chlorhydratu de amoniacu (salmiac).

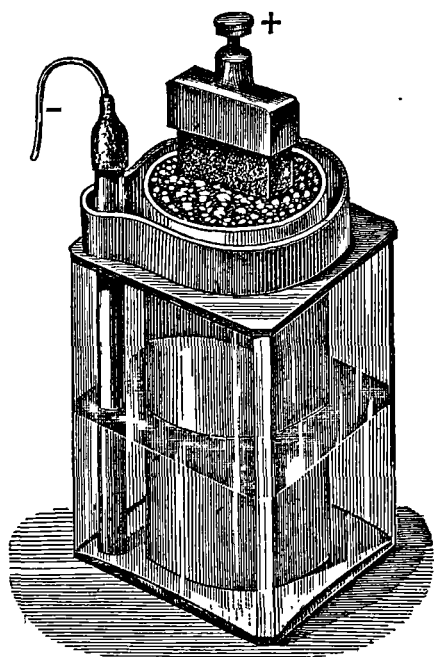


Fig. 122.

Elementulu *Meidinger* (fig. 123) este asemenea formatu de unu vasu de sticla, pucinu mai ingustu spre basa, in care siede unu cilindru de zincu ; inuntru acestui vasu se afla unu alu duoilea vasu de sticla in care siede unu cilindru de cupru cu ua coda izolata cu caut-

schuc si care esé afara din paharu ; vasulu este plinu

cu ua solutiune de sulfatu de magnesia. Prin capacu de lemn alu vasului patrunde

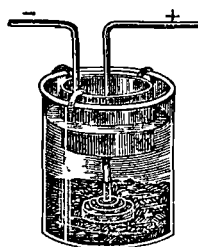


Fig. 124.

unu balonu conicu de sticla care cuprinde ua solutiune concentrata de sulfatu de cupru.

Elementulu *Callaud* (fig. 124) este ua modificare a celui Meidinger ; elu se

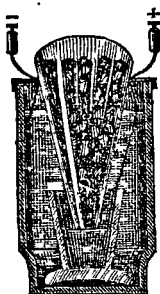


Fig. 123.

compune de unu cilindru de zincu, care ocupa partea superioara, si de ua spirala de cupru asediatu pe fundu vasului. Acesta este plinu cu apa si la fundu se afla cristale marunte de sulfatu de cupru, cari se disolva cate pucinu, si solutiunea de sulfatu de cupru se urca cu incetu spre zincu formandu sulfatu de zincu. Acestu sulfatu de zincu, fiindu mai usiure de catu solutiunea de sulfatu de cupru, nu se amesteca cu acesta.

Elementulu *Cloris Baudet* este in realitate unu elementu cu bichromatu de potasa, ensa zinculu este pusu separatu intr'ua celula porosa plina cu acidu sulfuricu forte dilutu, una la duoe diece. Aceste elemente suntu relative constante, ensa nu dau curenti de ua putere mare.

§ 7. BATERII SECUNDARE SEU ACUMULATORI

Bateriile secundare seu acumulatori suntu astadi la ordinea dilei si perfectionanduse mai multu, mai alesu in privintia volumului si a marei greutatei ce au, voru deveni de sicuru aparate de cea mai mare utilitate pentru practica. Se scie co cele duoe lame de zincu si cupru ale unui elementu voltaicu se polarisedia, dupe ce elementulu a lucratu catu-va timpu, ceea ce si aduce slabirea si chiar incetarea curentului; lam'a de cupru se acopere cu unu stratu de hydrogenu, iara aceea de zincu se oxidedia. *Ritter* a descoperitu enco pe la inceputulu acestui secolu, co aceste lame producu, in starea de polarisatiune in care se afla, unu curentu electricu de directiune contraria la acela alu elementului, ceea ce si constitue caus'a principala de slabire. Acele

lame, scose din elementu si puse in apa, dau tocmai curentulu in cestiune prin recombinațiunea hydrogenului din cupru cu oxigenu din zincu si constituiescu elementulu secundaru. Se intielege de sine co curentulu acestui elementu secundaru are ua durata limitata, pene cand lamele sa fia depolarisate cu totul.

Fisiculu francesu *Planté* a realizatu practic constructiunea elementelor secundare. Duoe lame lungi de plumbu, despartite intre ele cu ua substantia izolatore, de ex. hartia de pergamentu, imbracate cu unu feliu de pasla, si invertite in forma de spirala, se punu intr'unu paharu cu apa acidulata cu $\frac{1}{10}$ acidu sulfuricu; de la fia care lama esu afara din paharu duoe betie metalice cari servescu ca poli seu electrode. Ca sa incarcamu acestu elementu, unimu polii lui cu reoforii unui seu a duoe elemente Bunsen; astu-feliu se produce ua actiune chimica in elementu secundaru, una din lamele de plumbu se acopere cu unu stratu de oxidu de plumbu, iara ceea alta cu hydrogenu. Departandu bateri'a Bunsen, elementulu va da la inchiderea electrodilor lui unu curentu prin recombinațiunea hydrogenului cu oxigenu, si elementulu va potea atunci fi incarcatu din nou. Curentulu acestui elementu va fi ensa slabu si de ua durata forte scurta, pentru co stratulu formatu de oxidu de plumbu este subtire; de aceea se cere ua operatiune lunga si repetita mai multe dile si chiar septemani, ca sa capetamu unu curentu mai durabilu.

Francesulu *Faure* a perfectionatu in acesta privintia elementele secundare, cari se numescu astadi si *acumulatori*; elu acopere pe un'a din acele duoe lame cu

miniu. Oxigenulu acestui oxidu trece de la ua lama la alta, cand incarcamu elementulu, si iarasi inderetu la anteia lama, cand intrebuintamu acumulatorulu si prin urmare lu descarcamu. Elementele Faure presinta acesta superioritate asupra acelor Planté, co se punu multu mai lesne si mai rapede in stare de a functiona. Astadi incarcarea lor, unde se intrebuintiedia practicu, se face in generalu cu machinile magnetoelctrice cu cari se face si lumina electrica.

Elementele Faure, cari se facu enco si in forma de cutii cu table de plumbu, suntu voluminoase, cantarescu vre ua patru diece kilograme unulu, si se ceru celu pucinu duoe diece si cincii elemente, ca sa pota fi intrebuintiate in practica ; ele au ensa avantagiulu, co potu inlocui in diferite servicii machinile magnetoelctrice, si mai alesu potu servi ca regulatori ai cantitatilor de electricitate ce da ua asemenea machina, destinata sa alimentedie ua lampa electrica seu altu ceva ; absorbindu prisosulu cand machin'a magnetoelctrica da prea multa electricitate si ar potea vatema lampile, seu suplinindu deficitulu, cand curentulu machinei s'ar areta nesuficientu pentru unu intervalu scurtu.

§ 8. DIFERITE ALTE CAUSE DE ELECTRICITATE ; TERMoeLECTRICITATE

Frecarea, influinti'a, reactiunile chimice nu suntu singurele cause cari potu produce electricitate. Diferite actiuni mecanice, lovirea (cand spargemu zaharu), presiunea, flectiunea, despizarea unui cristalu etc. producu asemenea electricitate. In fine caldur'a este enca ua

causa forte energica de productiune a electricitati.

Brewster a numitu *pyroelectricitate* proprietatea ce au diferitele cristale, mai cu sema *turmalin'a*, de a deveni electrice, cand temperatur'a lor variedia, adico in periodulu incalditului seu a recitului lor, fenomenu observatu pentru anteia ora de *Aepinus*; aceste cristale presinta chiar ua *polaritate*, adico doui poli, unul pozitivu si celu altu altu negativu.

Seebeck din Berlin a descoperitu pe la 1821 *termoelectricitate*a. Deca incaldimu unu cercu formatu din duoe metale diferite la unulu din punturile unde suntu lipite, nasce unu curentu electricu, numitu *termoelectricu*, care circula de la puntulu incalditu spre celu rece prin celu mai electropositivu din metalele lipite impreuna. In seri'a urmetore: *antimoniu*, *feru*, *cupru*, *platina*, *bismutu*, etc., antimoniuu este celu mai electropositivu, iara bismutulu celu mai electronegativu. Fig. 125 represinta unu *termoelementu* formatu din cupru

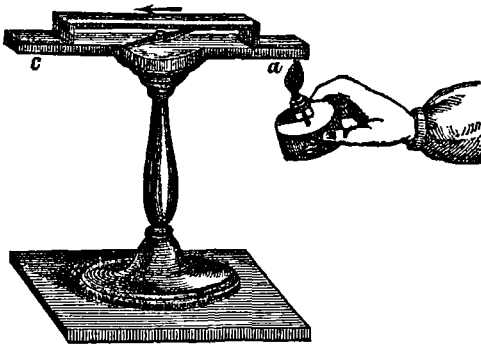


Fig. 125.

si antimoniu; aculu magneticu asiediatu in interiorulu cercului este devietu din pozitiunea lui de ori cate ori se produce curentulu prin caldura.

Diferiti fisici intre cari *Poggendorff*, *Nobili*, *Melloni*, *Marcus* si mai de curend *Clamond* au construit colone si ba-

terii termoelectrice, producend curenti de ua intensitate mai mica seu mai mare, la unele ecuala cu aceea a mai multor elemente Bunsen. Termoelementele din cari se compune bateri'a lui Clamond se facu din *feru* si *galena*, si bateri'a se incaldiesce cu flacara de gazu.

In fine trebuie sa observamu co in actulu vietiei vegetale, ca si animale, se produce electricitate. Vegetatiunea este un'a din cauzele de productiune a electricitati atmosferice ; se cunosc pesci cari au proprietatea de a desvolda cantitati mari de electricitate ; in fine *Dubois-Raymond* din Berlin si alti au observatu electricitatea produsa la diferite contractiuni musculare.

§ 9. CONDENSATIUNEA ELECTRICITATI

Olandesulu *Cuneus* a descoperitu din intemplantare pe la 1746 unu modu particularu de a ingramedi pe unu conductoru micu ua cantitate mare de electricitate, adico de a o *condensa* pe acesta. Tinendu cu ua mana unu paharu de sticla, in interiorulu carui se afla unu conductoru metalicu, incarcandu pe acesta cu electricitate + de ex., apropiendu apoi ceea alta mana de acelu conductoru, a priimitu ua comotiune violinte, care nu corespundea nici de cum cu pucin'a electricitate care s'ar fi pusu pe acelu micu conductoru din paharu in conditiunile ordinare. De aci s'au formatu aparatele, numite *butile de Leyden*, dupe orasiulu unde a fostu descoperitu acelu fenomenu, cari ne dau mediulu de a condensa cantitati colosale de electricitate pe conductoru relative mici.

Americanulu *Franklin* a esplicatu fenomenulu condensatiunei electrice, dandu butilei form'a unei *table*, numite a lui *Franklin* seu *fulgeratore*; se intielege ensa co aceeași teoria se aplica și la butile. Acesta tabla este de sticla și are lipite pe feciele seale foi de cositoru mai mici de catu sticla, numite *armature* (fig. 126).

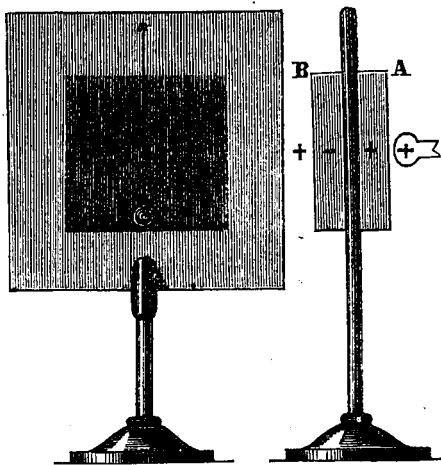


Fig. 126.

Incarcandu armatur'a *A* cu electricitate $+$, aceasta va influenția pe armatur'a *B* și va descompune într'ensa electricitățile, atragendu pe feci'a interiora $-E$, iara respingendu $+E$ care rămâne liberă pe *B*. Deca atingemu acum *B* cu degetu, vomu luă acesta $+E$, și armatur'a *A* va putea priimi ua porțiune nouă de $+E$, care va legă pe *B* asemenea ua porțiune nouă de $-E$, lasandu liberă ua porțiune ecuala de $+E$, pe care ua potemu luă iara. Atunci potemu procede la ua a treea, a patra etc. incarcare. Totu aceeași incarcare se pote face și continuu, tinendu continuu *A* in contactu cu machina electrica și *B* in contactu cu pamentu. Astu-feliu armatur'a *A* se va gasi incarcata cu ua cantitate mare de $+E$, armatur'a *B* cu $-E$ și aceste duoe electricități nu se potu combină, fiindu despartite prin substanti'a isolatore a sticlei, suntu *legate, latente, condensate*. Deca vomu pune în comunicațiune *B* cu *A*, și acesta se face

cu ajutorul unui arcu metalicu cu code de sticla (fig. 127) numitu *descarcatoru* seu *escitatoru*, atunci se va produce combinatiunea electricitatilor $+$ si $-$ ingramedite pe acele armature.

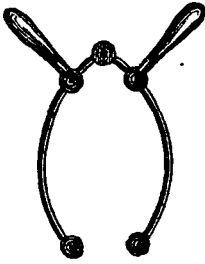


Fig. 127.

Este lesne de intielesu 1-iu co ua portiune de electricitate $+$ a din A (fig. 126) va legà pe B ua portiune $-$ b , mai mica de catu a , si cu atatu mai mica cu catu grosimea sticlei, adico distanti'a între cele duoe corpuri A, B cari se influentiedia între ele, este mai mare; alu 2-lea co electricitatea $-$ b va legà la rondulu seu pe A ua portiune $+$ a_1 mai mica de catu a si de catu b , si co prin urmare nu va remanea acum pe A alta electricitate libera de catu diferenti'a $a - a_1$; alu 3-lea co armatur'a A priimindu din nou electricitatea $+$ a_1 , acesta va legà pe B ua cantitate $-$ b_1 , care la rondulu seu va legà pe A electricitatea $+$ a_2 , astu-feliu in catu acum electricitatea libera pe A va fi $a - a_2$; alu 4-lea co A va potea priimi prin urmare cantitati noi $+$ $a_2, + a_3, + a_4, \dots$ din ce in ce mai mici, cari voru legà pe B cantitati corespundietore de $-$ $b_2, - b_3, - b_4, \dots$, ast-feliu in catu electricitatile ingramedite pe armaturile A si B voru fi respective: $a + a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ si $-(b + b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n)$; pe A va fi electricitatea libera $a - a_n$, iara B nu va da in exterioru nici unu semnu de electricitate. Tabl'a lui Franklin, seu butil'a de Leyden, va ajunge la limiț'a incarcaturei, cand $a - a_n = a$, adico $a_n = 0$. Atunci se pote descarcà singura, ne mai potendu sticl'a sa isoledie indestulu cantitati electrice asia de condensate. Descar-

care se poate face și succésive, atingându înainte armatur'a *A*, apoi *B*, apoi iară *A*, iară *B* și așa mai înainte luându totu de una număi escesulu ce remane pe *A* seu *B*.

Când descarcăm ua butila de Leyden cu ajutorulu unui escitatoru, butil'a nu se descarca de totu, ci peste catu-va timpu mai da ua descarcare noua mai slabă de catu cea d'anteiu și care se poate repeti ua a treia și a patra ora ; ceea ce va să dica, că dupe fia-care deșcarcare a unei butile remanu resturi din amendoae electricitati cari au petrunsu pene la ua adencime ore-care și ceru catu-va timpu că să iasă la suprafecia liberata acum de electricitate. Aceste resturi formedia ceea ce s'a numitu *residuu* și siedu pe feciele sticlei, precum se poate vedea cu ajutorulu unei butile cu armature mobile, iară nu lipite, care prin urmăre se poate deșface. Paharul unei asemenea butile ne va areta fenomenulu electricitatilor condensate, chiar dupe ce amu desfăcutu armaturele și le amu descarcatu pe fia-care în parte.

Că să cunoscemu gradulu de încarcatura unei butile ne servim de aparate de diferite forme, numite *electrometre* precum este acel'a lui *Henley*, descrisu mai susu (§ 2), seu alu lui *Lane* (fig. 128) care poate servi atatu

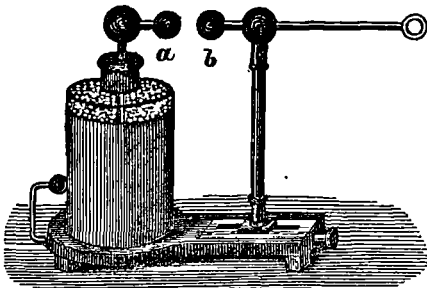


Fig. 128.

ca să mesoram lungimea scanteilor, catu și ca să cunoscemu gradulu de încarcatura dupe numerulu scanteilor ce da la ua distanția fixă a globulelor *a*, *b*.

Ca sa ne procuram cantitati mari de electricitate

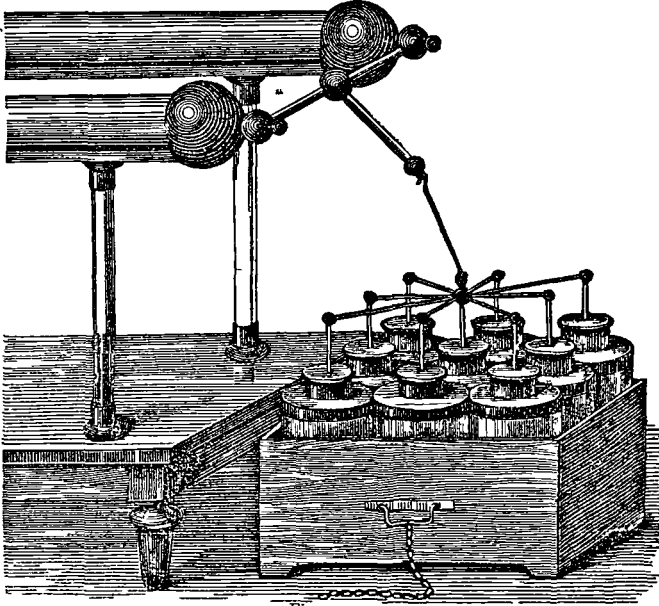


Fig. 129.

condensata si de tensiune mare, trebuie ca sticl'a sa fie destula de grosa si de dimensiuni mari. Ca sa nu de-

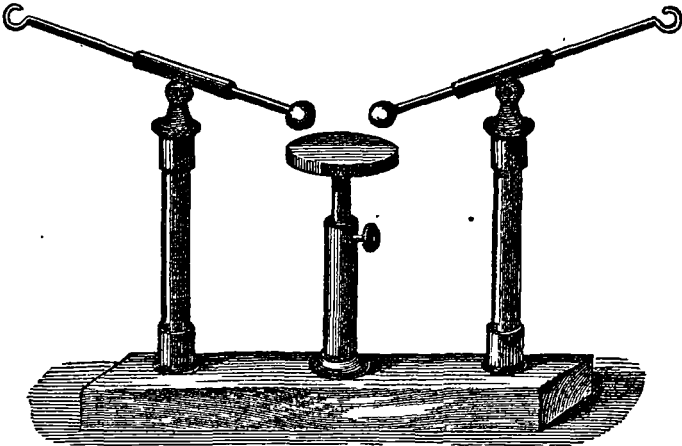


Fig. 1 .

vina butilele incomode prin dimensiuni prea mari, se impreuna mai multe la unu locu (fig. 129), formandu ua *bateria electrica*. Asemenea cand voimu sa experimentamu cu scantei'a unei baterii asupra diferitelor corpuri, le asiediamu pe ua mesa particulara (fig. 130,, numita si *escitatoru universalu*.

§ 10. EFECTELE DESCARCARI ELECTRICE

Descarcarea electrica, adico combinatiunea celor duoe electricitati contrarii facendu-se prin mediuloculu diferitelor corpuri produce asupra lor diferite efecte.

Aceste efecte presinta in generalu unu caracteru diferitu, dupe cum le producemu cu electricitate avendu ua tensiune mare, seu electricitate avendu ua tensiune mai mica, cum este aceea ce ne dau elementele voltaice. Efectele in casulu anteu au unu caracteru mai multu instantaneu si violentu; in alu duoilea casu ele se producu linistitu si au in generalu ua durata mai lunga. Aci ne vomu ocupà mai anteu cu efecte de tensiune mare; in § urmatoru vomu tratà efectele produse cu currenti hydroelectrici, seu de ua tensiune mai mica, cu tote co nu exista ua limita intre aceste duoe moduri de a produce efectele electricitatilor.

1-*iu*. *Efecte fisiologice* produse asupra organismului cari constau in comotiuni ce simtimu scotiendu scantei din conductorulu unei machini electrice, seu descarcandu cu mana ua butila de Leyden. Se intielege co descarcarea unei butile prea mari, seu a unei baterii intregi, prin corpul animalu pote aduce efectele cele mai rele si chiar mortea.

2-lea. *Efecte calorice* însoțite și de lumină. *Ludolff* și *Winckler* au observat că d'antepu cò scantei'a electrică pote aprinde substanție inflamabilă, ca eteru, resine, prafu de pușcă, hidrogenu și alte. Esperienți'a cu hidrogenu se face într'unu micu vasu de metalu (fig. 131), numitu *pistolă lui Volta*, în care se introduce



Fig. 131.

pucinu hidrogenu amestecat cu aeru atmosfericu, apoi se închide cu un dopu de pluta. Verg'a de metalu *b*, izolată de vasu prin resina, conduce electricitatea spre peretele interioru alu vasului, unde se produce scantei'a care aprinde amestecatur'a gazelor, asvarlindu dopulu afara.

Cele alte substanție inflamabile, serme, foi subțiri de metalu etc. se ardu pe escitatoru universalu din fig. 130.

Deca punemu pe unu carton, seu pe ua foia de metase, un carton presintandu unu desen facutu cu gauri mici întiepate cu acu, iara d'asupra cartonului ua foia de auru, și strengemu totulu într'ua presa, avemu esperienți'a lui *Singer*; adică facendu să treacă scantei'a dintr'ua baterie electrică, prin aceea foia de auru, acesta se volatilisedia și trecendu prin gaurile cartonului se fixedia pe metase, desemnandu pe dens'a figur'a din carton cu ua colore cam violetă, care este aceea a aurului volatilisatu în pulbere impalpabilă.

3-lea *Efecte mecanice*. Ua scanteia electrică de ua potere ceva mai mare, condusă printr'unu corpu izolatoru, precum ua bucată de lemn uscatu, lu farima asverlindu bucatielele departe.— Ua tablă de carton grosu, seu de sticlă, asediata între duoe verfuri metalice

(fig. 132, se gauresce, cand descarcamu prin acele ver-
furi ua butila de Leyden mai mare si cu sticla mai
grosa, ca electricitatile dupe densa sa pota ajunge la

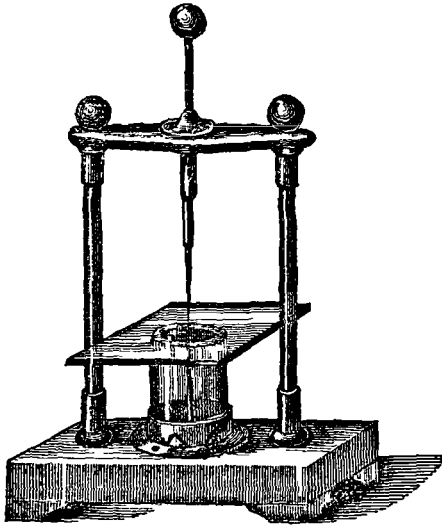


Fig. 132.

ua tensiune mare.
Esperienti'a cu sticla
se face mai cu suc-
cesu cu ua butila, de
catu cu ua bateria pe
care este mai greu
de a o incarcà pene
la aceeași tensiune,
din caus'a suprafecii
celei mari. — Cand
descarcamu ua bu-
tila de Leyden intre
duoe globuletie din
cari celu negativu sa
fia albu, de ex. de

argintu, atunci se observa pe acesta dupe descarcare
unu punctu galbenu, provenindu din particele de metalu
(alama) transportate de la globu + la acelu—. Aceste
fenomene de *transportu* au fostu observate de olan-
desulu *Muschenbroeck*; italianulu *Fusinieri* s'a ocu-
patu asemenea cu studiulu lor.

Electricitatea produce si efecte *magnetice* si *chimice*
cari ensa ceru ua actiune ceva mai prelungita, precum
este aceea ce ne dau curentii bateriilor galvanice. Ne
vomu ocupà cu studiulu lor in § urmetoru. Aci vomu
vorbi numai despre unu efectu particularu alu descar-
carei electrice, despre formatiunea *ozonului*, descopen-

ritu de elvetianulu *Schönbein*. Cand descarcamu continuu cate-va minute ua machina electrica, se respanse in aeru ua odore particulara; oxigenulu aerului priimesce sub actiunea electricitati ua modificare in constitutiunea moleculara a lui, enca pucinu cunoscuta pene acum, devine mai *activu*, adico i cresce proprietatea oxidatore ce are si pe langa acesta casciga si odore. Oxigenulu astu-feliu modificatu s'a numitu ozonu; ozonisarea lui se produce enca si in alte ocaseuni.

§ 11. EFECTELE CURENTILOR GALVANICI

Curentii electrici seu galvanici, si in generalu electricitatea, produse intr'unu modu continuu, cu ua tensiune mai mica seu mai mare, producu totu aceleasi efecte ce am descrisu mai susu, atata numai co fluxulu electricu fiindu continuu, aceste efecte potu sa presinte dupe casuri si caractere particulare.

Efecte fisiologice asupra organismului mortu seu viu constau in comotiuni, miscari convulsive, produse numai la inchiderea seu la deschiderea unui curentu galvanicu. Aceste efecte cresc in intensitate cu numerulu elementelor galvanice. Se intielege de sine co corpurile morte nu executa miscari convulsive decatu numai scurtu timpu dupe incetarea vietii, inainte de a 'si perde cu totulu elasticitatea lor. Reoforii unei baterii de 2 seu 3 elemente Bunsen pusi la temple udate pucinu, seu la verfulu nasului si alu limbei, irita ochiulu intr'unu modu specialu, si producu asupra-ne simlirea unor lumini slabe si subjective; asemenea potemu pro-

duce asupra-ne simtirea de sunete subjective, punendu reoforii la urechi udate pucinu.

Efectele calorice produse prin curenti galvanici suntu insemnate prin intensitatea, precum si prin aplicatiunile lor. Intensitatea lor cresce asemenea cu numerulu elementelor, dera totu de ua data si cu supra-feci'a seu marimea lor. Serme subtiri si lungi de cupru, feru, platina etc., intinse drepte seu in forma de spirale intre extremitatile reoforilor, se incaldiescu si devinu incandescente; bucati si foi acestor si altor metale, puse intre extremitatile reoforilor, se topescu si ardu, oxidandu-se, cu flacare de diferite colori, dupe natur'a metalelor; platin'a se topesce fara a se oxidà; licide, in cari amu cufundà aceste serme, se incaldiescu, potu sa ferba. si se aprindu, deca suntu combustibile, ca alcoolu, eteru etc. Este bine sa observamu co totu d'auna electrodulu positivu se incaldiesce mai multu de catu acelu negativu, temperatur'a fiindu acolo multu mai inalta decatu la polu negativu.

Englesii *Davy* si *Joule* si *Lenz* din Petersburg au descoperitu legile dupe cari se face incalditulu sermelor; *acesta este 1-ia proportionalu cu resistenti'a lor la trecerea electricitati*, astu-feliu in catu ua serma se va incaldi cu atata mai multu cu catu este mai sub-tire si cu catu conduce electricitatea mai reu; *2-lea incalditulu este proportionalu cu patratulu cantitati de electricitate ce trece prin serma.*

Productiunea de caldura prin curenti electrici a gasitu ua aplicatiune la medicina pentru a face cauterisari, in loculu ferului rosu care se intrebuintiedia obicinuitu.

Middeldorff din Breslau a facutu acesta aplicatiune importanta care s'a numitu *galvanocaustica*. Serme seu lame mici de platina se aplica reci la partile de cauterisatu, apoi se inchide curentulu unei baterii de cate-va elemente Bunsen obicinuite, seu cu bichromatu de potasa, si sermele incaldinduse se executa cauterisarea.

Ua alta aplicatiune importanta a caldurei electrice se face la aprinderea minelor; fiseculu cu iarba de pusca se afla la extremitatea reoforilor uniti printr'ua serma subtire, care devenindu incandescenta la inchiderea curentului, aprinde iarb'a. Acesta operatiune se face astadi mai comodu cu aparatele de inductiune ce vomu cunosce mai tardiu.

Efectele luminose produse intre extremitatile reoforilor suntu forte intensive si variedia cu natur'a substantiilor cari termina reoforii. *Lumin'a electrica* seu *arculu voltaicu*, descoperitu de englesulu *Davy* la 1810, se produce obicinuitu intre duoe betie de carbune tare (coke seu mas'a din care se facu carbunii elementelor Bunsen) ascutite si departate la ua distantia forte mica. Pentru productiunea unei lumini electrice continue si intensive se cere unu numeru de elemente Bunsen mari celu pucinu intre 50 si 100. Numerulu elementelor fiindu mai mare, lumin'a cresce si mai multu; atunci carbunii se potu departa mai multu si arculu voltaicu devine si mai intensivu. Carbunii ensusi devinu incandescenti, mai alesu acelu pozitivu care se si consuma mai iute. In golu arculu voltaicu pote deveni mai lungu si se areta stratificatu.

§ 12. EFECTE CHIMICE SEU ELECTROCHIMIA

Sub nume de *electrochimia* întielegemu nu numai efectele chimice ale curentilor galvanici, dera in genere tote relatiunile cari exista intre electricitate si reactiunile chimice.

Efectele chimice constau in genere in descompositiunea corpurilor in elementele lor. Englesii *Carlisle* și

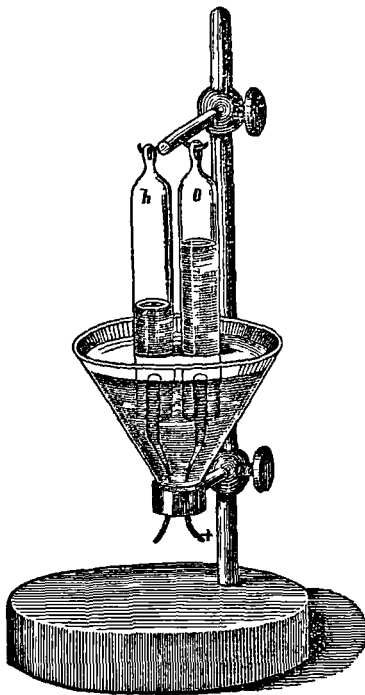


Fig. 133.

Nicholson au descompusu cei d'anteiu ap'a la 1800; descompositiunea se pote face intr'unu aparatu numitu *voltmetru* (fig. 133); ap'a este pucinu sarata seu acidulata, ca sa conduca curentulu electricu; electrodele suntu formate de lame de platina. Cand curentulu circula, se vedu besici de gazu producendu-se la cele duoe electrode, s deca resturnamu pe dense vase de sticla, hydrogenulu se ingramedesce la electrodulu—*h*, iara oxigenulu la electrodulu + *o*. Trebuie sa

observamu co oxigenulu astu-feliu produsu este *ozonizat*, ceea ce se cunosce si dupe odore.

Pe la 1803 *Berzelius* a descompusu tote sarile cu ajutorulu curentilor galvanici si a aretatu co bas'a seu

metalulu basei se depune la electrodu —, intocmai ca hidrogenu, iara acidulu seu metaloidulu lui la electrodu +, ca oxigenu. Berzelius a deosebitu atunci corpurile si elementele in *electropositive* cari la descompositiunea acesta se ingramedescu la polu —, si in *electronegative* cari se ducu la polu +, si a fundatu teori'a lui electrochimica in a carei studiu nu potemu intrà aci. — Pe la 1807 *Davy* a descompusu chiar potas'a si sod'a cu ajutorulu unui curentu puternicu.

Descompositiunea unei sari se areta obicinuitu la cursuri de fisica punendu solutiunea unei sari (de ex. sulfatu de potasa) colorata cu ua tinctura violeta intr'unu tubu de sticla induoitu ; se introducuc apoi reoforii la cele duoe guri ale tubulu si ligidulu dintr'ensu se coloreadia *rosiu* pe langa electrodu +, unde vine aci-dulu, si *albastru* pe langa acelu—, unde se duce bas'a.

Inelele lui *Nobili* constituescu ua experientia interesanta, basata asemenea pe descompositiunea produsa prin curenti galvanici. Pe ua lama de argintu seu de ocielu (fig. 134), comunicandu cu polu + unui elementu *Bunsen*, punemu ua picatura de acetatu de plumbu, si aducemu de susu reoforulu — de platina impregiurulu carui se formedia deposite anulare de oxidu de plumbu cari producuc unu efectu de lumina particularu, seu inelele lamelor subtiri, despre cari vomu tratà in *Optica*.

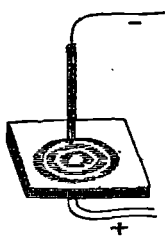


Fig. 134.

Precum curentii galvanici producuc descompositiuni chimice ale corpurilor, combinatiunile chimice potu pro-

duce la rondulu lor curenti galvanici, precum amu mentionatu-o la inceputulu acestei sectiunei, ceea ce a fostu constatatu de catre *Oersted*, *Becquerel* si alti. In aceste reactiuni *bas'a se incarca cu $-E$, iara acidulu cu $+E$* , precum se pote vedea prin dispositiunea fig. 135. Acidulu *A* comunica cu *bas'a B* printr'ua legatura de bombacu si se combina intr'ensu ; reoforii de platina *A* si *B* conducu electricitatile la unu voltmetru seu la vre unulu din *reometrele* ce vomu cunosce mai tardiu si areta directiunea curentului.

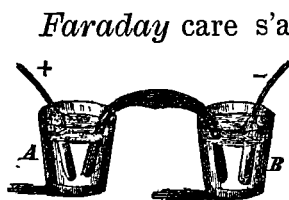


Fig. 135.

Faraday care s'a ocupatu multu cu actiunile chimice ale curentilor galvanici a introdusu si ua nomenclatura particulara; a numitu *electrolysa*. descompositiunea chimica produsa prin curentu ; *electrolytu*. substanti'a supusa descompositiunei ; *electrode*, estremitatile reoforilor introduse in electrolytu etc. *Faraday* a descoperitu pe la 1832 *legile electrolysei* din cari cele mai principale suntu :

1) Poterea chimica, adico de descompositiune, a unui curentu galvanicu, este aceeași in tote partile lui.— Acesta se pote constata intercalandu voltmetre la diferite puncturi unui cercu metalicu inchisu in care circula curentulu ; cantitatile de apa descompusa vor fi aceleasi la tote voltmetre.

2) Cantitatile substantielor descompuse suntu proportionale cu cantitatea electricitati ce trece intr'unu timpu determinatu.— Acesta se pote constata prin dispositiunea fig. 136 ; unu curentu care trece prin

voltametrulu m se bifurca apoi si trece prin alte duoe voltametre a , b , unde cantitatile gazelor produse suntu ecuale intre ele, ensa pe diumetate de catu in volta- metru m .

3) Cantitatile elementelor chimice descompuse in mai

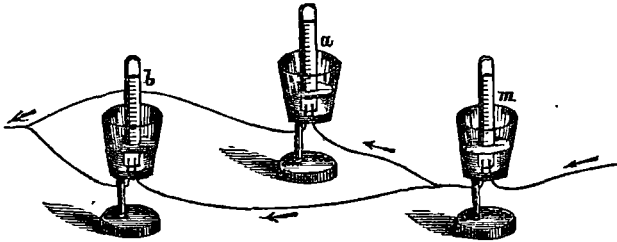


Fig. 136.

multe electrolyte suntu proportionale cu ecivalentele chimice ale elementelor.—Acesta se pote constata, fa- cendu sa treca acelasi curentu prin mai multe vase de sticla seu porcelanu, cari cuprindu solutiuni saline de diferite metale, si determinandu cantitatile de metalu depusu la electrodele negative.

§ 13. GALVANOPLASTIA

Ua aplicatiune importanta a electrochimiei este *galvanoplastia*, descoperita mai in acelasi timp pe la 1837 de *Jacobi* in Rusia si *Spencer* in Anglia. Prin art'a galvanoplastica se pote face dupe unu originalu (ua moneta, medalia, etc.) unu seu si mai multe mode- luri in copi'a ceea mai exacta, de cupru seu si de vre unu altu metalu. Intr'ua solutiune de sulfatu de cupru de ex. se introduc ce doi reofori ai unui elementu Daniell seu Bunsen; la reoforulu negativu aternamu

objectulu originalu, dosulu carui lu acoperimu cu cera seu cu vre ua alta substantia izolatore. Prin actulu electrolysei se depune pe feci'a acelui objectu ua pulbere nepalpabila de cupru metalicu care in curend formedia ua masa metalica adherenta ce se pote desface de originalu si represinta ua copia fideļa, ensa inversa. Tote modelurile scose dupe acesta anteaia copia voru fi drepte.

In locu de a espune originalulu ensusi la baia de cupru, se face mai obicinuitu un modelu de guttapercha, seu de vre ua alta substantia analoga, ce se comprimate cu ajutorulu unei prese pe originalu si da unu modelu inversu ; pe feci'a acestui se pune cu ua pinsula unu stratu subtire de grafitu, ca sa conduca electricitatea.

Prin art'a galvanoplastica potemu acoperi unu objectu peste totu cu unu ştratu mai subtire seu mai grosu de unu metalu, de cupru, argintu, auru, etc., adico potemu *galvanisà, aurì, argintuì*, etc. unu objectu, operatiune care se facea alta data prin suflare cu mercuriu. Obiectele de argintuitu, auritu, precum candelabre, linguri, etc. se punu la electrodulu negativu intr'ua baia ce cuprinde in solutiune ua sare de argintu, auru, etc. ; iara la electrodulu positivu se aterna ua lama de argintu seu de auru, dupe cum va fi bai'a ensasi de argintu seu de auru. Galvanisarea va fi cu atatu mai perfecta, cu catu obiectele au fostu mai curate, cu catu solutiunea bai este mai slaba si cu catu curentulu ensusi este mai slabu ; se intielege ensa co atunci si galvanisarea cere unu timpu mai lungu, de mai multe dile. Pentru bai galvanice se intrebuintedia astadi cu mai bunu succesu

solutiunile alcaline de ex. duoe parti cyanuru de auru, diece parti cyanuru de potasiu si 200 pene 250 parti apa. Pe de-alta parte este mai avantajiosu ca baile sa fia caldicele, ca la 60⁰ temperatura.

§ 14 EFECTE MAGNETICE SEU ELECTROMAGNETISMU

Sub nume de *electromagnetismu* intielegemu iara nu numai efectele magnetice ale curentilor galvanici, dera in genere tote relatiunile cari exista intre electricitate si magnetismu. Sub punctulu acesta de vedere, diferite fenomene ce avemu sa studiemu mai tardiù in articole urmetore facu parte, mai multu seu mai pucinu, din teori'a electromagnetismului.

Efectele magnetice ale curentilor galvanici suntu de duoe feliuri; ele constau seu intru a influintià magnetii in fiintia, seu intru a provocà, a produce, magnetismulu ensusi, chiar acolo unde nu exista unu magnetu. Dane-sulu *Oersted* a descoperitu celu d'anteiu pe la 1820 actiunea curentilor asupra magnetilor. *Unu curentu galvanicu care trece in apropierea unui magnetu lu deviedia din positiunea lui NS si tinde a lu pune perpendicularu pe sinesi cu polu N la steng'a, cu polu S la drept'a, unui observatoru care s'ar aflà in curentu cu capu inainte si cu fecia spre magnetu.* Fisculu francesu *Ampère*, care s'a ocupatu multu cu studiulu actiunilor mutuale ale curentilor si ale magnetilor, a introdusu in enunciulu de mai susu alu reguli lui *Oersted figur'a* de omu, spre a evita ori ce confusiune la aplicarea acelei reguli.

Magnetulu fiindu totu de ua data supusu si actiunei

pamentului, se va departa de pozitiunea lui, adico de meridian'a magnetica, mai multu seu mai pucinu, dupe cum actiunea curentului va fi mai tare seu mai slaba. Acesta actiune este 1-iu proportionala cu cantitatea de electricitate care circula in curentu; 2-lea proportionala cu intensitatea curentului; si alu 3-lea sta in raportu inversu cu patratulu distantiei; precum se pote constata cu aparatele ce vomu cunosce in articolu urmatoru. Inversu, unu curentu mobilu va fi devietu din pozitiunea lui, totu dupe aceeași regula de mai susu, prin influinti'a unui magnetu, pe care lu aducemu in apropierea lui.

Cate va luni dupe descoperirea lui Oersted, englesulu *Davy* si francesulu *Arago* au observatu in anii 1821—1824, co ferulu mole ensusi pote deveni magneticu sub influinti'a unui curentu galvanicu care circula in giurulu lui; ba enca ua simpla spirala, ua *bobina*, formata de mai multe strate de serma de cupru izolata cu lana seu metase si infasiorata in forma de spirala, manifesta tote caracterele magnetilor, atrage ferulu, are poli, etc., cand facemu se circule in aceea serma unu curentu galvanicu. Ua bucata de feru mole infasiorata cu serma in care pote circula dupe voia unu curentu galvanicu s'a numitu unu *electromagnetu* si represinta unu magnetu temporaru. Polii *N* si *S* se formedia in electromagneti totu dupe regul'a lui Oersted seu figur'a lui Ampère.

Se intielege de sine co si ua bucata de ocielu devine magnetica sub influinti'a unui curentu galvanicu si acesta constitue *ceea mai buna metoda pentru a face magnetii permanenti cei mai tari*. Pentru acesta, seu

introducemu bucat'a de ocielu intr'ua bobina in care circula unu curentu galvanicu, seu potemu enca intrebuintià metod'a frecarei, frecandu ocielulu la polii unui electromagnetu puternicu.

Electromagnetii se potu face de dimensiuni si de ua potere, potemu dice nelimitate ; magnetisarea si desmagnetisarea lor este aproape momentana. Poterea electromagnetilor depinde :

1) de dimensiunile ferului, enca cresce mai curend cu lungime, adico cu distanti'a polilor, de catu cu grosime ;

2) de intensitatea curentului ; poterea electromagnetului cresce cu acesta, fara ca sa fia proportionala, si ajunge pene la ua limita, pene la *saturatiune* ;

3) de numerulu spirelor si alu stratelor suprapuse de serma izolata si cresce cu acesta, precum si cu grosimea sermei, asemenea pene la ua limita.

Electromagnetii presinta unu fenomenu particularu, acel'a alu *sunetului galvanicu*, care se aude cand in succesiune rapide inchidemu si deschidemu curentulu unui electromagnetu, adico lu magnetisamu si lu desmagnetisamu. Pentru observatiunea acestor sunete pote servi si dispositiunea aretata de *Wertheim* in care ua verga de feru mole, fixata la mediulocu, se afla asediata in interiorulu a duoe bobine magnetisatore, in lungulu axului lor.

Electromagnetii presinta enca unu fenomenu analogu cu acela alu residuului bateriilor electrice, adico conserva pucinu magnetismu, numitu *remanentu*, si dupe ce a incetatu curentulu galvanicu de a circula in giurulu lor.

§ 15. REOMETRE

Reometre seu *galvanometre* se numescu instrumente destinate ca sa mesore intensitatea curentilor galvanici; voltametru descriu mai susu este unu reometru. Aceste instrumente nu au ajunsu la ua simtibilitate mare, decatu dupe descoperirea electromagnetismului de catre Oersted. *Schweigger* a avutu celu d'anteiu ide'a de a intrebuintia deviatiunea produsa de unu curentu asupra acului magneticu si a construitu galvanometrulu seu *multiplicatorulu*. Acesta se face astadi in diferite forme; fig. 137 represinta unu galvanometru simplu,

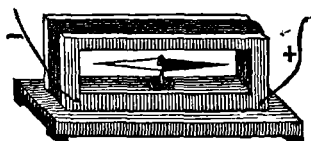


Fig. 137.

formatu de unu acu magneticu asediatu in mediuloculu unei cercevele de lemnu, peste care este infasiorata in mai multe strate serm'a de cupru izolata

cu metase. Cand punemu reoforii la extremitatile acelei serme, aculu va deviã din positiunea lui, la drepta seu la stenga, dupe directiunea curentului si dupe regul'a lui Ampère, cu atatu mai multu cu catu curentulu va fi mai tare.

Magnestimulu pamentului tinde a micusiorã deviatiunea acului magneticu produsa de curentu si, deca acesta va fi slabu, deviatiunea nu se va potea produce. Ca sa maresca simtibilitatea reometrului, *Nobili* a introdusu in locu de unu acu, ua sistema de duoe ace magnetice, numite *astatice*, catu se pote de aceeași potere si asiediate cu poli contrarii unulu peste altu. Acesta sistema de duoe ace *astatice* represinta unu magnetu care, fara sa fia slabu, este pucinu influintiatu

de pamentu, si prin urmare unu curentu galvanicu catu de slabu lu va potea devia din positiunea lui. Dispositiunea acesta se vede in fig. 138, unde cele duoe ace

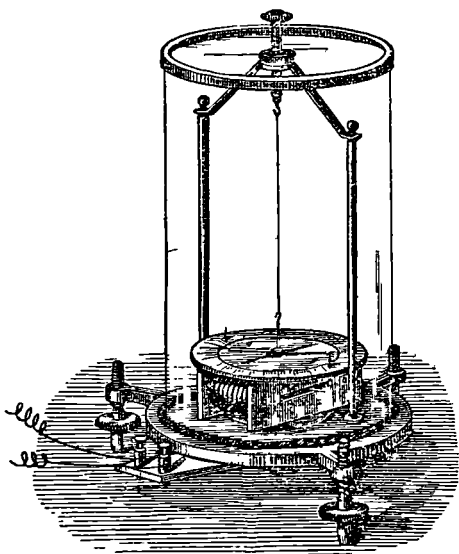


Fig. 138.

astatice, legate intre ele intr'unu modu nevariabilu, suntu suspense cu unu firu de metase astu-feliu, ca unulu din ace sa se afle in interiorulu spirelor sermei, iara celu altu d'asupra unui cercu gradatu si sa arete totu de ua data si gradele de deviatuione.

Busola de sinu-
se este asemenea unu

reometru care da chiar ua mesura exacta pentru intensitatea curentului. Ea se compune de ua busola magnetica mare e , asediata orizontalu pe axulu verticalu alu unui cercu gradatu c (fig. 139). Serm'a izolata se afla infasiorata pe ua cercevea verticala de lemnu A , seu de cupru, mobila impregiurulu busolei si a unui axu verticalu. Cand trece unu curentu in acesta serma, aculu este deviatu de positiunea lui si lu potemu urmari cu cercevea pene cand sa lu cuprindemu in planulu verticalu alu ei, adico alu curentului; atunci intensitatea curentului este proportionala cu sinulu unghiului cu care am invertitu cerceveao'a si pe care lu citimu pe cerculu

orizontalu de josu c . În adevăru, deca represintamu in fig. 140 ua proiectiune orizontala a busolei, a acului ns si a curentului cc in positiunea finala, cand cuprinde aculu in planulu seu, atunci aculu va sta in aceea positiune ns , in care cele duoe poteri cI , adico intensitatea curentului, si cU , adico component'a actiunei pamentului cT perpendiculara pe magnetu, 'si voru face ecilibru, adico cand va fi :

$$cI = cU, \text{ seu } cI = cT \cos UcT = cT \sin \alpha,$$

seu in fine $I = T \sin \alpha$, unde T fiindu constantu, se vede co I este proportionalu cu $\sin \alpha$.

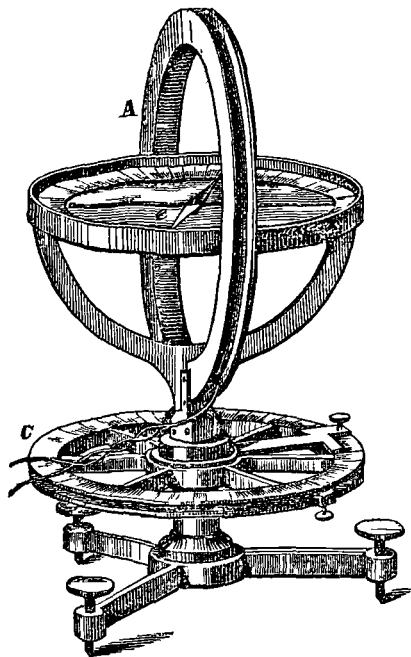


Fig. 139.

Busol'a de tangente nu difera in principiu de aceea de sinuse de catu numai printr'acesta co busol'a e din fig. 139 este forte mica, aculu magneticu fiindu in lungime celu multu ecualu cu $\frac{1}{4}$ din diametrulu cercevelei pe care circula curentulu. Deosebitu de acesta, cerceveao'a este fixa si mesoramu directu unghiulu de deviatune a acului magneticu; atunci intensitatea curentului este proportionala cu tangent'a acestui un-

ghiu, precum se pote vedea din fig. 141, unde cc represinta proiectiunea cercevelei si ns aculu devietu. Com-

ponentele $nU = T \sin \alpha$ și $nV = I \cos \alpha$ a magnetismului pământului T și a intensității curentului I , prețuite per-

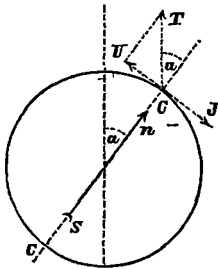


Fig. 140.

pendicularu pe aculu magneticu, trebuie să fie eguale între ele, adică $I \cos \alpha = T \sin \alpha$, de unde $I = T \operatorname{tg} \alpha$.

Resultatele obținute cu acesta bu-

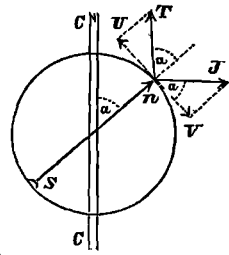


Fig. 141.

sola nu mai sunt exacte, decât aculu are dimensiuni ceva mai mari; coci atunci distanța lui de la diferitele puncturi ale curentului nu mai este aceeași la diferitele deviațiuni ce primește, ceea ce ne ar săli atunci să ținem seama de creșterea acestei distanțe și ar complică observațiunile peste mesura. Dife-

riti fizici, între alți francesulu *Gaugain*, au aretat mediulu de a se servi exactu cu acesta busola, asiedindu aculu lateralu, mai bine încă între cercevele conice, ale carora distanța se determina dupe ua formula empirica. Busol'a de tangentă a lui *Gaugain* are form'a fig. 142.

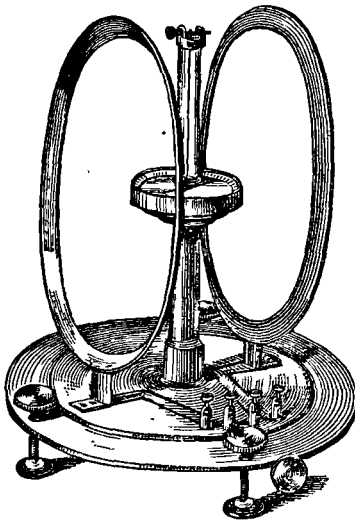


Fig. 142.

Magnetometrulu electricu alu lui Weber din Göttingen fig. 143 este unu din cele mai precise instru-

mente de feliu acesta, semana intru tote cu magnetometrulu lui Gauss, numai co deviatiunea se produce aci prin curentulu ce circula in serm'a d'impregiurulu magnetului. Observatiunile se facu iarasi prin metod'a oscilatiunilor.

Galvanometrulu *universalu* alu lui *Siemens* este asemenea unu instrumentu forte bunu si intrebuintiatu practic si la directiuni telegrafice, mai alesu pentru studii asupra cablurilor telegrafice.

Galvanometrulu lui *William Thomson* cu oglinda este astadi pote celu mai delicatu reometru si serva chiar ca receptoru la telegrafia submarina.

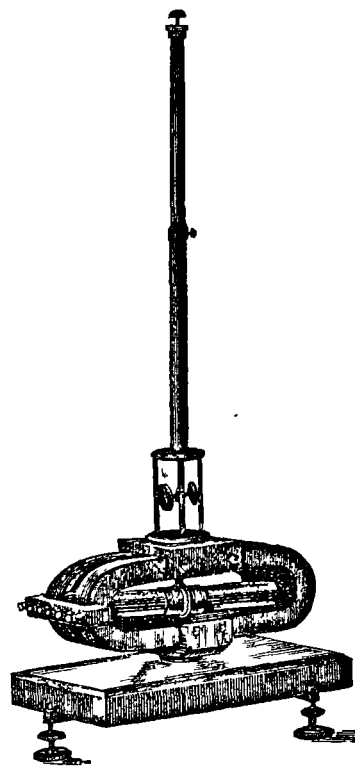


Fig. 143.

Galvanometrulu cu ace astatice lui *Nobili* ar potea ajunge la ua simtibilitate extrema, deca nu s'ar opune la acesta greutatea acelor magnetice. Micusiorandu dimensiunile acestora, mobilitatea lor cresce negresitu, si in acelasi timp si simtibilitatea instrumentului; ensa totu de ua data aretarile lor devinu neperceptibile, pentru co arcurile, descrise de extremitatile unor ace forte mici, nu mai pot fi distinse intru nici unu chipu, cand

deviațiunile angulare produse de curenți forte slabi aru fi mici peste mesura.

La galvanometru lui Thomson aculu magneticu pote sa fia catu de micu, chiar de cate-va milimetre, cantarindu numai cate-va centigrame ; deviațiunile cele mai mici ensa, produse prin curenții cei mai slabi, voru fi visibile, pentru co magnetulu, portandu ua oglinda mica, seu fiindu elu ensusi lustruitu pe ua parte, reflecta la ua distantia forte mare, de ex. de unu metru, ua radia de lumina ce primesce de la ua lampa fixa. Deviațiunea radiei reflectate va fi totu d'auna destulu de mare, ca sa fia vediuta, mai alesu deca ne aducemu aminte, co unghiulu de deviațiune a radiei reflectate este induoitu de catu acela cu care s'a miscatu oglind'a, adico magnetulu deviatu prin actiunea unui curentu electricu catu de slabu.

Galvanometrulu lui William Thomson, fig. 144 se compune, precum s'a disu mai susu, de unu singuru magnetu micu formatu de ua bucata de arcu de ociealu de ceasornicu. Acestu magnetu porta ua oglinda mica, seu este elu ensusi transformatu pe ua parte in oglinda, dupe simtibilitatea mai mica

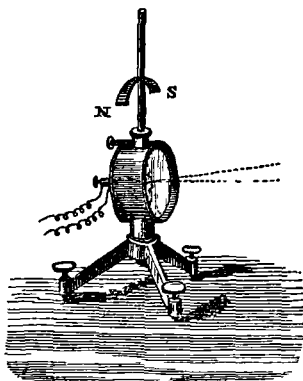


Fig. 144.

seu mai mare ce ceremu de la instrumentu. Magnetulu este aternatu cu unu firu de ua subtirime estrema, de argintu, seu mai bine de platina, in mediuloculu unei bobine de serma izolata, prin care potemu face sa treca

curentulu cu care experimentamu. La distantia ca de unu metru se asiedia ua scara orizontala ; sub densa este ua crepatura verticala si in dosulu ei ua lampa in dreptulu crepaturi. Cand magnetulu galvanometrului nu este influentiatu de nici unu curentu, elu reflecta ua radia de lumina ce a trecutu prin crepatura in dreptulu divisiuni O^0 de la scara ; indata ce aculu s'a miscatu catu de pucinu din positiunea lui, radi'a reflectata nu mai corespunde la O^0 , ci la ua alta divisiune din scara. Ca sa potemu regulà aculu magneticu astu-feliu, ca elu sa reflecte totu d'auna catre divisiunea O^0 in starea normala a instrumentului, se afla asediatu d'asupra lui unu magnetu mare de ocielu pe care lu invertimu la dreapta seu la sfenga, lu lasamu mai josu seu mai susu, pene cand aculu magneticu sa reflecte la O^0 , fara influinti'a vre unui curentu.

§ 16. DIAMAGNETISMU

Arago a descoperitu pe la 1824 co unu discu de cupru, seu si de alte metale, care formedia fundulu unei busole, potolesce oscilatiunile acului magneticu, de unde s'a potutu conchide co, vice-versa, disculu de cupru aflanduse in miscare de rotatiune, va trage dupe sine unu acu magneticu, ce se pote inverti liberu d'asupra lui. Acestu fenomenu a fostu esplicatu de *Seebeck* prin inductiunea magnetica, adico admiendu co magnetulu provoca in discu magnetismi contrarii ; cand disculu sta, trage magnetulu si lu opresce ; cand elu se misca, lu trage dupe sine.

Acestu faptu este unu casu specialu alu *diamagne-*

tismului, descoperitu la 1845 de *Faraday*. Acestu mare fisicu a aretatu co magnetismulu este universalu; co tote corpurile suntu supuse actiuni magnetice, numai magnetii sa fia destulu de tari; co ensa unele din cor-puri suntu atrase intre polii unui magnetu, ca feru, ni-ckelu, compusii lor etc., si pe acestea le a numitu cor-puri *paramagnetice*; alte suntu respinse, precum bismutu, gazele aprinse (flacar'a unei lumenari de seu) etc., si le a numitu *diamagnetice*. Positiunea celor d'an-teiu in direcciunea polilor a numitu-o *Faraday axiala*, pe aceea a corpurilor diamagnetice, perpendiculara pe lini'a polilor, a numitu-o *ecuatoriala*. Tote aceste fenomene se pota areta cu electromagneti puternici, carora

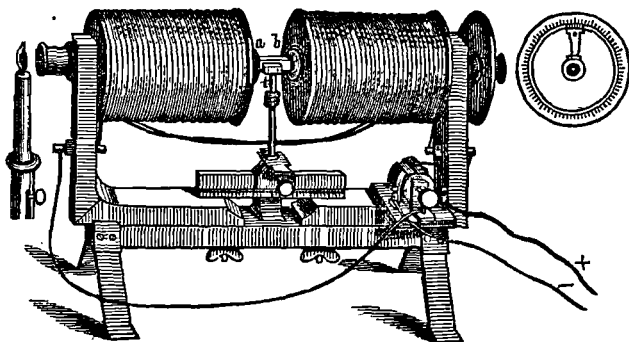


Fig. 145.

li se dau diferite dispositiuni, intre alte prin aparatulu construitu de Ruhmkorff (fig. 145). Intre polii *a, b* ai electromagnetului se pota aternã la ua colona *t* diferite obiecte, asemenea se pote pune ua lumenare si alte. Unu cubu seu unu discu de cupru ce se invertesce cu mare iuteala intre polii *a, b*, cand enco nu circula cu-rentu in serm'a electromagnetului, se opresce indata

cum inchidemu curentulu si prin urmare magnetisamu feru. Deca ne incercamu sa invertimu disculu, intrebuintandu ua potere mare, disculu se incaldiesce, ceea ce ne da ua proba despre transformarea lucrului mecanicu in caldura. Magnetismulu exercita ua actiune chiar asupra luminei, precum vom vedea mai tardiu in Optica.

Pentru explicarea fenomenelor diamagnetice s'au facutu diferite hypotese. *Weber*, completandu teori'a lui *Seebeck*, mentionata mai susu, admite co s'aru fi producendu curenti de inductiune (vedi § 21) in corpurile diamagnetice prin actiunea polilor magnetului, de unde aru resultà, dupe feliulu acelor curenti, atractiuni seu repulsiuni. *Faraday*, *Becquerel*, *Delarive* au emisu si desvoltatu ua alta hypotesa, care este mai generalu admisa si alu caria resultatu se resuma in acesta: ua substantia pusa intre polii unui magnetu areta caracterulu unui corpu paramagneticu seu diamagneticu, dupe cum ea (aceea substantia) este mai tare seu mai slabu magnetisata decatu mediulu in care se afla (de ex. aerulu etc.) si care elu-ensusi se magnetisedia prin influinti'a aceluiasi magnetu.

§ 17. PROPAGATIUNEA SI JUTIEL'A ELECTRICITATI

Electricitatea transportata de la unu puntu la altu, fiindu condusa prin intermediulu unui reoforu, se misca prin sectiunea intrega a acestui reoforu, fia acesta solidu, ligidu, seu gazosu. *Davy* si *Fechner* au probatu acesta, constatandu co unu curentu electricu, care trece prin reofori de aceeaasi substantia, produce aceleasi efecte, deca sectiunile lor suntu ecuale ensa de forme

diferite; asemenea efectele reanu nescambate, cand inlocuim unu reoforu de sectiune mare prin mai multi de sectiune mica, ale carora sum'a sa fia ecuala cu aceea mare a reoforului anteiu, cu tote co suprafeci'a totala a reoforilor subtiri este multu mai mare de catu aceea a reoforului celui grosu.

Unu altu faptu interesantu, relativu la propagatiunea curentilor galvanici, este acel'a descoperitu de Italianu *Marianini*, adico co mai multi curenti se potu incrustia in tote directiunile pe unu si acelasi reoforu, fara a se impediã, urmandu'si fia-care drumulu seu pe cerculu din care face parte.

Conductibilitatea reoforilor variedia dupe natur'a acestora si este lesne de intielesu co ea este inversu proportionala cu *resistenti'a* lor; astu-feliu insemnandu cu C conductibilitatea, cu R resistanti'a unui si aceluiasi reoforu, vomu avea $C = \frac{1}{R}$.

Davy a descoperitu legile resistantiei reoforilor me-

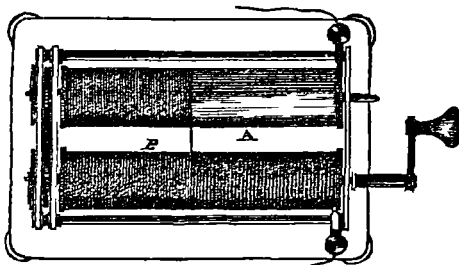


Fig. 146.

talici care este *proportionala cu lungimea si sta in raportu inversu cu sectiunea lor*. Aceste legi au formatu objectulu studiilor si a altor fisici, a lui

Lenz, Jacobi, Poggendorff, Wheatstone, cari au inventatu si aparate, numite *reostate* seu *agometre*, ca sa pota cu inlesnire scamba reoforii studietii, precum si

lungimea lor. Figurile 146 si 147 represinta asemenea reostate, propuse de englesulu Wheatstone. — In fig. 146 ua serma se pote infasiora parte pe unu cilindru crestatu de lemnu *B*, parte pe unu de metalu *A* si curentulu are sa percurga numai partea sermei infasiorata pe *B*. — In fig. 147 serm'a este asemenea infasiorata pe unu cilindru crestatu de lemnu seu de vre ua alta substantia izolatore, iara lungimea activa a ei pote varia dupe punctulu pene la care insiurupamu bucat'a de metalu *C* prin invertirea a ensusi cilindrului *A*.

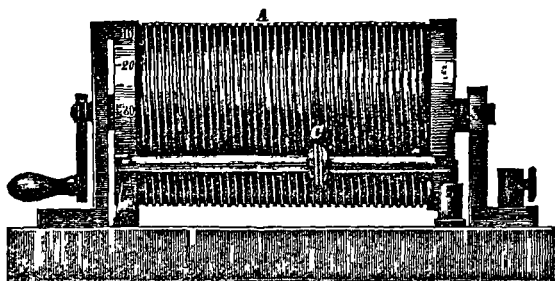


Fig. 147.

Conductibilitatea metalelor variedia cu temperatura si scade cand acesta se urca.

Licidele conducu electricitatea mai pucinu decatu solidele; gazele o conducu in genere reu. Numai la temperature inalte si in stare de rarefactiune mare gazele devinu conductori buni ai curentilor galvanici; ensa si aci este ua limita, si englesulu *Gassiot* a gasitu co unu gazu incetedia de a conduce electricitatea, cand a fostu raritu peste mesura.

In privinti'a *intielei* de propagatiune, *Wheatstone* a fostu celu d'anteiu care a incercatu sa o determine in anulu 1834, experimentandu asupra electricitati statice,

cu tensiune mare, condensate pe ua butila de Leyden. Trei perechi de globuletie A, B, C (fig. 148) erau asiediate pe unu stativu izolatoru inaintea unei oglindei RR , ce se potea inverti in giurulu unui axu paralelu cu drept'a ABC . Ua serma, lunga de mai multe kilometre, erea condusa, precum se vede in figura, de la $MADBEC$ la N cu intreruptiuni la A, B, C . Lungimea ceea mare a sermei erea desfasurata la D si E . Punendu

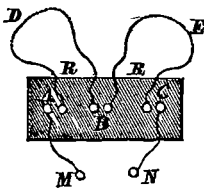


Fig. 148.

estremitatile M si N in comunicatiune cu cele dooe armature ale unei butile de Leyden, acesta se descarca, producendu scantei la A, B, C , cari se observa in oglinda si au aspectulu de trei puncturi luminoșe in linia drepta, cand ogliind'a sta, presinta ensa form'a $l|l$ seu $l|l$, cand ea se invertesce, dupe sensulu rotatiunei ; ceea ce areta co scantei'a de la mediulocu se produce ceea mai tardiu decatu acele din margini, si dupe iutiel'a de rotatiune a oglindei s'ar potea calcula timpulu in care electricitatea a percursu ser'ma ADB seu BEC . Iutiel'a electricitati a gasitu-o Wheatstone de 460000 km. pe secunda in serme de cupru.

De atunci incoce diferiti alti fisici, *Walker, Fizeau* etc. au facutu experimente noi, mai alesu cu curenti galvanici, servinduse de ensusi liniile telegrafice, si au gasitu rezultate forte divergente, de ex. iutiel'a de 100000 km. in serme de feru, de 180000 km. in serme de cupru etc. De aci resulta co iutiel'a electricitati este forte mare, comparabila cu aceea a luminei, ensa depinde esentialu de conductibilitatea reoforului prin care se transporta.

§ 18. INTENSITATEA CURENTILOR ELECTRICI ;
UNIMI ELECTRICE

Cand producemu intr'unu modu ori-care unu curentu electricu, seu in generalu electricitate, trebuie sa admitemu co exista ua potere, numita *potere electromotore*, care produce electricitatea. Curentulu electricu produsu are ua *intensitate* ore-care si intempina in drumulu in care circula ua *resistentia* totala, compusa din resistenti'a *interiora* a generatorului electricu si din aceea *esteriora* a reoforilor prin cari se inchide cerculu. *Ohm* din Erlangen a descoperitu pe la 1827 legile intensitatilor, numite *legile lui Ohm*, adico co *intensitatea unui curentu galvanicu este proportionala cu puterea electromotore si sta in raportu inversu cu resistenti'a totala*. Deca insemnamu cu e puterea electromotore a unui elementu, i intensitatea curentului produsu de acelu elementu, r resistenti'a interiora a lui si l pe aceea a reoforului, vomu avea

$$i = \frac{e}{r+l} \text{ seu } i = \frac{e}{R} \dots\dots (I)$$

Legea anteaia, adico proportionalitatea intensitati cu puterea electromotore, s'a constatatatu mai cu sema cu termoelemente ꝑla cari r este forte micu. Operandu atunci succesive cu 1, 2, 3, 4, etc. elemente, la cari puterea electromotore este $e, 2e, 3e, 4e$, etc., iara resistenti'a interiora este aproape nula, si conservandu ua resistentia esteriora constanta, s'a gasitu cu ajutorulu reometrelor, co intensitatea curentului cresce in acelasi raportu.

Legea a duoa a fostu asemenea constatata cu termo-

elemente, conservandu constantu numerulu lor si intercalandu succesive lungimi diferite a aceleiasi serme, de ex. prin intermediulu unui reostatu.

Importanti'a acestor legi n'a fostu generalu recunoscuta, decatu dupe ce fisici de renume mare, ca *Fechner*, *Lenz* si *Iacobi* pe la 1831, *Pouillet* la 1838, au constatatatu din partea lor adeverulu acelor legi si au atrasu atentiunea fisicilor asupra lor. Aceste legi au pututu fi verificate chiar cu hydroelemente, ensa prin metode ale carora descriptiune ne ar conduce prea departe.



Fig. 149.

Cand impreunamu unu numeru m de elemente, precum areta fig. 149, adico *in tensiune*, seu *in serii*, atunci vede ori-cine co poterea electromotore a devenitu me , dera si resistanti'a interioara a crescutu totu in acelasi raportu si a devenitu mr , astu-feliu in catu intensitatea curentului va fi esprima in casulu de fecia prin formul'a

$$I_1 = \frac{me}{mr + l} = \frac{e}{r + \frac{l}{m}}$$

de unde resulta co, cand resistanti'a esteriora l este mare, intensitatea curentului cresce multu printr'ua asemenea dispositiune a elementelor.

Cand impreunamu unu numeru de elemente n *in suprafecia*, ce se dice enca si *in derivatiune*, seu *paralelu* (fig. 150), astu-feliu ca tote zincurile sa comunice între ele si toti carbuni între ei, formamu in realitate

unu singuru elementu cu ua suprafecia mare si cu ua singura potere electromotore. Curentulu trecendu in acest casu de ua data prin tote elementele, adico printr'ua sec-tiune de n ori mai mare, resistanti'a interiora va fi de n ori mai mica, sí formul'a intensitati va fi in acestu casu

$$I_2 = \frac{e}{r + l};$$

de unde se vede co, cand resistanti'a esteriora l este de feliu mica, cascigamu printr'acesta dispositiune a ele-mentelor, micusiorandu termenulu r alu numitorulu, pe cand l nu mai are trebuintia de a fi micusioratu.

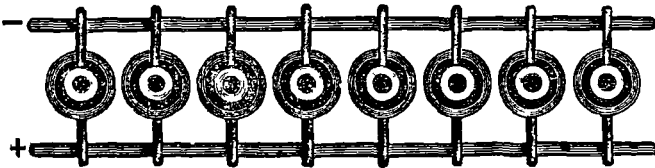


Fig. 150.

Cand dispunemu de unu numeru mare de elemente $c = m \times n$, de ex. 2, 3, 400, potemu sa le combinamu de ua data si in tensiune si in suprafecia, formandu ua bateria de m elemente, fia-care de n ori mai mare; atunci formul'a intensitatilor va fi :

$$I = \frac{me}{m \times \frac{r}{n} + l} = \frac{e}{\frac{r}{n} + \frac{l}{m}}$$

Ne potemu propune sa gasimu dispositiunea ceea mai buna ca sa avemu maximum lui I . Conditieuna acestui maximum este ca numitorulu

$$\frac{r}{n} + \frac{l}{m} = \frac{rm + ln}{nm} = \frac{rm + ln}{c}$$

sa fie minimum, adica ca diferentialulu

$$d(rm + ln) \text{ sau } r \cdot dm + l \cdot dn = 0.$$

Pe de alta parte din $c = m \times n$ resulta

$$mdn + ndm = 0, \text{ sau } dm = -\frac{m}{n} = l,$$

si prin urmare

$$-r \cdot \frac{m}{n} dn + l \cdot dn = 0, \text{ sau } \frac{mr}{n} = l,$$

adica : *maximum intensitati va fi, cand resistentia interiora a elementelor va fi ecuala cu aceea este-riora, pe care are sa invinga curentulu.* Pentru usulu obicinuitu raru dispunemu elementele altu-feliu decatu in tensiune (fig. 149), cand numerulu lor nu trece peste vre ua sese diece.

La studiulu fenomenelor electrice mai intra enco in consideratiune : *cantitatea q* de electricitate produsa, seu care percurge unu-conductoru intr'unu-timpu t ; *caldur'a*, seu *lucrul n* ecivalentu cu acea caldura ; in fine *capacitatea c* a conductorulu de a potea contine ua cantitate mai mare seu mai mica de electricitate.

Cantitatea electricitati este ecuala cu productulu intensitati curentulu cu timpul in care circula in cercu, adico :

$$q = it \dots \dots \dots (2)$$

In privinti'a calduri seu a lucrulu ce produce unu curentu, englesulu *Joule* a gasitu co este proportionalu cu patratulu intensitati, cu resistentia si cu timpul, adico :

$$w = i^2 Rt \dots \dots \dots (3)$$

seu eliminandu t si R cu ajutorulu ecuatiunilor (1) si (2) vine :

$$w = qe \dots \dots \dots (4)$$

Capacitatea o gasimu, impartindu cantitatea cu puterea electromotore, adico :

$$c = \frac{q}{e} \dots\dots\dots (5)$$

La studiulu completu alu unui fenomenu electricu, de ex. la pretiurea efectelor ce pote da ua machina electrica etc., este de trebuintia sa cunoscemu aceste diferite catimi, cari suntu in numeru de cinci : e , i , R , q , c ; si fiindu co avemu patru ecuatiuni intre aceste cinci catimi, ajunge sa definimu, seu sa ne invoimu asupra *unimei* cu care sa mesoramu pe un'a din ele, precum si asupra unimei de timpu si de lucru, si atunci vomu potea pretiui si pe cele alte unimi electrice.

Gauss si *Weber* au fostu cei d'anteiu cari au inceputu sa introduca *unimi absolute* si a nume secunda, milimetru si miligramu. Mai tardiu Asociatiunea Britanica (*British Association*) a adoptatu unimile modificate : secunda, metru si gramu. La 1873 Asociatiunea Britanica a modificatu acesta sistema, adoptandu drept unimi : secunda, centimetru si gramu. Acesta sistema s'a numitu *B. A.* si se insemnedia cu *C. G. S.* cari se vede lesne co suntu prescurtarile lui *British Association* si a lui *Centimetru, Gramu, Secunda*. Congresulu electricilor de la 1881 la Paris, a adoptatu acesta sistema care astu-feliu a devenitu universalu.

Dupe aceste unimi absolute deducemu *unimile derivate*, si mai anteiu pe acele *mecanice*, din cari vomu mentiona aci numai duoe :

a) unimea de putere, numita *dyne* (prescurtare din $\delta\acute{o}\nu\alpha\mu\iota\varsigma$ = putere), in sistem'a *C. G. S.* represinta ua po-

tere care, lucrându asupra masei de unu gramu, in timpu de ua secunda, i comunica ua crestere de iutiela de unu centimetru. De ex. la Paris in golu acceleratiunea fiindu $g = 980.88$ seu aproape $= 981$ centimetre pe secunda, resulta co ua dyne este a 981^a parte din poterea de acceleratiune ce pamentulu exercita asupra unimei de masa adico :

$$(6) \dots\dots\dots 1 \text{ dyne} = \frac{1^{\text{gr.}}}{981} = \frac{1^{\text{kg.}}}{981 \cdot 10^3}$$

b) unimea de lucru, numita *erg* (din $\epsilon\rho\rho\nu =$ lucru), represinta lucrulu ce trebuș sa facemu, ca sa mutamu unu corpu cu unu centimetru, cand corpulu exercita in directiune opusa ua potere de ua dyne. Astu-feliu lucrulu de unu kilogramometru represinta 1000×100 lucrulu de unu gramu-centimetru produsu de actiunea gravitati, si acesta potere fiindu de 981 mai mare de catu ua dyne, urmedia co

$$1^{\text{kgm}} = 1000 \times 100 \times 981 \text{ erg} = 981 \times 10^5 \times \text{erg}; \quad (7)$$

si lucrulu produsu de poterea unui calu $= 75^{\text{kgm}}$ va fi

$$1^{\text{calu}} = 75 \times 981 \times 10^5 \times \text{erg} = 736 \times 10^7 \times \text{erg}. \quad (8).$$

Acum trecemu la *unimile derivate electrice*, cari constituescu enco bas'a unimilor *practice*, admise de Asociatiunea Britanica si de congresulu electricilor din Paris de la 1881.

Unime de magnetismu in sistem'a C. G. S. se numesce cantitatea de magnetismu, care respinge ua cantitate ecuala de magnetismu, ce se afla la distanti'a de unu centimetru, cu ua potere ecuala cu ua dyne.

Unime (electromagnetica) de *intensitate* a unui curentu electricu se numesce intensitatea acelu curentu

care, circulandu intr'unu arcu de cercu lungu de unu centimetru si cu radia totu de unu centimetru, exercita asupra unimei de magnetismu aflate la centru ua actiune (atractiva seu repulsiva) cu ua potere ecuala cu ua dyne.

Acesta unime servece ca basa la tote mesurile electrice; unimile practice ensa, admise astadi, suntu multiple seu submultiple decimale ale acestei unimi, carora li s'a datu si numiri dupe omenii cei mari ai electricitati, precum urmedia :

Unimea de curentu, numita *Ampère* seu si simplu *Curentu*, este $\frac{1}{10}$ din unimea electromagnetica de curentu mentionata mai susu. — Inainte de Congresulu electricilor de la Paris (1881), unimea de curentu purtà numele de *Weber*; fiindu-co ensa cu acestu nume se aretà duoe unimi diferite (una fiindu de 10 ori mai mare de catu cea alta) intrebuintiate una in Anglia de Asociatiunea Britanica si cea alta de invetiati Germani, de aceea Congresulu electricilor, ca sa evite ori ce confusiune, adoptandu ua unime fixa si universală, a introdusu si unu nume nou, acela de *Ampère*.

Unimea de potere electromotore, numita *Volt*, este ecuala cu 10^8 unimi de potere electromagnetica, si ecivaledia aprope cu poterea electromotore a unui elementu Daniell.

Unimea de resistenta, numita *Ohm*, pretiuesce 10^9 unimi de potere electromagnetica. — Este lesne de vedutu co aceste definitiuni satisfaciu legei cunoscute lui Ohm :

$$\text{Ampère} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}} = \frac{10^8}{10^9} = \frac{1}{10}$$

Unu Ohm ecivaledia aproape cu ua unime de rezisten-
tia ce a fostu admisa mai înainte de Siemens, represin-
tata printr'ua colona de mercuriu lunga de 1 metru si
avendu ua sectiune de 1 milimetru patratu ; mai exactu

$$1 \text{ Ohm} = 1.0615 \text{ unimi Siemens.}$$

La diferitele unimi espuse in acestu § adaogandu vor-
bele : *mega-* seu *micro-*, represintamu alte unimi deri-
vate, respective cu 1000000 de ori mai mari, seu mai
mici : de ex. unu

$$\text{megaohm} = 10^9 \cdot 10^6 ; \text{ ua microdyne} = \frac{1^{gr.}}{981} \cdot \frac{1}{10^6}$$

S'au construitu aparate pentru a mesorà Volti, Amperi,
etc. ce da unu curentu electricu, provenindu de la ua
bateria seu de la ua machina electrica si s'au numitu
Voltmetre, *Ampèremetre* etc., precum suntu acele ale
lui *Deprez*, *Thomson* și alte. In principiu tote aceste
instrumente nu suntu de catu nisce galvanometre seu
reometre speciale, construite mai multu pentru trebu-
intiele practice.

§ 19. DISTRIBUTIUNEA SI ACTIUNEA ELECTRICITATI

Starea electrica unui corpu se manifesta numai pe
suprafeci'a lui, pe cand interiorulu remane cu totulu li-
beru de electricitate. Acesta se pote aretà in diferite
moduri, intre alte si prin aparatulu din fig. 151. Apli-
candu emisferele m , m pe globu o , electrissandu sis-
tem'a intrega si redicandu emisferele, acestea se areta
electrissate, iara globulu neelectricu. Se pote procede si
altu-feliu ; se electrissedia globulu o , apoi aplicamu emis-

ferete si redicandule, le gasimu electrificate, iara globulu remane anelectricu.

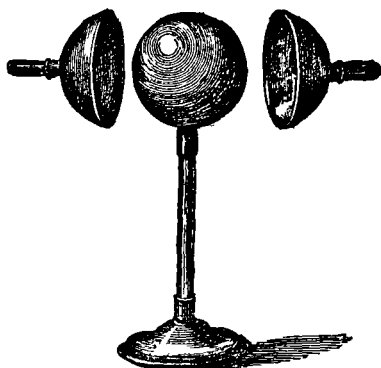


Fig. 151.

Englesulu *Faraday* care a facutu ua multime de esperimente ca sa arete ingramedirea electricitati pe suprafeci'a corpurilor a procesu si in modulu urmetoru: a intinsu ua pendi'a metalica in forma de conu intr'unu inelu (fig. 152) si încarcandu-o cu electricitate, nu a potutu constată presinti'a ei in feci'a interiora a pendiiei; tragendu ensa cu ua atia de metase si intorcendu pendi'a pe dosu, a gasitu electricitate in aceea fecia care acum a esitu afara, iara feci'a ceea alta nu mai manifestă de feliu electricitate, adico acesta trecea totu de una pe feci'a exteriora.



Fig. 152.

Electricitatea se ingramedesce uniformu pe ua suprafecia sferica si pote ajunge pe densa la ua tensiune mare, inainte de a se descarca prin apropierea vre unui conductoru. La corpurile de alta forma distributiunea pe suprafecia nu este uniforma, ci electricitatea se ingramedesce catre partile cele mai ascutite, unde ajunge curend la ua tensiune destulu de mare, in catu se descarca chiar in aeru. *Franklin* a constatatutua aceasta proprietate asupra

verfurilor prin cari se face ua scurgere continua a electricitati si francesulu *Poisson* a supusu unui calculu matematicu legile de distributiune a electricitati pe unu elipsoidu.

Actiunile electrice, adico atractiunea, respective repulsiunea, intre duoe corpuri electrice se facu dupe aceleasi legi newtoniane la cari este supusa atractiunea materiei, adico *suntu proportionale cu masele seu cu cantitatile electrice si stau in raportu inversu cu patratulu distantiei*. Aceste legi, prevediute de *Aepinus*, au fostu constatate de *Coulomb* prin bilanci'a de torsione descrisa in teori'a magnetismului [§ 4, fig. 91], unde magnetii suntu inlocuiti prin duoe betie isolatore avendu la extremitatile apropiete globuletie seu discuri metalice cari potu fi electrisate. *Green* si *Gauss* au supusu teori'a actiunilor electrice la calculu matematicu *Kohlrausch* din Göttingen si alti au construitu aparate de ua mare perfectiune pentru asemenea experimente si cari totu de ua data formedie nisce *electrometre* forte delicate ; dera celu mai perfectu electrometru este acela a lui *Sir William Thomson*, numitu *electrometru cu cadrante*, pe care lu presintamu aci in fig. 153, intr'ua forma ce i a datu fisiculu francesu *Mascart*, care este ceva mai simplu, si costa multu mai pucinu, dera totu de ua data este si mai pucinu completu de catu acela a lui Thomson.

Acestu instrumentu se compune de unu vasu cilindricu de alama, avendu mai multe ferestre si ua usie *S*; in untru se afla unu vasu de sticla cu acidu sulfuricu concentratu. In partea superioara se vede, cam in drep-

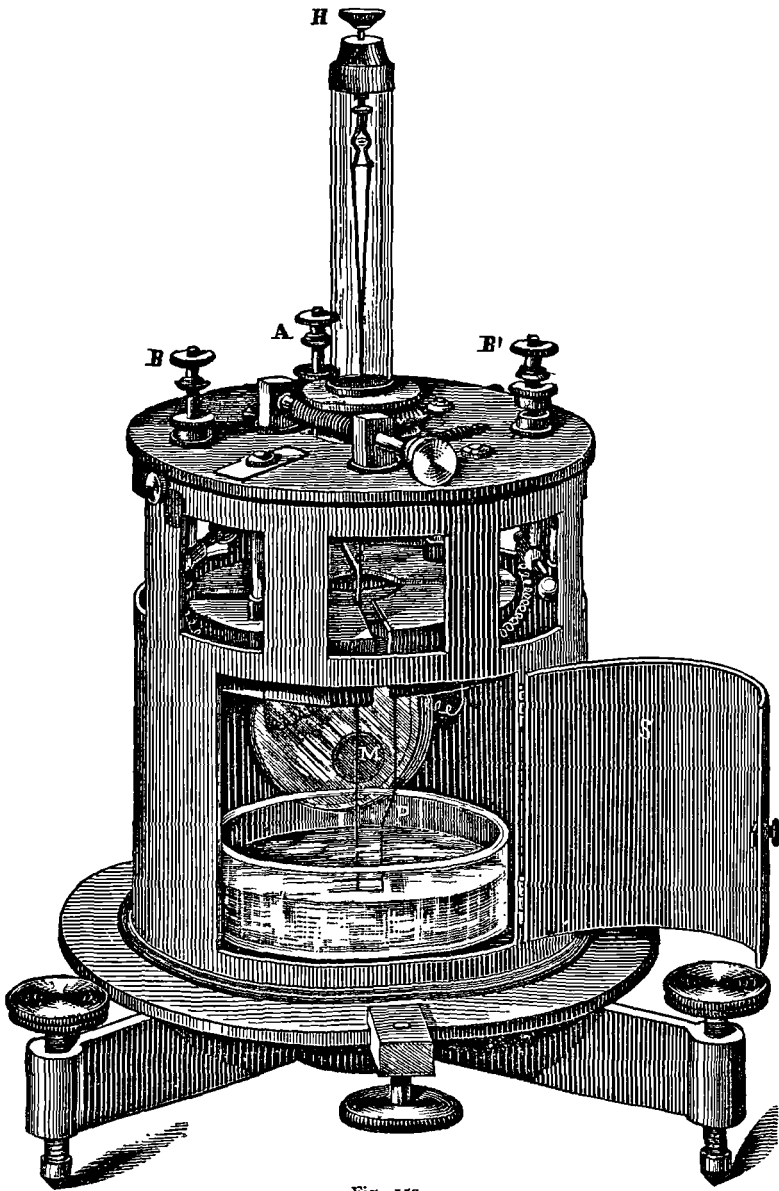


Fig. 153.

tulu ferestrelor, ua cutia de alama, gola in untru si taiata in patru cadrante ; aceste cadrante comunica, cate doua in diagonala, intre ele si cu stalpi izolati B, B' , prin spirale de serma ce se vedu la dreapta si la stenga. In interiorulu cadrantelor se afla ua lama subtire de aluminiu, in forma de ∞ seu de lemniscata, aternata cu unu firu de metase induoitu la colon'a de sticla la H si portandu in partea inferiora ua oglinda M si ua serma lunga de platina care intra in acidu sulfuricu. Ua a duoa serma de platina intra asemenea in acidu sulfuricu, fiindu in comunicatiune cu stalpulu izolata A . Ca sa experimentamu, comunicamu prin stalpii izolati B, B' electricitati contrarii celor duoe parechi de cadrante, cari voru exercitã actiuni ecuale asupra lamei de aluminiu din interioru ; apoi, prin colon'a A , prin serma P , acidu sulfuricu si prin serma cu oglinda M , comunicamu lamei de aluminiu electricitate din corpulu supusu probei ; deviatiunea acestei, observatã cu ochianu si scara, aflate inainte oglindei, ne da mesura ceruta a electricitati.

Nu numai electricitati ce stationedia, seu se afla in-gramedite asupra corpurilor, exercita actiuni intre ele, dera enca si curenti electrici cari circula in destula apropiere unu de altu exercita intre ei actiuni particulare, atractiuni seu repulsiuni ; asemenea magnetii exercita asupra curentilor din apropierea lor actiuni analoge. Teori'a acestor actiuni mutuale a formatu objectulu de studii intinse a lui *Ampère* si a fostu numita *electrodinamica* mai specialu. Studiulu acesta este unulu din cele mai profunde sub puntulu de vedere alu sciintiei

abstracte ; ca cunoscintie generale si ca aplicatiune pre-sinta ensa ma' pucinu interesu, in catu nu potemu decatu numai sa atingemu cate-va puncturi din acesta teoria, cari mai alesu ne aru potea lamuri mai bine relatiunile ce exista intre electricitate si magnetismu. Eca aceste cate-va principii :

1) Duoî curenti paraleli se atragu, cand au acelasi sensu, se respingu, deca circula in directiuni opuse.

2) Duoî curenti incrucisati se atragu la unghiulu unde au aceeași directiune, se respingu la celu-altu unghiū.— Pentru aretarea experimentală servescu dispositiuni descrise de *Ampère*, *Pouillet* si chiar *curentii plutitori* ai lui *De la Rive*.

3) Partile consecutive ale unui curentu se respingu între ele.

4) Unu magnetu indreptedia pe unu curentu perpendicularu pe densu cu stenga la polu care areta nordu. Acesta se pote aretă apropiendu unu magnetu de unu *curentu plutitoru* alu lui *De la Rive*, (fig. 154), produsu prin duoe lame de cupru si zincu.

5) Unu curentu se pune sub actiunea pamentului în planu *EW*, perpendicularu pe meridianu magneticu, astu-feliu ca, in partea inferioara, steng'a curentului sa fia intorsa catre *Sudulu* pamentului, iara drept'a la *Nordu*. Acesta se pote vedea asemenea cu *curentii plutitori* ai lui *De la Rive*

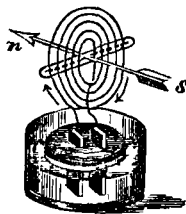


Fig. 154.

cari potu fi pusi si sub form'a unui astu-feliu numitu *solenoidu* (fig. 155). Impregiurarea co unu solenoidu are tote caracterele unui magnetu (vedi § 11, alineatu

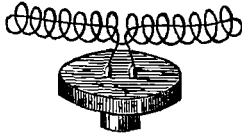


Fig. 155.

4 și 5) a condusu pe Ampère la teori'a electrica a magnetismului, dupe care unu magnetu ar fi incongiuratu de curenti electrici elementari, cari circula in giurulu fia-caria molecule si au toti aceeași directiune. Pamentulu en-susi, care este enca de multu, din timpulu lui Gilbert, consideratu ca unu magnetu mare, ar fi incongiuratu de curenti electrici circulandu de la E la W si acestia aru da atunci pamentului caracterulu seu magneticu; existenti'a acestor curenti pare probabila dupe studii speciale, facute de astronomulu *Lamont* de la München.

6) Unu curentu galvanicu pote fi pusu in miscare de rotatiune continua sub influinti'a unui magnetu si vice-versa. Acestu faptu descoperitu si studietu de *Faraday* este ua consecintia principiilor de mai susu si se pote aretà prin diferite dispositiuni ale lui *Faraday*, *Ampère*, *Pohl*, prin rot'a lui *Barlow* etc.

§ 20. FORMUL'A LUI AMPÈRE

Fisiculu francesu Ampère, care a studiatu atatu teoreticu catu si experimentalu actiunile mutuale ale curentilor, a stabilitu in privinti'a acestor actiuni ua formula care este fundamentala: in tota electrodinamica, de si unele din principii pe cari se basedia deriva din experimente, ale carora rezultate reclama sa fia probate cu ua sicuranta mai mare.

Fia ds , ds' (fig. 156) duoe elemente a duoi curenti electrici aAa' și bBb' ; xAP seu $(x)BP$ planulu care

cuprinde elementul ds si $x'BP$ planulu care cuprinde elementul ds' ; $AB = r$ distanti'a lor; θ si θ' unghiurile ce facu aceste elemente cu dreapta ABP care le impreuna. Fia ω unghiulu acelor duoe planuri in cari se afla elementele, $B(x)$ fiindu paralela cu Ax . Fia ϵ unghiulu ce facu intre ele elementele ds, ds' , drept'a $B(ds)$ fiindu paralela cu drept'a Ads .

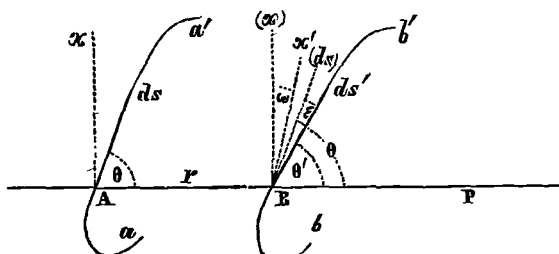


Fig. 156.

Cele duoe projectiuni ale elementului ds pe directiunile AP si Ax suntu :

$$ds \cos\theta, ds \sin\theta.$$

Projectiunile elementului ds' pe directiunile BP si Bx' voru fi asemenea :

$$ds' \cos\theta', ds' \sin\theta'.$$

Elementulu $ds' \sin\theta'$ sa lu descompunemu mai de parte in duoe projectiuni, una cuprinsa in planulu $(x)BP$ si a duoa perpendiculara pe acestu planu si pe planulu figuri. Aceste duoe projectiuni voru fi pe rondu :

$$ds' \sin\theta' \cos\omega, ds' \sin\theta' \sin\omega.$$

Aci sa observamu, co actiunea acestui din urma elementu este nula asupra tutulor celor alte elemente ce se afla intr'unu planu perpendicularu pe elu.

Actiunea mutuala a elementelor ds si ds' , seu a di-

feritelor proiectiuni ale lor, depinde de intensitatea curentilor si de distanti'a elementelor. Deca insemnamu cu i, i' intensitatile celor doi curenti, potemu admite co actiunile suntu proportionale cu productulu ii' alu acestor intensitati. In ceea ce priveste modulu in care depinde acesta actiune de distanti'a elementelor nu cunoscemu enco nimica si trebuie sa ne multiamimu deocamdata sa o exprimamu printr'ua functiune care a distantie, pe care remane sa o determinamu in urma.

Dupe aceste explicari actiunea mutuala a celor dooe elemente $ds \cos \theta$ si $ds' \cos \theta'$ ce se afla in prelungirea unulu altuia va fi exprimata prin

$$ii'. ds \cos \theta. ds' \cos \theta' f(r).$$

Pe de alta parte actiunea elementelor $ds \sin \theta$ si $ds' \sin \theta' \cos \omega$ cari suntu cuprinse in acelasi planu, paralele intre ele si perpendiculare pe drept'a ce le unesce va fi exprimat prin

$$ii'. ds \sin \theta. ds' \sin \theta' \cos \omega F(r)$$

Iara actiunea totala va fi :

$$ii' ds ds' [\cos \theta \cos \theta' f(r) + \sin \theta \sin \theta' \cos \omega F(r)]. \quad (1).$$

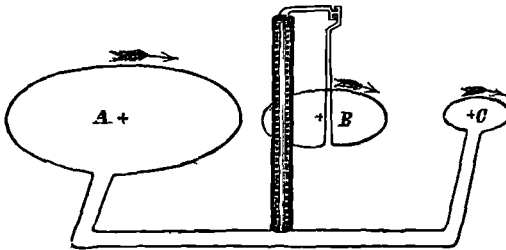


Fig. 157.

¶ Pentru a determinã funcțiunile $f(r)$ si $F(r)$, Ampère observa co, deca avemu trei curenti A, B, C (fig. 157), formandu figuri asemenea, cu raportu de similitudine m

de ex., ale carora distantie centrale au acelasi raportu m , cari se afla in acelasi planu si cu centre pe aceeasi dreapta, curentulu mediulociu B , fiindu dispusu ca sa fia mobilu, va remanea in ecilibru sub actiunea curentilor extremi A si C .

Ampère a verificatu acesta experimental si a admisu mai departe, pe bas'a similitudinei si a independenti de form'a speciala ce amu putea da acestor trei conductori, co ecilibru exista si intre moleculele, seu elementele corespundiatore, ale acestor trei curenti.

Actiunea intre A si B are de espresiune dupe formula (1) :

$$ii. ds. mds [\cos\theta \cos\theta' f(r) + \sin\theta \sin\theta' \cos\omega F(r)].$$

Actiunea intre B si C va fi exprimata asemenea prin :

$$ii mds. m^2 ds [\cos\theta \cos\theta' f(mr) + \sin\theta \sin\theta' \cos\omega F(mr)].$$

Ca curentulu din mediulocu cu elementu mds sa fia in ecilibru, trebue ca aceste duoe espresiuni sa fia ecuale intre ele pentru ori care valoare a lui θ , θ' , ω ; adico trebue sa fia :

$$f(r) = m^2 f(mr) \text{ si } F(r) = m^2 F(mr).$$

Fia $r=1$, $f(1)=c$, $F(1)=C$; de unde urmedia :

$$f(m) = \frac{c}{m^2}, \quad F(m) = \frac{C}{m^2};$$

si fiindu co m este ua constanta arbitraria, ea pote fi inlocuita si prin r , de unde resulta :

$$f(r) = \frac{c}{r^2}, \quad F(r) = \frac{C}{r^2}.$$

Fia enca : $c = kC$, si vomu gasi, substituindu aceste valori in formula (1) si lepadandu constant'a arbitrara

C , ca expresiune pentru actiunea totala a duoe elemente ori cari ds , ds' , expresiunea :

$$(2) \dots \dots \frac{ii' ds ds'}{r^2} (k \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos \omega),$$

unde remane enca à se determinà constant'a k .

Pentru acesta sa introducemu in acesta formula unghiulu ϵ ce cuprindu intre ele directiunile ds si ds' , si sa observamu co unghiurile seu arcurile ϵ , θ , θ' forma media cele trei laturi ale unui triunghi sfericu (centrul sferei fiindu la punctu B din fig. 156) cu unghiulu ω opusu laturi ϵ . Atunci trigonometri'a sferica ne da relatiunea :

$$\cos \epsilon = \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos \omega,$$

de unde resulta :

$$\sin \theta \sin \theta' \cos \omega = \cos \epsilon - \cos \theta \cos \theta',$$

si substituindu in expresiunea (2) vine

$$\frac{ii' ds ds'}{r^2} (\cos \epsilon - (1-k) \cos \theta \cos \theta') \dots (3)$$

Pe de alta parte fia $x y z$, $x' y' z'$ coordatele puncturilor A, B despre ua origina ore care si vomu avea, dupe cum ne invetia geometri'a analytica, distanti'a r dintre puncturile A si B exprimata prin formula :

$$r^2 = (x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2 \dots (4)$$

Diferentiandu despre ds vine :

$$-\frac{dr}{ds} = \frac{x' - x}{r} \cdot \frac{dx}{ds} + \frac{y' - y}{r} \cdot \frac{dy}{ds} + \frac{z' - z}{r} \cdot \frac{dz}{ds}$$

Sa observamu co

$$\frac{x' - x}{r}, \frac{y' - y}{r}, \frac{z' - z}{r}$$

represinta cosinusile unghiurilor ce face dreapta r sau AB respective cu fia care din cele trei axe coordonate ; iara

$$\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$$

cosinusile unghiurilor elementului ds cu aceleasi axe coordonate. Sum'a productelor, cate duoe, ale acestor cosinuse represinta cosinusulu unghiului dintre ensusi dreptele AB si ds ; prin urmare

$$\cos\theta = \frac{x'-x}{r} \cdot \frac{dx}{ds} + \frac{y'-y}{r} \cdot \frac{dy}{ds} + \frac{z'-z}{r} \cdot \frac{dz}{ds}$$

si in fine :

$$(5) \dots \dots \dots -r \frac{dr}{ds} = (x'-x) \frac{dx}{ds} + (y'-y) \frac{dy}{ds} + (z'-z) \frac{dz}{ds} = r \cos\theta.$$

Diferentiandu ecuatiunea (4) despre ds' vine intr'unu modu analogu :

$$(6) \dots \dots \dots r \frac{dr}{ds'} = (x'-x) \frac{dx'}{ds'} + (y'-y) \frac{dy'}{ds'} + (z'-z) \frac{dz'}{ds'} = r \cos\theta'.$$

Diferentiandu enco ua data ecuatiunea 5) despre ds' vine :

$$(7) \dots \dots \dots r \frac{d^2r}{ds ds'} + \frac{dr}{ds} \cdot \frac{dr}{ds'} = - \left(\frac{dx}{ds} \cdot \frac{dx'}{ds'} + \frac{dy}{ds} \cdot \frac{dy'}{ds'} + \frac{dz}{ds} \cdot \frac{dz'}{ds'} \right) = - \cos\epsilon,$$

de ore ce expresiunea cuprinsa intre parentese represinta

iarasi cosinusulu a duoe drepte si a nume a elementelor ds si ds' .

Substituindu expresiunile (5), (6), (7) in formul'a (3), vomu gasi :

$$-\frac{ii' ds ds'}{r^2} \left(r \frac{d^2 r}{ds ds'} + \frac{dr}{ds} \cdot \frac{dr}{ds'} - (1-k) \frac{dr}{ds} \cdot \frac{dr}{ds'} \right);$$

facendu reductiunile cuvenite :

$$(8) \dots \dots \dots -\frac{ii' ds ds'}{r^2} \left(r \frac{d^2 r}{ds ds'} + k \frac{dr}{ds} \cdot \frac{dr}{ds'} \right);$$

Inmultindu si impartindu acesta expresiune cu aceeași catime r^{k-1} , ea se transforma in :

$$-\frac{ii' ds ds'}{r^{k+1}} \left(r^k \frac{d^2 r}{ds' ds} + k r^{k-1} \cdot \frac{dr}{ds} \cdot \frac{dr}{ds'} \right).$$

Sa observamu co catimea din parentese este catulu diferentialu lui $r^k \frac{dr}{ds'}$ despre ds , pentru co

$$\frac{d \left(r^k \frac{dr}{ds'} \right)}{ds} = r^k \frac{d^2 r}{ds' ds} + k r^{k-1} \frac{dr}{ds} \cdot \frac{dr}{ds'};$$

prin urmare vomu avea pentru expresiunea actiunei elementelor ds si ds' :

$$-\frac{ii' ds ds'}{r^{k+1}} \cdot \frac{d \left(r^k \frac{dr}{ds'} \right)}{ds};$$

si dupe formula (6) fiindu $\frac{dr}{ds'} = \cos \theta'$, vomu avea

$$(9) \dots \dots \dots -\frac{ii' ds ds'}{r^{k+1}} \cdot \frac{d \cdot r^k \cos \theta'}{ds}$$

Deca elementulu ds face parte dintr'unu curentu inchisu, Ampère a admisu in urma unor experimente,

cari ensa nu presinta absoluta sigurantia, co actiunea acestui curentu inchisu asupra elementului ds' a unui altu curentu este nula in directiunea ds' ensasi, adico co actiunea curentului inchisu este perpendiculara asupra elementului ds' .

Component'a actiunii elementului ds pe ds' in ensusi directiunea ds' se gasesce proiectandu valoarea actiuni dupe formul'a (9) pe directiunea ds' , adico inmultindu-o cu $\cos\theta'$; ceea ce da, integrandu pe tot'a intindere a cercului inchisu cu elementu ds , actiunea totala a acestui curentu asupra elementului ds' , si acesta actiune trebue sa fia nula, adico :

$$(10).....-ii' ds' \int \frac{\cos\theta'}{r^{k+1}} \frac{d.r^k \cos\theta'}{ds} ds = 0.$$

Tote formulele de la (1) pene la (9) fiindu generale, constant'a k trebue sa satisfaca la ori ce casu specialu si prin urmare valoarea ei se va potea determina cu ajutorulu formulei (10),

Integrandu formul'a (10) prin parti vine :

$$\begin{aligned} -ii' ds' \int \frac{\cos\theta'}{r^{k+1}} \cdot \frac{d.r^k \cos\theta'}{ds} ds &= -ii' ds' \int \frac{r^k \cos\theta'}{r^{2k+1}} d.r^k \cos\theta' \\ &= -\frac{ii' ds'}{2} \int \frac{1}{r^{2k+1}} d.(r^k \cos\theta')^2 \\ &= -\frac{ii' ds'}{2} \left(\frac{\cos^2\theta'}{r} + (2k+1) \int \frac{1}{r^{2k+2}} (r^k \cos\theta')^2 . dr \right) \\ &= -\frac{ii' ds'}{2} \left(\frac{\cos^2\theta'}{r} + (2k+1) \int \frac{\cos^2\theta'}{r^2} dr \right). \end{aligned}$$

Fiindu-co curentulu la care apartine elementulu ds este unu cercu inchisu, valorile initiale si finale ale lui r si θ' , cari corespundu limitelor integralului, suntu

identice și prin urmare termenul de mai înainte deja integrat, $\frac{\cos^2\theta'}{r}$, rămâne în permanență = 0. Al doilea termen :

$$(2k + 1) \int_1^2 \frac{\cos^2\theta'}{r^2} dr$$

urmând să fie = 0, observăm mai înainte că integralul $\int_1^2 \frac{\cos^2\theta'}{r^2} dr$ nu are trebuința să fie totuși = 0. Pentru că, deca de ex. cercul închis ar fi compus (fig. 158) de o parte dreaptă ab , perpendiculară pe elementul ds' , și de restul bca , un arc de cerc, integralul acesta rămâne = 0 pe toată întinderea dreptei ab , acțiunea acestui curent fiindu-nă nulă pe

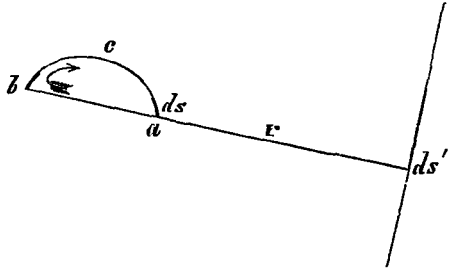


Fig. 158.

elementul ds' , perpendicularu pe densu. Elementele integralului pe întinderea bca suntu toate pozitive; prin urmare sum'a lor, adică integralul în cestiune, nu se anulează. Rămâne atunci că factorul $2k + 1 = 0$, adică $k = -\frac{1}{2}$ de unde găsim formula fundamentală lui Ampère, după formula (2) :

$$(11) \dots \frac{ii' ds ds'}{r^2} \left(-\frac{1}{2} \cos\theta \cos\theta' + \sin\theta \sin\theta' \cos\omega \right);$$

seu după formula (3) :

$$(12) \dots \frac{ii' ds ds'}{r^2} \left(\cos\epsilon - \frac{1}{2} \cos\theta \cos\theta' \right).$$

§ 21. CURENTI DE INDUCTIUNE

In anulu 1831 geniulu lui Faraday facea ua mare descoperire, a caria importantia pote numai elu singuru erea in stare sa o intielega atunci. Faraday a avut succesulu sa produca in cercuri metalice inchise curenti electrici *numai prin influentie externe*; acesti curenti au fostu numiti *de inductiune* si suntu de duoe categorii *electrici* si *magnetici*, dupe cum intrebuintiamu electricitate seu magnetismu ca sa ii producemu. Ecce principiile acestor curenti :

a) De cate ori apropiemu unu curentu galvanicu, seu lu inchidemu in apropierea unui *cercu metalicu inchisu*, nasce in acestu din urma unu curentu, numitu de *inductiune electrica*, momentanu si *inversu*, adico de directiune contraria la acelu *primitivu* seu inducatoru; asemenea ori de cate ori departamu unu curentu galvanicu de unu cercu metalicu inchisu, seu lu deschidemu in apropierea acestuia, nasce iara in acestu din urma unu curentu de inductiune, momentanu si *directu*, adico de acelasi sensu cu curentulu primitivu. — Acesta se

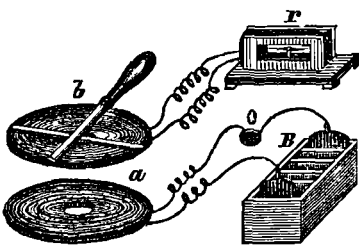


Fig. 159.

pote aretà in diferite feluri, intre alte prin dispositiunea fig. 159, in care potemu dupe voia sa apropiemu seu sa departamu cerculu inchis *b* de curentulu ce circula in *a*; galvanometrulu *r* va

aretà totu de una unu curentu momentanu si inversu la apropiere, momentanu si directu la departarea lui *b* de *a*. Totu aceleasi rezultate obtinemu si deca tinendu *b*

aprope de a , inchidemu seu deschidemu curentulu primitivu la o . Cercurile a si b suntu formate de serme lungi, isolate si invertite in forma de spirale, avendu extremitatile lor puse in comunicatiune respective cu ua bateria B si cu galvanometru r .

b) De ori cate ori apropiemu unu magnetu, seu magnetisamu unu feru in apropierea *unui cercu metalicu inchisu*, nasce in acesta unu curentu *de inductiune magnetica*, momentanu si *inversu*, adico de directiune opusa curentilor ce ne potemu inchipui circulandu in magnetii inducetori, dupe teori'a lui Ampère; asemenea de ori cate ori departamu unu magnetu de unu cercu metalicu inchis, seu lu desmagnetisamu in apropierea acestuia, nasce iara in acestu din urma unu curentu de inductiune, momentanu si *directu*. Acestu principiu lu potemu enca esprima si astu-feliu: De ori cate ori unu cercu metalicu inchisu intra intr'unu *campu magneticu*, seu se departedia de acesta, se produce in acelu cercu unu curentu momentanu si inversu la apropierea, directu la departarea lui, de campu magneticu; intielegendu prin campu magneticu spatiulu dinaintea unui

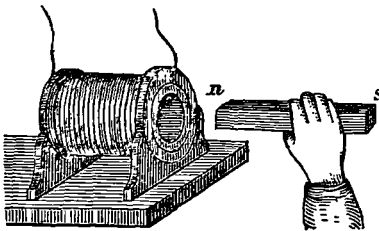


Fig. 160.

polu magneticu, pene unde se simte enca actiunea magnetica a lui.— Esperienti'a se pote face printr'ua dispositiune aretata in fig. 160; introducendu seu scotiendu magnetulu ns din bobina, vomu constata la unu reometru curentii produsi in serm'a bobinei. Deca in loculu bobinei simple luamu

unu electromagnetu, atunci potemu dupe voia şa magnetisamu seu sa desmagnetisamu ferulu lui prin apropierea seu departarea magnetului ηs si vomu constată iara productiunea curentului inversu si a acelui directu.

Curentii de inductiune electrica se producu cu ua intensitate multu mai mare, cand punemu bucati de feru mole in bobin'a curentului inducatoru; pentru co atunci ferulu ensusi magnetisanduse si desmagnetisanduse la inchiderea si deschiderea acestui din urma, inductiunea pe cerculu metalicu inchisu este inducita, provenindu atatu de la curentulu primitivu, catu si de la electromagnetulu cuprinsu intr'ensu.

In generalu curentii de inductiune electrica seu magnetica se producu la ori ce variatiune a curentului primitivu seu a campului magneticu.

Extra-curentii lui Faraday suntu si ei totu nisce curenti de inductiune electrica, produsi in spirele ensusi ale curentului primitivu sub actiunea spirelor vecine. Aternandu de réoforii cari conducu unu curentu de la unu elementu galvanicu E (fig. 161) la bobin'a B duoe *serme de derivatiune* a si b , vomu produce acì tote fenomenele curentilor de inductiune, deviatiunea galvanometrului, scantei, comotiuni etc., de ori cate ori inchidemu seu deschidemu curentulu primitivu la o . Extra-curentulu de inchidere este inversu si slabitu prin actiunea curentului primitivu care i este opusu; acel'a de deschidere este directu si tare, pentru co se adaoga la celu primitivu; vomu vedea peste pucinu enca ua cauza care

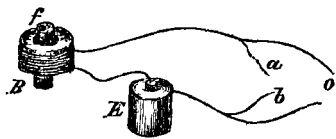


Fig. 161.

Fig. 161.

face ca curentii de deschidere sa aiba ua tensiune mai mare de catu acei de inchidere (vedi mai la vale α). Extra-curentii se areta cu ua intensitate mai mare, deca introducemu ua bucata de feru in interioru bobinei B . Se intielege de sine co punctulu de intreruptiune o nu trebue sa fia pe aceeaasi parte cu bobin'a B .

Curentii de inductiune, electrica seu magnetica, au ua tensiune mare, cu atatu mai mare, cu catu suntu mai momentani, cu catu ei se producu mai bruscu; ei se potu asiediã in duoe clase, in curenti de *inchidere* si de *deschidere*. Curentii de deschidere au ua tensiune multu mai mare decatu acei de inchidere, de si cantitatile electrice suntu ecuale la amenduoi. Causele cari dau acesta superioritate curentului de deschidere suntu:

α) co la deschidere curentulu primitivu dispare *imediatu* si prin urmare efectulu este momentanu, pe cand la inchidere curentulu cere unu *timpu apreciabilu*, ca sa 'si capete tota putere si sa produca efectulu de inductiune;

β) co la deschidere se produce in cerculu primitivu ensusi unu extra-curentu *directu*, care 'si adaoga efectulu la acela a curentului primitivu disparendu; pe cand la inchidere extra-curentulu, fiindu *inversu*, tinde a slabi efectulu de inductiune alu curentului primitivu.

Cu tote astea, cand curentulu primitivu este de ua putere estraordinara, produsu de ua bateria colosala, (ceea ce in practica nu se face nici ua data, din cauza co s'ar topi si ar arde stratulu de isolatiune a sermei din bobina secundara seu de inductiune) atunci influinti'a extracurentilor ar fi prea mica pe langa puterea

curentului primitiv, ca sa pota aduce diferentie apreciabile asupra curentilor de inductiune de deschidere si de inchidere.

Curenti electrici de inductiune se producu enca in mase metalice inchise, cilindri, inele etc. prin influinti'a electricitati care s'ar produce in apropierea lor ; acesti curenti s'au numitu *curenti lui Foucault*. De aceea, cand voimu sa ii evitam, taemu masele metalice, despicandule in fasii, seu in vre unu altu modu practic.

Fenomenele de inductiune se producu intr'unu modu analogu cu acele de influintia electrica, cand unu corpu in stare neutra priimesce electricitatile $+$ si $-$ prin *influintia* (vedi § 1). Electricitatile cari circula intr'unu



Fig. 162.

reoforu *A* (fig. 162) descompunu electricitatile neutralizate din reoforul vecinu *B* si le respingu in directiuni opuse. *Weber* si *Neumann* au dezvoltatu cu ajutorulu calcululu superioru teori'a acesta a electro-dinamici.

Pentru a ne procurà curentii de inductiune intr'unu modu comod, cu ua intensitate si in cantitate suficienta pentru diferitele destinatiuni ale lor, au fostu inventate aparate de *inductiune electrica*, numite si *voltaelectrice*, precum si aparate seu machini de *inductiune magnetica*, numite si *magneto-electrice*. Se intielege co unu factoru esentialu la asemenea aparate este intreruptiunea si restabilirea alternativa si rapede a curentulu primitiv seu a magnetismulu ; pentru acesta s'au si inventatu dispositiuni particulare, intre cari unele

aduce totu oa dată si scambarea curentului, si s'au numitu, *comutatori*, *reotome*, *reotrope*, *tachytrope*, *interruptori*, *disjunctori* etc., cari se anexedia pe langa fia-care aparatu de inductiune.

§ 22. APARATE DE INDUCTIUNE-ELECTRICA

Dintre machinile de inductiune electrica, cari se facu in diferite forme si dimensiuni, cea mai importanta este *inductoriulu*, numitu si *bobina lui Ruhmkorff*, pentru co acestu invetiatu si mecanicu a construitu celu d'anteiu aparatele cele mai perfecte si cele mai puternice de felulu acesta. Partea principala este *bobin'a* (fig. 163) de oa lungime intre 20 si 60^{cm.}; ea se com-

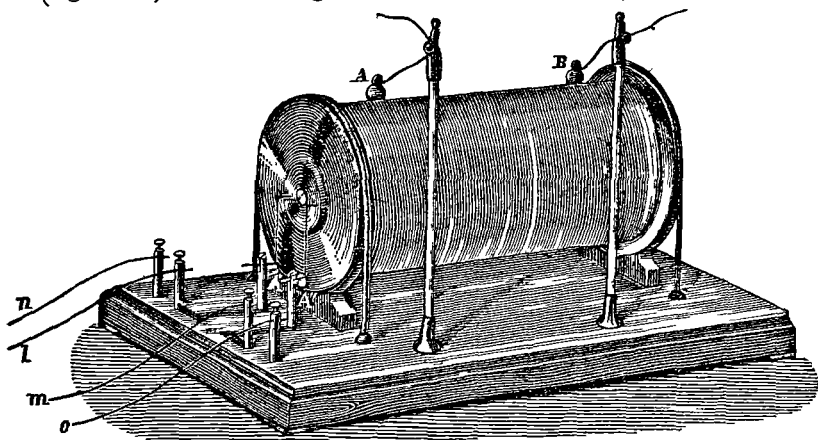


Fig. 163.

pune de oa spirala de serma grosa de cupru a carei es-tremitati suntu fixate la stalpii *A'* si *A''*; in interiorulu ei este asediata oa legatura de betie de feru, formandu unu electromagnetu. Peste acesta spirala, izolata de densa cu ceea mai mare pei fectiune, se afla oa a duoa, aceea de inductiune, de oa serma subtire, formandu pe

la 20—60000 spire bine izolate între ele; extremitățile acestei serme răspund la A și B . Întrerupțiunile curentului primitiv, care circulă în serm'a cea grosă, se fac la aparate mai mici prin *ciocanul lui Wagner* (fig. 164; curentul condus de la extremitățile sermei

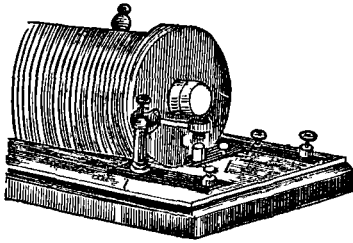


Fig. 164.

și curentul se restabilește de sine și așa mai înainte.

La aparate mari se întrebuintează *întreruptorul de mercuriu* al lui Foucault (fig. 165), pentru coșanțele de deschidere topescu chiar platin'a din ciocanul lui Wagner. Întreruptorul de mercuriu este în genere destinat să primăsească și să întrerupă doi curenti galvanici primitivi; el se compune din două pahare p , p' cu mercuriu, de unu electromagnetu M și de ua parghia $GG'C$ care oscilă pe stalpu S ; această parghia poartă două verfură de platină GG' cari pot atinge mercuriulu din pahare și ua bucata de feru C care poțe fi atrasă de electromagnetu M . Curentulu bateriei galvanice de vre ua 6—10 elemente Ruhmkorff seu Bunsen intră prin a la chea seu *comutatorulu* lui Ruhmkorff R și, când acesta este închis, trece înainte la paharu P , la parghia G , stalpu S , serm'a l și de aci la bobin'a din fig. 163 prin A' , ese la A'' , trece la m , de aci la același comutatoru R , la b și la bateri'a B . — Unu alu doilea curentu alu

primitive prin lame l, l' trece la ciocanu c care se află sub extremitatea electromagnetului; acesta atrage ferulu c și curentulu este întreruptu, apoi ferulu se demagnetisează, ciocanulu cade

unui singuru elementu E intra prin comutatoru R' , trece la paharu P , la G' , S , de aci la serm'a electromagnetului M si inderetu la R' si E . In acestu momentu electromagnetulu M , trage bucat'a de feru C , scote verfurile G , G' din mercuriu si amendoii curenti se intrerupu; dera indata bucat'a C este liberata, verfurile G , G' intra din nou in mercuriu si curentii sunt restabiliti. D'asupra mer-

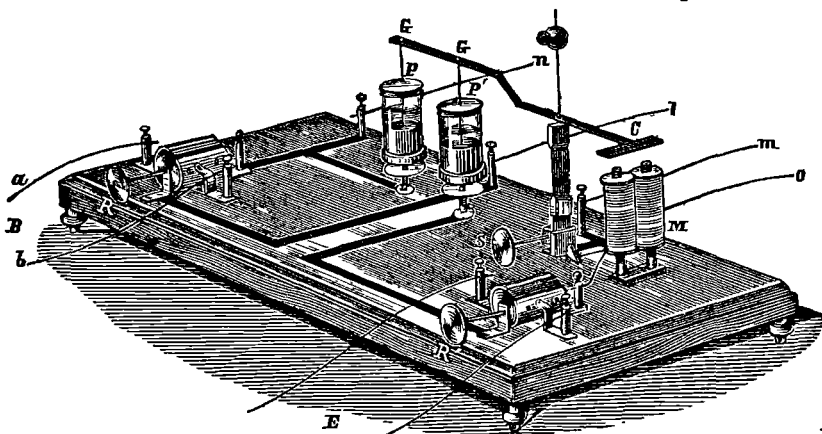


Fig. 165.

curiului se afla in pahare pucinu alcoolu, ca sa opresca arderea si oxidatiunea mercuriului si ca sa se produca scanteile intr'unu mediu izolatoru si prin urmare catu se pote de instantaneu. — Reoforii cari conducu curentulu bateriei B au duoe serme de derivatiune (§ 21, extra-curenti), un'a intre R si p , ceea alta de la S inainte; aceste serme conducu extra-curentii (mai alesu pe acela de deschidere) prin n si o (fig. 163 si 165) la *condensatorulu* lui Fizeau, care se afla in mes'a bobinei si este formatu, ca acel'a alu lui Franklin, dintr'ua foia izolatore, de ex. de mica, cu duoe armature de cositoru. Prin acesta dispositiune scanteile din paharu P se facu mai scurte

si intreruptiunea este mai brusca, prin urmare curentulu de inductiune mai intensivu,

Cu bobin'a lui Ruhmkorff se potu face tote experientiele si efectele electricitati cu tensiune mare. Scanteile acestui aparatu, de ua potere estraordinara, potu ajunge la ua lungime de 50, 60 centimetri si mai multu si se producu totu de una cu siguranti'a fara ca umiditatea sa exercite vre ua influintia asupra lor. In ani din urma constructorulu Apps din Londra a facutu bobina cea mai mare din lume, care da scantei de peste unu metru; serm'a de inductiune a acestei machini colosale este de 450.000 metre, iara costulu se urca la vre ua 12.000 franci. La operatiunile cu acestu aparatu se cere ceea mai mare precautiune, ca sa nu primimu descarcarea prin corpulu nostru, ceea ce ar aduce chiar mortea, cand aparatulu este ceva mai mare; de aceea tote pregatirile se facu cu comutatorii deschisi. Descarcările se producu chiar intre una din extremitati ale sermei subtiri de inductiune si între ori care altu puntu alu aparatulu.



Fig. 166.

Bobin'a lui Ruhmkorff gasesce intre alte ua aplicatiune la aprinderea minelor. Pentru acesta ne servimu de *fisecurile* englesului *Stateham* (fig. 166) compuse de ua serma izolata f, f' intrerupta la unu puntu O in interiorulu fiseculu cu iarba. Scanteile de inductiune producenduse aci aprindu iarb'a.

Aceste aparate catu de perfecte aru fi, cata admiratiune ar produce, totusi nu presinta ua importantia practica mare, ci au mai multu ua insemnatate scientifica; cu ele se potu face totu feliu de studii asupra

scantei electrice in aeru, seu in golu, seu in diferite medii.

Aci trebuie sa observamu co bobin'a Ruhmkorff da numai curenti indreptati in acelasi sensu, iara nu curenti alternativi, cum ar' putea crede cineva dupe teoria. In adeveru nu se manifesta la extremitatile esteriore ale sermei de inductiune, unde saru scanteile, de catu numai curentii de deschidere ; acei de inchidere nu au tensiune suficienta, ca sa ajunga pene la extremitatile libere ale sermei, si se stingu in interiorulu ei. Astu-feliu se face, co extremitatile sermei de inductiune represinta poli definiti, de ex. positivu si negativu, si co intre acesti poli se produce unu curentu de ua directiune constanta si aproape continuu. In fine trebuie sa adaugamu co, deca unimu cele duoe armature ale unei butile de Leyden cu esfremiatile sermei de inductiune a inductorului, scantei'a scamba cu totulu aspectu, devine mai scurta, ensa mai alba, mai luminosa si mai poternica.

§ 23. TUBURI GEISSLER SI CROOKES

Cu bobin'a lui Ruhmkorff potemu studià aspectulu si form'a ce ia scantei'a in tuburi in cari aerulu a fostu raritu pene la ua presiune numai de cate-va milimetre, seu chiar mai mica de unu milimetru. Aceste tuburi, numite tuburi lui Geissler, potu cuprinde enca, in locu de aeru atmosfericu, urme de diferite gaze, de ex. hidrogenu, azotu, vapori de iodu, etc. Lumin'a electrica se presinta in aceste tuburi cu diferite colori, dupe natur'a gazului, si presinta fenomenulu stratificari. Aceste

tuburi se potu face de diferite forme si dimensiuni, precum si diametrulu interioru pote variã, tuburile inguste dandu totu d'auna ua lumina mai intensiva si mai concentrata, iara cele mai largi dau lumina mai difusa.

Tuburile lui Crookes formedia ua varietate a tuburilor lui Geissler, suntu ensa remarcabile prin fenomene particulare ce presinta. Tuburile lui Crookes difera in constructiune de acele lui Geissler numai prin acesta, co la cele d'anteiu gradulu de rarefactiune a aerulu seu a gazulu ce cuprindu, este multu mai mare, pote a 100000 parte dintr'unu milimetru, se pretinde chiar, co a mersu pene la una dintr'unu milionu dintr'unu milimetru. In aceste tuburi se observa diferite fenomene particulare, de ex. co lumin'a pare a emanã constante de la electrodulu negativu si este constante indreptata catre puntulu opusu alu sticlei, indiferentu fiindu, unde s'ar asiediã electrodulu positivu ; co inaintea electrodulu negativu se intinde unu stratu intunecosu si apoi incepe fluxulu luminei ; co diferite substantie, ca diamantu, rubinu si alte minerale, inchise in tuburile Crookes, stralucescu cu ua lumina intensiva, verde, rosie, auria etc. dupe feliulu mineralulu, cand facemu sa treca curentulu de inductiune in aceste tuburi, si alte asemenea. Crookes a vrutu sa esplice aceste fenomene, cari se producu in spatii de ua rarefactiune estrema, considerandule ca rezultatulu isbirilor provenindu din repulsiuni moleculare si a conceputu ua hypotesa asupra naturei materii, dupe care materi'a ar presintã, pe langa cele trei forme cunoscute de solide, licide si gaze, si ua a patra forma, seu stare

de agregatiune, in care stare Crookes a numitu o *materia radianta*. Lucrulu este enco in stare de hypotesa, si mai alesu, in ceea ce privesce a patra stare de agregatiune, ua hypotesa ença pucinu fundata.

§ 24. APARATE DE INDUCTIUNE MAGNETICA

Aceste aparate au fostu la inceputu mici si de pucina insemnatare; cu încetu ensa au priimitu asia mari perfectionari, s'au construitu in dimensiuni colosale, si s'au potutu produce cu ele curenti de ua putere si calitate la cari nu potemu ajunge cu alte aparate; astu-feliu incatu astadi ele constituescu machinile cele mai importante din totu galvanismu si cu aplicatiunile practice cele mai intinse si mai desvoltate.

Pe la inceputulu anului 1832, indata dupe descoperirea principiilor teoretice ale lui Faraday, Italianulu Pixii a construitu cea d'anteiu machina magnetoelectrica. Intr'unu stativu de lemn a dispusu unu magnetu de ociealu in forma de U cu poli in susu, astu-feliu ca sa lu pota inverti rapede cu ajutorulu unei manivele; d'asupra lui, cu poli in josu, erea fixatu unu electromagnetu, in serm'a carui se produceau curenti de inductiune magnetica.

Aparatulu acesta erea de cea mai mare imperfectiune, nefacendu aprope nimicu altu, decatu sa arete productiunea curentilor de inductiune magnetica. Englesulu Clarke a construitu celu d'anteiu aparatu practic, si a introdusu si ua dispositiune speciala, unu astu-feliu numitu *reotomu*, prin care sa inlature curenti inversi, astu-feliu incatu aparatulu lui Clarke dedea cu-

renti indreptati in acelasi sensu si de ua intensitate suficienta, celu pucinu pentru efecte fisiologice.

Ua machina magneto-electrica Clarke (fig. 167) se compune din duoe bobine $B B'$, asiediate pe unu axu orizontalu, cari se misca inaintea polilor magnetului M prin rot'a R . Una si aceeaasi serma imbracata cu metase, este infasiorata pe amenduoe bobine si extremitatile sele suntu lipite una pe axu, prelungitu pene la a , ceea-alta pe inelu de metalu b , despartitu de axu interioru printr'unu inelu izolatoru de osu seu de lemnu; arcu de metalu α si b formedia prelungirea sermei de inductiune spre bucatile de alama m, n si de aci la reoforii

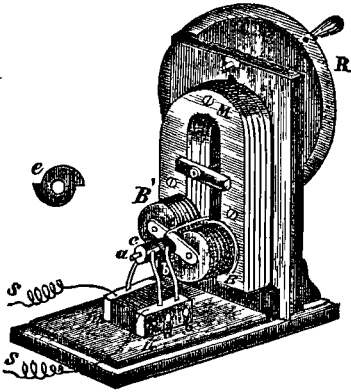


Fig. 167.

s, s. Dupe acestea se vede co reoforii ss vor primi alternative duoi curenti de sensu contrariu; spre a stinge pe unulu din ei, axulu interioru a porta unu inelu ruptu c (ua sectiune transversala a lui se vede in e) pe care apesa arcu d , astu-feliu in catu unulu din curenti de inductiune trece de la b la d, c, a . iara nu prin reoforii ss; cand ensa prin rotatiunea axului, reotomulu e s'a intorsu, arcu d cade in taetur'a din e si curentulu urmetoru de inductiune gasindu aci ua intreruptiune, trece prin reoforii ss.— Aceste aparate se facu astadi si cu alte dispositiuni ale magnetilor si a reotropului.

Pene la 1844 machinile acestea erau enca mici si presintau multe defecte. In acelu anu cuñoscutul me-

canicu *Stöhrer* din Leipzig a introdusu mai multe perfectionari de ua mare importantia, a inlocuitu reotomu lui Clarke printr'unu *reotropu*, seu unu feliu de comutatoru, cu ajutorulu carui curentii produși de machina, de si alternativi, erau tramisi în esterioru totî, fara nici ua perdere seu estinctiune de curentu, in aceeași direcțiune. Pe de alta parte a reusitu sa combine mai multi magnetî, trei pene la sese, cu sese pene la duoespre-diețe bobine, astu-feliu ca sa faca ua machina magnetoelectrica mare, producendu curenti electrici ecivalenti cu acei a unei baterii Bunsen de mai multe elemente si de ua tensiune multu mai mare.

De la momentulu cand *Stöhrer* a facutu cunoscuta lumei machin'a magnetoelectrica a lui, si intr'ua epoca in care lumin'a intensiva produsa cu baterii mari a lui Bunsen tentâ lumea sa caute mediulqce mai bune de catu baterii galvanice, ca sa o produca, fisicii si constructorii au inceputu sa intrevedia posibilitatea co, pasindu pe calea începuta de *Stöhrer*, aru putea ajunge la machini magnetoelectrice de dimensiuni destulu de mari, ca sa produca curenti electrici ecivalenti cu acei ai bateriilor galvanice celor mai puternice, si enca cu tensiune multu mai mare, neaparatu trebuincîosa pentru productiunea unei lumini electrice bune si constante, de ore ce se sciâ co curentii de inductiune suntu caracterisati tocmai prin tensiunea lor ceea mare.

Belgianulu *Nollet*, dupe multe cugetari si proiecte, a realisatu in anulu 1853 cu ajutorulu companii franceze „*Alliance*“ ua machina magnetoelectrica colosala, cu intentiune ensa de a descompune apa si a'si procurâ

astu-feliu, intr'unu modu comodū credea Nollet, oxygenulu si hydrogenulu necesarii la productiunea luminei intensive de incandescentia ̄a englesului Drummond. Esperimentele nu au avutu nici unu succesu in acestu respectu. Cunoscutulū invetiātu englesu Holmes a modificatu aceste esperimente, pucinu si constructiunea machinei, ca sa produca directu lumin'̄a electrica, si a avutu atata succesu incatu ensusi guvernele Anglii si alu Francei au luatū sub protectiunea lor constructiunea machinilor magnetoelctrice colosale, executate de Holmes in Anglia si de compania Alliance in Francia, si de la 1859 encoce au fostu instalate asemenea machini mari la mai multi fari dupe tiermurile atlantice ale acestor duoe tieri, dandu ua lumina electrica de ua intensitate estraordinara.

Aceste machini sunt mari, grele si costisitoare; dimensiunile lor suntū cam de un metru si diumetate in lungu, latu si in inaltime; greutatea lor variedia intre trei si cincī tone si preciulu lor de la 10000 pene 12000 franci. Ca sa producemu electricitate, si prin urmare lumina, trebue sa le invertimū cu ua iutiela de vre-o 400 ori pe minutu si cu mediuloculu motorilor de ua potere de la optu cai in susu. Ele se compunu de unu skeletu mare de feru turnatu (fig. 168), la care se afla asediatu unu mare numeru de magneti, de ex. 56 si mai multi la machini mai mari, in forma de *U*, mari si puternici, in septe ronduri paralele, cate optu de fia-care rondū, dispusi radialu intr'unu cercu, cu poli in untru. Intre aceste septe ronduri de magneti de ocielu suntū asiedate pe axulu celu mare alu machinei sese discuri de alama,

portandu fia-care cate 16 bobine seu electromagneti, in totalu 96 bobine. Pe acestu axu alu machinei, dinpreuna si cu cele 96 bobine, lu punemu in miscare de rotatiune prin mediuloculu motorului de optu cai in susu. Astu-feliu bobinele invertinduse intre polii magnetilor de ocielu, priimescu influenti'a acestora si se nascu in ele curenti de inductiune, puternici si cu tensiune mare, pe cari ii conducemu prin reofori de ua grosime cuvenita pene la lamp'a electrica asediata la faru.

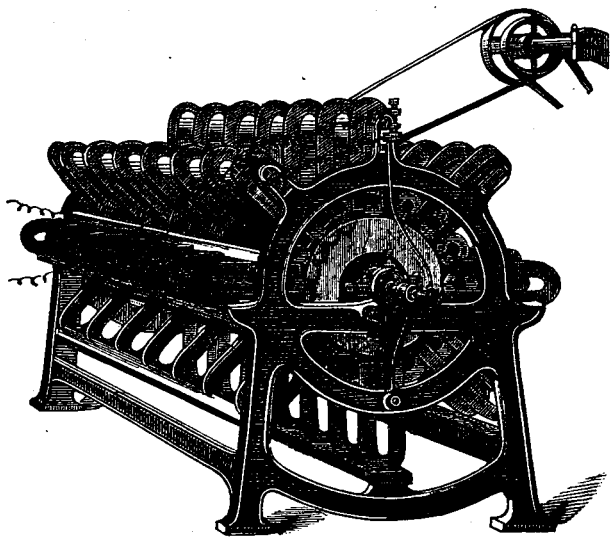


Fig. 16 .

Curentii acestor machini suntu alternativii si de aceea s'a introdusu unu reotropu seu comutatoru, cu ajutorulu carui curentii suntu trimisi in esterioru toti indreptati in acelasi sensu. Compani'a Alliance a observatu co acesta nu este absolutu necesaru, co lumin'a electrica se pote produce totu asia de bine si cu curentii alternativii si prin urmare a scosu comutatorulu

din machinile sele. Pe de alta parte se intielege lesne co machinile Holmes, Alliance si a altor constructori potu sa difere intre ele si prin dispositiunea bobinelor intre poli seu sub poli magnetilor, prin grosimea, lungimea sermelor si alte.

Enca de pe la 1856 renumitul constructoru Siemens din Berlin a construitu machine magnetoelectrice de ua forma si sistema speciala, principal'a modificare constandu in form'a bobinei de inductiune. In locu de a pune atatea bobine cati poli presinta magnetii unei machini magnetoelectrice, Siemens a asediatu magnetiiorizontalu unulu d'asupra altuia si intre polii lor a pusu in positiune verticala ua singura bobina lunga, infasiorata cu serm'a de inductiune in sensulu lungimei sele, iara nu transversalu ca la bobinele obicinuite. Acesta bobina noua presinta suprafecie polare de ua intindere forte mare, pote fi cuprinsa de polii magnetilor pe ua intindere mai mare decatu $\frac{3}{4}$ din periferi'a ei, este prin urmare influentiata mai tare de catre magneti si produce asupra sermei sele ua cantitate multu mai mare de electricitate. Siemens a construitu dupe sistema acesta machini magnetoelectrice de ua marime mediulocie, cari au potutu inlocui bateriile galvanice in serviciulu telegraficu. — Fig. 169 represinta ua sectiune orizontala a

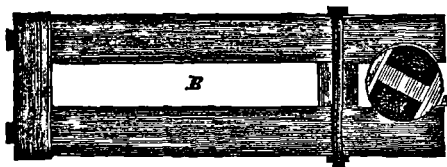


Fig. 169.

unuia din magneti si a bobinei verticale; acesta presinta form'a de induoitu *T* a grindilor de feru intrebuintiate la constructiuni de cladiri. Dispositiunea aparatului in-

regu a lui Siemens se vede in fig. 170, unde GG reprezinta magnetii de oțel, lasandu locu ca sa se pota inverti intre ele bobin'a Siemens E prin manivela H si rotele dintiate L si T . Reotropulu este la bas'a bobinei, la F , iara sermele esu la S si S' .

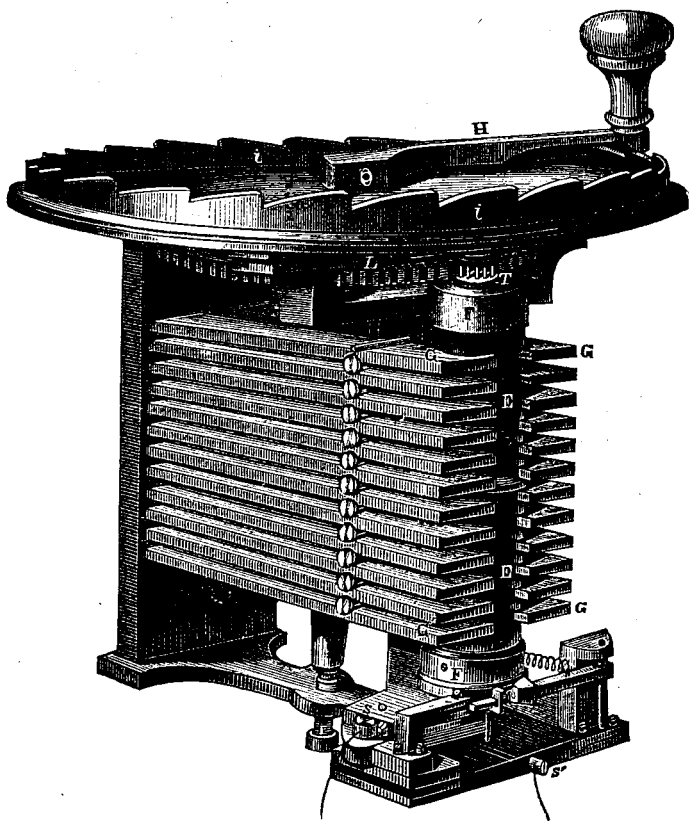


Fig. 170.

In anulu 1863 Wilde din Manchester a incercatu constructiunea unor machini magnetoelctrice noi si in anulu 1867 a produsu ua machina de felulu acesta, servinduse de sistem'a bobinelor Siemens. Machin'a a fostu

colosala, se invertea de vre ua 1500 ori pe minutu, avea unu motoru de 15 cai, cantarea mai multe tone si a datu curentii electrici cei mai puternici cari au potutu vre ua data fi produsi pene atunci si chiar pene in ani din urma. Serme lungi si grose de feru, betie scurte de feru si grose ca degetu, betie de platina de 7 milimetre diametru, au fostu topite in cate-va secunde ; lumin'a

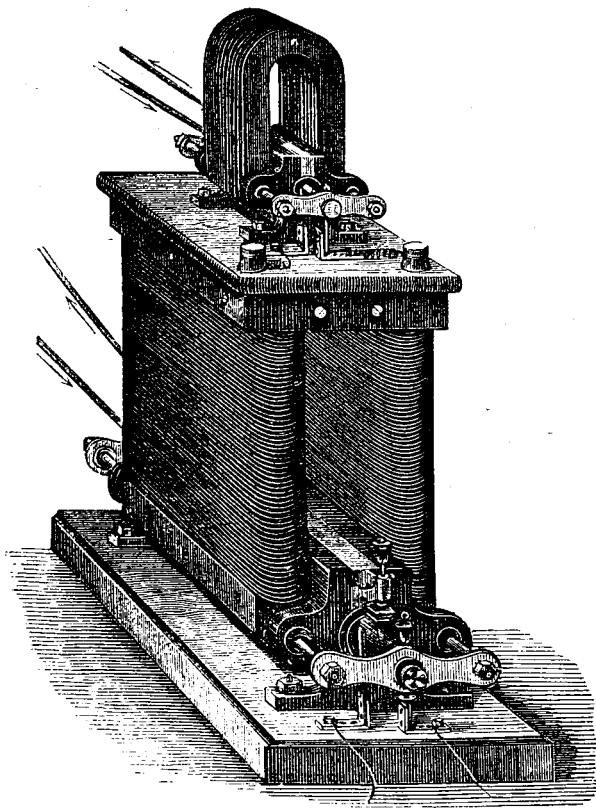


Fig. 171.

ajungea splendorea luminei solare si respandea ua caldura simtita la ua distantia de 50 metre.

Acesta machina Wilde (fig. 171) erea in realitate compusa din trei machini magnetoelectrice, sistema Siemens, combinate intr'unu modu specialu si a nume : ua machina magnetoelectrica mica *A* cu sese magneti de ocielu si cu ua bobina grosa de cincii centimetre, cantarindu cu totulu cate-va kilograme; ua a doua machina magnetoelectrica mare *B*, cu duoi electromagnetii in loculu magnetilor de ocielu, si cu ua bobina de 12^{cm} in diametru ; in fine, ua a treia machina magnetoelectrica colosala *C*, care nu s'a pusu in figura, cu duoi electromagnetii, cantarindu trei tone, si cu ua bobina de vre ua 25^{cm} in diametru. Bobinele si electromagnetii erau turtiti si construiti dupe sistem'a Siemens, descrisa mai susu. Ua machina cu vapori de 15 cai invertea pe aceste trei bobine. Bobin'a machinei *A*, influentiata de magnetii de ocielu, priimea si tramitea in electromagnetii machinei *B* unu curentu electricu de ua putere mare. Machin'a *B*, a caria electromagnetii erau astu-feliu transformati in magneti puternici, producea asupra bobinei sele de 12^{cm} unu curentu puternicu de inductiune, care alimentã in acelasi modu machin'a *C*, a caria bobina de 25^{cm} tramitea in afara electricitatea ce a produsu acele efecte mari, admirate de toti. Se intielege de sine co fia care din aceste trei machini *A*, *B*, *C*, 'si avea comutatorulu seu, ca sa produca curenti indreptati in acelasi sensu.

§ 25. MACHINI DYNAMOELECTRICE

Machini dynamoelectrice s'au numitu machini magnetoelectrice fara magneti permanenti de ocielu ; aceste machini au electromagnetii, cari suntu escitati nu de

afara, ca la machin'a Wilde, descrisa mai susu, ci prin ensusi curentulu de inductiune alu bobinei seu armaturei lor. Principiulu teoreticu alu acestor machini a fostu descoperitu in Ianuariu 1867 de catre fratii Siemens din Berlin si cate-va dile mai tardiu si de invetiatulu englesu Wheatstone. Siemens a si construitu imediatu ua machina dynamoelectrica si catu-va timp dupe acesta, constructorulu englesu Ladd a construitu ua machina mare, capabila sa produca ua lumina electrica intensiva ; amenduoe aceste machini au fostu espuse la Expositiunea din Paris de la 1867.

Aceste machinî suntu formate de electromagneti, ale carora ferulu mole are totu d'auna pucinu magnetismu *remanentu*, capabilu sa produca in armatura (bobin'a de inductiune care se invertesce) unu curentu de inductiune catu de slabu. Acestu curentu este condusu prin serm'a electromagnetilor, intaresce magnetismulu lor si face ca actiunea lor asupra bobinei de inductiune sa fia mai puternica, astu-feliu incatu magnetismulu crescendu în scurtu timpu pene la maximum, sa produca curenti de inductiune de ua intensitate forte mare. Este claru, co in aceste machini miscarea face totu, ea se transforma in magnetismu si electricitate, pentru care cuventu au si fostu numite machini *dynamoelectrice*.

Fig. 172 ne da ua idea despre acesta machina in care bobin'a si electromagnetii suntu turtiti dupe sistem'a Siemens. Duoi electromagneti *A*, *B*, formandu unu singuru prin impreunarea extremitatilor superioare, cuprindu intre polii lor inferiori ua bobina Siemens *S*, pusa in miscare de rotatiunea printr'ua curea *C* in giu-

rulei unui axu orizontalu. Acesta bobina porta dupe sistem'a lui Ruhmkorff duoe serme, una mai grosa si mai scurta ale caria extremitati potu fi puse in comunicatiune cu cele duoe extremitati ale sermei din electromagnetu AB ; ceea-alta, mai lunga si mai subtire, ale carei extremitati respundu la a si b . Ca sa functionedie

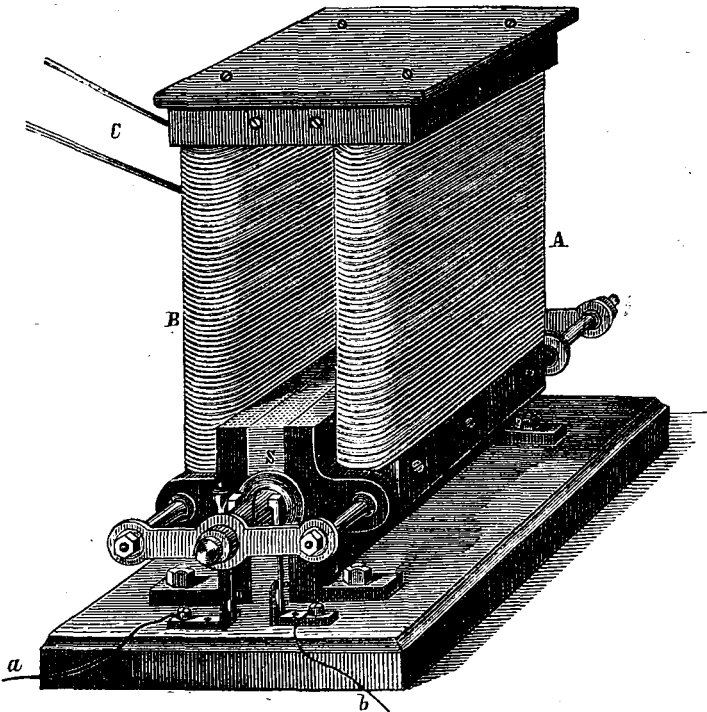


Fig. 17 .

machin'a, introducemu cate-va momente curentulu unei baterii galvanice in serm'a electromagnetului AB ; apoi lu departamu si punemu serm'a electromagnetului AB in comunicatiune cu serm'a ceea grosa a bobinei Siemens S , pe care o punemu acum in miscare rapede de

rotatiune, Magnetismulu *remanentu* (vedi § 14 la fine) alu electromagnetului *AB* provoca curenti de inducțiune in bobin'a *S*, cari dupe dispozițiunea admisa circula impregiurulu a ensusî electromagnetului *AB* si contribuescu ca sa i intaresca magnetismu, astu-feliu in catu in cate-va momente acesta ajunge la maximum poteri si induce in serm'a ceea subtire din bobin'a *S* curentulu de inducțiune, pe care lu priimim in esterioru. De multe ori ferulu electromagnetului *AB* conserva magnetismulu remanentu pe unu timpu indefinitu, in catu nici nu mai avemu trebuința de a lu pregati prin intermediulu unei baterii galvanice. Se intielege de sine co aparatele cele mari trebuescu puse in miscare de rotatiune prin puterea vaporilor.

§ 26. MACHINI MODERNE CU CURENTI CONTINUI SI CU BOBINE SEU ARMATURE ANULARE.

Tote machinile magneto- si dynamoelectrice, descrise pene acum dau, intr'ua succesiune mai multu seu mai pucinu rapede, curenti alternativi, si reclama prin urmare unu comutatoru, ca sa tramitia in esterioru, la destinațiunea lor, curenti de ua directiune constanta. Dispozițiunea comutatorilor ensa atrage dupe sine ua desvoltare continua de scantei puternice, cari ruinedia machin'a si constitue ua pedeca pentru usulu indelungatu alu machinilor celor mari. Pe de alta parte, atata prin acele scantei puternice si continui, catu mai alesu prin scambare brusca si intermitenta a polaritati magnetismului din bobina intrega, acesta se incaldiesce prin efectulu actiunilor moleculare si pote ajunge la ua tem-

peratura destul de înaltă ca să înmoaie și să vătame izolatiunea pe de o parte, iară pe de alta parte, ca să micșoreze conductibilitatea sermei și prin urmare să slăbească intensitatea curentului într'unu modu simțitoru. Machinile companii Alliance, cari se facu în generalu fără comutatoru, prezintă aceste defecte într'unu gradu ceva mai micu. Totuși însă, greutatea, volumulu și precizulu lor, mai alesu însă impregiurarea cu magnetii lor suntu supuși la variațiuni de intensitate, constituiesc defecte grave, cari nu au permisu ca aceste machini să devină de unu usu universalu. În machinile dynamo-electrice cele mari construite de Siemens, aceste defecte suntu reduse foarte multu; dăra ele ceru oia iutiela de rotațiune estraordinară, ceea ce atrage după sine încălditul tare alu machinei și alte inconveniente mecanice.

Armatura anulară, inventată de Italianulu Pacinotti, și combinată pentru prima oară în anul 1871 într'unu modu rationalu și practic, ca să constituie o machină magneto-electrică bună, de către Belgianulu Gramme, care lucră în serviciulu companii Alliance la Paris, a înălăturat în ceea mai mare parte toate acele dificultăți și a adus o epocă nouă în construcțiunea, perfecțiunea și usulu machinilor magneto- și dynamo-electrice.

Principiulu machinei magneto-electrice Gramme este celu următoru. Să ne reprezentăm unu magnetu în formă de U (fig. 173) între poliș carui, N și S , se învertesce rapede și în același planu cu magnetu o bobină anulară $abcd$, formată de unu inel de feru moale, peste care este înfășurată o sermă izolată și închisă, ale

caria capetai prin urmare sunt lipite între ele. Sa ducem lini'a ecuatoriala mm' , si sa ne inchipuim, ca duce arcuri seu perii metalice atingu la m si m' serm'a armaturei anulare, care s'ar află desvelita in acele regiuni. Machin'a invertinduse, vomu primi unu curentu continuu si de directiune constanta alu carui poli seu reofori vor fi $m'x$ si $m'y$.

Ca sa intielegemu productiunea acestor curenti de inductiune, sa consideramu cadrantulu ab alu bobinei, care in miscarea ei de rota-

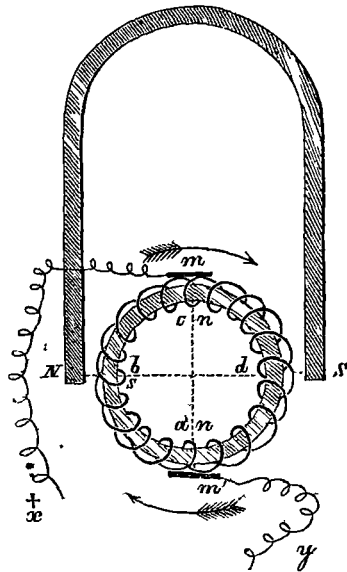


Fig. 173.

tiune, indicata prin sagetea, *inaintedia* spre polu N alu magnetului. In acestu quartu ab se vor formă, sub influinti'a magnetului N , unu polu sudu la b seu s , si unu nordu catre a seu n ; prin urmare se va produce in serm'a unu curentu de inductiune, de ua directiune determinata, astu-feliu ca sa aiba partea b seu s la dreapta. Cuartulu bc al bobinei are ua dispositiune diametral opusa celui d'anteiu çuartu ba , ceea ce ar da unu curentu de ua directiune asemenea opusa curentului de odiniora; fiind-co ensa acestu quartu se *departedia* de polu N alu magnetului fixu, directiunea curentului de inductiune produsu in serm'a infasiorata pe portiunea bc se va redresă si va avea prin urmare aceeasi direc-

tiune, ca si in portiunea ab . Prin urmare, curentul va fi unu pe tota sermă de la a prin b pene la c . Lucrurile se petrecu inversu in portiune adc , din caus'a polului australu S a magnetului fixu; astu-feliu incatu in acesta portiune vomu avea unu singuru curentu, inversu celui de odinora, mergandu de la a prin d pene la c . Deca armatur'a se invertesce fara nici unu contactu exterioru, acesti doi curenti opusi unulu altui se anuleadia; deca din contra stabilimu, precum s'a disu de la inceputu, la a si la c , duoe arcuri, seu perii, si ingrijimu ca, printr'unu mecanismu ce vomu descrie mai la vale, serm'a de inductiune, trecendu in dreptulu acestor perii, sa fia desvelita si sa le atinga, atunci cei doi curenti insumanduse voru curge in directiunea de la m spre $x y$ si inderetu la m' .

Dupe cele espuse si din caus'a formei inchise (anulare) a armaturei urmedia co, acesta trecendu neintreruptu inaintea polilor magnetului fixu, inductiunea este continua si co scambarea polaritati a ferului mole din armatura este asemenea continua si numai locala; co prin urmare curentii ensusi suntu absolutu continui, numai deca amu potea sa ii primimu neintreruptu la periile $m m'$. Fiindu co ensa serm'a armaturei, fiindu izolata, nu o potemu avea desvelita in dreptulu periilor, s'a introdusu o dispositiune speciala, numita *colectoru*, pe care nu trebuie sa lu confundamu cu unu comutatoru, si serm'a ensasi dupe armatura s'a dispusu intr'unu modu specialu, ca sa avemu acelu contactu cu ua continuitate potemu dice aproape absoluta. Eca aceste dispositiuni.

Figura 174 ne da ua idee despre armatur'a dinpreuna

cu colectoru. Inelulu interioru nu este de feru masivu, ci formedia ua legatura compacta de unu numeru mare de betie de feru, subtiri si isolate intre ele, fiindu unse cu unu feliu de lacu. Prin constructiunea acesta magnetisarile si desmagnetisarile se facu mai instantaneu, si se evita formatiunea curentilor de inductiunea inversi in masa ferului, cari slabescu efectele directe ale magnetilor principali. Inelulu astu-feliiu formatu presinta ua sectiune turtita, prin urmare gasimu la constructiunea lui aplicatu mai multu seu mai pucinu principiulu bobinelor prelungi ale lui Siemens.

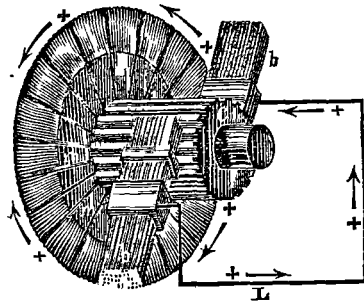


Fig. 174.

Serm'a de cupru se afla infasiorata pe acestu inelu de feru intr'unu modu particularu, formandu unu numeru destulu de mare (vre ua 30 seu 40) de sectiuni seu bobine partiale. Estremitatile sermelor acestor sectiuni seu bobine partiale, m, m, m , suntu aduse afara la colectoru C . Acestu colectoru este unu cilindru scurtu si grosu de ua substantia izolatore, lemnu seu ebonitu, pe alu carui suprafecia se afla infipte atatea lame de cupru k , cate suntu sectiunile seu bobinele susu mentionate. Estremitatile sermelor din aceste bobine suntu lipite cate duoe intre ele si cu cate ua lama de cupru a colectorului, astu-feliiu ensa ca extremitatea finala dintr'ua sectiune sa corespundia cu aceea initiala din sectiunea urmetore. Se vede dupe acesta co in execu-

tarea practica a armaturei se conservă principiulu teoreticu alu unei serme continue si inchise, numai atata, co parti din acesta serma suntu aduse si desvelite la colectoru, unde duoe perii bb , atingandu colectorulu la duoe puncturi diametrale ale linii ecuatoriale, conducu curenții de inductiune in exterioru la L . Matematicesce vorbindu, ca sa fia continuitate absolutu ar fi trebuitu, ca atatu sectiunile seu bobinele partiale, catu si lamele de pe colectoru, sa fia in numeru infinitu ; practic u ensa acesta nu este de locu necesaru, si numerulu de 30 seu 40 sectiuni este mai multu de catu sufficientu, ca sa dea curenți de ua continuitate absoluta in sensulu fisicu. Trebuie sa mai observamu co periile suntu astu-feliu

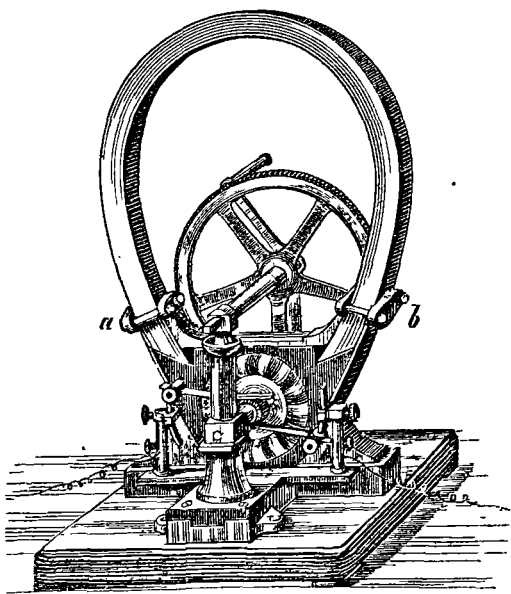


Fig. 175.

asiediate, ca ele sa atinga deja cate ua lama de cupru din colectoru, inainte de a inceta contactulu lor cu lam'a pe care cauta sa o pãrãsesca, ca cu modulu acesta, sa fia asicũrata continuitatea curenților enca si mai bine.

Dupe aceste principii, Gramme a construitu

pe la 1871, anteu ua machina mica cu magneti permanenti de ocieľu, care ea ensasi s'a construitu de atunci encoce in diferite forme; apoi a facutu machini mari cu electromagnet, dupe principiulu dynamoelectricu, cari si acestea au priimitu de atunci incoce ua multime de perfectionari. Fig. 175 represinta ua machina mica Gramme invertita cu mana, cu magneti permanenti sis-

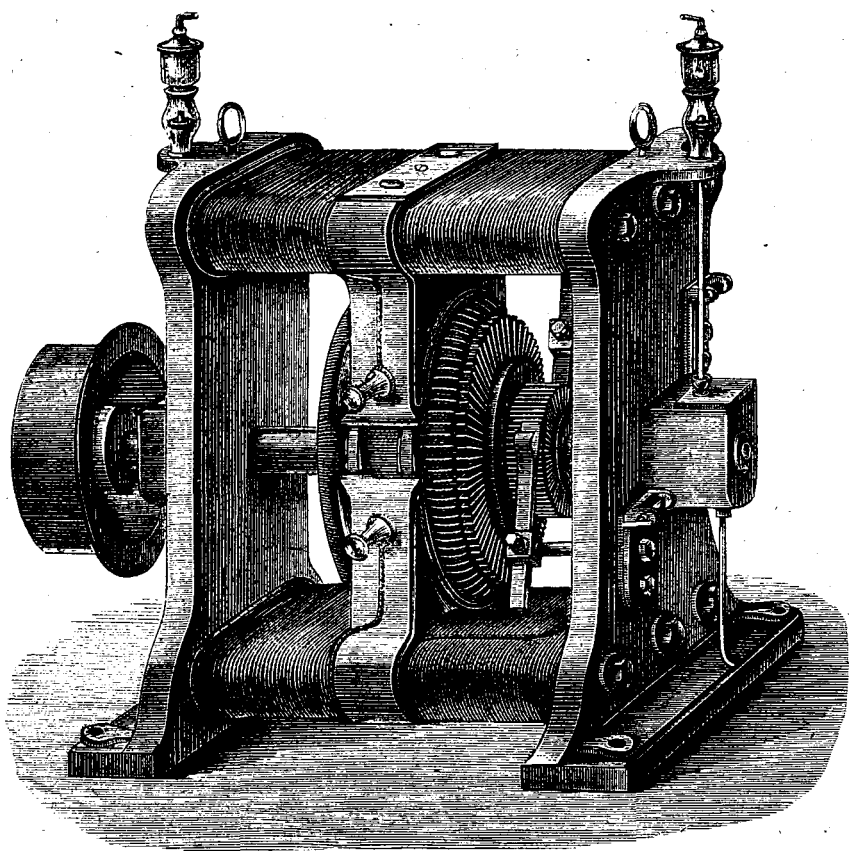


Fig. 176.

tema Jamin, unde se pote distinge armatur'a anulara precum si periile.

Fig. 176 reprezintă ceea mai noua forma unei machini dynamoelectrice Gramme cu curenti continui si de directiune constanta, de ua potere mare ca sa pota lumină cinci lampi mari cu arcu. Intr'unu stativu solidu de feru turnatu se afla transversal duoi electromagneti mari, turtiti dupe sistem'a Siemens, unulu susu si celu altu josu. Ferulu stativului intra in cerculu magnetic, si serm'a electromagnetilor este astu-feliu infasiorata pe densi, ca sa provoce polii la mediuloculu fia-carui din ei; acestor poli li s'au datu ua estensiune asia de mare, incatu sa imbracisiedie armatur'a anulara aproape intrega. Armatur'a ensasi este compusa de unu numeru forte mare de sectiuni, pote peste 70. La stenga se vede disculu peste care se trece cureaoa motorului; iara susu suntu vasele cu grasime, ca sa unga cutiile in cari se invertesce axulu armaturei. Tutiel'a de rotatiune trebuie sa variedie de la 500 pene la 1300 pe minutu, dupe poterea curentului ce voimu sa avemu, adico dupe numerulu lampilor ce punemu in cerculu machinei. Greutatea machinei este de 360 kilograme; dimensiunea ceea mai mare este de 630 milimetre, fara disculu cureli; costulu de vre ua 1500 franci si poterea motore ceruta variedia intre 3. si 4 cai.— Electromagnetii acestei machini potu fi escitati prin ensusi curentulu armaturei de inductiune, dupe principiulu dynamoelectricu; seu printr'ua a duoa armatura mai mica, imparechiata cu armatur'a principala; seu in fine electromagnetii potu fi escitati de afara prin curentulu unei a duoa machini dynamoelectrice

mici, si acesta din urma pote servi ca sa escite de ua data electromagnetii a mai multor machini principali.

Indata ce s'a cunoscutu cea d'anteiã machina Gramme diferiti constructori eminenti s'au pusu la lucru ca sa o perfectionedie, si astu-feliu au fostu inventate si construite numerose sisteme de machini cu curenti continui si de directiune constanta, cari, intre alte, difera intre ele si dupe destinațiunea lor, dupe cum de ex. suntu pentru a produce lumina electrica, seu ca sa servesca la fabrici de galvanoplastia, seu la alte. Sistemele ensa cari, presintandu ua valoare reala mare, cuprindu si dispozițiuni adeverat originale, iara nu simple scambari de forma, adesea inferiore celor mai vechi, suntu pucine, si intre ele merita sa fia mentionate mai principalu acele Siemens (Berlin si Londra), Brush si Edison din America.

Machin'a dynamoelectrica cu curenti de directiune constanta, sistema *Siemens*, care se pote face in positiune orizontala seu verticala, este represintata intr'una din formele sele cele mai noi in fig. 177. Electromagnetii, forte turtiti sunt formati fia-care din mai multe bucati de feru, patru seu sese, seu si mai multe la machini forte mari, curbate d'asupra armaturii si infasiorate cu serma astu-feliu, ca me-

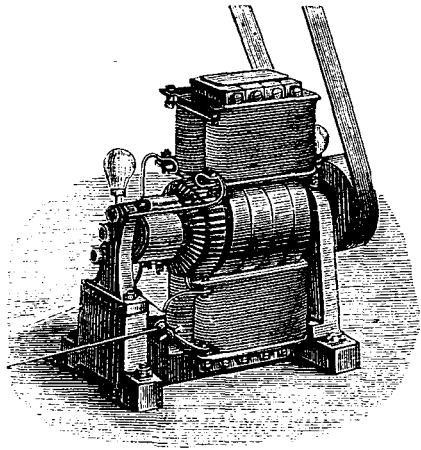


Fig. 177

diulocurile orizontale ale partilor curbate sa constitue cei doi poli contrarii, unul la drept'a, iara celu altu la steng'a armaturei; aceste bucati curbate de feru suntu unite susu si josu prin table grose de feru mole. Colectorulu este totu ca la machina Gramme, avend vre ua 40 lame isolate de cupru, cari corespundu la cele 40 sectiuni seu bobine partiale ale armaturei; acesta ensa are ua constructiune cu totulu diferita de aceea Gramme. La armatur'a anulara ordinara numai partea esterna a spirelor, care trece imediatu sub polii magnetici, este escitata prin influenti'a lor, si serva la productiunea curentilor de inductiune; iara partea interna a spirelor si in parte si laturile, cari cuprindu mai multu de catu diumetatea sermei de inductiune, nu numai co nu serva la productiune de curenti, dera suntu si vatemetore, introducendu in cerculu metalicu ua resistentia insemnata si inutila. Siemens a inlaturatu acestu reu in mare parte inventandu armatur'a cilindrica, care este formata de unu cilindru de feru mole orizontalu si deschisu la cele doue base ale lui. Acesta nu este masivu, ci formatu de ua serma de feru infasiorata in form'a unui mosoru lungu si golu in intru. Serm'a de cupru, destinata pentru curentii de inductiune, este infasiorata peste acestu cilindru in lungu, adico in sensulu axului lui, astu-feliu in catu in armatur'a Siemens nu exista serma interna care sa scape actiunei directe a campurilor magnetice, afara de o mica parte de la cele doue capetai ale cilindrului.

Machin'a *Brush* este forte respandita in America si usulu ei se intinde astadi multu si in Europa. Acesta presinta ua constructiune solida, relative simpla, si nu

se incaldiesce multu; ensa face sgomotu multu cand lucredia si absorba ua parte insemnata din poterea motore, ca sa invinga resistanti'a aerului in timpulu rotatiuni. Armatur'a ei nu apartine la sistem'a armaturelor anulare; din contra intra in categori'a acestora ale machinilor magneto- si dynamoelectrice mai vechi, avendu ensa ua constructiune speciala si de ua perfectiune mare. Acesta armatura se compune, la modelu normalu pentru 16 lampi cu arcu, din optu bobine unite cate duoe diametral in patru cercuri; ea da curenti alternativi cari suntu transformati in curenti de ua directiune constanta prin intermediulu a patru comutatori speciali; curentii transformati trecu anteu prin electromagneti, ca sa ii escite dupe principiulu dynamoelectricu si apoi suntu condusi la destinatiune in exterioru. Scanteile suntu forte abundante si tari la comutatori, cari se rodu prin urmare; dera ei potu fi scambati la trebuintia fara multe greutati.

Machinile *Edison* se compunu din mai multi electromagneti cilindrici in positiune verticala. Armatur'a de inductiune se afla la basa, este cilindrica, systema Siemens, si este formata cu shine grose de cupru, in locu de serme. Machinile Edison suntu asemenea forte respandite in Europa.

Greutatea, dimensiunile sipreciulu machinilor Siemens, Brush, Edison, ca si Gramme, suntu mai multu seu mai pucinu aceleasi, precum si poterea motore necesare ca sa le pue in miscare, variandu negresitu la tote sistemele dupe efectele mai mari seu mai mici ce ceremu de la aceste machini.

In fine trebuie sa adaugam ca in anulu curentu, Edison a inventatu unu nou feliu de machini pe cari le a numitu *pyromagnetice*, in cari ferulu armaturei este incalditu directu, si pusu prin acesta in miscare de rotatiune, producendu curentii electrici, fara se mai aiba nevoia de motoru. Aceste machini ceru negresitu sa fie perfectionate.

§ 27. MACHINI MODERNE CU CURENTI ALTERNATIVI.

La diferite aplicatiuni ale electricitati, mai alesu la luminatu electricu si la divisiunea luminei s'a simtitu din nou trebuinti'a curentilor alternativi, si constructorii s'au pusu la lucru pentru a inventa machini noi pentru curenti alternativi cari, cu ajutorulu progreselor ce s'au facutu in productiunea curentilor de inductiune magnetica, au ajunsu la ua perfectiune estraordinara, dandu chiar, unde nu este absoluta trebuintia de curenti continui, rezultate mai bune de catu acestia.

Machinile moderne cu curenti alternativi suntu in principiu machini magnetoelectrice, ca acele ale companii Alliance; ensa, aproape fara esceptiune, au electromagneti, in locu de magneti de ociel. Aci vomu mentiona numai duoe, pe acele mai principale, si anume sistemele Gramme si Siemens.

Machin'a Gramme cu curenti alternativi, represintata in fig. 178 in sectiune perpendiculara pe axu de rotatiune, se compune de ua armatura de inductiune care, in opozitiune cu aceea a machinilor Alliance, este esteriora si fixa. Acesta armatura nu este masiva, ci este formata, cum se facu astadi mai toti electromagneti ai

machinilor de inducțiune, din serma de feru mole, avendu infasiorata pe densa serma de cupru de inducțiune, in modu de a formà optu grupe de cate patru bobine, insemnate in fia-care grupa cu numerile 1, 2, 3, 4., Bobinele din aceste optu grupe, insemnate cu aceiasi cifra suntu tote unite intr'unu cercu 111..., 222..., 333..., 444...; astu-feliu incatu sa potemu obtine in esterioru patru curenti, pe cari ii potemu uni în cantitate seu in tensiune,

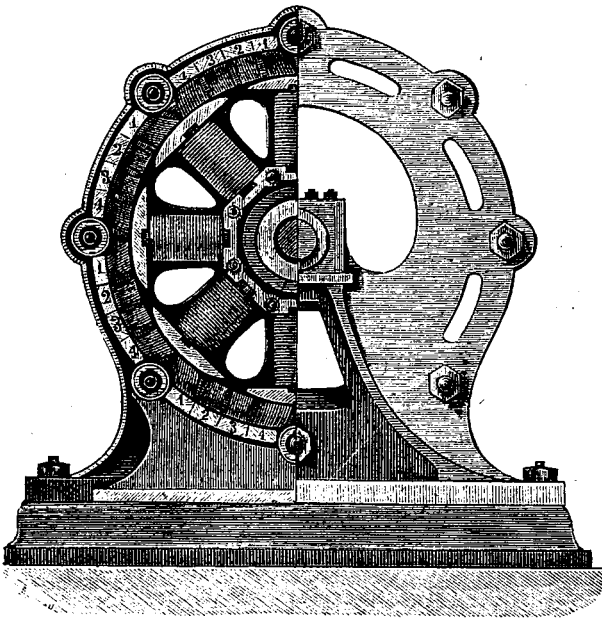


Fig. 178.

seu ii potemu intrebuințiã separati. In interiorulu acestei armature se misca optu electromagneti terminati cu bucati polare de feru, corespundiendu prin intindere la cate patru din cele 32 bobine ale armaturei de inducțiune, si fixati solidu pe axulu machinei, invertitu de unu mo-

toru ore care. Acesti electromagneti sunt escitati de ua machina mica dynamoelectrica cu curenti continui, si serm'a este infasiorata pe densi astu-feliu, ca capetaile consecutive ale lor, cari trecu inaintea celor optu grupe de bobine de inductiune, sa formeie poli alternative Nordu si Sudu. Se intielege acum co, la rotatiunea axului cu electromagnetii escitati, fia-care electromagnetu provoacă simultaneu in cele patru cercuri de cate optu bobine fia-care patru curenti de directiune determinata; electromagnetulu urmatoru provoca imediatu dupe aceea patru curenti opusi; electromagnetulu alu treilea, alti patru curenti de aceiasi directiune cu cei d'anteiu si asia mai inainte. La fia-care rotatiune a axului avemu dera optu curenti alternativi, ceea-ce da, la ua rotatiune media de 600 ori pe mînutu, 4800 curenti pe minutu, adica cate 1200 curenti de fia-care cercu pe minutu, seu 20 curenti pe secunda. In anii din urma, Gramme a combinatu in acelasi stativu de feru turnatu acesta machina de curenti alternativi cu ua machina mica dynamoelectrica cu curenti continui, diferindu pucinu in dispositiunea magnetilor de constructiunea ordinara, descrisa mai susu; partile mobile suntu asediate pe acelasi axu si invertite printr'ua singura curea. Machinile astu-feliu construite mergu multu mai regulatu, suntu elegante si ocupa relative spatiu micu.

Machin'a Siemens cu curenti alternativi are ua dispositiune diferita. Fig. 179 ne da ua idea despre acesta. Duoe serii de electromagneti, de ex. cate optu de fia-care serie, sunt asediate circularu intr'un stativu solidu de feru turnatu. Serm'a este si aci astu-feliu infasiorata, ca

polii sa alternedie, adica fia-care polu sa aiba atatu in feci'a lui, catu si la drepta si la stenga, poli contrarii. Unu numeru ecuvalu de bobine de inductiune, forte scurte si *fara feru* in intrulu lor, asiediate pe axulu machinei, se invertescu prin poterea unui motoru ore-care inaintea polilor alternativi ai electromagnetilor esci-

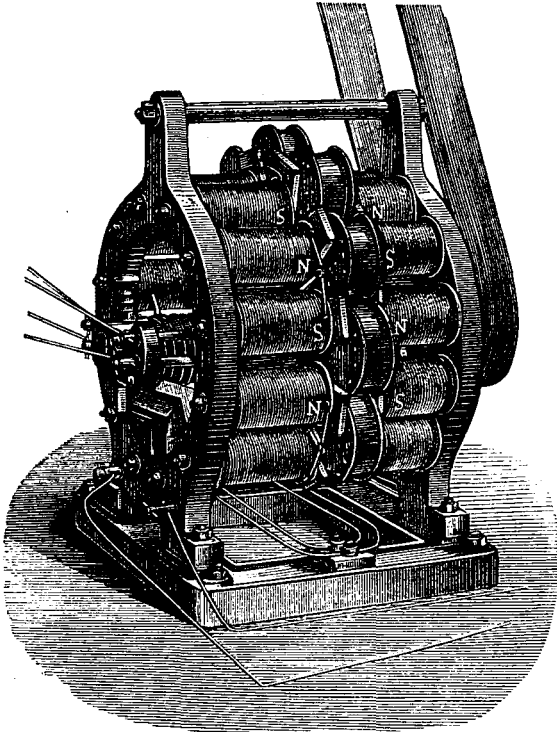


Fig. 179.

tati. Pe axulu de rotatiune se afla duoe inele metalice isolate, la cari suntu fixate estrematitile sermei de inductiune a bobinelor mobile; duoe perii metalice, avendu contactu continuu cu aceste inele ducu curretii alternativì in esterioru la destinatiunea lor.

Bobinele de inducțiune fiindu fara feru, suntu mai pucinu masive, si rotatiunea lor absorbe mai pucina potere motore; pe de alta parte prin acesta se evita incalditulu lor, de ore ce, deca aru fi avutu feru ca tote cele alte bobine, acelu feru prin scambarile rapedi de magnetismu s'ar incaldi intr'unu gradu vatematoru machinei.

La cele d'anteiu machini, Siemens adaogase pe axu de rotatiune unu comutatoru convenabilu si intrebuintja curentulu unei parti din bobine, transformatu in curentu continuu cu ajutorulu acelu comutatoru, ca sa escite electromagnetii. La constructiunea ensa cea mai noua a acestor machini, Siemens prefera sa lepede comutatoru si sa le escite de afara cu ajutorulu unei mici machini dynamoelectrice cu curenti continui, de felulu acelora ce am descrisu mai susu.

In fine sa observamu co aceste machini Siemens cu curenti alternativi potu fi facute de dimensiuni forte mari si, introducendu duoe seu mai multe perechi de inele colectore si unu numeru ecalu de perii, potemu obtine de la ua machina duoe seu mai multe cercuri cu curenti deosebiti.

§ 28. LUMINATULU ELECTRICU

Lumin'a electrica a fostu descoperita in anulu 1810 de catre marele invetiatu englesu Humphry Davy, care s'a servitu de renumit'a bateria galvanica de la «Royal Institution» de 2000 elemente, cu placi induoite de cate 25 centimetre patrate. Lumin'a semana in splendore cu aceea a sorelui, se producea la distanti'a elec-

trodelor de cate-va milimetre in aeru ; iara in aeru caldu distanti'a potea se creasca pene la vre ua 70 milimetre. Mai multe corpuri, crediute infusibile pene atunci, s'au topitu , precum iridiu, zircon, alumina; carbunele de lemn a fostu evaporatu si grafit'a parea a se topi in golu. Mai tardiu, mai alesu dupe descoperirea baterii lui Bunsen, lumin'a si cele alte efecte au potutu fi produse cu aceeasi intensitate si cu unu numeru mai micu de elemente galvanice, chiar cu 200 pene la 300 elemente.

Ua lumina artificiala de atata splendore, comparabila in intensitate si calitate cu aceea a sorelui, trebuiã sa conduca la ide'a de a o intrebuintia practicuu pentru luminatulu farilor, pietielor, stradelor, localelor publice etc.; tote incercarile ensa au remasu aproape fara nici celu mai micu succesu in cursu de cinci diece ani dupe anteia descoperire a acestei lumini. Caus'a principala a fostu modulu pucinu favorabilu in care se producea electricitatea. In bateriile cari ne dau curentulu electricu, se producu reactiuni chimice, se consuma materiale, mai alesu zincu, in cantitati insemnate, de unde resulta cheltueli mari de intretinere. Curentulu electricu alu bateriilor poseda preã mica tensiune, astu-feliu cola cea mai mica neregularitate a lampei electrice, curentulu se intrerupe si lumin'a se stinge irevocabilu, remanendu spatiele luminate in intunerecu absolutu. Totu aceeasi tensiune mica se opunea la divisiunea luminei, care este conditiune esentiala pentru intrebuintiarea practica a luminei electrice. Apoi intensitatea cea mare a acestei lumini formã ua pedeca, intune-

candă pe de o parte vederea, iară pe de alta parte producendă umbre mari și absolută negre. Astă-felie lumină electrică nu a începută să fie întrebuințată practică, de câtă numai după ce au fostă descoperite machinile magnetoelectrice, în cari electricitatea se produce într'ună modă mai economică prin mediuloce mecanice, transformendă miscarea în electricitate, și cu o tensiune câtă de mare voimă.

Tote progresele realizate la fabricatiunea machinilor magnetoelectrice până la anul 1877, precum și perfecționarea carbunilor între cari se produce lumină și aceea a lampilor cari regulează arderea carbunilor, au condusă la rezultatul principală de a ne procură într'ună modă relativă comodă și mai puțină costisitoră o lumină electrică intensă și constantă, ecivalentă cu aceea a unui numără de lumenari normale de la 2000 până la 14000 și chiar, cu unele machini, până la 30000 și în sus. Acestă ensă nu cores-punde încă la cerințele unei întrebuințări practice a luminatului electric, unde se cere o lumină moderată, difusă și distribuită uniform peste ună spațiu întregă, iară nu o lumină concentrată într'ună singură punctă.

Încă de multă fisicii au căutată să rezolve problemă divisiunii lumini. Cele d'ainteiu încercări s'au făcută în sensulă acestă, cō s'au intercalată două sau mai multe lampi în același curenț electric, provenindă de la o singură baterie galvanică, sau de la o machină magnetoelectrice. Aceste încercări ensă nu au reusită nici pentru două lampi; când una strălucie, a două areă aproape să se stingă; când acestă lumină bine, ceea

d'anteiu scadea. Totu asia pucinu succesu aș avutu si incercarile, ca sa se despartia curentulu unei baterii, seu alu unei machini, in duoi seu mai multi curenti partiali, cari sa alimentedie unu numeru ecualu de lumini electrice.

Ceva mai bine a mersu cu propunerea facuta la 1868 de catre Le Roux, ca unulu si acelasi curentu sa alternedie in succesiune rapede, in susu de 25 ori pe secunda, prin duoe seu mai multe lampi. Cu ajutorulu unor comutatori dispusi intr'unu modu convenabilu, conducemu curentulu machinei antei la lampa *A*, apoi la lampa *B*, alu treilea la lampa *C*, si atunci iara pe rondu la *A*, la *B*, la *C*, si asia mai inainte; ensa intervalu de timpu intre duoi curenti consecutivi, cari trecu prin aceeasi lampa, sa fia mai micu de catu $\frac{1}{25}$ dintr'ua secunda.

Problem'a divisiuni luminei electrice a fostu resolvata pentru prima ora, negresitu intre limite, pe la 1876, cand a fostu descoperita lumenarea electrica Jablochhoff, pe care o vomu descrie mai la vale. Multi au crediutu co divisiunea unuj curentu in mai multe lumini nu a potutu fi realizata decatu numai cu aceste lumenari; ensa nu numai co indata dupe acesta divisiunea lumini s'a pusu in practica pe ua scara multu mai mare cu lampi mari seu regulatori electrici, precum si cu lampi mici de incandescentia, dera enca lumenarea Jablochhoff s'a aretatu a fi asia de rea, in catu a fostu aproape parasita cu totu; nu a fostu decatu ua intamplare, ca curentulu sa alimentedie bine mai multe lumenari Jablochhoff,

precum ar fi făcut-o, și precum o face astăzi, cu toate lampile electrice.

Tot în aceeași epocă se răspândise încă credința că pentru diviziunea luminei, adică pentru a alimenta mai multe lampi cu aceeași mașină magnetoelectrică se cer curenti alternativi, rămânând curentii continui și de direcțiune constantă destinați la producțiunea unei singure lumini, intensive și concentrate. Și această opinie s'a dovedit mai târziu că este nefundată. Mașinile Brush au fost cele d'atunci, cu care s'au luminat mai multe lampi mari, astăzi până la 40, curentul acestor mașini fiind continuu. Apoi și Gramme a construit mașini cu curenti continui pentru alimentarea mai multor lampi.

Astăzi se întrebuintează pentru luminat electric în practica mașini cu curent continuu sau cu curenti alternativi, indiferent dacă se cere una sau mai multe lumini. Precum am vădit mai sus, când am descris mașinile moderne, Gramme face mașini, mai mici sau mai mari, cu curenti continui și de direcțiune constantă, pentru una sau mai multe, de ex. cinci lumini. Brush asemenea întrebuintează mașini cu curenti continui pentru 8, 16, 32 și până la 40 lumini. Siemens face mașini cu curenti continui pentru una sau mai multe lumini și cu curenti alternativi pentru mai multe lumini. Gramme face asemenea mașini cu curenti alternativi pentru mai multe lumini. În general, mașinile destinate să alimenteze mai multe lampi, trebuie să dea curent de una sau mai multe tensiuni mai mari, însă nu este absolut necesar să avem tensiuni mari peste

mesura; din contra unii constructori facu machini pentru multe lampi si cu tensiune mica.

Este bine sa observamu co machinile cu tensiunile cele mai mari nu dau si rezultatele cele mai bune. Pote sub punctulu de vedere economicu sa presinte ore-cari avantaje ; dera lumin'a lor bate spre violetu si este mai pucinu constanta de catu aceea a machinilor cu tensiune mai mica, cari in generalu dau si lumina mai alba. In generalu se pare co machinile cu curenti alternativi, Gramme seu Siemens, dau rezultatele cele mai perfecte, ca lumina. Machinile Brush pentru 30 sau 40 lampi au ua tensiune asia de mare, in catu se cere mare precautiune pentru lucratori seu inspectorii lampilor, ca sa nu intre in cerculu curentului atingendu amenduoe sermele, pentru co comotiunile electrice potu sa fia mortale.

Machinile pentru lumina electrica se potu divide in duoe categorii : in machini *autoescitatrice*, seu dynamoelectrice propriu dise, si machini *magnetoelectrice*, ensa cu electromagneti escitati printr'ua machina mica autoescitatrice cupelata cu densa. Pentru luminatu electricu se prefera totu d'auna machinile escitate de afara ; machin'a Brush ensasi pote fi considerata ca cupelata, din cauza co, dupe constructiunea speciala a comufatorului, ua parte din curentu este subtrasa, ca sa alimentedie electromagnetii ei. Machinile autoescitatrice, intrebuintate direct, ca sa alimentedie lampile, functionedia mai multu seu mai pucinu reu, pentru co ua mica neregularitate in arcu voltaicu slabesce curentulu, prin urmare si electromagnetii machinei, cari la rondulu lor 'si micusioredia influenti'a lor asupra armaturei. La ma-

chini escitate de afara, puterea electrica care escita electromagnetii lor nu depinde de variatiunile lampilor si prin urmare remane constanta.

Carbuni.—*Davy*, care a descoperitu lumin'a electrica, a produsu-o intre duoi carbuni de lemnu, taiati in forma de betie si cu verfuri conice; acesti carbuni ensa nu conduc electricitatea destulu de bine si se consuma rapede. *Foucault* a introdusu pentru prima ora carbuni minerali, facendu betie din carbunii residuali ai retortelor fabricatiuni gazului de luminatu. Acesti carbuni sunt compacti, conduc electricitatea multu mai bine, si se consuma multu mai incetu, de catu carbunii de lemnu. Cu tote astea si acesti carbuni indeplinescu reu functiunea lor, pentru co cuprindu substantie eterogene, si anume silice, cari producu mici plesnituri si deflagratiuni, in urma carora lumin'a electrica devine inconstanta si in fine se stinge. Ua multime de fisici si fabricanti au cautatu si cauta enca fabricatiunea celor mai buni si sicuri carbuni, si in aceasta privintia se pare co astadi au facutu progresele cele mai mari francesii Carré si Gaudoin. La confectiunea carbunilor celor buni se carbonisedia principal materii organice, precum grasimi, resina, smola, zaharu si alte, si se amesteca cu ua cantitate variabila, dera mica, de coke. Dera ne lipsescu enca carbuni perfecti; galvanisarea lor superficiala cu nickel pare a imbunatati calitatea lor. Consumatiunea carbunilor cari producu lumin'a electrica variedia pe ora intre 80 si 200 milimetre, dupe calitatea si grosimea lor, si dupe intensitatea luminii ce dau.

§ 29. LAMPI ELECTRICE

Unu curentu puternicu si constantu si ua parchie de carbuni buni nu suntu de ajunsu ca sa avemu lumina electrica constanta. Se mai cere enca ua lampa, unu aparatu, unu regulatoru de lumina electrica, si acesta trebue sa implinesca mai multe conditiuni. Mai anteu, trebue ca extremitatile carbunilor sa se atinga la antea trecere a curentului; apoi, indata cum verfurile carbunilor au ajunsu la incandescentia, trebuescu departate la distantia cuvenita, ca sa intretina lumina, si acesta distantia sa fia totu de auna in armonia cu intensitatea curentului electricu, care elu ensusi variedia cu aceea distantia. Regulatorulu trebue sa impinga necontentitu inainte carbunii, pe catu acestia se consuma prin ardere. La unu mare numeru de casuri se mai cere enca ca lumin'a sa pastredie totu de una ua positiune constanta inaintea unui reflectoru. Apoi trebue sa intretina lumin'a neintreruptu celu pucinu vre ua patru ore. In fine tote aceste functiuni, regulatorulu trebue sa le faca in modu automaticu, prin dispositiuni mecanice si fara amestecu de mana de omu.

Lampile electrice se potu divide in mai multe categorii :

a) *Lampi cu arcu voltaicu pentru curenti continui* ca aceia Dubosq, Foucault, Serrin, Gramme, Siemens, Brush, Crompton etc. etc. La lampile mai vechi din acesta grupa, unu mecanismu de orologiu misca cele duoe capsule de metalu ce porta carbunii si cari se afla pe aceeaasi verticala, una d'asupra celei alte. De ordinaru in aceste lampi carbunele positivu se pune susu, si fiindu-co, dupe cum se scie, acesta se consuma mai iute, aproape

în diumetatea timpului în care arde cel negativ, mecanismul este astu-feliu combinatu, ca capsul'a positiva sa se cobore cu ua iutiela in-duoita iutieli cu care se urca carbunele negativu, si astu-feliu puntulu luminos, seu arculu voltaicu, conserva în permanentia aceiasi positiune. Unu electromagnetu, cuprinsu în interiorulu acestor lampi, si strabatutu de curentulu care da lumin'a, atrage ua pedeca si o tine între dintii machinarii, pe catu timpu curentulu circula si lamp'a functionedia bine. Indata ce lumin'a, prin urmare si curentulu, slabesce, se micusioredia si poterea electromagnetului, pedec'a trasa de unu arcu convenabilu scapã, mecanismulu incepe sa umble unu momentu, pene cand carbunii se atingu, curentulu si cu lumin'a se restablesce si electromagnetulu escitatu trage din nou pedeca la loculu ei. Ua asemenea lampa este aceea a lui Dubosq din Paris

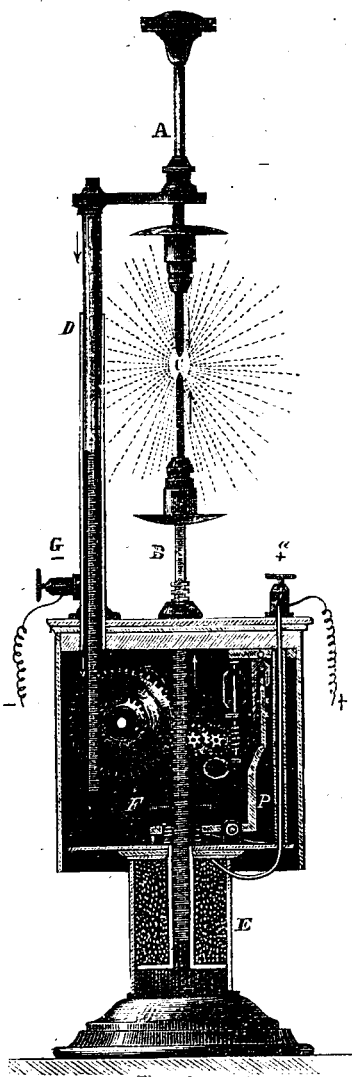


Fig. 180.

fig. 180. Unu mecanismu

de orologiu misca in sensu contrariu vergelele *A*, *B* si tinde a apropia continuu carbunii *C* intre ei ; unu electromagnetu *E* ensa trage ua bucata de feru *F*, si printr'ua parghia articulata *P* pune pedeca la miscarea orologerii. Curentulu este condusu la *a*, la electromagnetu, la verga *B*, la carbunii *C*, la verga *A*, la colona izolata *D* si in fine prin *G* inderetu la generatoru. Cand carbunii s'au consumatu la verfu si curentulu se intrerupe prin departarea lor, electromagnetulu nu mai trage bucata *F* si parghi'a *P* liberedia machina, astu-feliu incatu carbunii se apropie din nou intre ei de sinesi, si curentulu fiindu restabilitu, lumin'a se produce din nou.

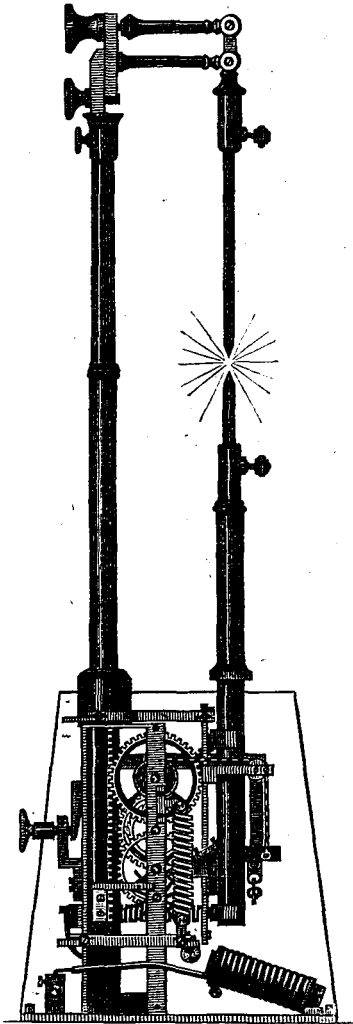


Fig. 18r.

La lampile moderne, intre cari sistem'a Serrin este una din cele d'antei, motorulu machinarii nu este unu resortu, care functionedia reu, ci gravitatea. Greutatea carbonului superioru (positivu) si a capsuli cu verg'a de metalu care lu porta face

ca carbunele sa cadia. Acesta verga are coda dintiata si scoboranduse misca cateva rote prin cari se comunica miscarea ascensionala carbunelui negativu. Si aci unu electromagnetu convenabilu pune pedeca la miscare, cand curentulu este tare si lamp'a functionedia regulatu. Fig. 181 areta mecanismulu interioru alu unei lampi Serrin.

Aceste lampi ensusi se subdividu in duoe clase: 1) lampi pentru una singura lumina cu arcu concentratu si 2) lampi pentru mai multe lumini, cari porta si diferite mecanisme, ca sa escludemu din cercu pe cate una din ele. Adesea aceste mecanisme suntu astu-feliu co ua lampa, intamplanduse a se vatemã, se esclude singura din cercu, fara ca sa sufere cele alte lampi din acestu cercu.

b) *Lampi cu arcu voltaicu pentru curenti alternativi*, numite si lampi *diferentiale*, cu tote co mecanismulu pentru care li s'a datu acestu nume se pote aplicã si la lampile din grup'a precedenta. Aci vomu descrie lamp'a diferentiaa lui Siemens, fara resortu motoru, miscata prin greutatea carbunelui superioru si a vergeli

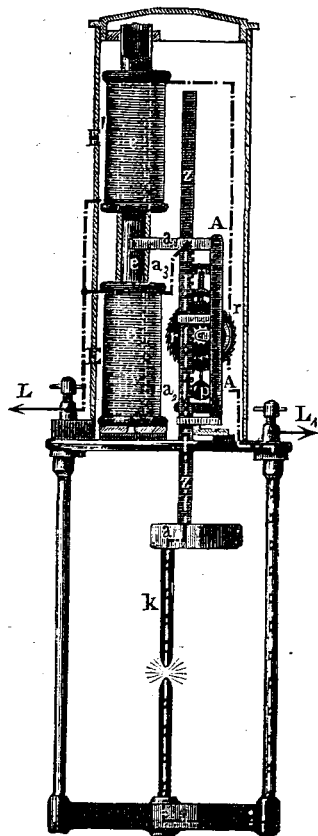


Fig. 182.

metalice care lu porta. Fig. 182 ne da ua idee despre acesta lampa. Carbunele inferioru este fixu ; celu superioru, fixatu la verg'a z , cade prin greutatea lui, este ensa opritu printr'ua rota dintiata r , care nu permite miscarea de catu, cand pendululu p , oscila. Duoe bobine E , E' cuprindu in directiunea axului lor unu betiu de feru mole ee care sta in legatura cu pendulu p prin articulatiuni cuvenite. Cand curentulu este mai tare in bobin'a E , ferulu ee este trasu in josu si pendululu dimpreuna cu verg'a z si cu carbune suntu oprite in miscarea lor ; cand curentulu predomina la bobin'a superiora E' , ferulu ee este trasu in susu si rot'a dintiata despedecata, astu-feliu incatu verg'a z si cu carbune merge la vale si stabileste contactu cu carbunele inferioru. Bobin'a E are ua serma grosa si scurta, presinta prin urmare ua resistenta aproape nula ; bobin'a E' are ua serma lunga si subtire, presinta ua resistenta insemnata si se afla in derivatiune, adico ua parte din curentu pote sa o strabata directu, intrandu prin L si esindu prin L' , fara sa treca prin carbuni. Cand acestia nu suntu in contactu, curentulu va trece totu de una prin bobin'a resistentu E' , acesta va trage ferulu ee in susu, va despedeca miscarea, si carbunele superioru va porni la vale, pene sa atinga pe celu inferioru. Atunci lumin'a se va stabili, curentulu va trece prin bobin'a E care va trage ferulu ee in josu si va opri miscarea pe catu timpu avemu lumina. Se intielege co la casu de a se vatemã carbunii unei lampi, curentulu va trece prin bobin'a de derivatiune E' la cele alte lampi, cari nu voru suferi de estinctiunea uneia din ele.

c) *Lumenari electrice totu cu arcu voltaicu.* Aceste au fostu introduse de Jablochhoff in anulu 1876. Lumenarea electrica Jablochhoff se compune din duoe betie de carbune, cum se intrebuintiedia si la cele alte lampi electrice, asiediate ensa paralelu unu langa altu si despartite printr'unu stratu izolatoru de gipsu seu de kaolin ; ea scutesce de ori ce mecanismu, care sa misce carbuni. Ca sa facemu sa treca curentulu prin acesta lumenare, se pune d'asupra ua foitia şub-tire de carbune; acesta arde in cate-va, secunde si lumin'a se stabileste intre cei duoi carbuni cari se consuma ; iara materi'a izolatore dintre ei se topesce si se volatilisedia. Acesta lumenare da lumina forte variabila in colori si in intensitate si este supusa la estinctiuni dese. Jamin, Siemens si alti au inventatu asemenea lumenari electrice ; pene acum ensa aceste lumenari nu s'au introdusu in practica, si chiar acele Jablochhoff, cari au fostu intrebuintiate multu la inceputu, astadi au fostu mai multu seu mai pucinu parasite.

d) *Lampi de incandescentia.* Caldur'a ceea mare produsa prin curentulu electricu a suggeratu ide'a de a produce lumina prin incandescenti'a corpurilor, si au fostu construite enca mai de multu diferite forme de lampi electrice de incandescentia. Ele presintau diferite inconveniente : substantie conductore a curentului, precum metale seu carbuni, se topescu seu ardu in contactu cu aeru ; substantie cari aru resistà la temperature inalte, ca varu si alte, nu conducu curentulu. Cu tote astea, totu s'au realizatu lampi

de incandescentia, fara ensa ca sa ajunga la ua in-
trebuintiare practica. Americanulu Edison pare a fi
celu d'anteiu care a construitu pe la 1880 ua lampa de
incandescentia practica, si apoi a urmatu ua multime
de constructori ; vomu descrie aci numai lamp'a Swan
care formedia una din cele mai bune lampi. Figur'a 183

areta ua lampa Swan. Intr'unu
balonu de sticla golitu de aeru
se afla unu firu de carbune,
fixatu cu extremitatile sele la
duoe serme de platina d, d to-
pitate in sticla si comunicandu
cu bucatile de alama s_1, s_2 . Bu-
cat'a k de lemnu seu de ebonitu
se insiurupedia la candelabru
si reoforii suntu adusi la s_1 si s_2 .
Firulu de carbune este formatu
dintr'unu firu de bumbacu, tra-
tatu cu acidu sulfuricu si carbo-
nisatu in spatiuri golite de aeru.
Lumin'a unei lampi pote varia

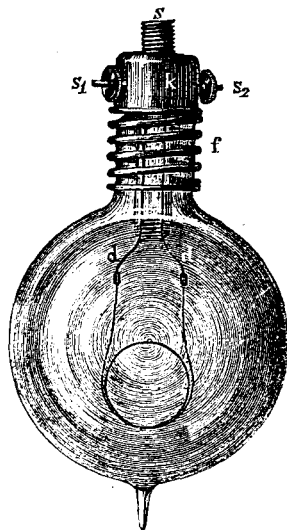


Fig. 1

de la 10 pene la 20 lumenari normale ; iara timpulu catu
tine, pene sa se consume firulu de carbune, de la 400
pene la 800 ore. Si lampile aceste, ca si acele cu arcu,
potu fi asiediate in curentulu dynomachinelor in *serii*,
seu in legaturi *paralele*.

e) La diferitele lumini electrice aretate aci, trebuie sa
maî adaogamu si pe aceea numita *Lampe Soleil*, inven-
tata in Belgia, care este ua lampa mixta, cu arcu si de
incandescentia. Ua bucata de calcaru specialu, se afla

intre doi carbuni grosi ; cand trece curentulu se produce arculu voltaicu, dera totu de ua data si bucat'a de calce devenindu incandescenta da ua lumina auria.

§ 30. OBSERVATIUNI GENERALE ASUPRA LUMINATULUI ELECTRICU

Lumin'a electrica a ajunsu astadi la unu usu generalu ; se intrebuintiedia dupe impregiurari lampi cu arcu, seu lampi de incandescentia. Lampile cu arcu de ua potere luminosa intre 250 si 2000 lumenari se intrebuintiedia pentru luminatulu pietielor, garilor, localelor mari de fabrici etc.; lampi mai intensive, pene la 14000, cate ua data si pene la 30000 lumenari, pentru pietie mari, fari, etc.; lampile de incandescentia, pentru case, teatre, chiar strade etc., unde se grupedia de ordinaru in candelabre de cate trei si mai multe lampi.

Lumin'a electrica (arculu voltaicu) este bogata in radie violete, cari suntu tocmai acele pe cari ua cetia desa le absorbe de preferintia. De aci resulta co penetrabilitatea luminei electrice prin cetia desa este relative mica, ceea ce constitue unu defectu alu acestei lumini. Lampile cu arcu, alimentate cu curenti alternativi si de ua tensiune relative mica, dau lumin'a ceea mai buna, mai fixa si mai alba. Lampile de incandescentia dau ua lumina cu nuantia galbue, abia simtita ensa, ceea ce apropie aceste lampi de acele de gazu de luminatu de ua calitate buna.

Lumin'a electrica, cand este fixa si alba, formedia lumin'a ceea mai placuta, nu supera vederi, cum credu uni din nesciintia, seu pentru co se uita fara trebuin-

tia dreptu in lumin'a intensiva a lâmpilor. Ea este superioara celor alte lumini, pentru co produce ceea mai pucina caldura. Raportulu luminei catre caldura, produse de diferiti luminatori este precum urmedia :

	<u>Lumina</u>	<u>Caldura</u>
pentru sore	1	3
lampi cu arcu (mari)	1	3
» cu arcu mai mici	1	9
» de incandescentia	1	24
» mari de gazu	1	25
» ordinare de gazu	1	39

Lumin'a electrica este ceea mai higienica, pentru co nu desvolta gaze rele de combustiuene, cum se face cu tote cele alte mediuloce de luminatu intrebuintiate pene astadi. Tabela urmetore areta productele de combustiuene si caldur'a esprimata in calorii, produse de diferiti luminatori, fia-care cu ua potere luminosa de 100 lumenari normale :

	<u>Vapori de apa in kilograme</u>	<u>Acidu carbonicu in metre cubice</u>	<u>Calorii</u>
lampi cu arcu voltaicu	0.00	0.00	57
» de incandescentia.	0.00	0.00	290
» cu gazu	0.86	0.46	4860
» cu petroleu	0.80	0.95	7200

Lumin'a electrica nu presinta pericole de incendiu ca aceea cu gazu, petroleu etc. ; in fine aplicata pe ua scara mare si industriala este enca de acum mai pucinu costisitoare de catu lumin'a de gazu.

In fine trebuie sa observamu co, ca sa avemu ua lumina buna si fixa, fia la lampi cu arcu seu de incandescentia, trebuie sa tinemu ua deosebita seama de ca-

litatea, pozițiunea și dimensiunile carbunilor; trebuie să ne îngrijim de fixitatea absolută a mașinilor electrice, precum și a motoarelor ce le pun în mișcare de rotație. Cele mai mici tremurături ale motorului, sau ale mașinilor electrice, aduc variații în intensitatea lumii cu arc sau de incandescență. Pentru aceasta trebuie încă ca motorii, de orice fel ar fi, cu gaz sau cu aburi, să aibă o putere mult mai mare decât se cere în realitate pentru a mișca mașinile; altfel cea mai mică pedică, alunecarea curelei etc., ar aduce tremurături și întreruperi la lumina electrică.

§ 31. ELECTROMOTORI; TRANSPORTUL PUTERII ȘI A MIȘCĂRII LA DISTANȚĂ

Electricitatea a găsit încă o aplicație ca putere motrice. La 1839 fizicul *Iacobi* din Petersburg a construit cel dintâi electromotor. Un electromagnet, magnetizându-se și demagnetizându-se prin acțiunea unui curent electric, exercită prin rotație atracții și repulsii asupra unei bucăți convenabile de fier, iar oscilațiile acesteia se transformă prin articulații în mișcare de rotație. Electromotorii s-au făcut de diferite feluri. Fig. 184 reprezintă un electromotor al americanului *Page*. Un arc dbb' poartă două bucăți de fier mole b și b' , atrase alternativ de electromagnetii a și a' , și execută o mișcare oscilatorie, invertindu-se prin urmare rotativ prin manivela d . Un comutator special este pus pe axul roții și face ca același curent să circule alternativ pe bobina a și pe bobina b . Electromotorii prezintă un

interesu practic micu, din caus'a efectului slabu alu lor, si a costului mare alu bateriilor galvanice cari dau elec-

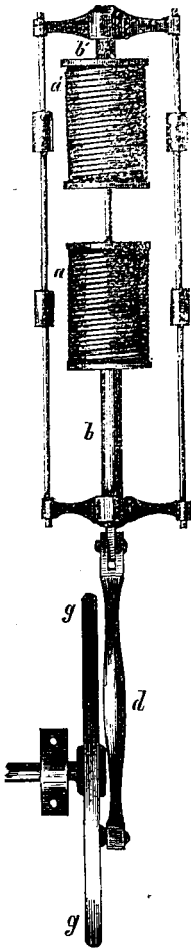


Fig. 184.

tricitatea necesara. Cu tote astea fisicii au isbutitu in ani din urma sa intrebu-
intiedie electricitatea ca putere motore intr'unu modu ceva diferitu de catu cum fusese intrebuintiata mai inainte, si care promite sa faca din motori electrici una din aplicatiunile cele mai importante si cele mai intinse ale electricitati.

Unulu din rezultatele cele mari ale sci-
intei moderne este cunoscinti'a la care amu ajunsu despre ecivalenti'a poterilor naturei si despre transformarea lor reci-
proca. Infr'unu comunicatu facutu de catre eminentulu fisicu Poggendorff Acade-
mii din Berlin in anulu 1870, se relatedia pentru prima ora faptulu, co ua machina electrica (Holz) primindu electricitate de afara, de la ua a duoa machina electrica, se pune in miscare de rotatiune, cu alte cuvinte, electricitatea acestei din urma machini se transforma in miscare, care se comunica *la distantia* machinei antea. In anulu 1873, francesulu Deprez a facutu acelasi experimentu cu duoe machini dynamoelectrice Gramme in loca-

lulu Espositiuni universale din Viena. Dupa mai multe incercari, Siemens a executatu practiculu acestu transportu la distantia in proportiuni mai mari in anulu 1880 la Berlin

si in anulu 1881 la Espositiunea electrica din Paris, facendu sa circule intre duoe statiuni unu vagonu de tramway incarcatu cu omeni. De atunci incoce acestu transportu de miscare la distantia cu ajutorulu electricitati s'a incercatu si executatu practicu in tote tierile. Eca principiulu acestor dispositiuni.

La ua statiune *A* se asiedia ua machina dynamoelectrica cu curenti continui, care functionedia prin actiunea unui motoru ore-care, cu vapori, cu gazu, ua cadere de apa, seu ori ce alta potere motore. La ua a duoa statiune *B*, departata de ceea d'anteiu (incercarile s'au facutu pene la vre ua 60 kilometre) se asiedia ua a duoa machina, identica cu ceea d'anteiu. Aceste duoe machini comunica intre ele prin conductori electrici, astu-feliu in catu curentulu electricu venindu de la machin'a *A* circula prin a duoa machina *B* si o pune in miscare de rotatiune. Acesta a duoa machina pote atunci sa fia intrebuintiata ca unu motoru si sa execte unu lucru mecanicu ore care la statiunea *B*, pe cand adeverat'a potere motore se afla departe cu mai multe kilometre. Se intielege de sine co, deca machin'a *B* este asediata pe unu vagonu, acesta se va pune in miscare, transportanduse de la unu puntu la altu.

Poterea motore transportata astu-feliu la distantia scade neaparatu, si in conditiunile cele mai favorabile nu s'a potutu transporta pene astadi de catu celu multu pene la 50 seu 60% din poterea motorului primitivu. Cu tote astea acestu transportu alu poterei la distantia presinta nu numai sub punctulu de vedere alu sciintiei, dera enca mai multu practicu, ceea mai mare importantia. Sa ne

inchipuimu de ex. ua localitate, unde ne trebue ua potere motore si unde nu potemu instalà nisce motori, ca machini cu vapori, seu cu gazu, ensa dispunemu de ei la ua distantia ore-care ; duoe machini dynamoelectrice de dimensiuni convenabile si serme intinse intre cele duoe localitati voru transportà ua parte din puterea motorului acolo unde acesta potere este ceruta. Importanti'a acestui transportu se intielege enca si mai bine, cand ne gandimu, cate poteri colosale ale naturi, caderi si cursuri de ape, cari nu ne aru costà nemica, remanu neutilisate. Aceste poteri motore ale naturi de sicuru nu potu fi transportate directu la fabrici seu la alte locale, unde avemu nevoia de ele ; cu ajutorulu unei parechi, seu chiar a mai multoru parechi, de machini dynamoelectrice aceea potere pote fi transportata la diferite localitati, si fiindu co acesta potere nu este scumpa, ca motorii cu vapori seu cu gazu, ne este cu totulu indiferentu, deca prin acelu transportu alu poteri la distantia perdemu 40 ori 50 la suta din puterea primitiva

§ 32. TELEFONU, MICROFONU

Ua alta aplicatiune moderna a curentilor de inductiune s'a facutu la constructiunea *telefonelor*, inventate de americanulu *Graham Bell*, acum diece ani. Cu aceste instrumente potemu transmite la distantie mari, chiar de sute de kilometre, sunete articulate, vorba, cantece etc. Ele au primitu diferite perfectionari si forme forte variete, precum suntu acele Siemens, Ader etc. Pe langa telefone au mai fostu inventate in ani din urma si alte mici aparate, capabile sa transmitia la distantie sunete,

seu in generalu vibratiuni, si s'au numitu *microfone*, *radiofone*, etc. Aceste din urma nu presinta in realitate ua importantia mare, decatu combinate cu telefonu. Aci vomu descrie telefonulu Bell, perfectionatu de Siemens.

Acestu telefonu se compune de unu magnetu de ocielu in forma de U , incadratu intr'unu cilindru de lemnu. D'asupra polilor lui se afla cate ua bobina mica, ale caria ferulu mole formedia prelungirea polilor magnetului de ocielu. D'asupra acestor poli prelungiti, si catu se pote mai aproape, fara sa atinga, se afla ua lama elastica de feru, care se apropie fiindu atrasa de poli magnetului, seu se departedia de acesti poli prin elasticitatea ei, dupe cum variedia, adico se intaresce seu slabesce, magnetismulu in cele duoe bobine, prin urmare executa vibratiuni prin influinti'a magnetismului. Sa ne inchiuim acum la duoe statii, A si B , duoe asemenea telefone, cari comunica între ele prin serm'a de linia si prin pamentu, intocmai ca la telegrafu electricu. Deca se vorbesce, seu se produce unu sunetu d'asupra lamei elastice a telefonului A , lam'a va intrà in vibratiuni, prin urmare se va apropià si departà in succesiune rapede de polii magnetului. Acesta va priimi in consecintia slabiri si intariri, si aceste variatiuni ale magnetismului voru produce in bobine, dupe principiulu de inductiune magtica 'a lui Faraday, curenti alternativi de inductiune. Acesti curenti transmisi prin serm'a de linia la telefonu de la statiunea B , voru intari seu slabi la rondu lor magnetulu acestei statii, care va atrage, seu va liberà, lam'a elastica a lui. Acesta lama va vibrà prin urmare in unire cu lam'a de la A , si va reproduce sunetulu seu vorb'a.

Microfonulu, inventatu in acelasi timpu in forme diferite, de *Hughes* si de *Edison*, se compune in generalu de unu betisioru de carbune, asediatu slabu intre duoe capsule de metalu, seu chiar de carbune. Sa ne inchi- puimu acestu microfonu din statiunea *A*, pusu in comu- nicatiune metalica cu ua mica bateria galvanica de langa densu si cu unu telefonu (receptoru) din statiune *B*. Deca se vorbesce la *A*, in apropierea microfonului, ace- sta si cu betisioru lui de carbune intra in vibratiuni; atunci contactulu devenindu nesicuru, resistanti'a curen- tului, si prin urmare intensitatea lui, variedia, atragendu dupe sine si variatiatiuni in intensitatea magnetului din telefonu *B*, de unde urmedia vibratiunile lamei elastice a acestui din urma, synchrone cu vibratiunile microfo- nului si ale sunetului, seu a vorbei, produse la statiunea *A*. Telefonulu Ader, precum si mai tote telefonele mo- derne, suntu construite dupe acestu principiu, fiindu compuse, pentru legatur'a completa a duoe statiuni, din duoe microfone si din duoe telefone.

§ 33. TELEGRAFULI ELECTRICU SI CATE-VA ALTE APLICATIUNI ALE ELECTRICITATI

Transmisiunea electricitati prin serme conductore la distantie catu de mari si instantaneitatea cu care ea se transmite au condusu de timpuriu la ide'a de a comu- nicà semne la distantie mari si la puncturi nevisibile. Ensa acesta idea nu a ajunsu la unu resultatu practic, decatu dupe descoperirea electromagnetismului. *Gauss* si *Weber* au realizatu la 1833 celu d'anteiu telegrafu electricu la Göttingen si *Steinheil* de la München lu a

executat pe distanțe mai mari, introducându toate dispozițiile necesare, ca să poată face serviciul public, făcându totu de o dată și descoperirea importantă, că *pământul însuși poate intra în cercul conductoru alu curentului* și poate prin urmare servi ca să închidă pe acesta. Telegrafulu a început a funcționa în publicu de pe la 1838 și este una din aplicațiunile cele mai importante și mai întinse ale electricității.

O multime de sisteme de telegrafi electrici au fost inventate. Ele se pot divide în cinci grupe :

a) Telegrafi cu ace, cari suntu cei mai vechi, din cari face parte și telegrafulu cu galvanometru cu oglindă a lui Thomson, descris mai susu (§ 15), singurulu telegrafu cu ace întrebuintatu astăzi. Receptorii acestor telegrafi suntu busole seu galvanometre, ale carora ac magneticu exprimă semnele transmitatorulu prin deviațiunile sale în dreapta și în stânga, după sensulu curentulu, combinate într'unu modu convenabilu.

b) Telegrafi cu cadranu, pe cari se află înscrise literile alfabetulu, cifre și alte semne. Unu ac seu aratoru, învârtindu-se cu o iuteală destulă de mare d'asupra cadranelu, se oprește momentan înaintea literi seu semnelu care ne trebuie, astu-feliu că telegrafistulu poate să noteze pe o foaie de hârtie succesive toate literile și semnele cari compun depeși'a. Rotățiunea aculu este produsă, seu prin oscilațiunile unui pendulu, supusu la atracțiunea momentană a unui electromagnetu, care primește curentulu linii; seu printr'unu mecanismu de orologeria, unde iarăși unu pendulu, subordonatu acțiu-

nei unui electromagnetu, lucrea ca sa impiedice, seu sa despedece miscarea.

c) Telegrafi cari scriu. Unu seu mai multe condee, betie de metalu patrunse in sensulu axului lor cu unu canalu capilaru pentru a primi si da cerneala, executata cu ajutorulu unor mecanisme, in generalu forte complicate, miscari proprii, ca sa insemne pe ua foia de hartia semne scrise cu cerneala. Aceste miscari suntu comandate prin actiunea unor electromagneti, cari primescu curentulu de la manipulatoru prin serm'a de linia. Condeele ensusi nu atingu harti'a de catu numai in momentele comandate de catre electromagneti.

d) Telegrafi chimici. Si acestia scriu, difera ensa esentialu de acei cari precedu sub lit. c) prin acesta, co condeiulu se afla necontenitu in contactu cu hartia, dera nu lasa semne, de catu prin efectulu unei actiuni chimice, provocate directu prin trecerea curentulu. Pe de alta parte literile nu constitue ua trasura continua, ci se compunu de unu numeru mare de puncturi, seu trasuri mici, cari se formedia in ronduri consecutive pentru fiecare litera si simultaneu pentru tote literile scrise.

e) Telegrafi cari imprima, din cari cei mai importanti si singuri intrebuintati suntu Morse si Hughes, amendoe sisteme americane. La telegrafu Hughes, telegram'a ese de a dreptu imprimata cu litere pe ua fasia de hartia. Partile principale ale acestui telegrafu suntu: 1) unu axu verticalu, compusu din dooe parti isolate intre ele, una fixa si alta mobila, care se invertesce cu ua iutiela de vre ua 100 ori pe minutu d'asupra unui discu, ce porta unu numeru determinatu de crepaturi pe langa

periferi'a lui ; 2) unu axu orizontalu, sincronuu cu celu precedinte, la care este fixatu unu discu verticalu, ce porta pe periferi'a lui in reliefu litere si alte semne, in numeru ecualu cu crepaturile discului mentionatu mai susu ; 3) ua claviatura cu litere si semne, cari corespundu prin parghii la acele crepaturi ; 4) unu ciocanu ce se afla sub disculu literilor din No. 2 ; 5) unu axu orizontalu ce se invertesce cu ua iutiela extraordinara de vre ua 800 pene la 1000 ori pe minutu si cu care se pote cupelà momentan unu alu doilea axu, care, printr'ua proeminentia ce are pe densu, redica instantaneu ciocanulu si lu isbesce de disculu literilor, unse cu cernela, imprimanduse astu-feliu liter'a pe fasi'a de hartia, ce trece intrè discu si ciocanu ; 6) unu magnetu permanentu de ocieļu de ua potere insemnata, avendu ca prelungiri asupra polilor lui duoe bobine seu electromagneti, care trage ua parghie de feru mole si impede ca cupelarea celor duoe axe descise la No. 5. Manipulatorulu si receptorulu suntu identici, si acelasi aparatu functionedia la ua statiune, ca sa priimesca si sa tramitia depesile. Aparatele suntu regulate la cele duoe statiuni astu-feliu ca sa aiba unu mersu absolutu sincronu. Cand la statiunea *A* apesamu pe una din literele seu parghiile claviaturei (No. 3), unu verfu de metalu ese prin crepatur'a corespondenta a discului orizontalu si *atinge* partea mobila a axului verticalu (No. 1). Curentulu, stabilitu prin acestu contactu, trece succesive la elecromagneti, la serm'a de linia, la electromagnetii aparatului din statiunea a duoa *B* si la pamentu. Directiunea curentului se reguledia astu-feliu,

ca magnetismulu provocatu in electromagneti sa contrariedie momentanu pe acela a magnetilor de ocielu ; atunci pedec'a seu parghi'a de feru mole (No. 6). solicitata de unu resortu, se liberedia, cele duoe axe, mentionate la No. 5, se cupeledia si ciocanulu imprima liter'a cuvenita in amenduoe statiunile. Impresiunea unei litere se face intr'unu timpu mai scurtu de catu $\frac{1}{250}$ dintr'ua secunda.

Telegrafulu Morse represintatu in fig. 185 si 186 ; fig. 185 represinta manipulatorulu, iara 186 receptorulu.

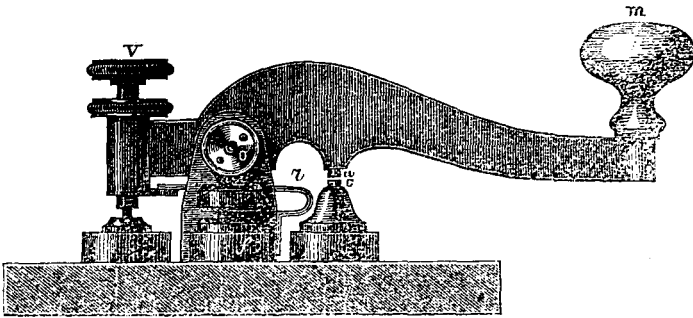


Fig. 185.

Manipulatorulu se compune de ua parghia metalica cu unu capu izolatoru *m*, ce pote oscilã pe axulu orizontalu *o* si este sustinutu de arcu *r* ; apesandu pe *m*, stabilimu contactu intre acesta parghia si reoforulu baterii, fixatu la *c*, astu-feliu in catu atunci curentulu trece la *f* si de aci la serm'a de linia, pe cand celultu reoforu alu bateriei este condusu la pamentu.— Receptorulu se compune 1) de unu mecanismu de orologiu *C* care misca duoi cilindri *r* ce tragu inainte ua fasia de hartia *hh*, infasiorata pe ua rota *R* ; si 2) de unu electromagnetu *ee*, prin care trece cu-

rentulu liniii intrandu prin *a* si esindu la *b*, de unde este condusu la pamentu. Cand inchidemu curentulu, apesandu manipulatorulu la *m* (fig. 185), electromagnetulu *e* (fig. 186) atrage bucat'a de feru *c*, fixata

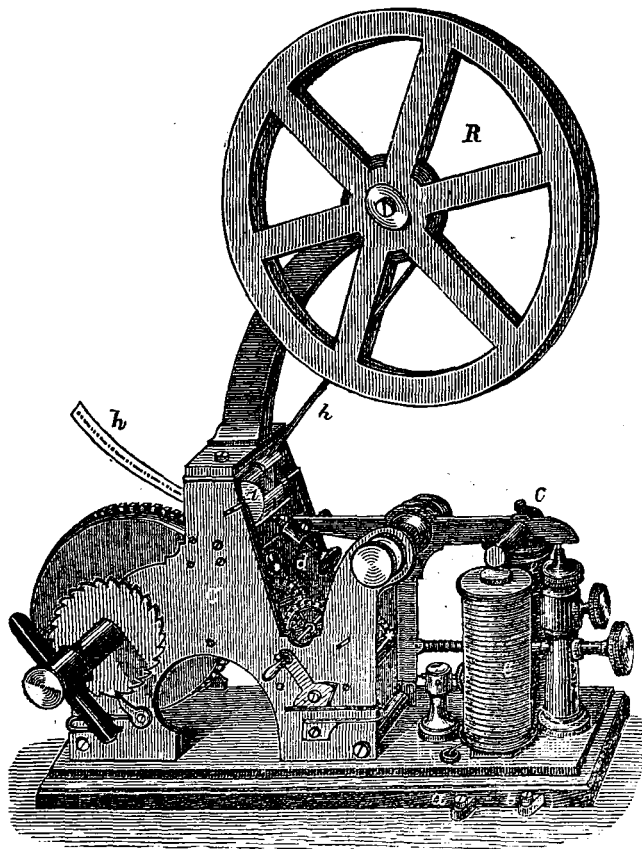


Fig. 186.

la parghi'a de alama *cd*, iara cuiulu *d* din estremi-tatea opusa impunge pe fasi'a de hartia ce trece ina-intea lui si produce pe densa unu punctu, seu ua trasura mai scurta seu mai lunga, dupe cum operatorulu de la

m a tinutu curentulu inchisu numai unu momentu, seu unu timpu mai scurtu seu lungu. Cu punturi si trasuri, combinate cate duoe, trei si patru, se formedia unu alfabetu conventionalu si astu-feliu se formedia depesi'a pe fasi'a de hartia.

Semnele produse pe fasi'a de hartia fiindu albe, potu presintà dificultati ca sa fia citite, mai cu seama noptea, si s'au propusu diferite medii ca sa se faca acele trasuri colorate. Unulu din cele mai practice este acelu ăretătu in fig. 187 propusu de francesu *Digney*; *hh*, *r*, *cd* re-represinta, ca si in fig. 186, harti'a, cilindrii cari ua tragu

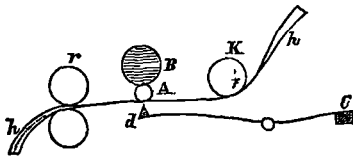


Fig. 187.

inainte si parghi'a recepto-
rului; aci s'a mai adaogatu
a) cilindru *K* care servesce
ca sa dea directiunea harti-
tiei si sa ua tina intinsa langa

discu *A*, fara ca sa lu atinga; b) unu cilindru *B* imbracatu in flanela, care este necontenitu immuiata cu ua cernela negra seu albastra, si unu discu *A* forte subtire la periferia. *A* si *B* se ivertescu prin acelasi mecanismu de orologiu care misca si cilindrii *r*, astu-feliu in catu muchi'a discului *A* este totu de una udata cu aceea cernela prin contactu cu flanel'a de la *B*. Parghi'a *cd* nu mai impunge la *r*, ci in dreptulu discului *A*, si hartia atingenduse de acesta, se formedia pe densa punturi seu trasuri colorate.

Miscarile parghiei *cd* presupunu unu electromagnetu tare si prin urmare unu curentu de ua intensitate mare, care ensusi cere pentru productiunea lui ua bateria poternica, in vederea lungimei sermei si a influentiei

conducătoare ce exercită atmosfer'ă pe serma de linia, astu-feliu în catu adesea s'ar întâmplă, ca cu ua baterie de cate-va sute de elemente Daniell sa nu potemu miscă receptorulu; pentru acesta s'a introdusu ua bucată nouă pe langa receptoru, numită *relai*. Acestu *relai*, inventatu de englesii *Cooke* și *Wheatstone*, se compune ensusi de unu electromagnetu *ee* (fig. 188) și de ua parghia forte usioră *L*, destinată numai ca sa atinga la trebu-

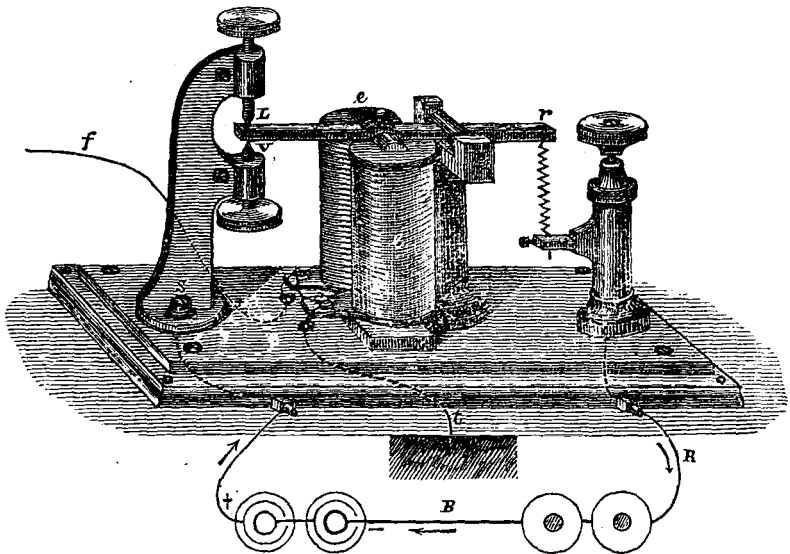


Fig. 188.

intia verfulu metalicu *v*, și pentru acesta nu se cere unu curentu de linia prea tare; elu intra prin *f* și este condusu prin *t* la pamentu. La stațiunea receptorulu *R* este *baterie locală B*, alu caria curentu circula prin receptoru și *relai*, când acestu din urma este închis la *v*, facendu drumulu $\dot{B}svLrR$.

La casu de descărcări electrice ale atmosferei se pote

întimplă ca aparatele telegrafice și operatorii să fie transmiși, electricitatea atmosferică fiind transmisă pe sarma pene în interiorul stabilimentului telegrafic. *Steinheil* a inventat un *operator de tranșet*, destinat să oprească descărcarea electrică de a intra în casă, despre care ne dă și ideea fig. 189. Pe o scândură fixată la perete sunt asediate două lame mici de metal dintiate *m*, *n* și o sarmă subțire și scurtă *s*, închisă într-un tub de sticlă. Curentul venind pe sarmă de linia *L*, trece pe lamă *m*, la sarmă *s* și de aici la receptorul *R*. La cazul unei îngrămădiri prea mari a electricității atmosferice, aceasta rupe sarmă *s* și se descarcă prin colțurile lamei *n*, fiind condusă la pământ prin sarmă *P*. Astăzi acești operatori se fac în formă pucini diferite, și se compun numai din două betii conice de alamă.

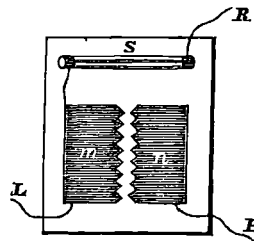


Fig. 189.

Dupe câte s'ă disu pene acum se vede, cu ori ce telegrafu electricu se compune de unu *generatoru alu curentului*, care este o baterie galvanică, sau un aparat magnetoelectric; de *chee* sau manipulatorul care variază după sistemul telegrafic; de *sarmă de linie*, obicinuțiu de fier zincat sau natural, izolată prin pahare de porțelanu pe stalpi; de *receptoru*, unde se produc semnele și care cuprinde totu de unu *electromagnetu* ce primește imediatu acțiunea curentului; în fine *pământulu* însuși face parte integrantă din cercul percurșu de curentu electricu. Fig. 190 ne dă o idee despre dispozițiunea generală; *B* este

este bateri'a, M manipulatoru, E electromagnetulu receptorului R ; L, L lame cari conducu curentulu la pamentu, un'a de la polu bateriei B si ceea-alta de la electromagnetu E . Se intielege de sine co statiunea I 'si are asemenea receptorulu seu, precum si statiunea II manipulatorulu seu,

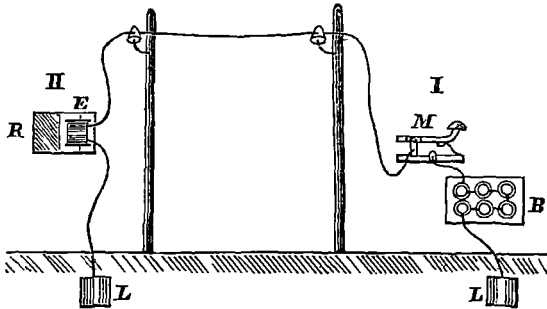


Fig. 190.

pulculatorulu seu, ca sa fia lucrarea telegrafulu reciproca; transmisiunea depechelor se pote face simultaneu pe aceeaasi serma,

ceea ce constituiesce telegrafulu numitu *duplex*.

Comunicatiunea intre dooe statii se pote enca face si prin serme submarine, numite si *cabluri*. In acesta privintia nu avemu altu de observatu, de catu co serm'a aternata la cele dooe tiermuri de mare in interiorulu apelor, cere isolatiunea ceea mai perfecta, ceea ce se face infasiorandu-o cu unu stratu grosu de gutta-percha; apoi serm'a trebuie sa presinte ua soliditate suficiente, de aceea se infasiora cu ua legatura de serme subtiri de feru. Dispositiunea unui asemenea *cablu* sub-marinu se vede in fig. 191, atatu in perspectiva, catu si in sectiune transversala.

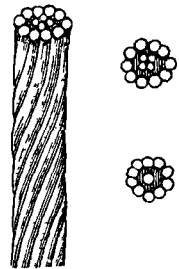


Fig. 191.

Cablurile submarine presinta dificultati mari la transmiterea curentilor, din caus'a inductiuni electrostatice,

produse asupra substantiilor izolatore, ce inconjora serm'a cablului intocmai ca la condensatorii electrici, seu butile de Leyden. Acesta electrisare prin influinti'a cablului nu numai co leaga in mare parte curentulu transmisu, făcendu-lu ineptu de a lucrà cu destula intensitate la receptoru , dera enco contrariedia si pe curentulu urmatoru, aducendu astu-feliu ua confusiune la productiunea semnelor. S'au intrebuintiatu in practica diferite mediuloce pentru a inlaturà acestu reu, çari mai tote au fostu propuse de englesu *Varley* , unu din cele mai bune fiindu condensatorulu lui Varley. Fig. 192 areta una din combinatiunile condensatorulu

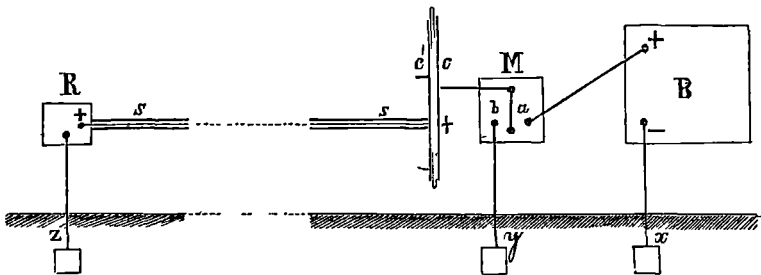


Fig. 192.

cu cablu si cu aparate. *B* represinta bateri'a ; *M*, manipulatorulu ; *CC'*, condensatorulu de ua suprafecia forte mare, ca de 4000 metre patrate ; *ss*, cablulu ; *R*, receptorulu ; *x*, *y*, *z* comunicatiuni cu pamentu. Manipulatorulu *M* pote pune armatur'a *C* a condensatorulu in comunicatiune, dupe voe, seu cu bateria prin bucat'a metalica *a*, seu cu pamentu prin bucat'a *b*. Reoforulu negativu alu baterii este condusu la pamentu la *x*. Cand inchidemu la *a*, curentulu positivu alu baterii incarca armatur'a anteriora *C* a condensatorulu. Electricitatile

se descompune in armatur'a posteriora C' si in serm'a cablului. Electricitatea pozitiva, respinsa, ajunge la receptoru R , aduce efectulu cuvenitu si curge la pamentu la z ; aceea negativa remane legata pe armatur'a C' , pene cand manipulatorulu M , inchisu la b , pune in comunicatiune cele duoe armature prin pamentu la y , le descarca pe amenduoe si le prepara pentru curentulu urmetoru care vine de la bateria, cand inchidemu din nou manipulatorulu a .

Electromagnetii au gasitu enca aplicatiuni la constructiunea *orologiilor electrice*, astu-feliu in catu se pote stabili unu sincronismu perfectu intre mai multe orologii dintr'unu orasiu; la constructiunea *chronoscopelor*, destinate ca sa mesore intervale de timpu forte scurte, intrebuintiate la balistica, ca sa determine experimentalu iutiel'a proiectilelor; la constructiunea *aparatorilor de inregistrare* pentru observatiuni meteorologice si mai alesu astronomice, precum se afla astadi stabilite asemenea aparate galvanice mai la tote observatoriile din lume. Descriptiunea acestor si altor asemenea aplicatiuni nu mai tine de fizica generala, ci trebuesce espusa la fia-care stiintia in parte, unde se aplica electromagnetismu.

§ 34. ELECTRICITATE ATMOSFERICA.

Electricitatea machinilor nostre o gasimu gata in atmosfera. Fulgerulu si trasnetulu presintandu analogii mari cu descarcari electrice, au desceptatu de timpuriu atentiunea fisicilor; dera trebuiã mai inainte probata existenti'a electricitati in atmosfera. *Franklin* in America

si, dupe invitatiunea lui, francesulu *Dalibard*, au probatu-o. Franklin a intinsu unu smeu de pëndia in locu de hartia, armatu cu unu verfu metalicu, si a potutu scote scantei electrice din extremitatea inferiora a sferei, dupe ce acesta fiindu ploata a devenitu unu bunu conductoru. Electricitatea nuorului ce trecea d'asupra verfului din smeu a atrasu catre sine electricitatea contraria si a respinsu catre partea inferiora a sferei electricitatea de acelasi feliu cu a nuorului.

Electricitatea se gasesce si in atmosfera senina, precum a probatu-o italianulu *Beccaria*; atmosfer'a este totu de una electrisata *positivu*, iara suprafeci'a pamentului *negativu*. Causele principali cari aducu acesta stare electrica suntu dooe: 1-iu *evaporatiunea* pe suprafeci'a pamentului care este mai mare vera decatu iarna; vaporile cari se redica susu suntu incarcate cu $+E$; acestu faptu a fostu descoperitu de *Volta*. 2-lea *vegetatiunea*. Pouillet a aretatu co in timpul vegetatiuni se produce electricitate $+$ care merge la vaporile din atmosfera si $-E$ care remane pe pamentu. Electroscope simtitoare, armate cu verfuri lungi in partea superioara a lor si espuse in locuri deschise, servescu la constatarea electricitati atmosferice.

Vaporile de apa cari se afla in atmosfera suntu purtatorii electricitati $+$ si condensenduse in nuori, se cumuledia si electricitatea pe densi. Cand unu nuoru *A* incarcatu cu multa $+E$ se apropie de alti nuori, seu de alte obiecte dupe suprafeci'a pamentului, le influintiedia, respinge $+E$ si atrage catre sine $-E$ descompusa; cand apropierea este destulu de mare intre nuoru *A* si celu

altu objectu, in catu aerulu dintrè ele sa nu presinte ua izolatiune suficienta, atunci se va produce ua descarcare electrica, numita *fulgeru* cand se face intre nuori, iara *trasnetu* cand se produce intre nuoru si pamentu. Acesta descarcare este insocita de detonatiunea obicinuita a scanteilor electrice, care aci porta si numele de *tunetu*.

Efectele trasnetului suntu ingrozitoare si cunoscute de tota lumea ; trasnetulu isbesce obicinuitu in verfurii inalte, arbori izolati, mase mari metalice, farima conductorii cei rei ce i se presinta in drumu, topesce pe cei buni, ataca suprafeci'a corpurilor animale si paralisedia sistem'a nervosa, aducendu obicinuitu mortea instantanea. Adesea trasnitii cadu fara sa fia isbiti directu, dera prin efectulu unei contusuni, unei comotiuni mai usiore, seu chiar si alu simplei sparieturi ; atunci se pote aduce unu ajutoru prin frecari cu amoniacu, stropire cu apa rece si espunere la aeru liberu. Trasnetulu isbindu in mase de nisipu, lu topesce partialu si formedia tuburi gaurite presintandu ua glasura in interioru, ce s'au numitu *fulgurite*.

§ 35. APERATORU DE TRASNETU.

Americanulu *Franklin* a descoperitu mediulu de a apera edificii de trasnetu, basatu pe proprietatea ce au verfurile de a impededã ingramedirea electricitati pe corpulu d'asupra carui ele suntu fixate ; dispositiunea acesta s'a numitu *paratonnerre* seu *aperatoru de trasnetu*. S'au facutu multe studii, si multe reguli au fostu prescise, pentru asiediarea ceea mai nemerita si mai practica a aperatorilor de trasnetu ; eca ua idee despre

aceste reguli date la diferite epoce de Academi'a de sciintie din Paris si de alti invetiati si corpuri invetiate.

La partea ceea mai inalta a invelitorei edificiului se asiedia ua verga solida de feru cu sectiune patrata, seu rotunda, cu bas'a superioara pucinu mai angusta de catu aceea inferioara, lunga de vre ua 4—5 metre si avendu diametrulu basei de josu ca de 2—5^{cm} (fig. 193). La extremitatea superioara se afla insiurupata ua verga de alama pucinu conica si lunga de vre ua 6 decimetre, pe care este lipitu cu argintu unu verfu de platina lungu de 5^{cm}; partea lipita este incongiurata cu unu inelu de alama. Acestu aperatoru de trasnetu este pusu in comunicatiune cu pamentu printr'ua sina de feru vapsitu, seu serma de cupru; sin'a se termina cu ua tabla, seu cu mai multe, ingropate in adencimea unui putiu care nu seca vera, seu intr'ua gropa adenca care se conserva totu de una umeda. Invelitorea metalica a edificiului, precum si mase mari metalice ce s'aru afla in interiorulu lui, trebuescu puse in ceea mai perfecta comunicatiune cu verga aperatorului.



Fig. 193 Electricitatea provocată asupra edificiului la apropierea unui noru electricu se scurge prin paratoneru care opresce ingramedirea electricitati pe densu si prin urmare nu lasa sa se faca descarcarea violinte sub forma de trasnetu. Se intielege de sine co paratonerulu da scurgere nu numai electricitati din edificiu, care ar fi pucina, dera enca si acei din interiorulu pamentului care se rapede catre edificiu, ca catre unu puntu proemi-
mentu alu pamentului.

Eficacitatea aperatorului de trasnetu se marginesce la unu spatiu impregiurulu vergelei scose d'asupra invetitorei de ua radia care este celu multu induoitulu lun-gimei vergelei ; de aceea pe case mari se ceru mai multi asemenea a operatori de trasnetu. Se intielege co efectulu lor incetedia, cand comunicatiunea cu pamentu este intrerupta, seu deca in apropierea lor suntu parti proemi-nente ale edificiului, seu chiar alte edificii mai inalte; atunci ar trebui ca si aceste obiecte inalte sa 'si aiba aperatorii lor.

§ 36. LUMINA SEU AURORA POLARA

Lumin'a polara, numita si *aurora boreala*, este unulu din meteorele cele mai frumoase, se vede raru in regiunile nostre, adesea ensa in tierile nordice, seu in acele despre polu sudu. Intensitatea fenomenului este forte variabila si raru se vede in tota perfectiune atatu in privinti'a colorilor, catu si a radiarei si a estensiunei ce ia in firmanentu. Obicinuitu catre sera dupe apusulu sorelui se observa la nordu langa orizontu, in *directiunea meridianului magneticu*, unu velu subtire si negriciosu printre care se cunosc stelele si d'asupra lui se vede ua banda de ua lumina slaba care marginesce acelu velu si i da form'a unui segmentu de cercu ; in curend acesta banda luminosa se intinde, casciga in inaltime si tota partea cerului despre nordu se afla incinsa de ua lumina ce falfae si da radie divergente in tote directiunile (fig. 194); aceste radie paru co pleca tote de la unu punctu sub orizontu, aretatu de *magnetulu busolei de inclinatiune*. Colorea variedia de la albu la rosiiu, pur-

puriu, galbenu si verde. Cand fenomenulu se presinta cu tota splendoru lu, atunci radielu atingu zenitulu, trecu chiar peste densu si formedia *coron'a*, cand atunci lumin'a incepe a dispore. Peste totu timpulu catu sta fenomenulu si chiar inainte de a incepe, *aculu magneticu* este devietu din pozitiuinea lu si se afla in miscare continua de oscilatiune.

Natur'a acestui meteoru si causele cari lu producu suntu enca pucinu cunoscute si cu tote co exista ua li-

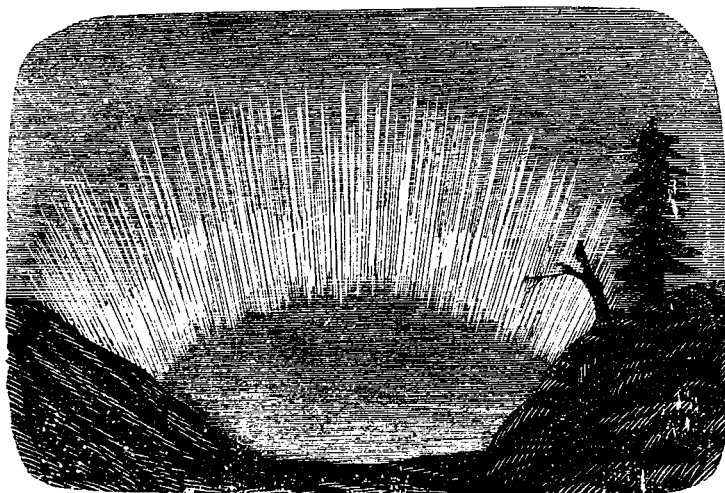


Fig. 194.

teratura intinsa asupra lu, totusi ena nu avemu de catu .numai conjecture asupra luminei polare. Unii, avendu in vedere legatur'a ce exista intre acesta si magnetismulu pamentulu, au consideratu-o ca unu meteoru magneticu, mai alesu dupe ce Faraday a aretatu co magnetismulu are ua influentia asupra luminei, si Humbold care represinta acesta teoria considera lumin'a polara ca *descarcarea* (adico ecilibrarea) unei

furtune magnetice, întocmai precum se face ecilibra-
rea electricitatilor contrarii prin productiunea fulgerului.
Alti gasescu ua analogia între aurora boreala si des-
cargarea electricitati prin verfuri si, avendu în vedere co
atatu atmosfer'a catu si pamentulu au totu de una elec-
tricitati contrarii, o declara ca unu fenomenu electricu.
Conexiunea ce exista între acesta si magnetismu s'ar
esplicà atunci prin influinti'a ce electricitatea este in
stare sa produca asupra magnetismului. *De la Rive* din
Geneva care represinta acesta teoria o resuma astu-feliu.
Se scie co la regiunile ecuatoriale ale pamentului, unde
caldur'a este mare si evaporatiunea abundenta, se pro-
ducu curenti ascendenti cari redica in susu aerulu caldu
si dilatatu impreuna cu vapori de apa. Aerulu caldu si
cu vaporile de apa se reversa de acolo catre cei duoi poli
ai pamentului, producendu curentii superiori, cunoscuti
din geografia fisica, cari catre regiunile polare se lasa in
josu, pene chiar la suprafeci'a pamentului. Vaporile de
apa venindu astu-feliu catre locuri mai reci, se condensa
progresivu, transformanduse chiar in ace de gietia. Dera
impreuna cù vapori se condensa si electricitatea atmosfere-
rica purtata de ele, precum amu vediutu mai susu, si
acesta electricitate positiva a acelor de gietia se des-
carca continuu catre electricitatea negativa a pamen-
tului, producendu fenomenulu luminei polare. In partea
inferiora a atmosferei, langa suprafeci'a pamentului de
pe la poli, acele de gietia aflanduse in numeru mai mare
si mai desi, formedia ca unu feliu de velu mai pucinu
transparente, prin care nu pote strabate lumin'a slaba a
meteorului. si astu-feliu s'ar produce segmentulu obscuru

de sub auror'a polara. Se intielege ensa co si acesta esplicatiune represinta ua coordinare ingeniosa de fapte si de hypotese, cari lasa enca multe lacune in privinti'a unei cunoscintie profunde a fenomenului in tote fazele lui. Mai este enca de observatu, co la latitudini geografice mai mari de catu $66\frac{1}{2}$ lumin'a polara se vede spre Sud.

SECTIUNEA V



CALDURA

§ 1. NATUR'A CALDUREI; TERMOMETRU

Simțirea noastră deosebesce corpuri *calde* și *reci*. Când unu corpu rece se încaldiesce, totu de ua data se și *dilata* și deca se încaldiesce prea multu se pote în-templă ca sa'si *scambe* natur'a lui, starea lui de agregatiune. Caus'a care produce aceste fenomene o numim *caldura*.

Causele cari producu *caldura* suntu diferite ; acesta se pote gasi gata în natura, seu ne o potemu procură noi artificial, obicinuitu prin *combustiune*. Natur'a *caldurei* ne este necunoscuta și nu potemu face de catu numai hypotese asupra ei ; ceea mai probabila din ele și mai în armonia cu starea actuala a cunoscintielor nostre este necontestatu aceea a undulatiunilor, pe care o vomu desvoltă mai pe largu la teori'a *luminei*. Dupe acesta, *caldur'a* s'ar produce prin vibratiunile unui *eteru*,

adico ale unei materii foarte subtile, ce s'ar află respandita in tota natur'a si in spatiile intermoleculare ale tuturor corpurilor.

Tote corpurile dilatanduse prin caldura, dilatatiunea acesta ne da unu mediulocu ca sa mesuramu gradulu de caldura, seu *temperatur'a* lor; instrumentele destinate pentru acesta s'au numitu *termometre*.

Termometrulu, inventatu de *Cornelius Drebbel* din Suedia, se compune de unu tubu de sticla *A* (fig. 195) cu unu rezervoriu *R*, este golitu de aeru si inchisu la amendoue capete, are intr'ensu mercuriu si porta ua scara arbitraria, obicinuitu centesimala. Ca sa facemu termometrulu, ne procuramu anteu unu tubu capilaru de stecla *B*; ne incredintiamu co diametrulu interioru alu lui este acelasi peste tota lungimea lui, plimbandu ua colona mica de mercuriu, care trebue sa conserve pretutindeni aceeasi lungime; lipimu in partea inferiora rezervoriulu *R*, iara in aceea superiora pe acela *C* cu verfu subtire si deschisu; incaldimu tubulu pe lampa, astu-feliu in catu aerulu dintr'ensu dilatanduse ese partialu afara; cufundamu verfulu *C* intr'unu vasu cu mercuriu curatu si atmosfer'a apesandu pe suprafeci'a lui, lu redica in tieva si o umple partialu cu mercuriu; repetindu acesta operatiune de cate-va ori, vomu umplea tubulu cu mercuriu si pe cand

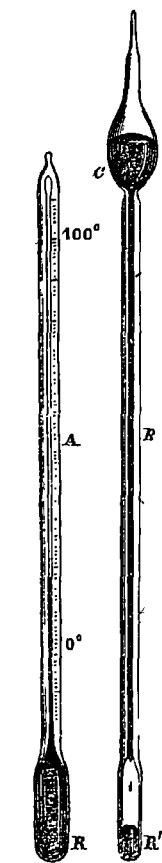


Fig. 195.

acesta ferbe, topimu sticl'a imediatu sub rezervoriu *C*.

Ca să gradăm termometrul, ne procurăm două *puncturi fixe* și împărțim intervalul dintre ele în părți egale. Puncturile fixe sunt obicinuți 1) *punctul de gietie*, adică acela la care apă îngietă sau gietă se topește; acesta se determină punând termometrul într-un vas cu gietie și însemnând pe densu cu 0° punctul pene la care s'a *contractat* mercuriul. 2) *Punctul de ferbere* alu apei, pentru determinarea carui se pune termometrul într-un vas specialu d'asupra apei care ferbe în spațiul ocupat de vapori ferbinti, pentru cote apele nu ferbu la aceeași temperatură, din cauză c'ocupă în soluțiune diferite substanțe solide; deosebitu de acesta presiunea barometrică trebuie să fie de 760^{mm} , sau de nu, se face o corecțiune mică.— Însemnăm atunci și pe acestu punct, obicinuți cu 100° , dividem spațiul dintre ele în 100 părți egale și prelungim aceste divisiuni în susu de 100° și în giosu de 0° , considerându gradele sub 0° ca negative și ca grade de frig. Acestu termometru s'a numit *centesimalu* sau *Celsius*, după numele fizicului Suedianu care a introdus această divisiune. Danesulu *Réaumur* a împărțit același spațiu în 80° , iară germanulu *Fahrenheit* în 180° . *Fahrenheit* a luat ca punct inferior, sau 0° , temperatură produsă de o *amestecatură frigoriferă*, a însemnatu punctul la care se topește gietă cu 32° și pe acela la care ferbe apă cu 212° . După acestea este lesne să transformăm gradele după aceste diferite scări, pentru c': $80^{\circ}R = 100^{\circ}C = 180^{\circ}F$, sau $4^{\circ}R = 5^{\circ}C = 9^{\circ}F$, unde trebuie să ne aducem aminte c'la transformarea în grade *F* trebuie să adăugăm 32° .

Termometrulu cu mercuriu este celu mai comunu si celu mai exactu, pentru co dilatatiunea acestui licidu este ceea mai uniforma; ensa intrebuintiarea lui este limitata intre -39° si $+360^{\circ}C$, pentru co mercuriulu ingietia in giosu de -39° si ferbe in susu de $+360^{\circ}$ si prin urmare aretarile lui incetedia de la acele grade inainte. Pentru temperature superioare, cari ensa nici ua data nu potu fi determinate exactu, ne servim de termometre metalice, seu cu aeru, numite si *pyrometre*; iara pentru acele inferioare servescu termometre cu alcoolu, seu cu sulfuru de carbune.

Mai este enca de observatu co punctulu 0° , prin urmare si tote cele alte grade, se inaltia pucinu cu timpu, adico unu termometru gradatu indata dupe ce a fostu umplutu areta $1^{01}/_2-2^{\circ}$ dupe cati-va ani, cand lu punemu in gietia care se topesce, probabilu din cauza co rezervoriulu lui a fostu pucinu comprimatu prin presiunea atmosferica, la care nu mai resista aerulu interioru scosu la constructiunea termometrului.

§ 2. DILATATIUNEA CORPURILOR PRIN CALDURA

Cand unu corpu se dilata prin caldura, atunci potemu sa consideramu si sa ceremu a determinã dilatatiunea totala seu *cubica* a lui, seu ne potemu margini la dilatatiunea in lungime seu *lineara*, cand cele alte dimensiuni suntu mici pe langa lungime, precum suntu vergele de diferite substantie. Cantitatea cu care se dilata unimea de lungime (respectiv de volumu) a unei substantie incaldite cu $1^{\circ} C$, se numesce *coeficientu de dilatatiune liniara* (resp. *cubica*).

Coeficientulu de dilatațiune cubica este intreitu de catu acela de dilatațiune liniara. Deca insemnamu cu l latur'a unui cubu facutu dintr'ua substantia ore care, cu δ coeficientulu de dilatațiune liniara a acestei substantie, latur'a cubului incalditu cu l^0 va fi $l + \delta l$ si volumulu cubului la duoe temperature diferindu intre ele cu l^0 va fi respective

$$l^3 \text{ si } (l + \delta l)^3,$$

iara diferinti'a

$$(l + \delta l)^3 - l^3 \text{ seu } 3\delta l + 3\delta^2 l + \delta^3$$

va represintă cantitatea cu care a crescutu volumulu primitivu incalditu cu l^0 , adico coeficientulu de dilatațiune cubica. Acum δ fiindu ua fractiune forte mica, precum vomu vedea mai la vale, poterile lui, δ^2 si δ^3 , potu fi lepadate in espresiunea de mai susu si atunci remane $3\delta l$ ca coeficientu de dilatațiune cubica.

Deca insemnamu cu δ coeficientulu de dilatațiune liniara a unei substantie, lungimea ei l la temperatur'a l^0 va cresce cu $l\delta$ pentru fie-care gradu cu care o incalzim, iara la t^0 va cresce cu $l\delta t$ si lungimea totala L la temperatur'a t^0 va fi:

$$L = l + l\delta t \text{ seu } L = l(1 + \delta t).$$

De aci resulta enca prin impartire :

$$l = \frac{L}{1 + \delta t}, \text{ seu aproximative } l = L(1 - \delta t),$$

care formula ne da lungimea unei substantie la l^0 , cand i cunoscemu lungimea la t^0 .—Totu aceeasi formula de mai susu resolvata despre δ ne da

$$\delta = \frac{L - l}{lt},$$

prin care putem afla coeficientul de dilatațiune lineara a unei substantie, mesurandu-i lungimea la temperaturile 0° si t° .

Formule analoge cu acestea gasim si despre coeficientii de dilatațiune cubica. Insemnandu cu v_0 si v_1 volumulu unei substantie la temperatur'a 0° si t° , prin α coeficientulu de dilatațiune cubica, vom avea ca si mai susu $v_1 = v_0 + v_0 \alpha t$, seu $v_1 = v_0 (1 + \alpha t)$.

De aci resulta iara :

$$v_0 = \frac{v_1}{1 + \alpha t}, \text{ seu aproximative } v_0 = v_1 (1 - \alpha t).$$

Asemenea va fi si

$$\alpha = \frac{v_1 - v_0}{v_0 t}$$

§ 3 DILATATIUNEA SOLIDELOR

Dilatațiunea solidelor se pote areta prin *inelulu lui S' Gravesande*, unu inelu prin care pote sa treca unu glo-

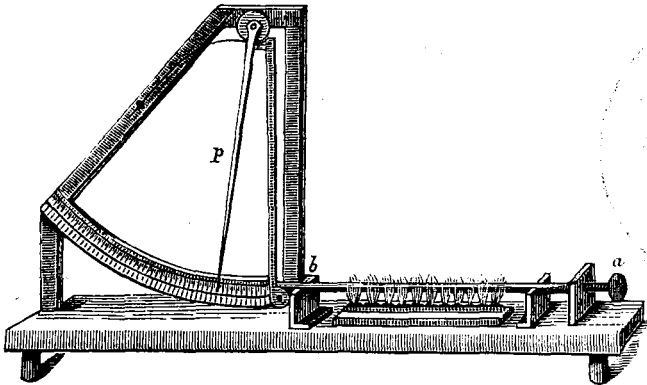


Fig. 196.

buletii de metalu rece, iara caldu nu mai trece.

Dilatatiunea se pote vedea si mai bine si pote chiar sa fia mesurata printr'unu astu-feliu numitu *pyrometru metalicu* (fig. 196) in care ua verga de metalu *ab*, fixa la unu capu si incaldita, se dilata spre *b*, lucrandu asupra unei parghii rectangulare *p*.

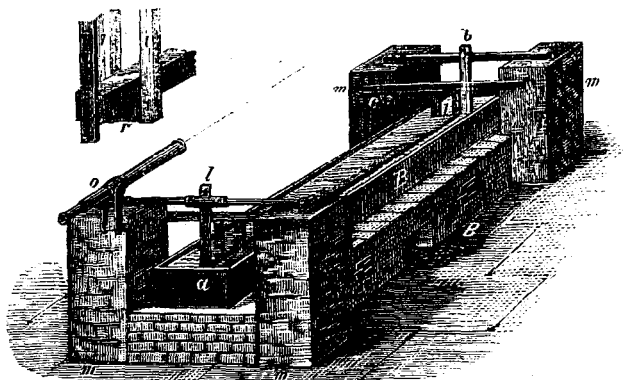


Fig. 197.

Ca sa mesore dilatatiunea intr'unu modu mai exactu, *Lavoisier* si *Laplace* s'au servitu de dispositiunea aretata in fig. 197 si 198. Intre patru stalpi solidi de petra *m* se afla ua baia *B*, in care potemu avea dupe voia

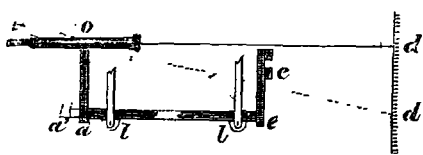


Fig. 198.

temperatur'a 0^0 , seu ua alta t^0 mesorata exactu prin termometre. Punemu verg'a, taiata din substanti'a caria se cere coeficientu de dilatatiune liniara, in aceea baia, aternandu-o de patru betie de sticla *l, l*, precum se vede la *l'*. Estremitatile acestei vergele atingu, cand temperatur'a este 0^0 , una de ua tabla de sticla *b*, sprijinita in dosu cu ua lama transversala *c*; cea alta extremitate atinge ua lama verticala *a*, mobila impreuna cu ochianu

o in giurulu unui axu orizontalu. Cand verg'a din baia se dilata, extremitatea libera a ei impinge lam'a α spre α' (fig. 198), prin urmare axulu ochianului se inclina pu-cinu si observatorulu nu mai vede punctulu d alu unei mire departate, ci pe acela d' . Deca mesoramu inaltimea instrumentului ao , distanti'a mirei od si lungimea dd' , vomu putea determinã dilatatiunea aa' a vergelei ae prin asemenarea triunghiurilor oaa' , odd' , care ne da :

$$aa' = \frac{oa \times dd'}{od}$$
 Impartindu pe aa' cu lungimea vergelei ae si cu gradele de temperaturã t^0 , vomu avea coeficientulu cerutu de dilatatiune liniara $= \frac{aa'}{ae \times t^0}$.

Englesii *Ramsden* si *Boy* au aretatu ua metoda mai precisa pentru determinarea coeficientului de dilatatiune liniara a solidefor. Din trei bai A, B, C (fig. 199), asiediate pe ua mesa, cele duoe din margine A si C cu-

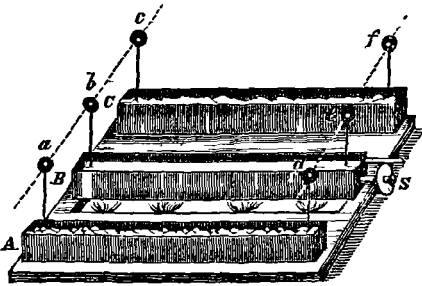


Fig. 199.

prindu duoe vergele de feru de aceeași lungime, iara in baia din mediulocu B se pune verg'a cu care experimentamu. Aceste vergele porta la extremitatile lor betie verticale $a,$

b, c si $d, e, f,$ cari se afla cate trele in linia dreapta, cand punemu gietia in acele bai, adico cand vergelele se afla la temperatur'a 0^0 . Ca sa cunoscemu acesta, betiele $a, b,$ porta in partea superioara discuri mici gaurite, seu microscope, cu ajutorulu carora aliniamu extremitatile $a,$

b, c si d, e, f . Verg'a din bai'a B se rezima cu capulu din stenga b la verfulu unui siurupu care patrunde din afara in baia si s'a lasatu in figura; iara betiulu din dreapta e se pote miscà pe acesta verga printr'unu siurupu micrometricu s ce se afla in dreapta. Gieti'a se conserva in totu timpulu operatiunei in baile A si C , iara in bai'a din mediulocu se pune apa, care se incaldiesce cu lampi ce se afla sub densa pene la ua temperatura determinata; atunci verg'a dilatanduse, se va intinde la dreapta si disculu e va esi din lini'a dreapta df cu ua catime pe care ua potemu mesurà, miscandu inderetu betiulu e prin siurupulu micrometricu s . Cunoscendu cu precisiune lungimea primitiva a vergelei $= ad = cf$, temperatur'a t^0 si dilatatiunea mesorata cu micrometru, potemu lesne sa calculamu, ca si mai susu coeficientulu de dilatatiune.

Cunoscendu dilatatiunea liniara unei substantie, potemu sa determinamu pe aceea a altora cu *pyrometrulu lui Borda* (fig. 200). Duoe vergele de metalu, fixate la unu capu cu siurupuri, se potu miscà liber la



Fig. 200

celu altu capu, unde porta ua divisiune potendu servi ca *vernieru*. Deca nul'a acestor divisiuni coincide la 0^0 si insemnamu atunci lungimea cu l , iara cu x diferinti'a de lungime observata la temperatur'a t^0 , si cu α, α' coe-

ficientii respectivi de dilatațiune liniara, vomu avea :

$$l(1 + \alpha t) - l(1 + \alpha' t) = x,$$

seu

$$lt(\alpha - \alpha') = x,$$

care formula ne da α' , cand cunoscemu pe α .

Dulong si *Petit* au datu ua metoda pentru a determina directu coeficientulu de dilatațiune cubica a solidelor, care ensa presupune cunoscutu coeficientulu de dilatațiune alu mercuriului. Corpulu cantaritu se asiedia pe patru verfuri in mediuloculu unui tubu de sticla (fig. 201) la care se lipesce apoi unu verfu capilaru. Tubulu



Fig. 201.

se umple la 0^0 cu mercuriu cantaritu. se incaldiesce la t^0 , cand

atunci ese ceva mercuriu, care se cantaresce. Ecualitatea servindu pentru determinarea coeficientului cerutu se formedia astu-feliu : volumulu mercuriului esitu la temperatur'a t^0 este ecualu cu dilatațiunea corpului la t^0 , plus dilatațiunea mercuriului la t^0 , minus dilatațiunea sticlei totu la t^0 ; pentru co sticl'a marindu-si volumu, nu a lasatu sa iasa totu mercuriulu impinsu afara prin dilatațiunea corpului si a mercuriului ensusi. Deca insemnamu cu $P, d, x; P', d', D$ greutatea, densitatea si coeficientulu de dilatațiune cubica a corpului si a mercuriului, cu Δ dilatațiunea sticlei si cu p greutatea mercuriului esitu la t^0 , atunci volumele mercuriului esitu, alu corpului, alu mercuriului din untru la inceputulu operatiunei, si volumulu sticlei, tote la temperatur'a 0^0 , vor fi esprimate respectivé prin caturile :

$$\frac{p}{d'}, \frac{P}{d}, \frac{P'}{d'}, \frac{P}{d} + \frac{P'}{d'};$$

iară cantitățile cu cari s'au dilatat aceste volume, încălzite la temperatură t^0 , voru fi după formulele de mai sus (§ 2)

$$\frac{p}{d'} Dt, \frac{P}{d} \alpha t, \frac{P'}{d'} Dt, \left(\frac{P}{d} + \frac{P'}{d'} \right) \Delta t,$$

și ecualitatea de mai sus se va scrie prin urmare :

$$\frac{p}{d'} + \frac{p}{d'} Dt = \frac{P}{d} \alpha t + \frac{P'}{d'} Dt - \left(\frac{P}{d} + \frac{P'}{d'} \right) \Delta t.$$

Această ecualitate cuprinde pe lângă necunoscută cerută α și necunoscutele D și Δ . În ceea ce privește coeficientul de dilatațiune D alu mercuriului, vomu aretă mai la vale metodele prin cari a potutu fi determinat directu ; Δ se afla făcendu ua operațiune prealabilă, în care corpulu introdusu este totu de sticlă ; atunci ecualitatea de mai sus se va scrie :

$$\frac{p}{d'} + \frac{p}{d'} Dt = \frac{P}{d} \Delta t + \frac{P'}{d'} Dt - \left(\frac{P}{d} + \frac{P'}{d'} \right) \Delta t$$

și va determină pe Δ .

Corpurile solide se dilată forte pucinu, dilatațiunea ensă crește în genere cu temperatura. Eca câte-va coeficienți de dilatațiune liniară :

sticlă	între	0,0000081	și	0,0000091
platina	»	0,0000085		
ocielul și feru	»	0,0000107	și	0,0000123
șuru	»	0,0000145	și	0,0000156
cupru	»	0,0000171		
alama	»	0,0000187		
argintu	»	0,0000190		
plumbu	»	0,0000285		

Diferita dilatațiune a metalelor gasesce diferite aplicațiuni practice, între alte la facerea pendulelor de compensațiune pentru cronometre, la termometre metalice, pyrometre etc. Pyrometrulu lui Borda (fig. 200) ne da mediulu de a determina temperatu'a t , cand cunoscemu coeficientii de dilatațiune α și α' , cu ajutorulu ecualitati de mai susu

$$t(\alpha - \alpha') = x.$$

Fig. 202 reprezinta unu termometru metalicu forte sim-titoru alu lui *Bréguet*. Ūa lama de trei metale, platina, auru și argintu, invertita in forma de spirala, porta unu acu in partea inferora și lu misca la dreapta seu la stenga, dupe cum ea se sucesce, in urma dilatațiunei (resp. contractiunei) argintulu, care este mai mare de catu aceea a platinei; aurulu ser-vesce ca mediulocitoru între platina și argintu.

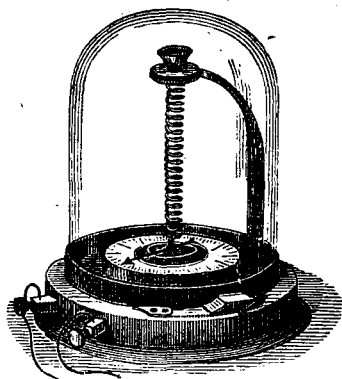


Fig. 202.

§ 4. DILATAȚIUNEA LICIDELOR

Mesur'a dilatațiunei ligidelor presinta dificultati din cauza co și vasele in cari le punemu se dilata ; vomu gasi dera pentru licide totu de una va dilatațiune *aparinte*, mai mica de catu aceea adeverata numita și *absoluta*. Deca cunoscemu dilatațiunea vasulu, adaogandu-o la aceea aparinte a ligidulu, vomu avea dilatațiunea absoluta a acestui din urma.

Dulong si *Petit* au gasitu ua metoda pentru a determina direct dilatatiunea absoluta a licidelor, de ex. a mercuriului. Aparatul destinat pentru acesta se compune de duoe tuburi de sticla *A*, *B* (fig. 203) cari comunica printr'unu tubu capilaru orizontalu *c*; aparatulu se asiedia orizontalu prin nivelele n, n' ; tubulu *A* este

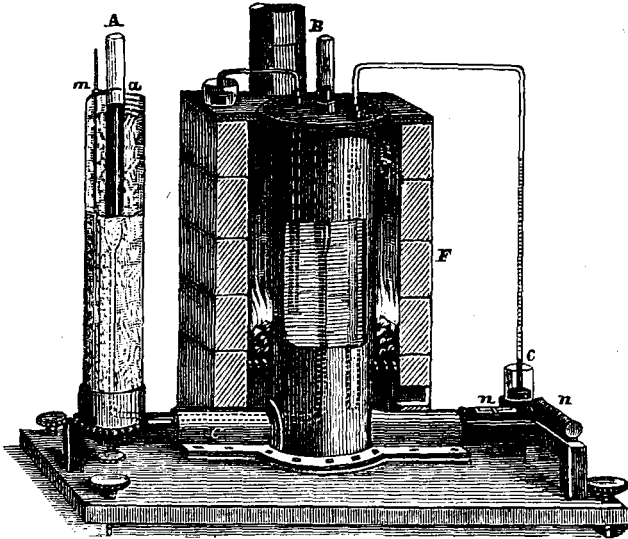


Fig. 203

incongiuratu cu gietia, iara *B* de ua baia de apa seu de untu de lemnu incalditu prin furnalu *F*; termometre speciale (de aeru) areta temperatur'a. Inainte de a incepe operatiunea, se mesora cu precisiune distanti'a de la axulu tubului orizontalu *c* pene la ua marca fixa *m*; apoi se mesora diferintiele de nivelu intre *a*, *b* si marc'a *m* si prin scadere se pote afla inaltimea *h* a colonei reci din *A* si aceea *h'* a colonei calde din *B*, socotite de la axulu tubului *c*. Deca insemnamu cu *v*, *v'* volu-

mele celor două colone h și h' de ua aceeași secțiune, coeficientulu de dilatațiune cerutu va fi :

$$\alpha = \frac{v' - v}{vt}.$$

Pe de alta parte insemnandu cu d, d' densitatea licidului rece și caldu, vomu avea :

$$v : v' = d' : d \text{ și } h : h' = d' : d,$$

de unde

$$v : v' = h ; h'$$

și prin urmare

$$\frac{v' - v}{v} = \frac{h' - h}{h}.$$

Substituindu in valoarea lui α , va fi

$$\alpha = \frac{h' - h}{ht}.$$

Régnauld a perfectionatu multu acesta metoda, ena aparatele lui suntu de ua complicațiune estrema. *Militer* din Berlin a aretatü in anii din urma ua metoda totu asia de simpla catu și exacta, care constä intru a umplea cu mercuriu două tuburi barometrice in forma de sifonu, a pune pe unulu in gietia și pe celu-altu intr'ua baia calda, in fine a mesorä colonele barometrice din cari una este la 0^0 și ceea-alta la t^0 ; calculu este ca și mai susu.

Dupe aceste diferite metode s'a gasitu co coeficientulu de dilatațiune absoluta a mercuriului este $\frac{1}{5550}$ de la

$0^0 - 100^0, \frac{1}{5425}$ de la $100^0 - 200^0; \frac{1}{5300}$ de la $200^0 - 300^0$.

Ap'a dintre tote licidele presinta ua mare neregularitate in dilatațiune, dera ceea ce este mai importantu, ea are la temperatur'a de $4^0 C$ unu *maximum de den-*

sitate, adico ap'a recinduse se contracta, pene cand ajunge la temperatur'a $4^{\circ} C$, apoi de aci inainte incēpe a se dilatā, a 'si mari volumu, astu-feliu in catu gieti'ā este mai usiure de catu apa; de aceea si sticle pline cu apa se spargu, cand ācesta ingietia intr'ense. Fenomenulu acesta, observatu pentru prima ora de *Academicii Florenzei* pe la 1670, a fostu studietu mai de aproape de *Tralles*, *Hope* si *Despretz* si pote fi aretatu in diferite moduri, intre alte si printr'unu simplu *termometru de apa*, pe care lu punemu impreuna cu unu termometru cu mercuriu intr'unu vasu cu apa; acesta recindu-se intr'una, nivelulu din termometru cu apa scade pene la $4^{\circ} C$ si apoi incepe a se urcā.

§ 5. DILATATIUNEA GAZELOR

Dilatatiunea gazelor a fostu determinata de diferiti fisici, intre alti de *Gay-Lussac* prin dispositiunea aretata in fig. 204. Intr'ua baia de apa seu de untu de

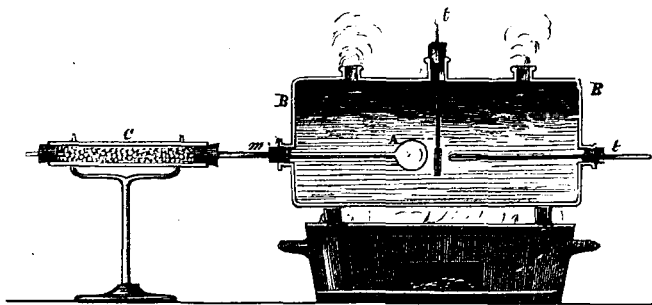


Fig. 204.

lemn u se asedia ua besica de sticla *A* cu ua tieva capilara; indicele de mercuriu *m* inchide in besicā unu volumu determinatu de aeru la temperatur'a 0° . Incal-

dindu bai'a, aerulu din besica se dilata si impinge inainte indicele m , si astu-feliu se pote mesora dilatatiunea aerului seu a vre unui altu gazu cuprinsu in besica. Ca sa fia aerulu din besica a uscatu, o golimu de mai multe ori cu machina pneumatica si apoi lasamu iara sa intre aeru prin intermediulu tubului c care cuprinde ua substantia hygroscopica, de ex. cloruru de calciu. Termometre t , t areta temperatur'a bai. Cu modulu acesta Gay-Lussac a gasitu co coeficientulu de dilatatiune a aerului este $\alpha = \frac{1}{267} = 0,00375$.

Rudberg anteu si apoi *Magnus* si *Régnault* au aretatu co acelu numeru este prea mare si operandu prin metodé mai exacte au gasitu pentru α valoarea 0,00365

seu $\frac{1}{273}$.

Fig. 205 ne da ua idea despre modulu in care a operatu fisiculu din Berlin *Magnus*. Ua cantitate determinata de gazu este inchisa sub mercuriu intr'unu reser-

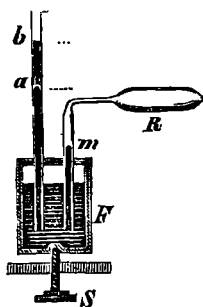


Fig. 205.

voriu R pene la marc'a fixa m , la temperatur'a 0° si la presiune atmosferica. Incalzinu gazulu la R , care dilatandu-se apesa pe mercuriulu din vasu F si lu redica in tubulu deschisu ab pene la unu puntu a . Fundulu acestui vasu este de pele ca la barometrulu lui Fortin, si lucrandu asupra siurupului S , aducemu nivelu iara la marc'a fixa m , iara in tubu deschisu, nivelulu se va redica ceva, pene la b de ex. Volumulu v_0 alu gazului

din R , care la temperatura t^0 devinise $= v_0 (1 + \alpha t)$, fiindu comprimat iara în spatiulu primitivu v_0 , vomu avea dupe legea lui Mariotte.

$p_1 : p_0 = v_0 (1 + \alpha t) : v_0$ seu $p_1 : p_0 = 1 + \alpha t : 1$; unde p_0 insemnedia presiunea atmosferica observata cu barometru, iara p_1 este $= p_0 +$ colon'a de mercuriu mb . Mesorandu dera temperatura t^0 si colon'a mb vomu gasi valoarea lui α din proportiunea de mai susu.

Tote gazele nu au rigurosul acelasi coeficientu de dilatatiune. Acesta este in genere cu atatu mai mare cu catu gazulu se pote liceface mai lesne ; chiar pentru unu si acelasi gazu, elu este cu atatu mai mare cu catu gazulu prin compresiune se apropia mai multu de punctulu de licefactiune. Ensa aceste diferentie suntu in genere forte mici.

Dilatatiunea gazelor ne da asemenea mediulu de a face *termometru cu aeru*. Aparatulu din fig. 205 este unu asemenea termometru. In adeveru deca in proportiunea de mai susu

$$p_1 : p_0 = 1 + \alpha t : 1$$

consideramu coeficientulu de dilatatiune a aerului α ca cunoscutu, vomu potea determinà temperatur'a t^0 . Dispositiunea acestor pyrometre pote ensa sa variedie mai multu seu mai pucinu.

§ 6. CALDUR'A SPECIFICA A CORPURILOR

Cand incaldimu mase ecuale din diferite corpuri cu acelasi numeru de grade, gasimu co ele absorba diferite cantitati de caldura, au diferite *capacitati calorifice*. Intielegemu dera prin *capacitate calorifica* seu *caldura*

specifica a unui corp cantitatea de caldura ce absorbe, cand se incaldiesce, in raportu cu aceea absorbita de ua masa ecuala de apa, incaldita cu acelasi numeru de grăde. Ca sa comparamu cantitatile de caldura intre ele ne servimu de ua *unitate de caldura*, numita si *caloria*, care este cantitatea de caldura absorbita de unu kilogramu de apa, incalditu cu $1^{\circ} C$.

Pentru determinarea caldurei specifice s'au propusu mai multe metode : 1) *aceea a recelei de Meyer*, executata cu multa grije de catre *Dulong* si *Petit*, care se basedia pe principiulu co cantitatile de caldura perdue (resp. cascigate) de duoe corpuri, ale carora temperatura scade cu acelasi numeru de grade, suntu proportionale cu timpurile recelei ; observandu dera aceste timpuri, vomu avea raportulu intre capacitatile calorice ale corpurilor recite ; alu 2) *metod'a fusiuni a gieti*, propusa de *Wilcke* si executata de *Lavoisier* si *Laplace*

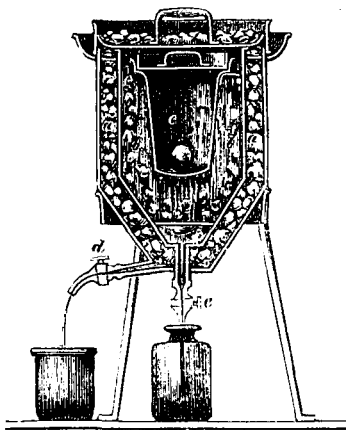


Fig. 206.

cu ajutorulu aparatulu din fig. 206. Corpulu alu carui ceremu caldur'a specifica c , cantarindu p kil. si incalditu intr'ua baia la temperatur'a t° , se pune intru cosiu in mediuloculu vasulu b plinu cu getia ; vasulu b este incongiuratu elu ensusi cu unu alu douilea vasu a plinu cu gietia, spre a aperia influinti'a atmosferei. Corpulu se

recesce pene la temperatur'a gietiei 0° , iara gieti'a absor-

bindu caldur'a corpului se topesce. Gietia topita o strengemu prin canao'a e intr'unu paharu si o cantarimu ; fia m greutatea ei. In § urmetoru vomu vedea co fia-care kilogramu de gietia topinduse absorbe 79 calorii, prin urmare gietia topita m va absorbi 79 m calorii, pe cari le a datu corpulu recitu. Mas'a acestuia fiindu p , elu perde pentru fia-care gradu pc calorii si pentru t^0 , pct calorii. Prin urmare vomu avea ecualitatea

$$pct = 79m,$$

de unde aflamu pe c .

Alu 3) *metoda mestecaturilor* intrebuintiata de englesii *Blak, Crawford* si de germanulu *Wilcke*. Unu vasu de greutate μ si de caldura specifica c se umple cu ua cantitate p de apa a caria caldura specifica se socotesce=1 ; se determina temperatur'a vasului si a apei = t^0 . Corpulu de greutate m , de caldura specifica necunoscuta x , se incaldiesce intr'ua baia la temperatur'a T , apoi se pune in vasulu cu apa, seu calorimetru. Corpulu se va reci, ap'a se va incaldi si peste catu-va timpu temperatur'a va ajunge la θ^0 . Atunci caldur'a perduta de corpu recitu de la T^0 la θ^0 , adico cu $T-\theta$ grade, va fi ecuala cu aceea cascigata de apa plus vasu, incaldite de la t^0 pene la θ^0 , adico cu $\theta-t$ grade. Caldur'a perduta de corpu este= $mx (T-\theta)$; aceea cascigata de apa= $p (\theta-t)$ si aceea cascigata de vasu= $\mu c (\theta-t)$; prin urmare vomu avea ecualitatea

$$mx (T-\theta) = (p + \mu c) (\theta-t),$$

care ne va da valoarea lui x , cand vomu cunosce caldur'a specifica c a vasului. Ca sa determinamu pe acesta, nu avemu de catu sa facemu ua esperentia prealabila

cu ua bucata din substanti'a vasului; atunci vomu avea ecualitatea

$$mc (T-\theta) = (p+\mu c) (\theta-t)$$

care ne da valoarea lui c .

Licidele se punu in besici de sticla forte subtire si astu-feliu se introducú ánteiu in baia calda si apoi in diferi-ritele calorimetre.

Caldur'a speciřica unui corpu variedia cu densitatea lui si in genere este cu atata mai mica cu catu densitatea este mai mare, precum se vede din numerele urmetore determinate de *Régnault*:

caldur'a specifica carbonului de lemnú este 0,2415.

» » » » petra » 0,2009.

» » diamantului » 0,1469.

Caldur'a speciřica variedia enca cu temperatura si cresce cu acesta. Eca caldur'a specifica unor substantie la diferite temperature.

SUBSTANTIA	0°—100°	100°—300°
Sticla . .	0,177	0,190
Feru . .	0,110	0,122
Cupru. .	0,095	0,101
Zincu. .	0,093	0,101
Argintu .	0,056	0,061
Platina .	0,033	0,036
Mercuriu	0,033	0,033

Dulong si Petit au descoperitu unu faptu importantu, adico co caldurile specifice ale corpurilor stau in raportu inversu cu ecivalentele chimice ale lor, seu co produc-tulu ecivalentului chimicu unei substantie cu caldur'a specifica a ei este unu numeru constantu; trebue enca

sa observam ca aceasta lege este numai aproximativa, precum se vede din tabelu urmetoru :

SUBSTANTIA	Caldura specifica	Ecivalentu chimicu	PRODUCTU
Feru . .	0,110	28	3,080
Cupru . .	0,095	31,7	3,011
Platina . .	0,033	98,7	3,167

De la Roche si Bérard, Rumfort, Régnault si alti au determinatu caldur'a specifica a gazelor facendu sa treca unu curentu de gazu in cantitate determinata printr'o tieva, invertita de mai multe ori in interiorulu unui vasu cu apa. Mesorandu cantitatea gazului, temperatur'a cu care intra in calorimetru, pe aceea cu care ese, cantitatea apei din calorimetru, temperatur'a ei initiala si pe aceea finala, vomu putea printr'ua formula analoga cu aceea de mai susu sa determinam caldur'a specifica a gazelor sub *presiune constanta*.

Caldura specifica unui gazu nu este aceeaasi cand incaldimu gazulu sub *presiune constanta* lasandu prin urmare volumulu sa variede, si cand lu incaldimu sub *volumu constantu*, cand atunci negresitu presiunea variedia. Caldur'a specifica in casulu anteiu c este mai mare de catu aceea c' in casulu alu duoilea si raportulu $\frac{c}{c'} = 1.419$ nu a potutu fi determinatu de catu prin metode indirecte si cari nu potu fi espuse aci.

§ 7. SCAMBAREA STAREI DE AGREGATIUNE ; LICEFACTIUNE

Unulu din efectele principale ale caldurei este scam-

barea stării de agregatiune a corpurilor incaldite ; corpurile solide devin licide, se topesc, prin caldura ; licidele se evaporă. Une corpuri solide se evaporă, fara a se topi ; atunci dicem că ele se *sublima*. Alte corpuri, solide seu licide, se descompun în elementele din cari erau compuse la ua temperatura inferioara de catu aceea la care 'si scamba starea lor de agregatiune ; acestea ena potu fi în genere topite seu evaporate în vase închise si sub presiuni mari. Une corpuri solide se imoia, înainte de a se topi ; altele nu se topesc nici de cum, celu pucinu la temperaturele ce potemu produce, precum suntu diferite petre. Multe substantie incaldite se umfla înainte de a 'si scamba starea de agregatiune.

Prin retragere de caldura licidele devin solide, vaporile se condensa în licide. Ap'a devenindu solida, transformanduse în gietia, 'si maresce volumu si astu-feliu devenindu mai usiure plutesce pe apa.

La *licefactiunea solidelor* se observa duoe fenomene importante. 1) Fia-care solidu intra în fusiune la ua temperatura constanta si totu la aceeași temperatura lcidulu topitu se solidifica. Eca cate-va puncturi de fusiune.

SUBSTANTIA	Temperatura de fusiune	SUBSTANTIA	Temperatura de fusiune
Mercuriu .	—40° C.	Bismutu .	256° C.
Gietia . .	0	Plumbu .	334
Stearina .	40	Zincu . .	360
Cera galb.	61	Antimoniu.	432
Cera alba.	68	Bronzu. .	pe la 900
Kaliu . . .	43	Argintu. .	1000
Natriu . .	58	Auru. . .	1250
Sulfu . . .	112	Feru . . .	1300—1600
Cositoru .	230	Platina. .	peste 1600

Temperaturile înalte de fuziune nu se pot determina cu precizie. Este încă de observat că combinațiile metalice (astăzi numite *alloye*) au punctul de fuziune în genere inferior decât acela al metalelor din care se compun, de ex. metalul lui Rose, compus din 4 părți bismut, 1 plumb și 1 cositor, se topește la 94° , pe când elementele din care se compune se topesc de la 230° în sus.

2) Un al doilea fapt important care însoțește lichefierea solidelor, studiat și explicat de englezul Black la 1763, este că temperatura unui corp solid care se topește *remane staționară* în tot timpul fuziunii lui, adică de la momentul la care se începe fuziunea, până să se topească corpul întreg. Căldura absorbită de substanța care se topește dispare pentru termometru, *fiind întrebuințată* ca să producă fuziunea, ca să învingă puterea de coeziune a moleculelor solidului. Această căldură pe care termometrul nu o poate reține, pe care însă o absorbe orice corp, trecând din starea solidă în aceea lichidă (*prin fuziune sau soluție*), o numim *căldură latentă*. În timpurile moderne De la Provostaye și Desains, Régnault și alții au determinat-o cu mare precizie pentru gheață, servindu-se de metode și dispoziții analoge cu calorimetrul lui Lavoisier și Laplace (fig. 206), sau prin metoda amestecăturilor. Amestecându-se de ex. 1 kg. de gheață la temperatura $0^{\circ} C$ cu 1 kg. de apă la temperatura $79^{\circ} C$, gheața s-a topit, apă s-a răcit, și au rezultat 2 kg. de apă la temperatura 0° ; prin urmare au fost întrebuințate *79 calorii* ca să se topească 1 kg. de gheață și ace-

sta este caldur'a devenita *latentă la fusiunea gietiei*.

Absorbtiunea caldurei prin corpuri cari trecu din starea solida in aceea licida, chiar prin simpla solutiune, ne da mediulu sa ne procuramu frigu si gietia artificiala, prin astu-feliu numite *amestecaturi de gietia* seu *frigorifere*. *Fahrenheit* le a introdusu celu d'anteiu, si apoi *Mairan*, *Réaumur* si alti au propusu diferite asemenea amestecaturi. Cele mai principale suntu :

2 parti gietia farimata cu una de sare aduce ua scadere de temperatura de 18° ;

sulfatu de soda cu ac. chlorhidricu, ua scadere de 27° ;

chlor.de calciu hidratu, cu zapada, ua scadere de 28° ;

azotatu de amoniacu cu apa, ua scadere de 26° ;

fosfatu de amoniacu cu ac. azoticu ua scadere de 39° ;

in fine ua amestecatura de acidu carbonicu solidu, protoxidul de azotu licidu si eteru alcoolicu da unu frigu de -120° .

Precum la fusiunea seu solutiunea solidelor se produce frigu prin absorbtiunea calduri, asemenea la solidificarea licidelor se produce caldur'a care a fostu latentă. Unu exemplu despre acesta ne da natur'a ensasi, cand ingietia apele baltilor seu ale riurilor. Stratulu de gietia formatu la suprafecia ingrosianduse prin formare de giatia noua, caldur'a latentă devine libera si inaltea temperatur'a apei din fundu cu cate-va gradé, astu-feliu in catu fiintiele animale din apa potu enca sa traiasca intr'ensa fara sa ingietie.

§ 8. TRANSFORMAREA LICIDELOR IN VAPORI

Licidele se transforma in vapori, absorbindu caldura.

Evaporatiunea se pote face *spontanu* la suprafecia ; evaporatiunea este cu atatu mai abundanta 1) cu catu ligidulu presinta ua suprafecia libera mai mare ; 2) cu catu presiunea d'asupra ligidului este mai mica ; 3) cu catu atmosfer'a d'asupra ligidului este mai uscata si prin urmare unu ligidu se evapora mai curendu intr'unu curentu de aeru care departedia vaporile formate.

Evaporatiunea unui ligidu se pote face si in interiorulu lui , unu ligidu *ferbe*, cand vaporile lui au ajunsu la ua tensiune ecuala cu presiunea exercitata pe suprafeci'a lui. Se intielege prin urmare co unu ligidu va ferbe cu atatu mai curend, adico la ua temperatura inferioara, cu catu se afla sub ua presiune mai mica, cu atatu mai greu, adico la ua temperatura mai inalta, cu catu presiunea sub care se afla este mai mare. La inaltimi mari d'asupra pamentulu, unde presiunea atmosferica este mai mica, sub recipientulu machinei pneumatice, intr'unu spatiu liberu de aeru, precum este in aparatulu din fig. 207, unu astu-feliu numitu *cryoforu*, com-



Fig. 207.

pusu din 2 besici de sticla cu pucinu li-

cidu, apa seu eteru, licidele ferbu la temperature inferioare de catu acele ordinare. Din contra in vase inchise, precum este *digestorulu lui Papin* (fig. 208), in cari vaporile nepotendu esi, apesa pe suprafeci'a ligidului, acesta ferbe la ua temperatura mai inalta, si vaporile precum vomu vedea mai tardiu casciga ua tensiune mare, ceea ce se

pote observà la esirea lor prin *ventilu de siguritate v.*

La ferberea licidelor se observa fenomenele urmetore:

1) Fia-care licidu ferbe la ua temperatura constanta, care ensa depinde de substantiele cuprinse intr'ensu in solutiune si de presiunea sub care ferbe. Eca temperatur'a la care ferbu cate-va licide *curate* si la *presiunea normala* de 760^{mm}.

Acidu sulfosu . . .	—10 ⁰ C.	Apa	100 ⁰
Eteru	38	Spiritu de terpentinu	157
Sulfuru de carbune	47	Fosforu	290
Spiritu de lemnu . .	59	Oleiu	316
Chloroformu	60,5	Ac. sulfuricu	325
Alcoolul absolutu . .	77,5	Mercuriu	360
Benzina	80	Sulfu	400

2) Unu licidu transformanduse in vapori 'si maresce volumu; astu-feliu ap'a lu maresce de 1700 ori, cand se transforma in vapori si acestea potu ocupà unu volumu si mai mare la ua presiune mai mica de catu aceea atmosferica.

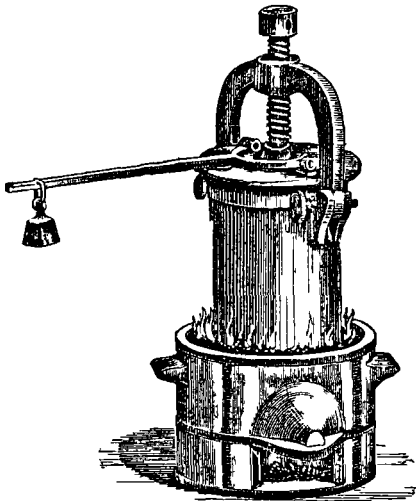


Fig. 208.

3) Unu licidu transformanduse in vapori absorbe caldura, care este intrebuintiata ca sa invinga puterea de cohesiune care mai e-

xista enca intre moleculele licidului ; prin urmare de la

momentulu la care ligidulu a inceputu sa ferba, *temperatur'a remane stationara*, termometrulu nu mai areta nici ua crescere de temperatura, caldur'a absorbita devine *latenta*. Caldur'a latentă a vaporilor de apa, cu determinarea caria s'au ocupatu între alti *Rumfort* si *Régnault*, s'a gasitu = 540, adico unu kilogramu de apa care ferbe, absorbe 540 calorii ca sa se transforme in vapori de 100° C. In fig. 209 se vede ua dis-

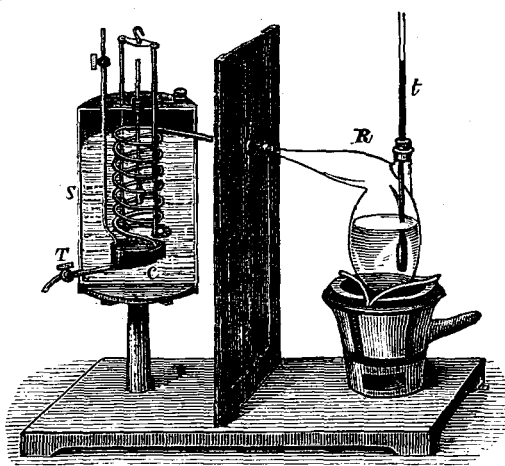


Fig. 209.

positiune dupe care Rumfort a determinatu caldur'a latentă a vaporilor de apa. Ligidulu ferbe in retort'a *R*; vaporile sunt conduse prin tiev'a *S* in cuti'a *C* si se condensa, dandu caldur'a latentă a lor apei din calorimetru.

Insemnandu cù *T* temperatur'a vaporilor cand intra in calorimetru, *t* aceea initiala a apei, *θ* temperatur'a finala, *P* ap'a calorimetrului plus ecivalentulu in apa a acestui din urma, *p* mas'a vaporilor!, *x* caldur'a latentă si *c* caldur'a specifica a lor, vomu avea ecualitatea

$$px + pc \left(T - \frac{\theta + t}{2} \right) = P(\theta - t),$$

care esprima co caldur'a latentă a vaporilor plus caldur'a perduta de ele, cand temperatur'a lor a scadiutu de la T^0

successive la t^0 pene la θ^0 , este ecuala cu aceea cascigata de apa plus calorimetru.

§ 9. APARATE PENTRU GIETIA.

Caldur'a de evaporatiune a licidelor fiindu cu multu mai mare de catu aceea de licefactiune a solidelor, evaporatiunea a fostu mai cu sema intrebuintiata pentru productiune de frigu si a nume de *gietia artificiala*. Pentru acesta se iau licidele cele mai volatîle, mai alesu *eteru* si *amoniacu*, iara dispositiunile aparatelor suntu forte variete. Ele suntu puse in miscare prin machini cu vapori si dau pe iara cele mici pe la 60 klg., iara cele mari peste 200 klg. de gietia. Fig. 210 ne da ua idea despre dispositiunea generala a aparatului englesului *Harrison*. *A* este conge-

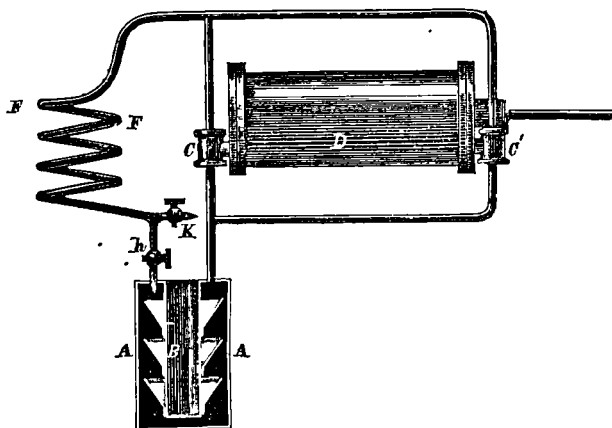


Fig. 210.

laturulu inchisu ermeticu si cuprindiendu intr'ensu unu vasu cilindricu *B*, seu si mai multe, deschise si pline cu ap'a destinata a se transformã in gietia. Vasulu *B*

este incongiuratu, p̄cum se vede in figura in sectiune, de mai multe vase conice pline cu *eteru* care prin evaporatiunea lui face ca sa ingietie ap'a din *B*. Congelatorul se afla in comunicatiune printr'unu canalu induqitu *C, C'* cu ua pompa seu machina pneumatica *D*, pusa in miscare prin machini cu vapori. Machin'a pneumatica ensasi comunica prin duoe tievi cu *condensatoru FF'*, formatu de ua tieva invertita in spirala si asediata intr'unu vasu in care circula apa rece; tiev'a condensatorului ajunge prin canalu *h*, pene la congelatoru. La *C, C'* se afla cate duoe ventile, ca la machinile pneumatice ordinare, si astu-feliu pomp'a *D* functiunandur aspira din congelatoru vapori de eteru si le gonesce spre condensatoru, de unde se iqtorce eterulu si pica in vasele conice, dupe ce mai anteu a fostu condensatu la *F*. Ca sa fia evaporatiunea mai activa, scotemu mai anteu aerulu din congelatoru totu cu pomp'a *D*, inchidiendu canao'a *h* si deschidiendu pe aceea *k*, pe unde gonimu aerulu afara.—Aparatele lui *Carré* suntu

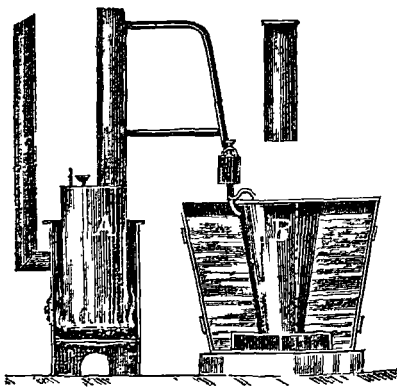


Fig. 211.

mai obicinuítu cu amoniacu si au ua dispositiune diferita, p̄cum se vede in fig. 211. Reservoriulu *A*, plinu mai pucinu de diumetate cu amoniacu licidu, lu incaldimú pe focu, pene cand totu amoniacu din elu trece in reservoiru *B*, pusu intr'unu hardeu mare cu apa

rece, unde vine de se condensedia sub ua presiune, produsa prin ensusi tensiunea vaporilor lui. Apoi vasulu *A*, scosu din focu, se pune in hardeu cu apa rece, iara vasulu *B*, scosu din apa este infasioratu cu pasla grosa, ca sa nu absorbe caldura din atmosfera inconjuratore. Vasulu *B* are ua forma anulara si in mediuloculu lui se pune unu vasu subtire cu apa destinata ca sa fia ingietiata. Vasulu *A* recinduse, vaporile de amoniacu dintr'ensu se condensedia si lasa in untru golu; atunci amoniaculu din *B* se evaporedia, trecendu in *A*, si produce unu frigu destulu de mare, ca sa ingietie ap'a din vasulu pusu in mediulocu lui *B*.

§ 10. CONDENSATIUNEA VAPORILOR

Precum la evaporatiunea licidelor se produce frigu, asemenea la licefactiunea vaporilor caldur'a latentă devine libera, ceea ce se observa intre alte si cand se producu ploile calde, adico cand se face ua condensatiune rapede a vaporilor din atmosfera in apa care cade in forma de ploia. Caldur'a produsa prin condensatiunea vaporilor se intrebuintedia pentru incalditulu apei la machini cu vapori etc. Condensatiunea vaporilor si transformarea lor in licide se pote face *prin frigu* seu *sub presiuni mari*. Condensatiunea se face seu cu pompe de compresiune, precum suntu aparatele lui *Natterer* din Viena, seu prin productiunea unei cantitati mari de vapori intr'unu spatiu inchisu, precum suntu aparatele perfectionate ale lui *Thilorier*, cari se intrebuintedia si la preparatiunea apelor gazoze.

Mai tote gazele (afara de oxigenu, hydrogenu, azotu

si cate-va gaze compuse) au fostu condensate, mai alesu de catre *Faraday*, astu-feliu in catu astadi nu exista in realitate ua diferentia intre gaze si vapori; cu tote astea intielegemu prin vapori gaze ale carora licefactiunea este forte usiora, precum suntu vapori de apa, eteru, amoniacu etc.

In anii din urma (1877) *Raoul Pictet* din Geneva si *Cailletet* din Paris au reusitu sa condensesie si pe acele pucine gaze, ca oxygenu, hydrogenu etc., cari pene atunci s'au crediutu co suntu permanente. Cailletet supune gazulu, de ex. oxygenulu, la ua presiune de 300 atmosfere si la ua temperatura de $-29^{\circ} C.$; apoi provocandu ua expansiune instantanea a gazului, temperatur'a scade la -230° si ua parte din acestu gazu devine licidu, ceea ce se cunosce printr'unu nuoru de vapori, care se produce in interiorulu tubului de sticla cu gazulu, asupra carui se experimentedia.

§ 11. ESPERIENȚA LUI LEIDENFROST

Unu fenomenu interesantu produsu la evaporatiunea licidelor in conditiuni speciale este acela cunoscutu sub nume de *experientia lui Leidenfrost*. Deca incaldimu la ua temperatura forte inalta unu vasu de metalu si apoi turnamu intr'ensu ua mica cantitate a unui licidu, acesta nu se evapora de catu forte pucinu, se strenge in form'a unui globuletiu si in genere nu se atinge de vasulu incinsu, fiindu despartitu de densu printr'unu stratu subtire de vapori; cand ensa temperatur'a vasului a mai scadiutu pucinu, tensiunea vaporilor dintre elu si licidu se micusioradia si ne mai potendu sa tina licidulu in

susu, acesta vine in contactu imediatu cu vasu caldu și avem atunci ua productiune violinte de vapori, cari potu produce esplosiuni, cand se operedia cu cantitati mari de licide, precum se intampla cate ua data la caldarile machinilor cu vapori. Form'a sferica ce iau mase mici de licidu la experimentulu acesta au condusu pe uni fisici sa credia co corpurile se potu presinta si sub ua noua forma de agregatiune, pe care au numit-o *stare sferoidala*; acesta ensa nu exista, ci licidele iau form'a sferica sub presiunea vaporilor ce le incungiora. Mai este enca de observatu co temperatur'a ligidului in acesta experientia este, inferiora de catu aceea la care ferbe, de ex. a apei este $<100^{\circ}$, cu tote co temperatur'a vasului este de cate-va sute de grade; ensa ligidulu este despartitu de acesta prin vapori, cari nu lasa caldur'a sa se propage pene la densu.

§ 12. DETERMINAREA DENSITATI VAPORILOR

Gazele scambandu-si la fia-care momentu volumu, precum si tensiunea lor, determinarea exacta a densitati lor cere dispositiuni speciale, cari devinu si mai trebuincioase la determinarea densitati vaporilor, pentru co pe acestea trebuie mai anteu sa ni le procuramu prin ferberea unui ligidu. *Gay-Lussac* a aretatu ua metoda pentru acesta. Unu vasu de feru *c*, pusu pe unu furnalu portativu *f* (fig. 212), cuprinde mercuriu ce pote fi incalditu intr'ensu; pe acesta se afla resturnatu unu tubu de sticla golu *g*, gradatu in centimetre cubice, in care se urca mercuriulu si lu umple pene susu (in figura partea superiora este gola), incongiuratu de unu cilindru de

sticla m în care se torna pene susu unu licidu, apa seu untu de lemnu, incalditu prin contactu cu mercuriu; termometre asiediate la diferite adencimi areta temperatur'a acestei bai. Ua besica mica de sticla subtire, cantarita gola si plina cu licidu alu carui voimu sa determinamu densitatea vaporilor, se introduce pe sub mercuriu in tubu g , se sparge, când incaldim bai'a si vaporile acestui licidu umplu spatiulu α , apesandu mercuriulu in josu. Incaldim pucinu, pene sa dispara totu licidulu transformandu-se in vapori, tinemu catu-va

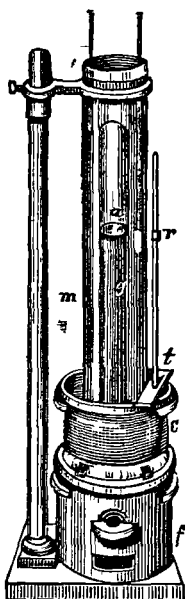


Fig. 212.

timpu temperatur'a constanta, mesoramu pe acesta t^0 , precum si volumulu v ocupatu de vapori la temperatura acesta; inaltimea b a colonei de mercuriu din tubu g se mesora prin verg'a gradata r pe care o lasamu in josu pene sa atinga cu verfu inferioru la nivelu mercuriului din vasu c ; se observa asemenea si inaltimea barometrica B in acelasi momentu. Insemnandu cu Δ coeficientulu de dilata-tiune a sticlei g , cu α pe acela alu vaporilor ($=0,00365$), vomu gasi co volumulu gazului v , aretatu prin divisiunile sticlei facute la temperatur'a 0^0 , pretiuesce $v(1+\Delta t)$ dupe teoriile date in § 2, co acestu volumu alu vaporilor la temperatur'a 0^0

pretiuesce $\frac{v(1+\Delta t)}{1+\alpha t}$, presiunea fiindu ensa $B-b$; deca voimă-acum sa scimu care este valoarea v' a acestui vo-

lumu la presiunea normala 760^{mm}, vomu avea dupe legea lui Mariotte *proportiunea :

$$\frac{v(1 + \Delta t)}{1 + \alpha t} : v' = 760 : B - b$$

de unde

$$v' = \frac{v(1 + \Delta t)(B - b)}{(1 + \alpha t) 760}$$

Acestu volumu de vapori are greutatea p , pe care amu gasitu-o cantarindu ligidulu din besica de sticla subtire, inainte de a o introduce in tubu g . Ca sa gasimu greutatea p' a unui volumu ecualu v' de aeru, observamu co ua litra (1000^{cc}) de aeru uscatu de 0^o si la presiunea 760^{mm} cantaresce 1^{gr.293}, prin urmare volumulu v' va cantari $p' = v' \times 1.293$ si densitatea ceruta a vaporilor va fi $\frac{p}{p'}$ seu $\frac{p \times 760 \times (1 + \alpha t)}{v(B - b)(1 + \Delta t) \times 1.293}$.

Dumas, Bunsen si alti au mai aretatu diferite alte metode pentru determinarea densitati vaporilor. Eca cate-va din acele rezultate, aretandu densitatea vaporilor ale substantiilor aci insemnate.

Iodu	8.716	Sulfuru de carbune .	2.645
Mercuriu	6.976	Alcoolu	1.613
Terpentinu	5.013	Apa	0.623

§ 13. TENSIUNEA VAPORILOR

Deca introducemu intr'unu spatiu golu, seu plinu cu unu gazu ore-care, vapori unui licidu, acestea au si ele tensiunea lor, poterea elastica, care se adaoga la aceea a gazului ce s'ar aflã in spatiulu in cestiune. Deca ma-

rimu presiunea sub care se afla inchise acele vapori, seu deca introducemu cantitati noi de vapori (ceea ce se potè face introducendu cate pucinu ligidu, care se evapora) in acelu spatiu, acesta se incarca din ce in ce mai multu cu vapori, tensiunea lor cresce, ceea ce se pote cunosce printr'unu manometru pusu in comunicatiune cu acelu spatiu. Curènd ensa vomu ajunge la ua limita, peste care ori ce cantitate noua de vapori introduse se condensa, nu mai pote existà in acesta stare, ni'ri nu adaoga prin urmare la tensiunea vaporilor existente; atunci dicemu co, *pentru temperatur'a la care amu operatu*, spatiulu este *saturatu*, vaporile au ajunsu la *maximum tensiunei* lor.

Tensiunea maximum a vaporilor este diferita pentru diferite licide, mai mare pentru licide mai volatile, si pentru unu si acelasi ligidu variedia cu temperatura, crescendu cu acesta.— Vaporii aflate in spatiuri de diferite temperature ce comunica intre ele, avendu prin urmare diferite tensiuni, va trebui dupe legile de ecilibru ale fluidelor sa 'si potrivesca aceste tensiuni; tensiunea definitiva in tote acele spatiuri va fi aceea maximum care corespunde spatiului celui mai rece, iara in acele alte spatiuri vaporile nu voru potea sa ajunga la tensiunea maximum.

Tensiunea vaporilor de apa pene la 24 atmosfere a fostu mesorata de *Dulong* si *Arago* pe la 1830 prin dispositiunile aretate in fig. 213. Ua caldare solida de feru *c*, asediata intr'unu coptoru, cuprinde ap'a destinata sa ferba sub presiune mare; vaporile suntu conduse prin tiev'a *kl* intr'unu vasu solidu *r* cu mercuriu.

Acestu vasu comunica pe de ua parte cu manometru m , incoingiuratu de unu cilindru in care circula apa rece ; pe de alta parte cu unu tubu de sticla n , destinatu sa arete nivelulu mercuriului din vasu de feru r , dupe principiile cunoscute ale hydrostaticeii. Pe mercuriulu din vasu r si in tiev'a l se afla apa pene susu la k si, ca sa nu se incaldiesca, facemu sa circule impregiurulu ei

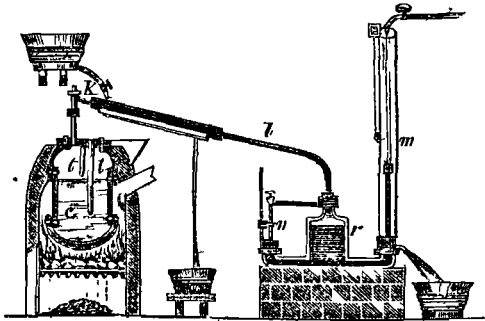


Fig. 213.

apa rece, precum se indica in figura. Vaporile din caldarea c apesa pe apa la k ; acesta presiune se transmite la mercuriulu din r si o potemu mesorà cu mano-

metru m , observandu diferinti'a de nivelu intre colonele mercuriale din m si n . Termometre asiediate in caldare, unu in apa si celu-altu in spatiulu ocupatu de vapori areta temperatur'a acestora ; fiindu-co ensa rezervoriile termometrelor aru potea fi comprimate sub presiunea ceea mare din interiorulu caldarei, nu s'au pusu termometrele imediatu in caldare, ci in tuburi solide de feru t, t pline cu mercuriu si insiurupate sub capaculu caldarei in care s'au lasatu gauri, ca sa potemu introduce termometrele in tuburile t, t .

Régnauld, Magnus si alti s'au ocupatu cu determinarea tensiunei vaporilor de apa si a unor alte substantie la diferite temperature $>$ si $<$ 100° . Principiulu acestor metode cari presinta ua precisiune mai mare este celu

urmetoru. In spatiulu d'asupra licidului care ferbe se stabileste cu ajutoru de pompe pneumatice, de dilata-tiune seu de compresiune dupe trebuintia, ua presiune *determinata*, mai mica seu mai mare de catu ua atmosfera ; apoi se proceda la ferberea licidului si se ob-serva temperatur'a corespundiatore, la care prin urmare vaporile lui au ajunsu la tensiunea stabilita prin machi-nile pneumatice. Eca cate-va din rezultatele aflate pentru vaporu de apa.

TEMPER.	TENSIUNE	TEMPER.	TENSIUNE
0 ⁰	5 ^{mm}	145 ^{0.4}	4 atmosfere
10	9	160.2	6 »
20	17	172.1	8 »
50	92	181.6	10 »
75	288	190	12 »
100	760 seu 1 atmosf.	200	15 »
121 ^{0.4}	2 »	214.7	20 »
135.1	3 »	216.3	25 »
		226	50 »

§ 14. MACHINI CU VAPORI

Poterea cea mare, seu tensiunea vaporilor, a re-masu in cursulu secolilor dispretiuita si neintrebuintata. *Eolipyle* in form'a unei rote de reactiune, seu in form'a unei lampi, unde unu curentu de vaporu produce rota-tiunea in casulu anteiu, si efectulu foalelor in alu duoilea casu, suntu negresitu aplicatiuni forte neinsemnate ale poterei colosale ce ne potu procurà vaporile.

Pe la 1687 *Papin* a facutu cate-va esperientie ca sa arete poterea cea mare a vaporilor si imediatu dupe

aceea englesulu *Savary* a construitu ua machina forte imperfecta, care ensa a potutu avea ua aplicatiune practica, ca sa redice apa din adencimea unei mine ; machinile ensa cari au avutu ua aplicatiune generala inaintea machinilor actuali cu vapori suntu acele numite *atmosferice* ale englesului *Newkomen*. La machinile aceste vaporile venindu de la ua caldare solida, unde ferbe apa la ua temperatura inalta, intra printr'ua tieva *A* (fig. 214) intr'unu cilindru cu pistonu si redica pe acesta in susu ; apoi se inchide unu siurupu din tieva *A*, se deschide unu altu dintr'ua, a duoa tieva *B*,

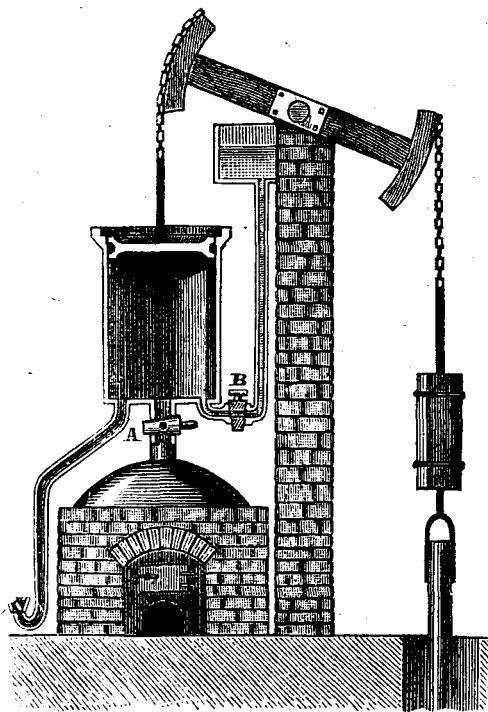


Fig. 214

pe unde se lasa in cilindru pucina apă rece si se produce condensatiunea vaporilor ; *atmosfer'a* apesandu acum pe faci'a superioara a pistonului, lu intorce in josu ; atunci se deschide din nou siurupulu *A*, se inchide acelu *B* si-astia mai inainte. Unu baiatu *Potter*, insarcinatu cu inchiderea si deschiderea alternativa a siurupurilor *A* si *B*, a avutu ide'a sa

stonului, subordinandu functiunea siurupurilor la miscarea pistonului, si a inventatu astu-feliu principiulu *distributiunei vaporilor*, care are rolulu çelu mai importantu la machinile cu vaporu. Machinile atmosferice au fostu intrebuintiate pene pe la 1770, cand Scotianulu *James Watt* a inventatu machinile cu vaporu in form'a si cu perfectionarile actuale ale lor, gasindu totu ua data mediulu sa transforme miscarea alternativa a pistonului intr'ua miscare uniforma si continua de rotatiune.

Ua machina cu vaporu se compune in genere de *generatoru* seu *caldare* cu apa, unde se producu vaporile, cu diferite accesorii, si de *pomp'a motore*, alu carei pistonu priimesce presiunea vaporilor si transmite miscarea, purtandu asemenea diferite accesorii. Form'a si constructiunea atatu a caldarei catu si a pompei cu accesorii lor, variedia in mii de moduri. La *machini fixe* si zidite vetr'a este de zidu, caldarea de tabla grosa de feru este cilindrica si la cële duoe capete terminata cu emisfere. Fig. 215 represinta ua forma comuna a

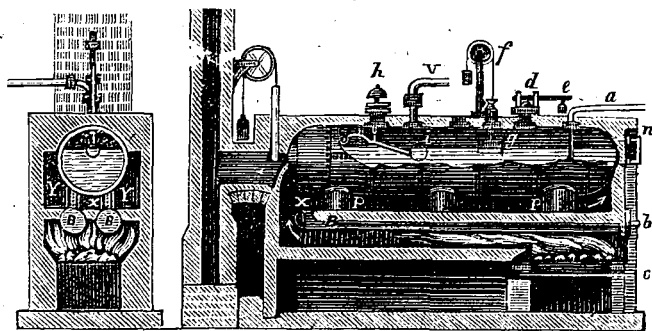


Fig. 215.

acestor caldari, in perspectiva si in sectiune transversala; ua parte din tabl'a caldarei se areta rupta, ca sa se pota

vedea dispositiunea interioara. Sub acesta caldare se afla duoi cilindri mai mici bB (aretati in. sectiune la BB), cari comunica cu caldarea principala prin tuburi PP , in giurulu carora circola flacar'a vetrei c , intrandu prin spatiulu din mediulocu x si intorcenduse catre cosiu prin spatiile laterale y, y ; prin acesta dispositiune se accelereadia multu ferberea apei. Tubulu a care merge pene la fundulu caldarei aduce ap'a necesara de la ua pompa de apa, pusa in miscare prin ensasi machina cu vapori. Tubulu v servece ca sa conduca vaporile de la caldare la pomp'a motore, de este unu *ventilu de sicuritate*, formatu de unu cuiu care la d astupa ua gaura mica facuta in caldare si este apesatu prin greutatea e , ce lucreadia la un braciu de parghia lungu ; cand vaporile din caldare au ajunsu la ua tensiune prea mare, ele redica parghi'a de si cuiulu d si potu esi afara de sinesi. fg si hi suntu asemenea ventile de siguritate, servindu totu de ua data si ca *aretatori de nivelu* seu *ventile de alarma*; greutatele g, i suntu astu-feliu potrivite ca la scaderea nivelulu de apa, ne mai fiindu purtate de acesta si aterrandu greu, sa deschidia ventilele f, h , pe unde esindu vaporile, producu flueratur'a de alarma. n este asemenea unu aretatoru-permanentu alu nivelulu apei din caldare ; elu este formatu de unu tubu de sticla n , care comunica atatu cu apa catu si cu spatiulu de vapori, astu-feliu in catu la fia-care momentu se pote vedea la acesta nivelulu apei. Manometre, obicinuitu metalice, comunicandu prin tievi cu caldare si cari potu fi asiediate aproape seu departe de acesta, areta presiunea vaporilor.

Unu inconvenientu mare presinta incrustatiunile cari se facu la peretii interiori ai caldarei prin depositulu apelor. S'au propusu diferite medii pentru inlaturarea acestui reu, fara ensa ca vre unu din ele sa fia de ua eficacitate mare. Curatitulu desu alu caldarei si coji de cartofi puse in caldare suntu cele mai bune remedii.

Pomp'a motore are asemenea diferite dispositiuni, la une machini ea este *culcata*, la alte are ua positiune *verticala*. Fig. 216 ne da ua idea despre un'a din formele ei cele mai comune; ea sta verticalu si ua parte a ei este represintata in sectiune. Pistonulu *C* executa ua miscare de oscilatiune in susu si in josu prin presiunea vaporilor, conduse alternative pe cele duoe fecie ale lui, si o transmite vergelei rigide *B* si acelei *P*, articulate la extremitatile sele *m*, *n*. Acesta din urma este atunei silita sa se balanciede cu extremitatea superioara *n* la drepta si la stenga, invertesce prin urmare ua manivela scurta si solida *Q* si impreuna cu acesta, drugulu orizontalu *AA* si totu ce este fixatu pe densu.

Distributiunea vaporilor se face intre alte si prin dispositiunea aretata in figura. Vaporile vinu de la caldare prin canalu *z*, intra in *cuti'a* de vaporu *k* si de aci suntu conduse prin canalurile *d* si *e* alternative sub pistonu si d'asupra lui. Unu feliu de ventilu concavu *v*, oscilandu in cuti'a de vaporu *K*, de aci suntu conduse prin canalurile *d* si *e* alternative sub pistonu si d'asupra lui. Unu feliu de ventilu concavu *v*, oscilandu in cuti'a de vaporu *K*, astupa alternative cate unu din canalurile *d*, *e'*, lasandu pe celu-altu deschisu, si produce astu-feliu distributiunea vaporilor pe cele duoe fecie

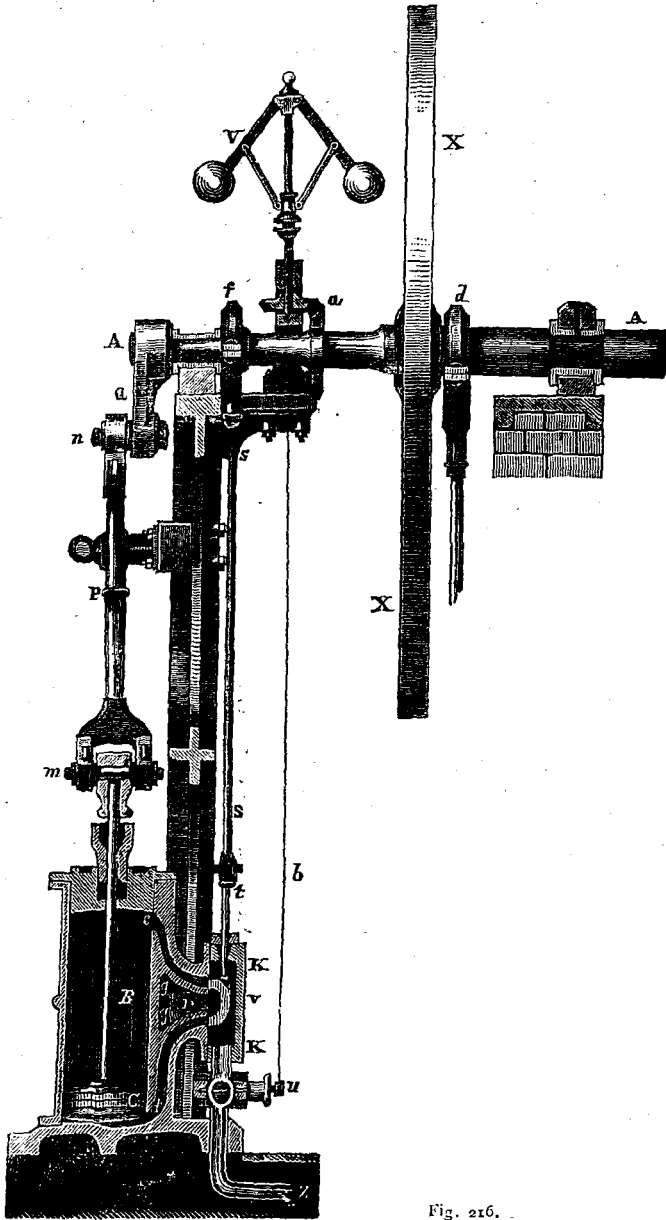


Fig. 216.

ale pistonului. Intre cilindru pompei si cuti'a de vapori este unu spatiu g , cu ua gaura r , pe unde vaporile cari au lucratu asupra pistonului, gonite la miscarea contraria a lui, suntu conduse afara. Figurile 217 si 218 areta cursulu vaporilor la miscarea ascendentă si descendentă a pistonului.

Distributiunea vaporilor, prin urmare miscarea oscilatoria a ventilului concavu v (fig. 216), trebuie neapăratu sa se reguledie de catre machin'a ensasi. Pentru acesta servește disculu *escentricu* f , care lucrandu prin vergele articulate s , t asupra ventilului v , i comunica aceea miscare oscilatoria. Escentriculu este unu discu circularu fixatu pe drugulu principalu AA , astu-feliu ensa ca centrulu lui sa nu coincida cu axu de rotatiune si prin urmare sa descria unu cercu micu, alu carui

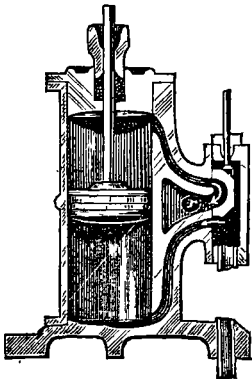


Fig. 217.

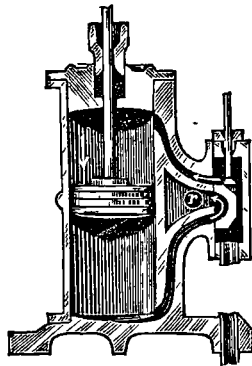


Fig. 218.

diametru este ecualu cu amplitudinea miscarei ventilului v . Disculu se invertesce intr'unu inelu de care aterna verg'a ss si lu misca dimpreuna cu acesta ua data in susu si apoi in josu. Figur'a 219 areta escentriculu impreună cu verg'a s in patru positiuni principale ale ma-

nivelei Q , vedute din partea dreapta a figurei 216.

Miscarea pistonului, ca ori-ce miscare de oscilatiune, nu este uniforma; iutiel'a lui devine maximum, cand trece pe la mediuloculu cilindrului, si se stinge in positiunile estreme de susu si de josu, unde se face scambarea directiunei. De aci resulta co si miscarea de rotatiune a drugului principalu AA (fig. 216) si a machinei intregi va fi neregulata, prin urmare acesta va functiona reu. Miscarea se reguleadia partialu prin distributiunea

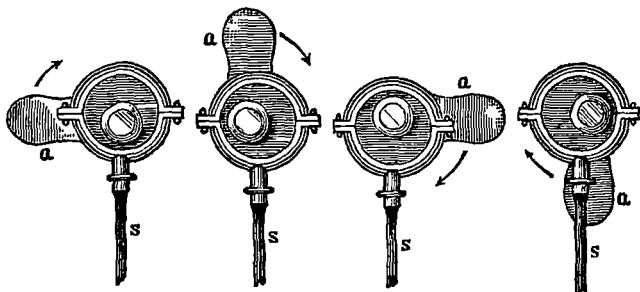


Fig. 219.

ensasi a vaporilor, asiediandu escentriculu astu-feliu, ca ventilulu concavu v sa ocupe positiunile estreme josu si susu, adico ca vaporile sa intre pe deplinu prin canalu e seu d , cand pistonulu se afla in mediuloculu cilindrului, adico de la acelu momentu inainte, la care iutiel'a incepe a se micusiora (fig. 217 si 218). Acestu mediulocu nu numai co este nesufficientu, pentru co manivel'a Q si cu drugu AA voru sta unu momentu la fia-care scambare de directiune a pistonului, dera enca se pote intampla, ca rotatiunea ensasi sa se faca pe dosu la intorcerea pistonului. Pentru a regula cu totulu miscarea de rotatiune, se asedia pe drugu AA unu *volentu xx* (fig. 216), ua rota centrifugala de *aventu* seu *regulatore*, masiva si mare

care pusa ua data in miscare intr'ua directiune determinata, o conserva pe acesta in virtutea inertii si o comunica machinei intregi, nimicindu prin mas'a ei ceea mare resistanti'a momentana, produsa la momentele de scambare in directiunea pistonului.

Unu alu duoilea escentricu d pune in miscare ua pompa de apa si da ap'a necesara caldarei prin tiev'a a din fig. 215, precum s'a disu la descriptiunea acestei.

In fine unu ventilu conicu V , unu astu-feliu numitu *regulatoru cu potere centrifugala*, pusu in miscare de rotatiune totu prin acelasi drugu AA (fig. 216) cu ajutorulu rotelor conice dintiate α , se deschide la ua iutiela de rotatiune prea mare, trage in susu verg'a b si inchidiendu partialu siurupulu u , moderedia intrarea vaporilor si prin urmare miscarea ensasi a machinei.

La multe machini fixe miscarea nu se transmite imediat drugului principalu, ci cod'a pistonului lucredia la extremitatea unui *balancieru*, adico a unei parghii cu bracie ecuale; ua verga si cu ua manivela fixate la ceea alta extremitate a balancierului producu miscarea de rotatiune asupra drugului si a volentului. Vergele aterate la diferite puncturi ale balancierului punu in miscare pompe de apa, ventile de distributiune, regulatori de potere centrifugala etc. Fig. 220 areta ua parte a unei machini cu balancieru.

La multe machini fixe si la acele transportabile, cari nu se deosebescu de cele d'anteiu de catu numai prin dimensiunile lor si pentru co potu sa fia transportate si sa functiunedie la ori-ce locu, (precum suntu acele numite *locomobile*, machinile *vaporelor* cari ambla pe apa

si alte) vetr'a de focu, caldarea si pomp'a motore forma unu corpu, si suntu analoge cu locomotivele, ale carora descriptiune urmedia mai la vale. Caldarea acelor machini, precum si a multor machini fixe de dimensiuni mari, este *tubulata* ca aceea a locomotivelor.

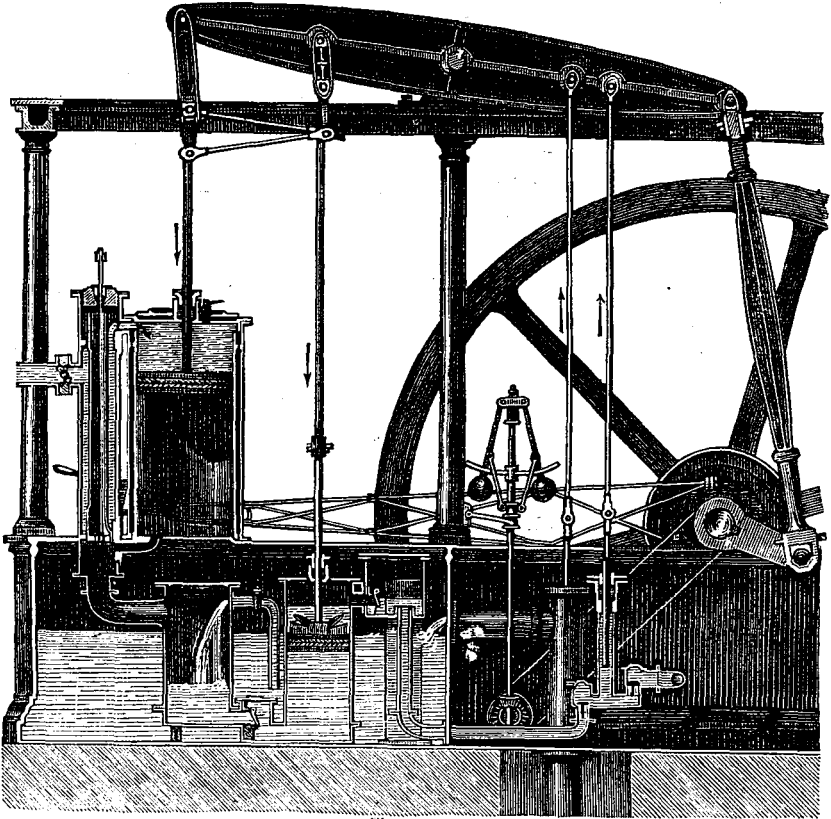


Fig. 220

Machinile cu vapori se deosebescu in mai multe categorii, dupe modulu in care lucrezia vaporile. Astu-feliu deosebimu :

- 1) *Machini fara condensatiune, ensa cu presiune*

ne înalta; la aceste machini vaporile gonite de pistonu prin gaur'a r (fig. 216) se perdu în atmosfera împreuna cu caldur'a lor; pistonulu la miscarea lui comunica pe ua parte totu de una cu atmosfera si trebuie sa învinga resistenti'a, presiunea ei; vaporile dera trebuie sa aiba ua tensiune de la vre o duoe atmosfere în susu.

2) *Machini cu condensatiune si cu presiune mica*, inferiora de catu duoe atmosfere; la aceste machini vaporile suntu conduse prin canalu r într'unu spatiu închisu cu apa, unde se condensa încaldindu pe acesta.

3) *Machini fara expansiune* la cari vaporile intra continuu în totu timpulu miscari pistonului motoru.

4) *Machini cu expansiune*, la cari vaporile se introduc într'unu timpu limitatu, astu-feliu ca, la ua positiune determinata a pistonului, canalulu conductoru se închide în acelu momentu printr'uaa siediare convenabila a escentricului f ; atunci vaporile închise continua a produce miscarea pistonului prin simpla expansiune a lor.

§ 15. DIFERITI MOTORI ; LUCRULU MACHINILOR; LOCOMOTIVA.

Pe langa *motori cu vapori* descrisi pene acum s'au propusu si alti motori, precum suntu acei prin *presiunea atmosferei*, *acei electromagnetici* despre cari amu tratatu la locul lor. Apoi s'a propusu *machin'a calorica* a suedianului *Ericson* în care motorulu este aerulu caldu, în locu de vapori. *Motorulu cu gazu alu lui Lenoir* din Paris, în care miscarea pistonului din motoru se produce prin esplosiuni alternative ale unei amestecaturi de gazu de luminatu cu aeru atmosfericu ;

aceste esplosiuni ensusi se facu cu ajutoru unui inductoriu alu lui Ruhmkorff. Acesti motori s'au perfectionatu in ani din urma si system'a englezului *Otto* este astadi admisa universalu ; mestecatur'a esplosiva de gazu cu aeru se aprinde printr'ua flacăra mica, care arde in permanentia, iara nu prin scanteile bobinei Ruhmkorff. Aceste machini suntu astadi cele mai respandite dupe machinile cu vapori si se facu de la ua putere de $\frac{1}{4}$ de calu pene la putere de 100 cai. *Motorulu cu actiunea directa a vaporelor* asupra lopetilor unei rote, semanandu cu acele de mora, fixata pe drugulu principalu. Apoi diferiti motori pentru *locomotiune*, precum este acela cu *elice* pe apa, pusa in miscare prin machini cu vapori, inventatu de *Bushnel* in America la 1777 ; acela propusu de englesu *Ruthven* prin reactiunea apei, basatu pe acelasi principiu cu turbine ; *vaporele pe apa* inventate la 1807 in America de catre *Fulton*, cari nu suntu de catu machini fixe transportabile, si alte.

Lucrulu machinilor in genere se pretiuesce in *kilogramometre* si in *cai*. Lucrulu ex ecutatu cand redicamu unu kilogramu la inaltime de unu metru s'a consideratu ca unime de lucru si s'a numitu *kilogramometru*. Unu calu viu, bunu si invetiatu la munca, pote sa faca pe secunda unu lucru de vre-o 45 kilogramometre ; cu tote astea la teori'a machinilor se considera ca putere seu lucru de unu *calu*, unu lucru de 75 kilogramometre.

Locomotiv'a este ua machina de vapori cu presiune inalta si in genere fara condensatiune. Fig. 221, reprezinta sectiunea unui modelu de locomotiva. Corpulu principalu este formatu de caldarea tubulata *c*. Vaporile

se strengu in camer'a de vapori I , suntu conduse prin tubu I la pompa si de aci prin tubu D la cosiu, unde producu unu curentu si facu ca cosiulu sa traga bine, a este pomp'a de apa pusa in miscare prin cod'a pistonului principalu ensusi si tragendu ap'a prin tieva t de la vagonu ce urmedia dupe locomotiva, numitu *tender*, care porta provisiunea necesara de apa si de combustibilu; v si v' suntu ventile de siguritate in cari greutatele suntu inlocuite prin arcuri elastice de ociehu.

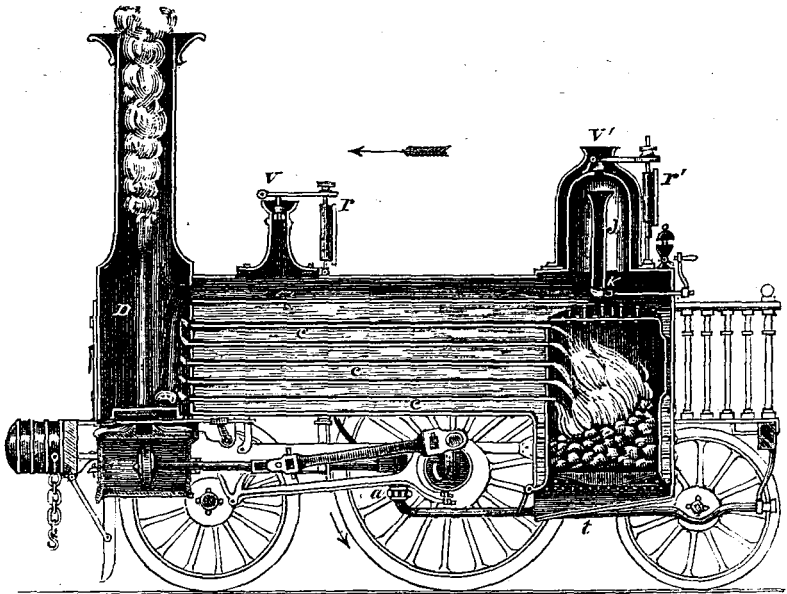


Fig. 221

Ua locomotiva are duoe pompe motore cate una pe fia-care parte a caldurei; manivelele lor cari lucreaia asupra *rotelor motore* suntu rectangulare intre ele, astufeliu in catu, cand unulu din pistone 'si termina drumu, celu-altu lu urmedia si se afla la mediuloculu cilindrului;

prin această dispozițiune se înlocuesce absentia volențului și se obține regularitatea miscării. Pe lângă acesta la fiecare distribuțiune de vapori corespundea câte două escentrici, asemenea rectangulare între ei, unu dându miscarea înainte și celălaltu miscarea opusă înapoi; mecanicul putea dupe voie să libereze pe unu din escentrici și să oprească pe celălaltu de a funcționa.

Locomotivele avându să tragă greutăți mari, trebuia să prezinte o adheziune mare pe șine; de aceea se făcu de o greutate mare, ca de vreo 20 tone fiecare. — Între ele cu care ele se misca, variația; viteza medie este de vreo 30—40 kilometre pe oră; de obicei se putea face și 80 km. și mai mult.

Ceea ce d'întreia idea de locomotiune cu vapori pe uscatu a avut-o englezul *Trevithick* la 1802; însă ceea ce d'întreia locomotivă a fost realizată la 1829 de către inginerul englez *Stevenson*.

Numerul locomotivelor ce funcționau la 1885 peste totu pământu a fostu 105,000
 în Statele-Unite. 28,000
 „ Anglia 22,000
 „ Germania 15,000
 „ Franța 12,000
 Numerul vagonelor din același anu a fostu de peste 500000.

Lungimea căilor ferate în același anu au fostu :

Peste totu pământu pe la 500,000 kilometre
 Europa 200,000 »
 America 200,000 »
 Anglia cu Irlanda. 40,000 »

Germania. 40,000 kilometre

Francia 28,000 »

Iara capitalurile represintate prin caile ferate suntu de peste 100 miliarde de lei.

§ 16. PROPAGATIUNEA CALDUREI

Caldur'a se propaga de la unu locu la altu in trei moduri : prin *radiare*, prin *conductibilitate* si prin *convectione*.

Unu corpu caldu emite radie calorice, in acelasi modu in care unu corpu luminos emite radie de lumina. *Sheele* si *Rumfort* au aretatu cò radiele calorice se propaga in golu, punendu unu termometru in mediuloculu unui balonu mare de sticla golitu de aeru; incongiurandu balonulu cu gietia seu cu apa calda, au observatu cò termometrulu se recià, adico radià caldura in casulu anteuu, iara se incaldià, adico priimià radie de caldura de afara, in casulu alu duoilea, prin urmare radiele de caldura se *propagau in golu*.

Caldur'a radietore se reflecta si se refracta ca si lumina. In adeveru cu ajutorulu unei oglindi metalice concave potemu concentrà prin *reflectiune* radiele solare și aprinde substantie inflamabile; asemenea cu ua lentila convergenta de sticla potemu concentrà *prin reflectiune* radiele solare. Totu aceleasi rezultate obtinemu, operandu cu ori ce radie de caldura, de ori unde voru veni.

Intensitatea caldurei priimite de unu corpu variedia negresitu dupe gradulu de caldura a focarului de unde vine caldur'a; ea variedia enca 1) cu distantia de la acelu focaru si sta in raportu inversu cu patratulu acestei

distanție; 2) cu inclinațiunea radielor calorice asupra corpului incalzit și este cu atât mai mică, cu cât radiile cadu mai oblicu.

Când radie calorice isbesc un corp, o parte din ele se reflectă, alta parte se transmite înainte și se refractă, iară o a treia parte este absorbită de corp și contribuie la înălțarea temperaturii lui. Nu trebuie să credem însă că aceste trei părți sunt egale între ele; sunt corpuri care reflectă cea mai mare parte a caldurii primite; altele, numite *diatermane*, transmit prin masă lor cea mai mare parte a caldurii, precum sunt table de sare de bucătărie, atmosfera și toate gazele; altele în fine absorbă mai tota căldură.

Un corp cald emite căldură pene când temperatură lui să devină egală cu aceea a mediului în care se află. *Dulong* și *Petit* au constatat că puterea de emisie a unui corp este egală cu aceea de absorbtie și depinde de natură suprafeței lui; suprafețele aspre și negre, sobe negre, praf de carbuni etc. absorbă și radiază căldură într-un grad înalt.

Conductibilitatea corpurilor pentru căldură constă în proprietatea ce au de a transmite în masă lor din moleculă în moleculă; o vergă de fier de ex. ținută cu un cap în foc se încălzește curend pene la capul celălalt. Dintre toate corpurile *metalele* sunt cele mai buni conductori; conductori sunt și petrele, caramida, lemnul, pământul, substanțele organice mai mult sau mai puțin. Lichidele și gazele sunt însă cele mai rău conductori pentru căldură; ele nu pot fi încălzite decât prin contactul imediat cu focul; părțile încălzite devenind

mai usiuri se redica susu si alte reci se lasa josu ca sa se incaldiesca si ele la rondulu lor. Astu-feliu la licide si gaze, caldur'a este transportata de la unu puntu la altu prin ensusi moleculele materiale ale acelor corpuri. Acestu modu de transportu alu calduri s'a numitu *convectione*.

§ 17. PRODUCTIUNEA CALDUREI

Causele cari potu produce caldur'a suntu diferite :

I. *Combinatiunile chimice* ; deca amestecamu calce cu apa (cand stingemu varu), seu potasa cu acidu sulfuricu, se produce ua caldura destulu de mare, in catu sa faça sa ferba ap'a.

II. *Combustiunea* care in realitate nu este de catu totu ua reactiune chimica ; corpurile acele dau mai multa caldura cari cuprindu mai multu carbune si hydrogenu.

III. *Viet'a animala* ; caldur'a produsa in actulu vietii este in realitate totu ua caldura de combinatiune a carbonului, provenindu din substantiele alimentare, cu oxigenu pe care lu respiramu din aeru. Astu-feliu se face co temperatur'a animalelor superioare si a omului este constanta, ori care va fi aceea a mediului in care traescu. Temperatur'a omului este de $37^{\circ}C$; la paseri ea este de 39° — $42^{\circ}C$ dupe pasere ; la animale numite cu sange rece , temperatur'a variedia dupe aceea a mediului in care traescu.

IV. *Electricitatea* ; amu vediutu co serme metalice potu deveni incandescente, si chiar se potu topi sub actiunea unui curentu electricu.

V. *Actiunile mecanice* cari constau in compresiune,

frecare, lovire, etc. Cand comprimam aerulu in cilindru din fig. 52, caldur'a produsa ajunge ca sa aprindia ua bucata de iasca pusa in untru cilindrului.

In fine trebuie sa observam co pamentulu ensusi are caldura in interioru lui si priimesce asemenea caldura radieta de la sore.

§ 18: DISTRIBUTIUNEA CALDUREI PE SUPRAFECIA PAMENTULUI.

Pamentulu are in interioru lui caldura provenindu pote din combustiuni seu din alte reactiuni chimice; crescerea de temperatura ce observam, cand ne scoboram la adencimi din ce in ce mai mari, apele termale, materiile topite si incandescente, scose afara la iruptiunile vulcanice, probedia acesta. La ua adencime, variabila cu latitudine si care depinde si de conditiuni locale, temperatur'a este constanta; de ex. la Paris acesta adencime este de 28^m, unde temperatur'a este de mai multu de unu secolu constanta si ecuala cu 12^o; la ecuatoru temperatur'a este constanta la ua adencime de vre ua 7^m. — De aci inainte temperatur'a cresce cu 1^oC la fia-care adencime de 30^m aprobe.

Suprafeci'a pamentului si stratele inferioare ale atmosferei se incaldiescu prin actiunea radielor solare, cari strabatu regiunile superioare ale atmosferei, mai cu totulu diatermane, din caus'a raritati lor celei mari, fara ca sa perdia prin absorptiune mai nimicu din intensitatea lor calorica. Suprafeci'a pamentului incaldita radietia la rondulu seu caldura si astu-feliu stratele inferioare ale atmosferii, cari suntu mai dense si au putere

mai mare de absorptiune, se incaldiescu atatu prin radiile directe ale sorelui, catu si prin absorptiunea caldurei radiete de pamentu cu care se afla in contactu imediatu, precum si prin convectione, de ore ce moleculele de aeru in contactu cu pamentu caldu, redicenduse in susu, transporta cu ele si caldura pamentului. De aci resulta explicatiunea faptului, co caldur'a descresce cu inaltime d'asupra suprafeciei pamentului.

Pe cand pamentulu priimesce pe ua parte radiiele calorice ale sorelui, radiedia elu ensusi caldura pe feci'a opusa, astu-feliu in catu se face ua compensatiune continua si sum'a caldurilor priimite in cursulu unei dile, seu alu unui anu, este ecuala cu sum'a caldurilor radiete de pamentu in acelasi timp, iara temperatur'a interiora a lui, incependu de la aceea adencime in josu care nu este influintiata de scambarile de temperatura ale atmosferei, remane constanta in cursulu secolilor. De aci nu resulta ensa co caldur'a este distribuita intr'unu modu uniformu pe suprafeci'a pamentului, nici co la unu puntu alu suprafeciei lui temperatur'a remane constanta in cuursulu dilei seu alu anului; din contra acesta este supusa la varitiuni periodice *diurne* si *anuale*. Temperatur'a cresce cu redicarea sorelui d'asupra orizontului si ajunge la maximum pe la 2 seu 3 ore dupe amedia; de aci inainte scade si ajunge la unu minimum intre orele 4 si 7 diminetia, dupe epoca anului, iarna ajungandu mai tardiu la valoarea minimale. Observandu temperatur'a la intervale determinate in cursulu unei dile, potemu afla *medi'a dilei*; determinandu aceste medii in cursulu unei luni, aflamu *medi'a lunara* si ase-

menea *mediã de vera*, *de iarna* si *mediã anualã* a unui locu. Deca unimu prin linii continui pe ua charta geografica tote locurile suprafeciei pamentului, cari au aceeași media de *vera*, de *iarna* si pe aceea *anualã*, vomu formã liniile numite respective *isotere*, *isochimene* si *isoterme*, cari ne dau ua idea despre climate si despre distributiunea caldurei pe pamentu.

Cand impregiurarile nu permiti sa facemu regulatu observatiuni meteorologice in genere si de temperatura mai specialu, atunci ne multiamimu sa observamu in cursulu dilei *maximum* si *minimum* temperaturerei si sa luamu mediã. S'au inventatu instrumente, *termometre de maxima* si *de minima*, *termometrografe* etc., cari facu acestu serviciu, fara ca observatorulu sa aiba trebuintia sa stea langa termometru. Figur'a 222 reprezinta unu termometru comunu de maxima si de minima; elu se compune din duoe termometre, unu de mercuriu

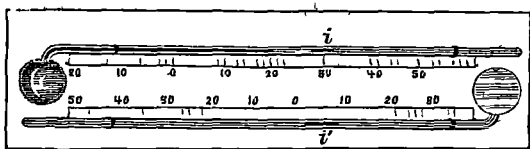


Fig. 222.

cu unu indice de feru *i*, care areta *maximum* si remane unde a fostu impinsu, chiar cand mercuriulu s'a trasu inapoi prin scaderea ulterioara a temperaturerei; celu altu este cu alcoolu si portã unu indice de sticla *i'*, care areta *minimum* si remane unde a fostu trasu prin adlesiunea

lui către alcoolu, chiar când acesta a mersu înainte printr'ua înalțiere ulterioară a temperaturii.

Ceea mai înaltă temperatură observată pe suprafețea pământului a fostu de $+54^{\circ}\text{C}$ în Africa ; iară ceea mai de josu de -57°C în America.

În fine trebuie să observăm că mai totă căldură pe care o avem noi pe pământu, o detorim soarelui ; și abia ne putem face ua idee de cantitatea ceea mare de căldură ce ne vine de la soare, și încă mai puțin de cantitatea enormă de căldură ce radiează soarele în toate direcțiunile împregiurulu lui. Căldur'a care vine pe pământu de la soare în cursu de unu anu ar fi de ajunsu ca să topesca unu stratu de gheață, grosu de 30 metre, și care ar acoperi totă suprafețea pământului ; iară căldur'a emisă de soare în giurulu lui la distanțea de unu kilometru ar fi de 50 septilione (5 urmatu de 25 nule) de ori mai mare de câtă aceea care ajunge pe pământu. Care să fie caus'a care produce pe soare această cantitate enormă de căldură este puțin cunoscutu. Astăzi se presupune, că aru fi cauze mecanice, de ex. căderea de mii de bolide pe suprafețea soarelui, care aru fi producendu această căldură,

§ 19. HYGROMETRE ȘI HYDROMETEORE

Atmosfer'a cuprinde totu de ună ua cantitate mai mare sau mai puțină de vapori, invizibile ochiului, precum suntu cele mai multe corpuri în stare de gazu. Când aceste vapori ajungu la *maximum tensiunii*, când atmosfer'a este *saturată* cu vapori, atunci acestea încep a se condensă, formându diferite meteore apoase,

ca ploii'a, nuorii etc., dicemu co este umediala. Cantitatea de vapori ceruta ca sa aduca acesta stare de saturatiune va fi (vedi § 10) cu atatu' mai mare, cu catu temperatura'a este mai inalta. Cantitatea relativa de vapori ale atmosferei intr'unu momentu datu, adico in raportu cu aceea ceruta ca sa o sature la aceeasi temperatura, se pote determinã in diferite moduri, intre alte si prin aparate numite *hygrometre*.

Figur'a 223 represinta hygrometrulu cu peru alu lui *Saussure* din Elvetia. Perulu este ua substantia *hygro-*

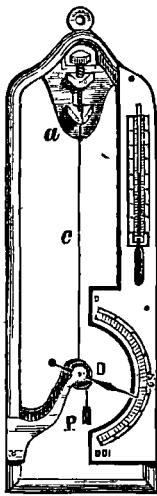


Fig. 223.

scopica, adico trage umediala si'si maresce volumu. *c* este unu firu de peru, fixatu la *a* si invertitu pe unu micu scripete *o*; ua greutate *p* aternata de ua atia infasiorata pe acelasi scripete servesce ca sa tina perulu intinsu; acesta scurtanduse prin uscaciune, seu lunginduse prin umediala, intorce scripetele si misca aculu inaintea unui cadranu gradatu. 0° s'a insemnatu acolo, unde areta aculu, pusu sub unu clopotu mare de sticla intr'unu spatiu uscatu cu acidu sulfuricu; 100° s'a insemnatu acolo unde aculu areta, cand sub acelu clopotu spatiulu erea saturatu cu apa. Se intielege co aretarile

directe ale acestui hygrometru suntu bune numai pentru *ua* temperatura, aceea la care s'a construitu; pentru alte temperature trebuescu calculate tabele pentru fiecare instrumentu si anexate la densu.

Fig. 224 represinta hygrometrulu lui *Daniell*. Ua besica de sticla *a*, colorata seu argintuita pe din afara,

cuprinde pucinu eteru si unu termometru t ; ea comunica cu ua a doua besica b infasiorata cu muselina si totu spatiu interioru a fostu golitu de aeru prin ferberea eterului si topirea sticlei. Deca udamu muselin'a din b cu pucinu eteru, acesta se evapora si produce condensatiunea vaporilor in b . Eterulu din a se evaporadia atunci si besic'a a recinduse, se depunu pe densa vaporile din atmosfera. Nu remane acum de catu sa observamu temperatur'a termometrului t si pe aceea a atmosferei la t' ,

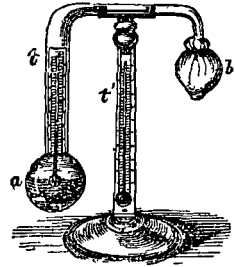


Fig. 224,

sa cautamu in tabele tensiunile vaporilor de apa la temperaturile t si t' , si raportulu acestor duoe tensiuni ne va da cantitatea actuala de vapori in raportu cu aceea care se cere pentru saturatiunea atmosferei la temperatur'a actuala.

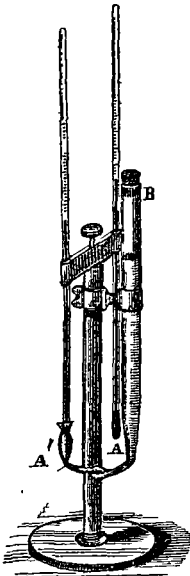


Fig. 225.

Psychrometrulu lui August din Berlin se compune din duoe termometre A si A' , acestu alu duoilea fiindu recitu prin evaporatiunea eterului cuprinsu in vasulu B (fig. 225). Cu catu atmosfer'a este mai incarcata cu vapori, cu atatu evaporatiunea la A' se face mai incetu si prin urmare diferinti'a intre aretarile termometrelor A si A' va fi mai mica.

Hydrometeore suntu *row'a*, *brum'a*, *ceti'a*, *nuorii*, *ploi'a*, *zapad'a* si *grindinea*. *Row'a* se formedia prin condensatiunea vaporilor de apa pe obiec-

tele espuse la suprafece'a pamentului, ca plante si alte, cari radiedia forte tare caldur'a intr'ua nopte senina si se recescu indestulu, ca sa produca aceea condensatiune pe suprafece'a lor. *Brum'a* difera de roua numai prin condensatiunea vaporilor in gietia si cere prin urmare pentru formatiunea ei ua nopte forte rece. Nuori si ventu oprescu formatiunea rouei si a brumei; nuorii apera de radiere si de recela, iara ventulu nu lasa vaporile sa se depuna pe unu objectu alu pamentului.

Ceti'a se produce prin condensatiunea in forma de besici a vaporilor de apa din regiunile atmosferei cari ne incongiora; aceste besici de apa micusioredia transparent'ia atmosferei. *Nuori* nu suntu de catu cetia formata in regiuni departate de noi; cand caletorindu prin munti, ajungem la localitati, unde vedeamu de departe unu nuoru, ne aflamu incongiurati de cetia. Nuorii se presinta sub diferite forme, stratificati, numiti *strati*, seu in gramedi mari ca nisce munti, numiti *cumuli*, seu ca nisce munti albi si subtiri, numiti *cirri*, sau acopere totu firmamentu si se numescu *nimbus*. Nuorii se formedia la diferite inaltimi, obicinuitu intre 500 si 2000 metre; cate ua data ensa se observa si la inaltimi mai mari, chiar pene la 8, 10 si 12000 metre. Mesur'a inaltimei lor presinta mari dificultati si nu se pote face de catu numai aproximative; eca una din cele mai bune metode, aretata de englesu *Whewell*.

La o (fig. 226) este unu instrumentu, de ex. unu grafometru, si inaintea lui ua oglinda orizontala, de ex. unu vasu cu mercuriu *I*. Ne alegemu unu punctu pe nuoru *N*, i cautamu imaginea in oglinda *I* si mesoramu unghi-

rile α si β . Unghiurile de pe langa normala IK fiindu ecuale intre ele, dupe legile reflectiunei luminei, triunghiurile dreptunghie IMN si IPO suntu asemenea intre ele si dau proportiunea :

$$NM : OP = NI : OI;$$

iară triunghiulu NIO da, dupe ua teorema din trigonometria

$$NI : OI = \sin(\alpha + \beta) : \sin(\alpha - \beta);$$

prin urmare va fi si

$$NM : OP = \sin(\alpha + \beta) : \sin(\alpha - \beta),$$

seu
$$NM = OP \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha - \beta)}.$$

Cunoscendu inaltimea instrumentului OP si unghiurile observate α si β , vomu putea calcula inaltimea nuorului.

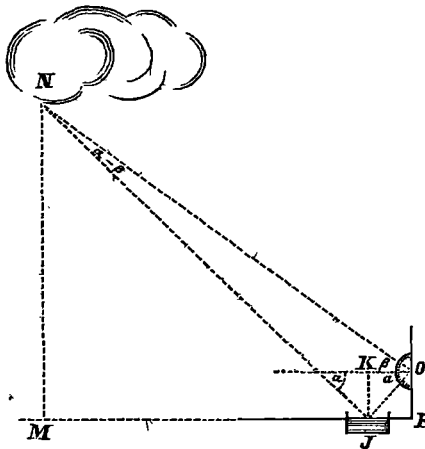


Fig. 226.

Flo'ia si *zapad'a* se producu printr'ua condensatiune mai inaintata a nuorilor in picături de apa seu in fulgi de zapada, dupe cum va fi temperatur'a atmosferei mai pucinu seu mai multu rece.

Esplicatiunea *grindinei* presinta dificultati si nu avem enca ua teoria completa a

ei; aceea a lui *Volta*, care compara nuorii de grindinea cu doue discuri de metalu electrisate, de si a avutu trecere catu-va timpu, remane enca astadi ca productulu

unei imaginatiuni prea viue ; teori'a cea mai perfecta si conforma cu faptele cunoscute este aceea a lui *Mohr*. Se scie co in regiunile inalte ale atmosferei este totu de una unu frigu mare ; cand intr'ua di de vera forte caldurosa s'a produsu ua evaporatiune abundenta si unu curentu ascendentu de aeru caldu incarcatu cu vapori de apa, acestea venindu in regiunile inalte si reci se condensa si formedia globuletie de gietia. Aceste globuletie de gietia trecendu in caderea lor prin strate mai calde si pline cu vapori, condensa pe suprafeci'a lor strate noi de apa care ingietia pe dense si da grindinei structur'a cunoscuta de straturi concentrice suprapuse. Trebuie sa observamu, spre confirmarea acestei teorii, co nuorii de grindinea se formedia totu de una la inaltimi forte mari, unde temperatur'a este de — 10^0 si mai josu.

§ 20. TEORIA MECANICA A CALDUREI

Amu vediutu mai susu co actiunile mecanice, frecarea presiunea etc., producu caldura ; dupe teoriile moderne caldur'a este in genere produsa prin vibratiunile unui eteru, prin *miscare* undulatoria ; de unde resulta co *lucru mecanicu* produce caldura. De aci nasce intrebarrea deca si caldur'a nu pote la rondulu ei sa produca lucru mecanicu ; machinile cu vapori, unde caldur'a absorbita de apa transformata in vapori aduce efectele mecanice cele mai puternice, ne da prob'a cea mai buna pentru transformarea caldurei in lucru mecanicu.

Transformarea acesta a lucrului in caldura si a caldurei in lucru a condusu la ua a duoa cestiune, adico deca este ua ecivalentia completa intre lucru si caldura

care a fostu rezolvata afirmative. *Rumford* la 1798 si *Davy* la 1812 paru a fi promotorii acestor teorii; apoi *Carnot*, *Clapeyron*, *Colding*, *Séguin* si *Meyer* pe la 1840, *Rankine* si mai ales *Clausius*, *Joule*, *Thomson*, *Régnault* si alti s'au ocúpatu si au creatu teori'a mecanica á caldurei, au probatu ecivalenti'a completa a caldurei cu lucru mecanicu si au determinatu *ecivalentulu mecanicu* alu caldurei. Acesta este represintatu prin numeru 425, adico ua unitate de caldura seu caloria pote produce unu lucru de 425 kilogramometre (vedi § 15) si vici-versa, lucrulu de 425 kgm. pote produce ua caloria. Determinarea acestui numeru presinta cele mai mari dificultati si nu s'a facutu de catunumai cu aproximatiune.

Fig. 227 ne da ua idea despre metod'a intrebuintiata de englesu *Joule* ca sa determine ecivalentulu meca-

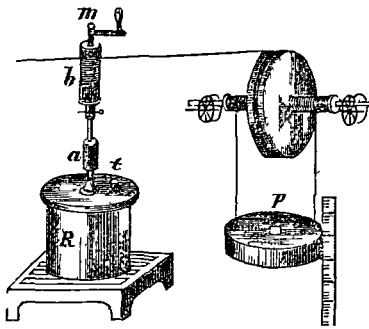


Fig. 227.

nícu alu caldurei. Unu rezervoriu mare *R* cuprinde apa seu mercuriu; unu axu verticalu *ab*, mergendu pene în fundulu rezervoriului *R*, porta in interiorulu acestuia aripi orizontale, cari puse in miscare de rotatiune prin axu *ab*

se freca la lcidu, producendu ua inaltiare de temperatura, mesorata cu termometru *t*. Cunoscendu mas'a calorimetrului *R*, caldur'a specifica a lui etc., se pote determiná numerulu caloriilor produse. Ca sa mesoramam si lucrulu executatu, ecivalentu cu caldura produsa, lasamam sa cadia duoe greutati *P* (ceea din steng'a figurei s'a lasatu)

cari desfășiorandu prin caderea lor cord'a din axu b , producu rotatiunea ensasi a lui; productulu greutatilor P cu drumu percursu in caderea lor ne da numerulu kilogramelelor ecivalentu cu caloriile produse in rezervoriu R . Manivel'a M servește ca sa redicamu greutatile susu.

Formulele fundamentale ale teoriei mecanice a caldurei se desvolta mai cu deosebire asupra gazelor seu a vaporilor, pentru co studiulu experimentalu alu acestora ne este mai accesibilu si pentru co lucrulu vaporilor are ua aplicatiune practica. Limitele acestui tractatu nu ne permitu sa damu de catu numai ua idee despre acele formule.

I. *Espreșiunea lucrului in funcțiunea caldurei.* Potemu sa gasimu ua relatiune generala intre lucru si caldura. Fia m mas'a unui gazu care ocupa volumulu v sub presiune p si la temperatura t^0 ; c, c' caldur'a specifica acestui gazu sub presiune si sub volumu constantu, si sa insemnamu cu γ raportulu $\frac{c}{c'} = \Gamma_{419}$ (§ 6).

Dupe cele espuse in § 6, gazulu acesta incalditu cu differentialu dt^0 sub volumu constantu, va absorbi cantitatea de caldura $mc'dt$; incalditu ensa sub *presiune constanta*, va absorbi ua cantitate mai mare de caldura si ecuala cu $mc'dt$; escesulu dera de caldura

$$mcdt - mc'dt, \text{ seu } m(c - c') dt,$$

a fostu intrebuintiatu ca sa maresca volumulu, adico ca sa produca *lucru exterioru* si este prin urmare ecivalentu cu acestu lucru. Insemnandu ensa cu dv aceea creștere de volumu, de ex. cantitatea cu care a inaintatu unu pistonu ce inchidea gazulu intr'unu cilindru, vomu gasi

lucrul executatu, immultindu dv cu presiunea seu poterea motore p , adico acestu lucru este $= p dv$. Deca prin urmare representamu cu E ecivalentulu mecanicu unei calorii, adico numeralu 425^{kgm} , ecivalentulu de $m(c-c') dt$ calorii va fi

$$Em(c-c') dt$$

si vomu avea

$$(1) \quad p dv = Em(c-c') dt.$$

Deca consideramu acestu lucru intre duoe limite, adico intre volumu primitivu v si acelu definitiv v' , la cari corespundu temperaturele t si t' , vomu avea

$$\int_v^{v'} p dv = E \int_t^{t'} m(c-c') dt = E(Q' - Q),$$

unde Q si Q' esprima valorile integralei la limitele t si t' .

II. *Formul'a lui Mariotte-Gay-Lussac*. Legea lui Boyle-Mariotte, adico co volumulu unei mase date de gazu sta in raportu inversu cu presiune, presupune co temperatur'a remane nescambata, cere dera ua completare, in casulu unei temperature variabile. Deca represintamu cu v_0, p_0 volumulu si presiunea unui gazu la temperatur'a 0° , cu v, p volumulu si presiunea la temperatur'a t , nu potemu sa aplicamu imediatu legea lui Mariotte, scriendu co productele $p_0 v_0$ si $p v$ suntu ecuale intre ele; trebue mai anteu sa aretamu co volumulu v_0 s'a scambatu sub influinti'a temperaturei in $v_0(1 + \alpha t)$ si apoi sa aplicamu legea lui Mariotte la acestu din urma volumu; astu-feliu va fi

$$p v = p_0 v_0 (1 + \alpha t)$$

seu, aretandu productulu constantu $p_0 v_0$ cu k , va fi

$$(2) \quad p v = k (1 + \alpha t),$$

ceea ce ne da ua relatiune intre cele trei catimi variabile ale unui gazu, v , p si t^0 .

Formul'a acesta se reduce la ua forma extraordinara, cand temperatur'a t^0 , scadiendu din ce in ce, ajunge sa fia ecualu cu -273^0 C.; pentru co atunci, din-causa co $\alpha = \frac{1}{273}$, va fi $pv = 0$. Fiindu ca v nu pote sa fia $= 0$, coci atunci, disparendu volumulu, seu intinderea gazului, ar dispare si gazulu ensusi, remane ca $p=0$; adico *unu gazu ar incetà de a mai exercità ori-ce presiune la temperatur'a -273^0* ; ceea ce ar insemnà co gazele ar deveni licide la aceea temperatura si prin urmare presiunea lor p ar deveni nula.

III. *Casulu presiunii constante*. Diferentiandu ecualitatea (2) in hypotes'a co p este constantu, vine

$$p dv = k \alpha dt$$

si cu ajutorulu formulei 1) va fi

$$k \alpha dt = Em (c - c') dt,$$

de unde

$$k = \frac{Em (c - c')}{\alpha},$$

si prin substitutiune in formul'a (2) vine

$$\hat{p}v = \frac{Em (c - c') (1 + \alpha t)}{\alpha} = Em (c - c') \left(\frac{1}{\alpha} + t \right).$$

Observandu co $\alpha = \frac{1}{273}$ si prin urmare $\frac{1}{\alpha} + t = 273 + t = T$

$$(3) \quad pv = Em (c - c') T.$$

Temperatur'a $T = 273^0 + t^0$, mesorata cu 273^0 in josu de 0^0 termometrului centigradu, s'a numitu *temperatura absoluta*. De aci urmedia

$$p dv \text{ seu } pv \cdot \frac{dv}{v} = Em (c - c') T \cdot \frac{dv}{v},$$

si prin integratiune

$$\int_v^{v_1} p dv = Em \int_v^{v_1} (c - c') T \cdot \frac{dv}{v}$$

Deca admitemu acum, ca temperatur'a t seu T remane constanta in totu timpul operatiunii (a pistonului), vomu putea integrà membrulu alu duoilea si vomu gasi pentru lucru totalu espresiunea :

$$(4) \quad \int_v^{v_1} p dv = Em (c - c') T (\log v_1 - \log v),$$

unde logaritmii suntu cei naturali seu neperiani.

IV. *Espresiunea caldurei in functiune de lucru.*
Potemu gasi ua a doua relatiune generala intre lucru si caldura, care sa fia esplicita pentru acesta din urma. Sa insemnamu cu dq cantitatea elementara de caldura cascigata de mas'a gazului m , cand acesta trece de la presiunea p si volumulu v la $p + dp$ si $v + dv$; acesta caldura dq ne o potemu inchipui cascigata in duoe periode 1) in acela alu variatiuni volumului, presupunendu co presiunea a ramasu unu momentu constanta si 2) in periodulu variatiunii presiunii, lasandu-o acum sa variezie si ea, conservandu ensa volumulu constantu unu momentu. Caldur'a cascigata in periodulu anteuu, adico sub presiune constanta, este $mc(dt)_v$; aceea cascigata in periodulu alu duoilea, adico sub volumulu constantu, este $mc'(dt)_p$; iara cantitatea totala de caldura va fi :

$$dq = mc(dt)_v + mc'(dt)_p,$$

unde $(dt)_v$ represinta diferencialulu partialu alu temperaturei despre variabil'a v , considerandu p ca constantu; iara $(dt)_p$, diferencialulu partialu despre p , considerandu pe v ca constantu. Aceste diferentiale partiale potu fi

calculate dupe regulile cunoscute ale calculului diferentia-
tialu din ecualitatea (2), care da pentru casulu anteiu

$$pdv = k\alpha (dt)_v, \text{ de unde } (dt)_v = \frac{pdv}{k\alpha};$$

iara pentru alu duoilea casu

$$vdp = k\alpha (dt)_p, \text{ de unde } (dt)_p = \frac{vdp}{k\alpha}.$$

Prin substitutiunea acestor valori gasimu

$$dq = \frac{m}{k\alpha} (cpdv + c'vdp),$$

seu, fiindu-co $\frac{c}{c'} = \gamma$,

$$dq = \frac{mc'}{k\alpha} (\gamma pdv + vdp)$$

si prin integratiune

$$q = \frac{mc'}{k\alpha} \left(\gamma \int_v^{v_1} pdv + \int_p^{p_1} vdp \right).$$

Aplicandu *integratiunea prin parti* la integral'a $\int vdp$

vine $\int vdp = pv - \int pdv$;

prin urmare

$$\begin{aligned} q &= \frac{mc'}{k\alpha} \left(\gamma \int_v^{v_1} pdv + (pv)_v^{v_1} - \int_v^{v_1} pdv \right) \\ &= \frac{mc'}{k\alpha} \left[(pv)_v^{v_1} + (\gamma - 1) \int_v^{v_1} pdv \right], \end{aligned}$$

si in fine

$$q = \frac{mc'}{k\alpha} (p_1 v_1 - pv + (\gamma - 1) \int_v^{v_1} pdv);$$

unde caldur'a q este esprima in functiunea lucrului $\int_v^{v_1} pdv$.

SECTIUNEA VI.

ACUSTICA

§ 1. NATUR'A SUNETULUI

Sunetul se produce și se propaga prin vibrațiile corpurilor. Acesta se poate demonstra în diferite moduri ; între altele și cu un clopot de metal sau de sticlă, pe care îl facem să producă un sunet, lovindu-l sau tragându-l cu arcușul ; deca aternăm în apropierea lui un globuleț de fier sau de metal, vedem că acesta este isbit și începe să oscileze, ceea ce arată că clopotul vibrează.

Lovituri dese punând corpuri, colone de aer etc., în vibrație, produc sunete ; astăzi este *termofonul lui Trevelyan*, *armonică chimică* și altele. Sunetul lui Trevelyan se produce, încălzind o bucată de fier, așezată în secțiune în *A* (fig. 228), pusă pe o prismă ascuțită *B* de un alt metal mai puțin conductor de căldură, de ex. de plumb ; aceasta încălzindu-se și dilatăndu-se necuială la cele

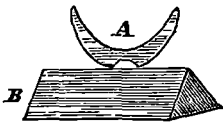


Fig. 228.

duoe puncturi de contactu, produce oscilatiunile ferului si prin urmare sunetulu.

Armonic'a chimica se produce cu ua flacara de hydrogenu (seu si cu alte flacare) aprinsu la estremitatea capilara a unui tubu de sticla, punendu d'asupra flacarei tuburi de diferite calibre, de sticla seu de porcelanu. Oxigenulu aerului care incongiora flacar'a da cu hydrogenu esplosiuni mici si continui cari punendu in vibratiune colon'a de aeru din tubu, producu sunetulu.

Sunetulu nu se produce in golu, dupe cum a descoperitu *Hauksbee* la 1705. Acesta se pote constata, punendu unu clopotu cu ciocanu sub recipientulu machinei pneumatice, cand atunci nu se aude sunetulu, de si se vede ciocanulu cadiendu pe clopotu.

Din tote acestea se vede co moleculele unui corpu sonoru si acele ale unui mediu (precum este aerulu, care propaga sunetulu, vibredia, facu oscilatiuni impregiurulu positiunei lor de ecilibru de ua *amplitudine* mai mare seu mai mica. La teori'a luminei vomu studiã mai de aproape aceste fenomene undulatorii.

§ 2. PROPAGATIUNEA SUNETULUI

Sunetulu se propaga in linia dreapta; radiele sonore se reflecta, se refracta, intocmai ca radie de lumina; *ecourile* si *resonantiile* suntu efecte ale reflectiunei sunetului la pereti elastici.

Iutiel'a de propagatiune a sunetului este mare si variadia cu diferite impregiurari, ea cresce cu temperatur'a si descresce cu densitatea gazului in care se propaga. Mesuri directe au aretatu co in aeru iutiel'a lui la tem-

peratur'a $0^{\circ} C$. si la presiunea barometrica normala de 760^{mm} este de 332 metre pe secunda; la temperatur'a media de vre ua $15^{\circ} C$, iutiel'a este de 337 metre. Mesurile directe cele mai precise s'au facutu la 1822 langa Paris de catre *Humboldt*, *Arago*, *Gay-Lussac* si alti, si la 1823 in Olanda de catre *Moll*, *Van-beck* si *Cuytenbrouwer*. Observatorii au alesu duoe statiuni, intre cari au mesoratu distantia cu mare precisiune, si au asediatu cate unu tunu la fia-care din ele. Noptea la ua ora fixa si la intervale din 10 in 10 minute slobodiau tunurile si observatorii mesorau timpulu intre momentu la care se vedea lumin'a si acela la care se audia exploziunea; impartindu distantia intre cele duoe statiuni cu acelu timpu se afla iutiel'a pe secunda. Capitanulu englezu *Parry* facendu mesuri directe la nordulu Americi, a gasitu co la temperatur'a de $-38^{\circ} C$ sunetulu se propaga cu iutela de 309 metre pe secunda.

Sunetulu se propaga cu ua iutiela multu mai mare in licide, precum au aretatu elvetianii *Sturm* si *Colladon* experimentandu in ap'a din laculu Genevei; ei au gasitu co iutiel'a lui in apa este de 1435 metre. Iutiel'a sunetului este si mai mare in solide; *Biot* a gasitu co elu se propaga cu iutiel'a de 3500 metre pe secunda in tievile de tuciu gole, servindu la distributiunea apei in Paris.

In fine sa observamu unu lucru interesantu descoperitu de *Régnauld* si *König* la Paris, adico co sunetele ascutite se propaga ceva mai incetu de catu acele mai grave seu mai grose.

§ 3. PROPRIETATILE SEU CARACTERELE SUNETULUI

Fia-care sunetu are proprietati caracteristice, seu caractere speciale ale lui cari lu deosebescu de unu altu sunetu. Aceste caractere suntu in numeru de trei : *intensitate*, *inaltime* si *calitatea* lui, numita dupe francesi si *timbru*.

Intensitatea sunetului depinde de diferite impregiurari: 1) Ea cresce cu *amplitudinea oscilatiunilor*; de ex. lovindu cu unu ciocanu mai tare producemu unu sunetu mai intensivu, pentru co moleculele facu acum vibratiuni mai largi. 2) Ea descresce cu *patratulu distantiei de la centru sonor*, pentru co undulatiunile sonore se propaga de aci in tote directiunile, formandu succesive sfere concentrice, ale carora suprafecia cresce cu patratulu radielor, seu a distantielor de la centru ; sunetulu imprascianduse astu-feliu in suprafecie din ce in ce mai mari, intensitatea lui la fia-care punctu va descresce in acelasi raportu. 3) Intensitatea sunetului depinde enca de *concentratiunea radielor sonore*, precum se vede la tuburi acustice, trompete, etc.; de *densitatea* mediului in care se propaga si cresce cu acesta, precum se observa la inaltimi mari, unde aerulu este raru si sunetulu se aude slabu ; de *omogeneitatea aerului*, precum a observatu *Humboldt* celu d'anteiu co noptea, cand aerulu este omogenu, sunetele se audu cu ua intensitate mai mare de catu dioa.

Inaltimea sunetului depinde de numerulu vibratiunilor executate intr'unu timpu determinatu, de ex. intr'ua secunda, de corpu sonor ; unu sunetu este cu atatu mai inaltu cu catu vibratiunile suntu mai numeroase, cu

catu ele se facu mai iute. Exista ena ua limita inferioara si una superioara la numerulu de vibratiuni cerute, ca sa produca sunetulu celu mai *gravu* si pe celu mai *acutu*, cari sa fia enca perceptibile de urechie. *Despretz* si alti au determinatu aceste limite si au gasitu co se ceru celu pucinu 16, si celu multu 36000 vibratiuni intregi pe secunda, ca sa produca sunete perceptibile. Vibratiuni mai rari de catu 16 si mai rapedi de catu 36000 pe secunda nu afecta urechi'a.

S'au inventatu aparate ca sa constatamu, co inaltimea sunetului cresce cu numerulu vibratiunilor, prin cari se pote chiar mesora numerulu vibratiunilor producendu unu sunetu determinatu. Din aceste aparate vomu descrie aci *siren'a lui Cagniard Latour* ; *rot'a lui Savart* si *fonautografulu lui König si Scott*.

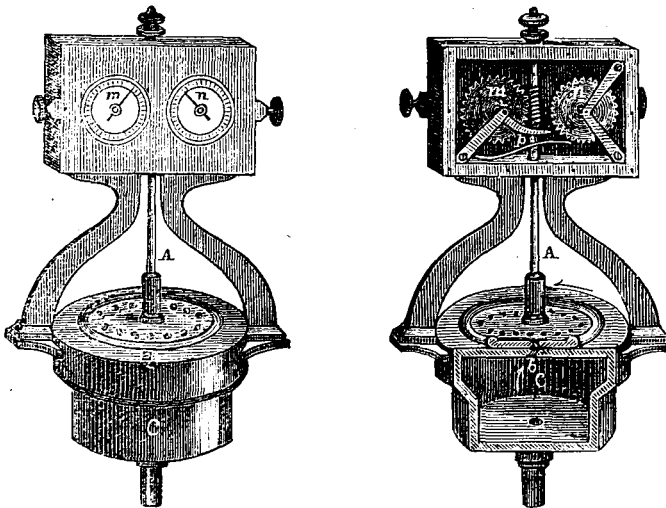


Fig. 229.

Siren'a (fig. 229), represintata in perspectiva si in

sectiune, se compune de ua cutia de ventu C , in care potemu introduce unu curentu de aeru. Feci'a superiora porta mai multe gauri B, b , corespunđendu la unu numeru ecualu de gauri a unui discu orizontalu ce i sta d'asupra si este mobilu in giurulu axului verticalu A ; aceste duoe sisteme de gauri suntu inclinate intre ele, precum se vede la b , astu-feliu ca curentulu de aeru venindu de giosu sa isbesca in gaurile discului si sa lu puna in miscare de rotatiune. Prin acesta miscare a discului, gaurile cutiei de ventu suntu alternative deschise si inchise si ventulu gonitu afara produce lovituri dese si unu sunetu cu atatu mai inaltu, cu catu curentulu este mai iute si rotatiunea mai rapede. Spre a numeră vibratiunile, adico loviturile de ventu, ce corespundu la productiunea fia-carui sunetu, axulu A porta in partea superiora a lui ua elice care apuca in dintii rotei m ; iara unu dinte mare p alu acestia apuca la fiã-care rotatiune in dintii unei a duoa rote n . Cunoscendu numerulu gaurilor si a dintilor vomu potea determinã numerulu loviturilor intr'unu timpu determinat. Tabl'a care porta rotele m, n se pote da pucinu la ua parte, astu-feliu in catu potemu dupe voia sa lasamu rotele supuse actiunei elicei A , seu sa le liberamu de densa.

Dispositiunea *rotei lui Savart*, seu a sirenei cu rota, se vede in fig. 230. Ua rota dintiata R , pusa in miscare rapede de rotatiune si trecendu inaintea unei carte c , produce unu sunetu cu atata mai acutu, cu catu ea se invertesce mai iute. Numerulu vibratiunilor se determina dupe acela alu rotatiunilor rotei R , aretatu prin mecanismu m .

Fonautografului lui Scott si König fig. 231, ne da mediulu sa represintamu vibratiunile intr'unu modu gra-

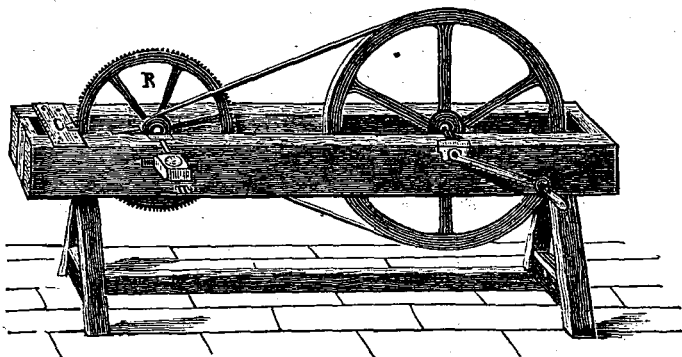


Fig. 230.

ficu. Unu elipsoidu de rotatiune BC , de gipsu seu de metalu, deschisu la C , inchisu la B , porta aci unu cilindru ac , pe care se afla intinsa ua membrana cu unu

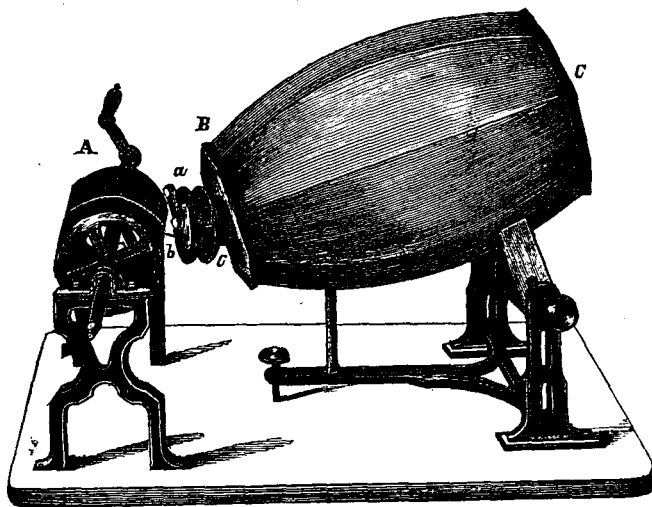


Fig. 231.

peru b : in dreptulu acestuia se pote inverti unu cilindru

A, pe care se asiedia ua foia de hartia inegrita la ua lumenare. Cand producemu unu sunetu la C, aerulu elipsoidului si impreuna cu densu si membran'a cu peru b, intra in miscare de vibratiune, iara perulu descrie atunci pe hartia ua linia sinusoida.

Fia-care sunetu are ua *calitate* particulara, unu timbru, care in genere nu pote fi definita si a remasu neesplacata pene in timpurile din urma. Se scie co diferite instrumente potu produce sunete cu aceeasi intensitate si inaltime si cu tote astea diferindu multu intre ele; acesta diferentia care constitue unu caracteru individualu a fia-carui sunetu, s'a numitu calitatea lui seu timbru. *Helmholtz* a aretatu, printr'ua seria de experimente si de dispositiuni, co cand unu instrumentu produce unu sunetu determinatu, diferitele parti ale lui, vibrandu impreuna, producu sunete slabi cari insocesu pe acelu principalu. Aceste sunete variedia in numeru si in caractere, dupe natur'a instrumentului care produce sunetulu principalu, suntu ensa prea slabi, ca sa scambe pe acestu sunetu; atata numai co i dau unu caracteru, ua *nuancia* particulara, i dau *timbru*. Acele sunete slabe au fostu numite *sunete armonice*. *Helmoltz* a potutu sa faca visibile chiar ochiului vibratiunile acestor sunete secundare, cari dau sunetului principalu timbrulu lui specialu. *König* din Paris, ceea mai mare autoritate pentru constructiunea si teori'a instrumentelor de acustica, a construitu diferite instrumente pentru demonstratiunea sunetelor armonice. Intre alte vomu mentiona anteu *resona'orii*, cari suntu nisce balone de metalu, mai

mari sau mai mici, dupa sunetul, *notă*, pe care sunt destinati sa intareasca. Ei au doue gauri diametrale : una rotunda si mai mare, pe unde se comunica vibratiunile unui sunetu volumului de aeru cuprinsu in ei ; alta mica si in forma ascutita, ca sa putem pune resonatorulu la urechia (vedi mai la vale fig. 232). Deca mai multi observatori asiedia la urechi'a lor cate unu resonatoru corespunzandu la diferite note, si atunci se pronuntia pe rindu vocalele *a, e, i,...* unu din observatori voru audi mai bine vocal'a *a*, alti pe *e*, si asia inainte, ceea ce areta co-sunetele armonice cari insocescu vocal'a *a* suntu alte de catu acele cari insocescu vocal'a *e* si asia mai inainte.

Aparatulu cu *flacare manometrica* (fig. 232) a lui *König* se compune de unu numeru ore-care de resonatori de marimi diferite, cari comunica prin tuburi de cautchucu cu unu numeru ecuvalu de camere, despartite fia-care in doue compartimente prin cate ua membrana elastica. Compartimentele din dosu ale acestor camere corespundu la acei resonatori ; compartimentele din fe-cia primescu prin tuburi cuvenite gazu de luminatu, care potē scapā prin cate ua tieva cu ua gaurica mica ce se afla la fia-care din acele compartimente. Gazulu se aprinde la fia-care tieva si avemu astu-feliu unu numeru de flacare, dispuse pe ua linia verticala, ecuvalu cu alu resonatorilor. Inaintea acestor flacare potemu inverti cu mare iutiela ua oglinda, in care vomu vedea, dupa principiulu persistenti impresiunilor luminoase cunoscutu din Optica, atatea bande orizontale cati resonatori avemu. Deca acum producemu unu sunetu inaintea acestui aparatu, ua nota musicala determinata, voru tremurā in

generalu mai multe flacare, ceea ce se vede in oglinda, unde bandele luminoase iau ua forma dintiata. Acesta areta co not'a produsa nu este simpla, ci insocita de mai

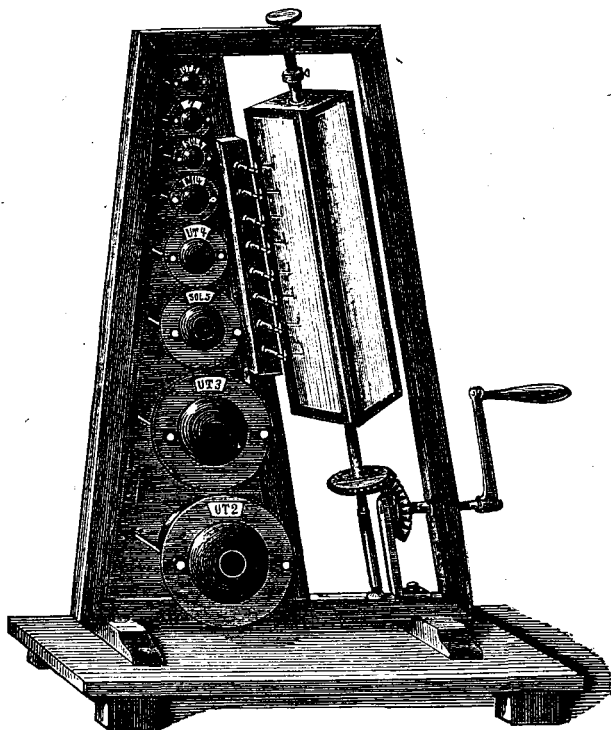


Fig. 232.

mulțe sunete secundare, cari suntu tocmai sunetele armonice.

§ 4. LEGILE VIBRATIUNILOR

Solidele si gazele singure voru formã objectulu studiilor din acestu paragrafu, licidele nepresintandu nici ua importantia la productiunea sunetelor.

Solidele sonore au obicinuitu form'a de *corde* seu de

lame; ele executa vibratiuni *transversale*, potu ensa, in forma de vergele, sa faca si vibratiuni *longitudinale*. Sunetulu produsu de ua corda variédia dupe impregiu-rari; in genere numerulu vibratiunilor unei corde, adico inaltimea sunetului, este 1) proportionala cu radicin'a patrata a puterii care intinde cord'a; 2) acelu numeru sta in raportu inversu cu *lungimea*, *diametrulu* si *densitatea* cordei. Aceste legi au fostu demonstrate prin calculu matematicu de elvetianii *Bernouilli* si *Euler* si de alti; ele potu fi demonstrate si experimentalu prin *monocordulu* lui *Savart* (fig. 233) in care potemu intinde mai multu seu mai pucinu ua corda *AB* pe ua cutia de

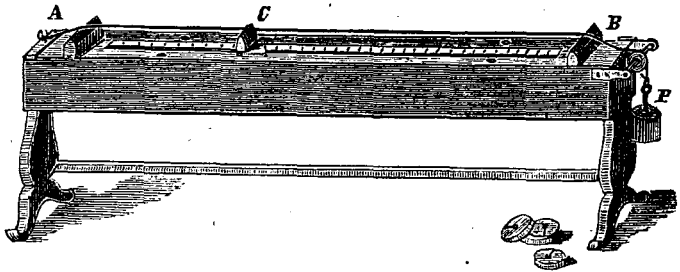


Fig. 233.

resonantia, prin greutatea *P* seu cu ua chee; cord'a pote asemenea sa fia scurtata mai multu seu mai pucinu prin pedec'a *C*. — Cordele presinta ua particularitate, adico ele vibrandu, se dividu in mai multe despartiri, cari vibredia deosebitu: intre acese despartiri se afla puncturi in repausu, numite *noduri*, ale carora positiune depinde de aceea a pedecei *C*. Existenti'a nodurilor se pote proba, punendu pe corde bucatiele mici de hartia, cari stau imobile, pe cand ele cadu deca le punemu la alte puncturi ale cordei. Mediuloculu intre duoe noduri

presinta ceea mai mare amplitudine de oscilatiune si s'a numitu *umflatuura*.

Lame de metalu seu de sticla, puse in miscare de vibratiune printr'unu arcusiu, dau asemenea sunete mai grave seu mai acute ; si acestea nu vibredia de ua data pe tota intinderea lor, ci se dividu in regiuni despartite prin linii, numite *nodale*, cari stau in repausu. Acesta se pote constata, punendu pe lama ua pulbere usiure, care se ingramedesce catre liniile nodale, fiindu asverlita din partile cari vibredia, si produce *figurile acustice* ale fisicului germanu *Chladni* ; acesta le a produsu cu ua perfectiune mare si in mii de feliuri, variandu sunetele intr'unu modu convenabilu.

Vergele de lemnu, sticla, feru, tuburi de sticla etc., tinute cu ua mana si frecate in sensulu lungimei cu ua bucata de postavu presaratu cu pulbere de colofoniu, intra in vibratiuni longitudinale si dau sunete corespundietore, forte acute.— Ua verga producendu unu sunetu longitudinalu, pusa pe ua lama, produce asemenea pe densa figuri acustice.

Aerulu atmosfericu si in genere tote gazele, puse in miscare de vibratiune, producu asemenea sunete. Vibratiunile gazelor se producu prin condensatiuni si dilatatiuni succesive, precum se areta in fig. 234. Unu pistonu executandu la gur'a unui tubu miscari de oscilatiune, va strengre pucinu aerulu, iara cand se departedia de tubu, aerulu se rapede dupe densu si se dilata acolo, unde se condensase mai inainte, producendu astufeliu dilatatiuni si condensatiuni cari se propaga successive inainte la 6, 18, 30, 42, etc. Trebuie sa observamu co

la aceste puncturi de condensatiune și de dilatațiune maximala aerulu *nu se misca* de locu, ci numai se rapede

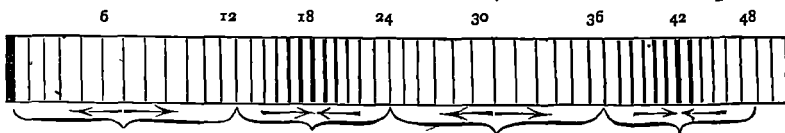


Fig. 234.

catre ele din dreapta și din stanga, producendu condensatiunea, apoi se departedia spre amendoae parti, producendu dilatațiunea. Aceste puncturi 6, 18, 30. etc., la

cari aerulu sta imobilu, ensa scamba continuu densitatea, ai fostu numite *noduri*; iara distanti'a intre duoe noduri, adico intre ua condensatiune și dilatațiunea urmetore, s'a numitu *lungimea undulatiunei*. La puncturile 0, 12, 24, 36, etc. dintre ua condensatiune și dilatațiunea urmetore, aerulu conserva ua densitate constanta, ensa se misca continuu, cand la dreapta, cand la stenga; aceste puncturi de densitate constanta s'au numitu și aci cá lacorde, *umflaturi*.

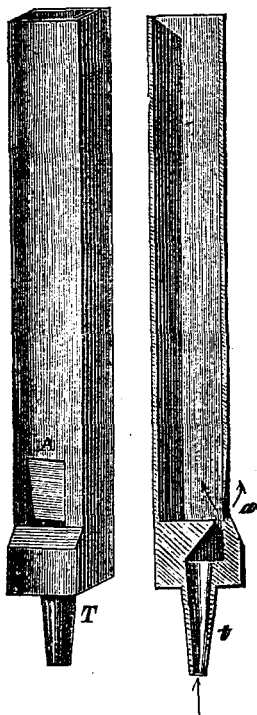


Fig. 235.

Vibratiunile colonelor de aeru se producu in *tuburi* acustice seu sonore de diferite forme (trompete etc.) Fig. 235, areta in secțiune și in perspectiva unu asemenea tubu. Aerulu suflatu prin canalu *t*, ese prin *a*, unde isbindu lateralu aerulu din

tubu, lu pune in miscare de vibratiune. Aceste tuburi se facu de duoe feluri *deschise* seu *astupate* la partea superioara; ele dau sunete de diferite inaltime dupe dimensiunile lor. Unu tubu deschisu trebuie sa aiba ua lungime induoita de catu unu tubu inchisu, ca sa produca unu sunetu de aceeasi inaltime; din duoe tuburi de aceleasi dimensiuni, tubulu deschisu da unu sunetu mai inaltu de

catu acelu inchisu.—

La multe tuburi sonore gur'a inferioara, este acoperita cu ua *limba* de metalu, care fiindu pusa in miscare de vibratiune prin suflare, produce la rondulu seu vibratiunile colonei de aeru din tubu.

Tuburile acustice au ua aplicatiune intre altela *organe* musicale, cari potu servi si la diferite studii ale sunetelor. Figura 236 represinta unu organu simplu, formatu de ua mesa, sub care se afla ua perechie de foi *S* miscate cu picioru.

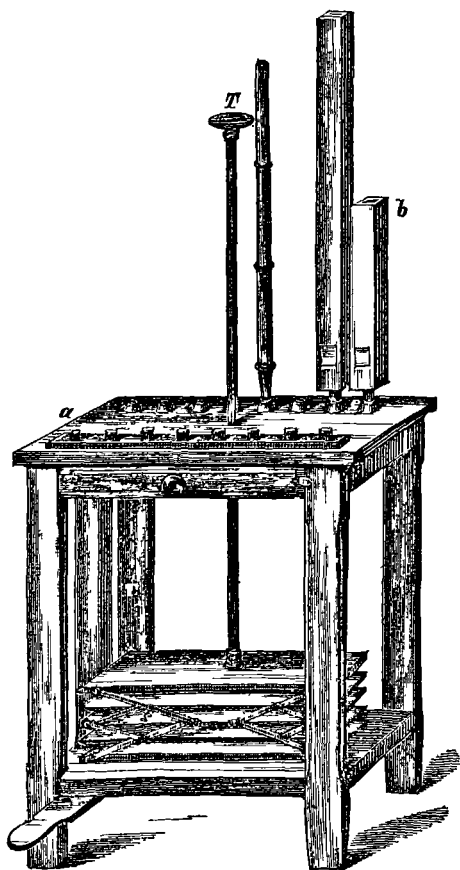


Fig. 236.

Ventulu se urca prin tubu T la *cuti'a de ventu ac*, care porta gauri unde se asiedia tuburile b ; aceste gauri potu fi deschise seu inchise dupe voia cu ajutoru de chei ce se apesa in josu.

§ 5. SUNETE MUSICALE SI COMBINATIUNEA LOR

Amu vediutu co sunetulu celu mai gravu pote fi produsu cu 16, iara celu mai acutu cu 36000 vibratiuni intregi. Dincolo de aceste limite nu mai exista nici unu sunetu perceptibilu; iara intre ele se potu produçe tote sunetele posibile, variendu treptatu de la celu mai grosu pene la celu mai acutu. Aceste diferite sunete ensa producenduse mai multe impreuna seu succesive nu afecta tote urechi'a intr'unu modu placutu, nu suntu tote armonice seu musicale, ci multe grupe din ele formedia disonantie. Ca sa fia mai multe sunete armonice, trebue sa implinesca ore-care conditiuni cari nu suntu supuse nici unei legi matematice cunoscute, ci arbitrului simplu alu urechiei; numerele vibratiunilor ce corespundu acestor sunete armonice stau ensa intre ele in raporturi simple. Sunetele armonice principale, seu notele musicale, formedia ua grupa numita *scara musicala* seu *diatonica*, seu si *gama*. Fia-care sunetu seu nota a acestei scari este produsu printr'unu numeru determinatu de vibratiuni si se insemnedia cu ua nota particulara. Eca aceste note fundamentale :

Notatiune italiana si

franceza *do* seu *ut re mi fa sol la si*

Notatiune germana

si engleza . . . C D E F G A H

Numerulu vibratiu- }
niior pe secunda } 264 297 330 352 396 440 495

Intervale seu rapor- }
turi intre vibratiu- }
nile a duoe note } 1 $\frac{9}{8}$ $\frac{5}{4}$ $\frac{4}{3}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{15}{8}$
consecutive. . . }

Ua nota armonica superiora notei *si*, produsa printr'un numeru de vibratiuni induoitu de catu not'a *ut*, adico 528, se numesce *octava* si se insemnedia cu *ut*₁ seu *C*₁; acestui tonu corespunde gam'a

*ut*₁ *re*₁ *mi*₁ *fa*₁ *sol*₁ *la*₁ *si*₁.

seu *C*₁ *D*₁ *E*₁ *F*₁ *G*₁ *A*₁ *H*₁.

Apoi vinu octave superioare *ut*₂ *ut*₃ *ut*₄, seu *C*₂ *C*₃ *C*₄.

Totu asemenea avemu si octave inferioare

*ut*₁ *ut*₂ *ut*₃,

seu *C*₁ *C*₂ *C*₃,

cu 132 66 33

vibratiuni pe secunda.— Notele acestor diferite game fiindu enca prea departate intre ele, s'au mai adaogatu note intermediu, insemnate cu numiri *moll*, *dur*, seu *bemoll*, *diese* etc., ale caror studiu nu apartine aci.

Sunetele armonice se producu prin instrumente musicale, intre cari negresitu trebuie sa socotimu si organulu vocei alu omului si alu animalelor. Lame, corde, betie seu colone de aeru, dispuse intr'unu modu convenabilu, dau sunetele proprii fia-carui instrumentu mu-

sicalu. Organulu vocei functiunea, dupe studiile clasice ale marelui fiziologu *Johannes Müller*, intr'unu modu analogu cu unu tubu sonor acoperitu la capu cu ua membrana elastica ce porta ua crepatura angusta. Perceptiunea sunetelor se face cu urechi'a, a carei stu-

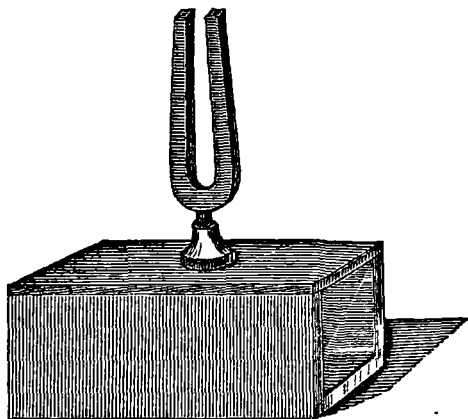


Fig. 237.

diu, precum si acela alu organulu vocalu, apartine anatomiei si fiziologiei. Sunetulu introdusu prin canalulu urechei pene in interiorulu ei la cavitata ososa, numita labirintu, pune membrana acestuia in vibratiuni cari se comunica masei osose

apoi licidulu ce umple labirintulu si de aci nervulu acusticu.

Ca sa producemu sunete curate, servindu ca sunete normale pentru comparatiune, regulare seu acordare, ne servimu de unu instrumentu micu, numitu *furca musicala* seu *diapason* (fig. 237). Acesta se compune de ua furca de ocielu asediata pe ua cutia de resonantia, care servesce spre a intari sunetulu lamei metalice prin covibratiunea masei de aeru inchisu intr'ensa. Ua asemenea furca trasa cu arcusiu da ua nota determinata, obicinuitu *la* seu *ut*.

Francesulu *Lissajous* a inventatu ua metoda *optica*,

ca sa compare, cu mare precisiune sunete produse de dooe diapasone diferite ; acesta metoda pote servi pentru constructiune de diapasone absolut identice. Fig. 238 areta dispositiune lui Lissajous ; dooe diapasone, unul orizontalu *A*, celu altu verticalu *B*, porta la extremitatile lor oglinzi mici si suntu astu-feliu dispuse inaintea unei lampi *L* (seu a unei radie solare reflectate intr'ua camera obscura prin aparatele de proiectiune ce vomu cunoște in Optica), in çatu dupe ua induoita reflectiune sa

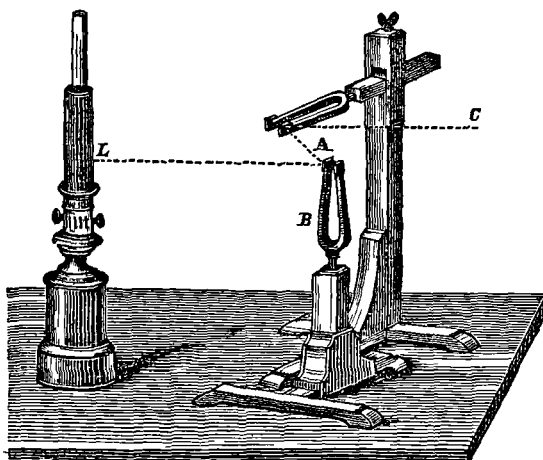


Fig. 238.

tramita ua radia de lumina in directiune *C*, unde observamu direct cu ochiu seu cu ochianu, seu priimimu fenomenulu pe unu carton, in proiectiune. Cand amendooe diapasonele stau in repaosu, nu vomu vedea de çatu unu singuru puntu luminos. Cand punemu in vibratiune diapasonulu *A*, punctulu luminos ensusi va oscilã si va descrie ua linia orizontala ; cand vibriedia diapasonulu *B*, punctulu luminos va descrie ua linia

verticală. Când ensa vibredia amendouă diapasonele de ua data, atunci punctulu luminos reflectatu prin două oglinzi, cari vibriedia rectangularu între ele, va descrie ua linia de ua forma și ua pozițiune, cari variedia dupe natur'a și vibratiunile diapasonelor ensusi. Deacă aceste dau întocmai aceeași nota, atunci lini'a luminosa descrisa va fi în genere ua elipsă și în cazuri speciale unu cercu seu ua dreaptă înclinată pe orizontală cu 45° . Când diapasonele dau note diferite, lini'a luminosa va prezintă ua formă neregulată, compusă în genere din două parti cari se taia la unu nodu. Unu studiu mai întinsu alu acestor fenomene nu se pote face bine fără calculu, se basedia pe formulele miscari undulatorie dezvoltate în optica, și ne ar conduce aci prea departe.

Grup'a sunetelor musicale este limitată între sunetulu celu mai gravu de 27 vibratiuni și sunetulu celu mai înaltu de 4000 vibratiuni, prin urmăre cuprinde pe la septe octave, și anume octavele ut_3 pene la ut_4 . Vocea umăna, a unui individuu, pote să variedie prin două octave; în cazuri excepționale și prin mai multe, precum se întâmplă cu cantatricele celebre, cari potu să treacă prin trei octave și chiar prin trei și jumătate. Vocea umăna în generalu pote să variedie prin aproape patru octave, încependu de la ut_2 și pene la ut_3 , adică între 66 și 1044 vibratiuni.

Vocea umăna și instrumentele cu corde suntu bogate în sunete armonice; din contra instrumentele cu ventu, trompete, organe etc., suntu mai curate, fără sunete armonice, ensă și mai pucinu dulci.

Când se producu de ua dată două vibratiuni seu sunete, diferindu între ele pucinu în înălțime, atunci se

aude in intervale constante de timpu si alternative ua intarire si ua slabire a sunetului, unu feliu de *undulari*, numite si *batai*. Aceste sunete suntu *subjective* si provinu din acesta, co duoe dilatatiuni, seu duoe condensatiuni, seu ua dilatatiune si ua condensatiune, a celor duoe sunete diferite, intra de ua data in urechia, in intervale determinate de timpu. Deca acele duoe sunete suntu produse respective prin n si n' vibratiuni pe secunda, si deca n si n' au unu factoru comunu c , atunci acele undulari seu batai se voru produce de c ori pe secunda, adico in acele momente la cari amenduoe sunetele termina de ua data unu numeru intregu de vibratiuni. Undularile aceste devinu cu atata mai dese cu catu diferinti'a de inaltime a celor duoe sunete, cari le producu, este mai mare. Cand numerulu batailor trece peste vre ua 32 pe secunda, atunci nu le mai potemu distinge, ci audimu unu sunetu unicu, in genere forte neplacutu urechiei.

Cand intervalulu intre duoe sunete este simplu, adico vibratiunile acestor sunete au intre ele unu raportu simplu, de ex. $1 : 2$, $4 : 5$ etc., atunci ele nu dau batai, ci din combinatiunea lor resulta unu singuru sunetu numitu *acordu*, seu *sunetu de combinatiune*. Aceste sunete de combinatiune suntu *objective*, *resulta din interferenti'a* celor duoe sunete cari le producu. Moleculele de aeru suntu afectate de ua data de catre amenduoe sunete, executa prin urmare ua miscare undulatoria resultenta si dau unu singur sunetu, care in generalu intaresce pe unulu din cele duoe sunete elementare.

Acordurile se potu face nu numai cu duoe sunete, dera si cu trei si patru.

Astu-feliu avemu acordurile urmetore :

do mi sol

re fa la

do mi sol (diez)

do mi la etc.

SECTIUNEA VII.

OPTICA SEU TEORI'A LUMINEI

ART. I. NOTIUNI PRELIMINARE

§ 1. NATUR'A SI PRODUCTIUNEA LUMINEI

Cunoscintiele nostre cele mai multe despre lumea esteriore le datorim impresiunilor luminoase ce priimim de la diferitele corpuri ; acestea luminandu de sine , seu priimindu lumina de la alte corpuri luminoase, impresionedia ochiulu si descepta in noi ide'a despre existenti'a lunei esteriore

Corpurile se dividu in *luminoase* si *obscure* ; unu corpu pote sa fia luminos, adico visibilu ochiului, fara ca sa luminedie de sine, ci numai *reflectandu* lumin'a ce priimesce de la unu luminatoru ; sub acestu puntu de vedere tote corpurile obscure pote deveni luminoase. — Corpurile le dividemu enca in *transparinti* seu diafane si *opace*. Cele d'anteiu lasa sa treca printr'ense *radiiele* luminei, precum este sticl'a, aerulu etc. ; cele opace intercepta, absorba radiiele de lumina, le oprescu intr'unu

modu ore-care de a se transmite inainte, precum zidulu, lemnulu, ferulu, etc. In realitate ensa nu este nici unu corpu transparente seu opacu intr'unu modu absolutu, transparentia si opacitatea dependendu si de grosimea corpului ; astu-feliu ua foia de auru, pe care obicinuitu o lipimu pe ua sticla, este transparente si se areta cu colore verde, ceea ce provine dintr'ua descompositiune a luminei, despre care vomu vorbi mai la vale ; ua colona forte lunga de apa perde din transparentia ei si se areta cam verde, etc. *Transluciditatea* unor corpuri este enca unu gradu de transparentia.

Corpurile opace oprindu lumin'a de a se propaga dincolo de ele, producu in dosulu lor unu spatiu obscuru numitu *umbra*. Deca luminatorulu ar fi numai unu punctu, ar existe ua linia de demarcatiune intre umbra si lumina (fig. 239);

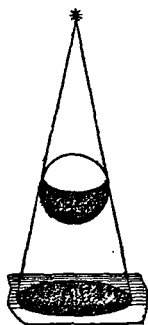


Fig. 339.

luminatorulu avendu ensa obicinuitu dimensiuni mai mici seu mai mari, urmedia co marginile umbrei corespundiandu unui *punctu* alu luminatorulu voru fi luminate pucinu de puncturile vecine ale lui, adico co umbr'a mai negra la mediulocu se va perde

treptatu spre margini, precum se areta in fig. 240 ; marginile umbrei s'au numitu si *semiumbra* seu penumbra.

Lumin'a pote sa fia *naturala* seu *artificiala*, adico produsa prin art'a noastra. Este probabilu co lumin'a naturala ensasi este produsa prin acelasi mediuloce prin cari ne procuramu si noi obicinuitu lumina artificiala. Intre luminile naturale socotimu pe aceea a *sorelui*, a *stelelor*, precum si pe aceea a *planetelor*, cari ensa nu-

mai reflecta lumin'a ce primescu de la sore. — Cele mai principale mediuloce prin cari ne procuramu lumina suntu : *electricitatea*, precum amu cunoscutu scanteile

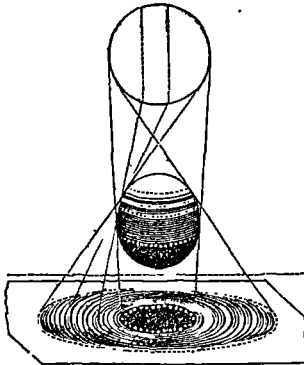


Fig. 240.

electrice si lumin'a numita *electrica*, si *incandescenti'a* seu *combustiunea*. Tote corpurile incaldate la temperature mai mici seu mai inalte, celu multu pe la vrea 5 — 600^o, devinu luminoase. Lumenarile, diferitele grasimi si oleiuri, petroleulu. gazulu de luminatu, etc., cari tote cuprindu unu escesu de *carbune*, intrandu in *combustiune*, facu ca ua parte

din carbunele lor sa devina *incandescentu* si sa lumine-die ; deca suflamu aeru cu ua tieva ca sa activamu *combustiunea*, atunci lumin'a slabesce, pentru co carbonii *incandescenti*, ce ereau in suspensiune in mediuloculu flacarei, disparu, ardiendu si transformanduse in produse gazeose. Zincu, magnesiu si alte metale, ardiendu intr'unu curentu de aeru, seu de oxigenu curatu, dau ua lumina forte intensiva, pentru co oxidele formate devinu *incandescente* la temperatur'a produsa prin *combustiunea* metalelor. Lumin'a englesului *Drummond*, numita si *lumina cu gaza oxy-hidrogenu*, seu *lumina de calce*, se produce prin *incandescenti'a* unui betiesioru de calce seu de *magnesia* tinutu in flacar'a unei amestecature de gazu oxigenu si hidrogenu cari curgu in curentu continuu din gazometre speciale.

In fine trebuie sa mentionamu aci unu modu parti-

cularu de productiune a luminei, *fosforescenti'a*. Bucati de lemnu putredu, cate ua data carne de pesce stricata, diferite grasimi, fosforu, apele marei, etc. luminedia la intunerecu ; tote aceste lumini slabe se producu prin *combustiune*, care se face incetu. Fosforulu arde absorbindu oxigenulu atmosferei ; carnea, lemnulu putredu, etc. absorba asemenea oxigenu in descompositiunea lor si se consuma prin cõmbustiune ; pe apele marilor trasesce ua infinitate de insecte cari secreta ua grasime speciale ; acesta absorbindu oxigenulu aerului, produce ua adeverata combustiune si prin urmare ua lumina slaba, vizibila numai noptea ; totu in acesta categoria intra si lumina pe care o dau licuricii.

Unu fenomenu specialu de fosforescentia se produce prin *insolatiune* ; varulu, seu pari de lemnu spoiti-cu varu, espusi dioa luminei sorelui, pastredia si emitu noptea ua lumina slaba, care ii face vizibili chiar in noptea ceea mai intunecosa ; caus'a adeverata a acestui fenomenu nu este enca bine cunoscuta.

Fenomenele luminoase au impresionatu pe oameni enca din timpurile cele mai vechi si s'au facutu totu feliu de hypotese asupra naturei luminei, cari enşa au fostu mai multu productulu imaginatiunei de catu alu meditatiunei profunde basate pe ua cunoscintia solida a fenomenelor optice. Sub acestu puntu de vedere numai duoe teorii merita a fi numite : aceea a *emisiunei*, seu a *emanatiunilor*, numita si *corpusculara*, formulata de catre *Newton*, si teori'a *undulatiunilor* seu a *vibratiunilor*, data de olandesu *Huyghens*. *Newton* si partisanii teorii emisiuni admitu co corpulu luminos asverla

de la sine in toate directiunile particulele de o micusiorime excesiva si cu o iutiela imensa, cari isbindu organulu vedetei, producu asupra-ne simtirea luminei. Acesta teoria basata pe faptele cunoscute pene in timpului lui Newton si formulata cu profundeata care caracterisea toate lucrarile acestui geniu, porta ensa in sine elemente imposibile de admisu si ne areta co chiar geniurile cele mai mari potu cadea in erori, cand suntu silite sa se retacesca in regiunile hypoteselor. Fapte descoperite chiar in timpului lui Newton aretau imposibilitatea unei asemenea teorii; ensa geniulu lui Newton a completatu-o mai adaogandu si alte hypotese si astu-feliu teori'a emisiunilor a devenitu unu complexu de hypotese, ceea ce ar ajunge ca sa i arete neperfectiunea. Fapte mai noi, ce vomu cunosce in cursulu acestui studiu, stau in contradictiune directa cu acesta teoria, care a si fostu astadi parasita de toti.

In opoziune cu acesta sta teori'a *undulatiunilor*, a lui Huyghens. Dupe acestu mare astronomu si fisicu o materia subtila, pe care o numesce *eteru*, ar fi respandita in toate spatiurile ceresci si chiar intre moleculele tutulor corpurilor; cand acestu eteru se afla in repausu, avemu intunerecu, corpurile suntu obscure; cand eterulu intra in vibratiuni, seu face undulatiuni, atunci se produce si se propaga lumina. Nu numai toate fenomenele luminoase, cunoscute pene la Huyghens, precum si toate acele descoperite de atunci si pene astadi, stau in ceea mai perfecta armonia cu acesta teoria, dera enca multe fapte enca necunoscute au potutu fi predise ca nisce consecintie ale acestei teorii si au fostu confirmate

prin experientia. *Euler* celu d'anteiu, dera mai alesu pe la inceputulu acestui secolu englesulu *Young* si france-sulu *Fresnel* au contribuïtu pentru consolidarea si ad-miterea generala a teoriei undulatiunilor.—Astronomulu *Encke* din Berlin studiandu miscarea cometei descop-erite de densu, a observatu ua intardiere a acestei mis-cari, ceea ce face forte probabila existenti'a acelu eteru hypoteticu alu lui Huyghens ; resistenti'a ce ar intempinà comet'a miscanduse in acelu mediu (eteru) explica intar-dierea cometei intr'unu modu suficientu, dupe calculele lui Encke. *Radiometrulu*, descoperitu in ani din urma de englesu *Crookes*, este unu micu instrumentu, prin care crede Crookes co se demonstredia existentia eteru-lui. Ua morisca de ventu cu aripi iaegrite pe ua parte, asediata in interiorulu unui balonu micu de sticla, in care s'a facutu golu celu mai perfectu posibilu, intra in miscare de rotatiune, cand o espunemu la lumin'a sore-lui, seu chiar a unei lumenari.

§ 2. PROPAGATIUNEA SI IUTIEL'A LUMINEI

Lumin'a se propaga in linia dreapta, despre care ne potemu incredintià punendu ua pedeca intre ochiu si puntu luminos ; atunci lumin'a este oprita. Ea se transmite in radie in tote directiunile in giurulu unui puntu luminos si intalnindu corpuri obscure le lumi-nedia. Unu fenomenu interesantu se produce intr'ua cu-tia negra seu intr'ua camera intunecata, in care patrundu radie de lumina de afara numai printr'ua singura gaura mica, lasata in oblonulu unei din ferestre; in feci'a opusa gaurei vedemu producenduse imaginile inverse ale objec-

telor esteriore. Acestu fenomen a fostu observatu si explicatu de *Kepler*. Radiele de lumina venindu de la diferitele puncturi ale unui objectu esterioru, *se incru-cisiedia la gaura* si producu pe peretele opusu puncturi luminoase intr'ua dispositiune analoga, ensa inversa, care ne areta imaginea objectului esterioru; acesta imagine este slaba si ochiulu nu o pote vedea, de catu numai cand este intunerecu in aceea camera, adico cand ochiulu nu este impresionatu de alta lumina mai intensiva.

Lumin'a se propaga cu ua iutiela asia de mare in catu multu timpu s'a crediutu co transmisiunea ei este instantanea; ensa astronomulu danezu *Olav Roemer* a demonstratu celu d'anteiu pe la 1676, co lumin'a cere unu timpu apreciabilu, ca sa se transmita de la unu punctu la altu. Pentru acesta s'a servitu de observatiunile astronomice ale satelitelor lui Jupiter. Fia (fig. 241) *S* sorele, *P* pamentulu in apropierea conjunctiunei sele

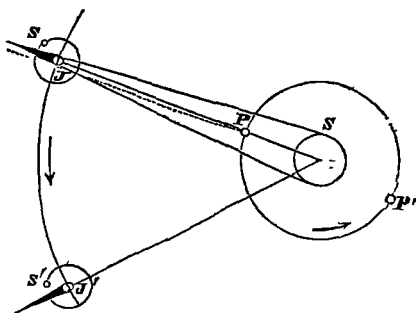


Fig. 241.

cu Jupiter *J*, s unulu din satelittii acestuia in momentulu de a intrà in umbr'a lui Jupiter. Unu observatoru de pe pamentu va vedea atunci imersiunea acestui satelitu; peste $42^{\text{ore}} 28^{\text{m}} 35^{\text{s}}$, in care timpu

satelitulu termina ua revolutiune synodica in giurulu lui Jupiter, observatorulu va vedea ua a duoa imersiune; peste alte $42^{\text{ore}} 28^{\text{m}} 35^{\text{s}}$ ua a treea, si asia mai inainte. Pamentulu ensa inaintandu spre *P* pe partea aretata

cu sageta, imersiunile se voru produce din ce in ce mai tardiu si cand pamentulu va ajunge peste sese luni in opositiune la P' , iara Jupiter cu satelitu la J' si s' , imersiunea se va face cu $16^m 26^s$ mai tardiu decatu dupe cum ar urmà, socotindu intervalulu intre duoe imersiuni consecutive de $42^{ore} 28^m 35^s$. Acesta intardiere provine din caus'a co lumin'a ca sa via de la s' la P' , are acum se percurga unu drumu mai lungu cu diametrulu intregu alu orbitei pamentului, adico cu PP' . Acesta fiindu aproape ecualu cu 300000000^{km} , vomu gasi iutiela luminei pe secunda, impartindu acesta distantia cu timpu $16^m 26^s$ seu cu 986^s , ceea ce da aproape 304000^{km} .

Astronomulu englesu *Bradley* a descoperitu pe la 1727 unu fenomenu interesantu ce presinta stelele fixe, ua miscare aparinte periodica, pe care a numitu-o *aberratiunea luminei* si care provine din intardierea aceste; ea pote servi pentru mesur'a iutielei luminei; ensa acestu studiu apartine mai multu astronomiei.

Pe la 1849 francesulu *Fizeau* a descoperitu unu mediulocu nou spre a mesora iutiela luminei pe pamentu, la ua distantia relative mica. La duoe statiuini A , B (fig. 242), departate intre ele cu 8633^m , a asediatu duoe ochiane, astu-feliu ca axele lor sa fia in linia drepta. Ochianulu din B are in interioru ua oglinda plana P , care reflecta inapoi radiele de lumina. Ochianulu A are asemenea ua lama de sticla s cu fecie paralele si inclinata cu 45^0 pe axulu lui. Ua radia de lumina venindu de la unu punctu L , care pote fi lumina electrica seu lumina solara, concentrata aci printr'ua lentila, este introdusa in ochianu A printr'ua tubulura laterala l , reflectata la

s către ochianu alu doilea B , reflectata din nou la P inderetu spre s , de unde trece spre ochiulu observato-

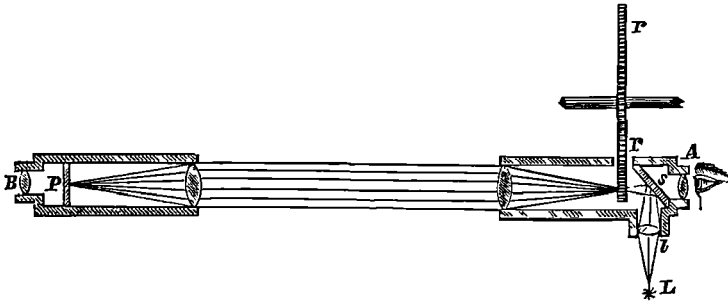


Fig. 242.

rului A . Ochianulu A porta ua crepatura laterala in care patrunde pene dincolo de axu ua rota dintiata rr , ce pote fi pusa in miscare rapede de rotatiune printr'unu mecanismu de orologiu, seu prin vre unu altu mediu-locu. Cand rot'a sta si presinta inaintea ochiului A unu intervalu dintre duoi dinti, atunci observatorulu va vedea punctulu luminos in directiunea AB ; daca invertimu rot'a, dintii ei voru impededca radiele de lumina ce se intorcu de la P spre A si observatorulu va avea intunerecu inaintea lui; deca ensa rot'a se inverteste destulu de iute, astu-feliu in catu sa inaintedie cu unu intervalu in timpulu celu scurtu in care lumin'a se duce de la s la P si se intorce inderetu, acesta gasindu acum unu intervalu liberu, va ajunge la ochiu A si observatorulu va avea lumina; invertindu mai iute, astu-feliu in catu in acelasi timpu sa via dintele urmatoru in dreptulu axului, observatorulu va avea iara intunerecu; la ua rotatiune si mai repede, la care unu alu treilea intervalu vine in dreptulu axului, lumin'a va fi restabi-

lita și astu-feliu urmandu, campulu ochianului va fi alternative intunecatu și luminatu. Fizeau intrebuintandu ua rota cu 720 dinti și invertindu-o de 25.₂ ori pe secunda, a avutu ceea d'anteiu lumina, de unde se conchide co timpulu in care lumin'a a percursu spatiulu sP de duoe ori, inainte și inderetu, este ecualu cu timpulu in care rot'a a inaintatu cu unu intervalu, seu cu unu dinte, ceea ce ne da iutiel'a luminei prin calculu urmatoru. Rot'a invertinduse de 25.₂ ori pe 1^s, presinta axului 25.₂ × 720 dinti seu intervale intr'ua secunda ;

unu dinte seu intervalu inaintedia dera in $\frac{1}{25.2 \times 720}$

dintr'ua secunda, și in acestu timpu lumin'a a percursu de duoe ori spatiulu sP , adico unu spatiu de 2×8633^m ; intr'ua secunda va precurge dera spatiulu $25.2 \times 720 \times 2 \times 8623^m$, seu pe la 312000^{km} . — Resultatulu acesta aflanduse prin immultirea'unui micu numeru, adico de $8. \frac{km}{633}$, ua mica gresiala se immultiesce asemenea și nu presinta precisiunea metodei astronomice.

Mai tardiu vomu cunosce enca ua metoda pentru a determinà iutiel'a luminei și a probà co acesta se propaga mai incetu in medii mai dense, conformu cu teori'a undulatiunilor.

§ 3. FOTOMETRIA.

Intensitatea luminei priimate de ua suprafecia data, de ex. de unimea de suprafecia, depinde de mai multe imprejurari :

- 1) de natur'a luminatorului ;
- 2) de unghiu sub care radiiele luminoase suntu emise

la suprafece'ă luminatorului. Acesta presintandu in genere ua intindere, radiele, potu parasi suprafece'ă lui normalu, cand atunci au maximum luminei ; seu oblicu si suntu cu atatu mai slabe cu catu ele suntu mai inclinate pe suprafece'ă luminosa, de unde emana. Radiele de lumina, venindu din marginile discului solaru, forte inclinate pe suprafece'ă lui, suntu mai slabe de catu acele din mediuloculu discului, emise normalu pe aceea suprafece'ă.

3) de unghi de *incidentia*. Intensitatea luminei priimate de ua suprafece'ă este cu atatu mai slaba, cu catu radiele cadu pe densa mai oblicu.

4) de distanti'a luminatorului. *Intensitatea luminei priimate de unimea de suprafece'ă este inversu proportionala cu patratulu distantiei de la luminatoru ;* astu-feliu intensitatile luminei i, i_1 , priimate la distantiele d, d_1 de la unu puntu luminos, suntu determinate prin proportiunea.

$$i : i_1 = \frac{1}{d^2} : \frac{1}{d_1^2}.$$

Deca ne inchipuimu mai multe sfere concentrice cu radiele α, β, γ etc., avendu de centru comunu punctulu luminos, aceleasi radie de lumina, cadiendu pe suprafece'ăle sferelor, voru fi cu atatu mai rari, le voru lumina cu atatu mai slabu, cu catu suprafece'ăle voru fi mai mari; dera acestea cresc in raportu cu patratele radielor $\alpha^2 : \beta^2 : \gamma^2 : \text{etc.}$; prin urmare intensitatile luminoase pe suprafece'ăle sferelor, adico la distantiele $\alpha, \beta, \gamma, \text{etc.}$ voru sta in raportu inversu cu $\alpha^2 : \beta^2 : \gamma^2 : \text{etc.}$ Esperimentalu se pote areta acesta, numai aproximative, punendu ua

suprafecia la distanti'a 1, 2, 3, 4 de la ua lumenare ; atunci va trebui sa punemu aci respective 1, 4, 9, 16 lumenari, ca sa producemu acelasi efectu luminos la diferite distante.

Pentru a comparà intensitatile diferitelor luminatori, la unime de distantiã, s'au inventatu diferite aparate si dispositiuni, numite *fotometre*. Fotometrulu lui *Bunsen* este unu din cele mai bune si se face in diferite forme ; una din cele mai simple este aceea in care comparatiunea luminilor se pòte face direct cu luminatori, fara sa mai cera vre ua dispositiune speciala. Asediamu cei duoi luminatori, de ex. ua lampa si ua lumenare, destul de departe unu de altu, intr'ua camera intunecosa si plimbamu intre ei ua foia mica de hartia subtire-si intinsa, avendu la mediulocu ua peta de grasime. Acesta se areta negra pe campu albu in partea luminei celei mai intensive, translucida pe campu obscuru in partea luminei celei mai slabe ; ea dispare ensa, cand amu asediatu-o la unu punctu ecuvalu luminatu de amenduoi luminatori. Mesurandu distantiile lor de la acelu punctu si redicandule la patratu, vomu avea raportulu intensitatilor luminoase.

Unu altu fotometru, asemenea forte simplu, este acela alu lui *Rumfort*. Asediamu unu betisioru inaintea unei foi de hartia alba, si totu pe aceeasi parte punemu pe cei duoi luminatori ce suntu de comparatu. Astu-feliu vomu avea duoe umbre ale betisiorului cu intensitati diferite, pentru co fia-care umbra este luminata de celu altu luminatoru. Departamu seu apropiamu pe unulu din acestia, pene cand sa potrivimu umbrele, ceea ce

se cunoscce mai lesne, deca amu pusu luminatorii aprope pe aceeasi dreapta cu betisioru, ca sa aducemu umbrele la contactu. Atunci patratele distantielor ale luminatoriilor de hartia ne voru da raportulu cerutu alu intensitatilor luminoase.

Fotometri'a constitue un'a din cestiunile cele mai importante ale practici, mai alesu in vedere cu respandirea crescenda a luminatului electricu, cand fia-care vrea sa cunosca adeverat'a valoare a acestei noi sisteme de luminatu. Cand avemu sa ne pronuntiamu practiculu asupra unei lumini, nu ajungu numai legile teoretice, nici instrumentele de mesura numite fotometre; mai trebuie enca sa alegemu ua unime seu typhu de lumina, sa examinamu natur'a luminei, lustrulu seu stralucirea ei, distributiunea ei, costulu ei etc. Pe de alta parte sa nu uitamu, co nici asupra unimei nu exista enca ua intielegere perfecta intre fisici, nici mediulocele de a pretiui si a comparã intensitatile luminoase nu au ajunsu la gradulu celu mai mare de perfectiune. Lumin'a emisa de diferiti luminatori presinta diferentie in nuantie seu colore, cari, de si mici, influintiedia enca intr'unu gradu forte simtitoru rezultatele mesurilor.

Unimile de lumina admise practic suntu duoe: lamp'a Carcel, ardiendu in conditiuni determinate, intrebuintiata in Francia; si lumenarea normala de parafina si de stearina (*standard candle*) intrebuintiata respective in Anglia si in Germania. Ua lampa Carcel normala prefiuesce pe la 9 lumenari normale. Amenduoce aceste typhuri de lumini suntu destulu de bune pentru practica, fara ca unulu sa aiba vre ua superioritate asupra celui altu.

În timpurile moderne s'a propusut să se facă în fuziune ca să servească ca tip de lumină; însă această prescripție atată dificultăți practice precum și mai multe obiecțiuni, în cât nu pare că va înlocui așa curând unimile usitate în practică.

Fotometrele întrebuintate astăzi sunt același lui Bunsen, de o construcție specială, în Anglia și Germania, și fotometrul lui Foucault (Borda modificat puțin) în Franța. De ordinăru cu aceste fotometre comparațiunea a două luminațori nu se face directă între ei, ci prin intermediul unei flăcări determinate de gaz de luminat. La fotometru Bunsen, plimbăm succesive cele două luminatori, supuși comparațiunii, pe un braț destul de lung, pene când să dispară pată de grăsime cunoscută a acestui fotometru, ce se află luminată printr-o flăcară mică și constantă de gaz. Patrățele distanțelor ne dau raportul cerut al intensităților luminoase.

Fotometrul Foucault se compune de un tub orizontal, despartit în sensul lungimei sale printr-o diafragmă opacă în două compartimente lungi. Înaintea acestei diafragme și în interiorul tubului se află despre partea observatorului o lentilă făcută dintr-o emulsiune de amilă. Fotometrul Borda are o foie albă în locul lentilei mate. La extremitatea opusă a tubului se asedia la aceeași distanță, respective înaintea fiecărui din cele două compartimente lungi, unul din luminatori supuși măsurii și o flăcară de gaz de luminat, pe care o regulăm, pene când amândouă jumătățile lentilei mate să apară ecualitate; apoi înlocuim luminatorul anterior prin al doilea și

regulamă din nou flacăra de gaz. Din raportul între cantitățile de gaz consumate se deduce raportul intensităților luminoase ale celor două flăcări de gaz, prin urmare și a celor doi luminetori.

La pretuirea calitatilor unei lumini, trebuie să ținem seama și de culoare. Gazul de luminat de o calitate bună da o lumină, care ni se pare albă în raport cu lampi de rapita și cu lumenari; pe lângă lumină electrică ensă se areta galbue. Lumină electrică a lampilor cu arc voltaic se areta cu o nuanță cam violetă pe lângă lumină a lampilor de incandescență. Culoarele obiectelor se prezintă mai mult sau mai puțin alterate la lumină gazului, pastredia ensă adevărată lor natură la o lumină electrică cu arc bună și la aceea a lampilor de incandescență. În fine diferite lumini, de și de aceeași intensitate, prezintă o putere variabilă de penetrabilitate prin atmosferă, mai mult sau mai puțin încărcată cu aburi.

ART. II. CATOPTRICA

§ 4. FENOMENELE ȘI LEGILE REFLECTIUNEI LUMINEI

Când o radie de lumină trece de la un mediu la altu, de ex. din aer în apă, atunci la suprafeță de separație a acestor două medii radia de lumină *incidentă* se desparte în două părți, în genere neecuale; una din ele patrunde în al doilea mediu, se *refractă*; cealaltă se întoarce înapoi în mediul anterior, se *reflectă*. Studiul acestei părți reflectate va face obiectul prezentului articol.

Lumină reflectată ensăși se împarte în două părți.

Cand ua radia de lumina cade pe suprafecia, ua parte a ei se reflecta la *puntu de incidentia* in tote directiunile, se imprascia in tote partile si constitue lumin'a *difusa*, care ne face sa vedemu punctulu luminatu alu suprafecii; ua alta parte se reflecta intr'ua directiune determinata, posedă ua intensitate mări mare de catu radiele difuse si se numesce *radia reflectata regulatu*, seu simplu radia reflectata. Acesta avendu in genere ua intensitate mai mare, aduce asupra ochiului impresiunea pare co ar veni de la unu puntu luminos din interiorulu suprafecii reflectatore.

Lumin'a difusa si aceea reflectata regulatu nu suntu produse de tote suprafeciele in acelasi raportu. Cu catu ua suprafecia este mai neregulata si presinta asperitati mai multe, cu atatu imprascia lumin'a in tote directiunile, si da lumina difusa mai multa; iara cu catu suprafeci'a este mai neteda, mai lustruita, cu atatu lumin'a difusa este mai pucina, si tota lumina se reflecta regulatu.

Reflectiunea regulata a luminei se face dupe duoe legi, cari determina cu totul directiunea radiei reflectate. Fia *AB* (fig. 243) suprafeci'a de separatiune, *LI* radi'a incidenta de lumina, *I* *puntu de incidentia*, *IN* ua

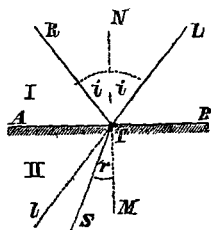


Fig. 243.

perpendiculara pe suprafeci'a de separatiune la punctulu *I*, seu *normal'a* punctulu de incidentia, in fine *IR* radi'a reflectata; atunci unghiurile i, i' , ce face normal'a cu radiele *LI* si *IR*, se numesce respective *unghiuri de incidentia si de reflectiune*, iara

planulu determinatu de radia *LI* si de normala se nu-

mesce *planu de incidentia*. Dupe acestea legile reflectiunii se potu enunçia astu-feliu :

1) *Radi'a incidenta, normal'a p̄ntului de incidentia si radi'a reflectata suntu cuprinse in acelasi planu, in planulu de incidentia.*

2) *Unghiulu de reflectiune este ecualu cu unghiulu de incidentia.*

Aceste legi se potu demonstrà in diferite moduri si prin diferite dispositiuni, intre alte si prin aparatulu lui *Silbermann*. Acesta se compune de unu cercu verticalu (fig. 244), purtandu la centru ua oglinda mica orizontala, seù unu vasu in care se pote pune unu lichidu reflectatoru.

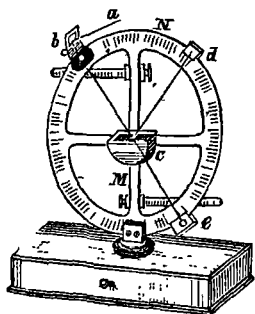


Fig. 244.

Ua radi'a de lumina *ab*, reflectata de oglind'a *b* catre centru, ne da radi'a incidenta *bc*, care se reflecta aci din nou catre *cd*, si directiunea radiei reflectate *cd* este aretata printr'unu punctu luminos produsu pe disculu de sticla *mat* *d*. Diametrulu verticalu *Nc* alu aparatulu reprezintandu normal'a p̄ntului de incidentia, vedemu co dreptele *bc*, *cN*, *cd* suntu cuprinse in planulu verticalu alu cerculu ; asemenea gasimu co unghiurile *Ncb* si *Ncd* suntu ecuale intre ele.

Cu catu unghiulu de incidentia a unei radie de lumina se micusioria, cu atatu si acel'a de reflectiune scade asemenea ; de unde resulta co la *incidentia normala*, radi'a se reflecta inderetu totu pe aceeasi normala.

Cu catu unghiulu de incidentia a unei radie de lumina se micusioria, cu atatu si acel'a de reflectiune scade asemenea ; de unde resulta co la *incidentia normala*, radi'a se reflecta inderetu totu pe aceeasi normala.

§ 5. REFLECTIUNE LA OGLINDI PLANE

Dintre toate corpurile metalele posedă cea mai mare putere reflectatoare; de aceea oglinzile la începutul se făceau de bronz sau alte combinații metalice în care predomină cupru. Suprafețele metalice însă în curând se acoperă cu un strat foarte subțire de oxid, care slăbește puterea lor de a reflecta. Mai târziu au fost inventate oglinzile obișnuite de sticlă, amalgamate în dos, adică acoperite cu un amalgam de cocsitor și mercuriu, care adherea la sticlă și conserva puterea reflectatoare nealterată. Astăzi se fac *oglinzi de argint*, care se depun prin metode chimice ca un strat foarte subțire pe feța poleită a oglinzii; argintul dintre toate metalele are puterea reflectatoare cea mai mare.

Oglinzile plane dau *imagini virtuale* sau *subjective* ale punctelor și corpurilor luminoase, ce le stau în față; experiența din toate zilele ne arată acest lucru. Fie OO (fig. 245) o oglindă, A un punct luminos în față ei,

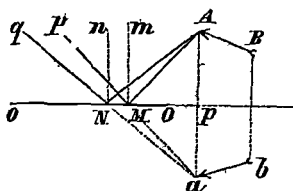


Fig. 245.

care prin intermediul razelor incidente AM , AN ; acestea se reflectă în direcții divergente Mp , Nq și un ochi așezat la pq va vedea în dosul oglinzii un punct luminos α , către care converg răzile reflectate Mp , Nq etc. prelungite înapoi, ca niște linii geometrice. Este ușor să demonstrăm acestă convergență a dreptelor pM , qN etc. către punctul α , scoborându pe oglindă perpendiculara

AP , prelungita pene la intalnirea ei cu prelungirile acestor drepte. Triunghiurile dreptunghiuri APM si aPM fiindu ecuale între ele, resulta ca $Pa = PA$, adica ca distanti'a punctului a in dosulu oglindei este *constanta* si ecuala cu lungimea perpendicularei scoborete de la punctu luminos A .— Imaginea virtuala a unui obiectu AB se gasesce, scoborendu perpendiculare pe oglinda de la tote puncturile lui si prelungindule cu distantie ecuale in dosulu oglindei, ceea ce ne da imaginea ab , ecuala si symetrica cu obiectu AB .

Duoe oglinde, inclinate intre ele mai multu seu mai pucinu, dau pentru acelasi obiectu seu punctu luminos, aflatu inaintea lor, unu numeru de imagini cu atatu mai mare cu catu unghiulu dintre oglinde este mai micu. Acesta se produce prin reflectiunile succesive ale unei radie de lumina la acele oglinde si se pote observà in ori ce camera, unde suntu aternate la pereti opusi duoe oglinde mai multu seu mai pucinu inclinate intre ele.

Caleidoscopulu lui *Brewster* este unu tubu de cartonu inchisu la unu capu cu ua sticla *mata* pe unde intra lumina ; in interiorulu tubului se afla duoe oglinde mici inclinate intre ele cu cate-va grade, intre cari se afla cate-va bucatiele de sticla seu alte obiecte colorate si se vedu imultite prin efectulu reflectiunei multiple.

Cand punemu ua oglinda in miscare de rotatiune, imaginile produse de densa, adica radiiele, reflectate, se invertescu asemenea, ensa cu ua *intielu angulara* induoita de catu aceea a oglindei. Ne potemu incredintià despre acesta , considerandu ua radia LI ,

(figura 246) de direcțiune constantă, cadiendu pe ua oglinda AB ce se invertesce in sensulu sageti. Cand oglind'a in urma rotatiunei a venitu la pozițiunea $A'B'$,

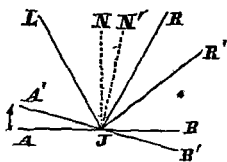


Fig. 246.

normal'a ei NI a trecutū la $N'I$ și radi'a reflectata RI s'a mutatū la $R'I$. Unghiulu oglindilor este AIA' seu NIN' , iara acela alu radielor reflectate este RIR' , și este lesne sa vedemu co acestu din urma este induoitū de catu unghiulu NIN' . Figur'a ne da

$$\angle NIN' = LIN' - LIN,$$

$$\angle RIR' = LIR' - LIR;$$

iara dupe legile refractiunei avemu

$$LIN = NIR, \text{ de unde } LIR = 2LIN,$$

$$LIN' = N'IR', \text{ de unde } LIR' = 2LIN',$$

și prin urmare

$$RIR' = LIR' - LIR = 2(LIN' - LIN) = 2NIN'.$$

§ 6. CATE-VA APLICATIUNI ALE OGLINDILOR PLANE

Oglindile plane si in genere reflectiunea la suprafacie plane gasesce intre alte ua aplicatiune si la diferite instrumente de fisica.— *Sextantulu*, inventatu de englesu *Hadley*, este unu instrumentu forte intrebuintiatu pentru a mesora unghiuri, mai cu sema pe mare. Elu este formatu de unu sectoru metalicu (fig. 247) alu carui arcu AB este de 60° ; pe radiile extreme se afla ua oglinda a și unu ochianu o , amenduoe fixe in pozitiiunile lor; oglind'a este diumetate amalgamata și diumetate in sticla gola, precum se vede la a' . Unu linealu bn

porta la centru sectorului ua a doua oglinda b , mobila cu linealu si paralela cu α , cand acesta se afla la pozitiunea initiala A , la 0° . n este vernieru; l ua lupa ca sa citim divisiunile vernierului; c si e table de sticla colorata pe care le intorcem inaintea radielor reflectate cand aru veni de la sore, ca sa nu vateme ochiulu asiediatu inainte ochianului la O .

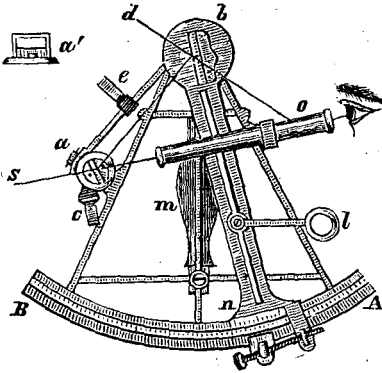


Fig. 247.

Ca sa mesoram un unghi cu acestu instrumentu, lu tinemu cu ua mana de cod'a m , lu aducemu in planulu celor duoe objecte s si d ne uitamu prin ochianu o si partea superioara a oglindei a catre s , apoi intorcemu cu ceea alta mana linealulu bn si impreuna cu densu oglin'd'a b catre objectu d , pene cand radiiele venindu de la d si reflectate succesive la b si la a , sa aduca imaginea objectului d in coincidentia cu objectu s , vediutu directu; atunci unghiulu cu care a inaintatu oglin'd'a b , mesoratu prin arcu An , este diuimetatea unghiului cerutu sod ; de aceea si gradele suntu induoite pe arcu AB , ca sa potemu ceti imediatu unghiurile cautate. — Este lesne sa vedemu, dupe teoreme cunoscute din geometria, co un-

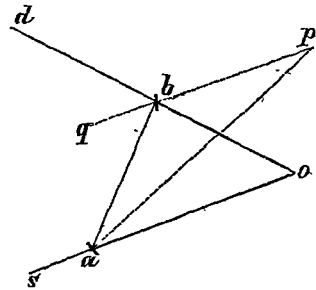


Fig. 248.

ghiulu oglindilor Abn este ecualu cu unghiulu normalelor lor ap si qbp (fig. 248) ; dera atunci urmedia co unghiulu objectelor $sod = 2apb$, pentru co dupe proprietatile unghiurilor esteriore la triunghiuri avemu :

$$\angle aob = abd - bao = 2abq - 2bap,$$

$$\angle apb = abq - bap,$$

de unde $\angle aob = 2apb$.

Goniometre de reflectiune suntu instrumente ser-

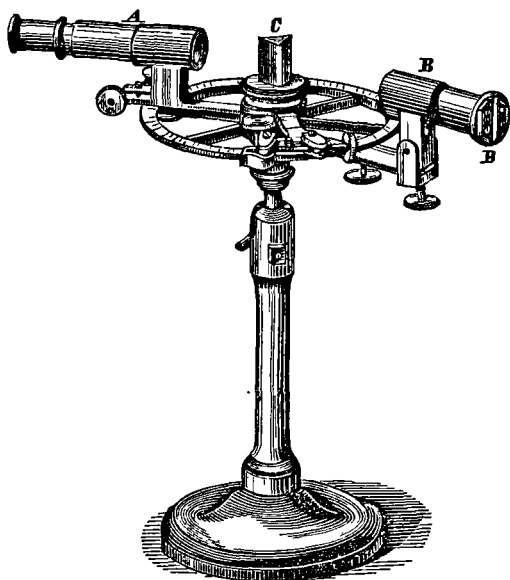


Fig. 249.

vindu pentru mesur'a unghiurilor cristalelor, si suntu aplicatiuni ale reflectiunei luminei la suprafecie plane. Acela alu lui *Wollaston*, perfectionatu de *Mitscherlich*. apartine cursurilor de mineralogia ; aci vomu descrie pe acela alu lui *Babinet*, care pote servi si la experimente curatu optice. Pe unu cercu orizontalu (fig. 249) se afla duoe ochiane A , B , iara la centru se pote asiediã

pe ua alidada, mobila pe cercu, cristalulu seu *prism'a*, a carei voimu sa mesoramū unghiū dintre duoe fecie. Ocularulu ochianului *B* este inocuitu printr'ua crepatura *D*, pe unde intra ua radia de lumina si se reflecta la un'a din feciele cristalului seu ale prisme *C* catre ochianu *A*; intorcemu cristalulu *C*, aducendu feci'a a doua a lui in loculu celei d'anteiu, fara sa mutamu ochianele din locu; unghiulu cu care amu intorsu cristalulu *C* mesora unghiulu cerutu alu fecielor sele.

Heliostatulu este unu instrumentu, inventatu de olandesu *S'Gravesande*, prin care potemu sa proiectamū ua radia solara prin reflectiune si sa o conseryamū intr'ua directiune fixa pe unu timpu mai lungu; aceste instrumente executa prrn urmare, cu ajutorulu unui mecanismu de orologiu, ua miscare analoga cu aceea diurna a sorelui. Pentru diferitele experimēte de optica se intrebuintedia ensa mai obicinuitu heliostate seu aparate de projectiune, descrise mai la vale, la cari regularea se face cu mana.

Heliostatu Silbermann este unu din cele mai bune. Elu se compune (fig. 250) de unu cronometru *T*, care invertesce in 24 ore axulu interioru *a* si totu ce se afla d'asupra lui, cand strangemu siurupulu *b*. Instrumentulu se asiedia astu-feliu ca arculu *BB* sa se afle in meridianu, iara axulu *a* sa coincide cu axulu lunei, ceea ce se face lesne, cand cunoscemu latitudinea geografica. Oglinda *S* este purtata de duoe furci, din cari fia-care este fixata respectiye la arcu *M* si *N*. Furcile suntū legate intre ele printr'ua articulatiune patrilaterala cu laturi cate duoe ecuale intre ele, ceea ce face ca liniile

mediane ale acestor furci sa fie ecualu inclinate pe planulu oglinzi S , ori care va fi pozitiunea ei, astu-feliu ca una din ele represintandu ua radia de lumina incidenta, ceea alta va represintă pe reflectat'a ei. Arculu N porta ua divisiune in grade, si cunoscendu pentru ua di data

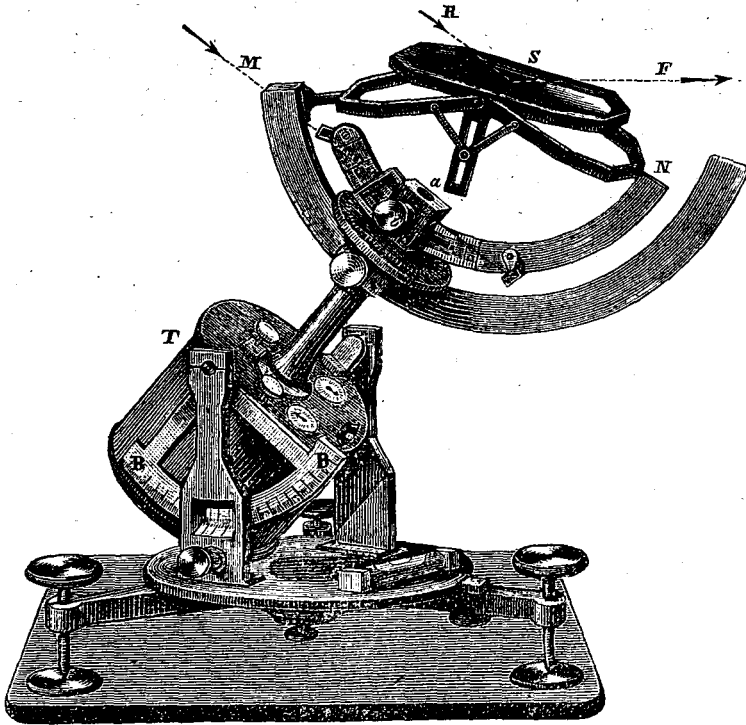


Fig. 250.

declinatiunea sorelui, potemu asiedia acestu arcu astu-feliu ca lini'a mediana NF sa fie indreptata catre sore la ua ora data, prin urmare sa represinte ua radia incidenta. Invertindu cu mana oglinda, si redicandu mai susu seu mai josu arculu M , potemu face ca radi'a reflectata F sa ia directiunea care ne trebue. Atunci fixamu

siurupulu b , liberamu cronometrulu ; oglind'a va urmari miscarea sorelui, iara radia reflectata F' sa ia directiunea care ne trebuie. Atunci fixamu siurupulu b , liberamu cronometru ; oglind'a va urmari miscarea sorelui, iara radia reflectata F' va remanea constante indreptata catre ua directiune fixa.

§ 7. REFLECTIUNE LA OGLINDI CURBE

Oglindile seu suprafeciele curbe priimindu radie de lumina de la unu puntu luminos, le reflecta si le imprascia seu le strengu mai multu seu mai pucinu. Oglindile *sferice concave* suntu apropé esclusive intrebuintate in industria si pentru diferite instrumente optice, ele fiindu singure suprafecie curbe cari potu concentra prin reflectiune radie de lumina la unu puntu, de nu matematicu, dera celu pucinu *fisicu* ; mai suntu si alte cate-va suprafecie curbe cari potu aduce asemenea concentratiuni, ensa numai la casuri speciale, si de aceea nu potu gasi ua aplicatiune generala. Oglindile sferice concave ensusi nu aducu acesta convergentia de catu numai cand suntu facute si intrebuintate in conditiuni speciale, adico cand presinta ua *curbatura mica* si priimescu numai radie *centrale*. In tote cele alte casuri,

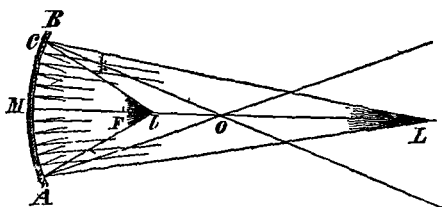


Fig. 251.

radiele de lumina nu se concentredia la unu puntu, ci formedia linii seu suprafecie luminoase, numite *caustice*, ale caror studiu nu are pentru fisica nici unu interesu.

Fia AB (fig. 251) secțiunea unei oglinzi sferice concave, adică a unui segmentu de sferă, O centrul sferei, numitu *centru de curbatura*, M mediuloculu oglindei. Radiile sferei OM, OC , etc., normale pe suprafețea oglinzii se numescu *radie de curbatura*; ori-ce dreapta trece prin centru O se numesce *axu*, iar axulu MOL care trece prin mediuloculu oglinzii se numesce *axu principalu*. Radie venindu de la unu punctu luminos L , aflatu inaintea oglinzii pe axu principalu, seu in apropierea lui, se concentredia dupe reflectiune la unu punctu fisicu l , numitu *focarulu conjugatu* alu lui L . Deca radiile luminoase nu mai suntu *centrale*, adică se departedia multu de axu principalu, seu deca oglinz'a presinta ua *curbatura* mare, adică deca *unghiulu* ei, formatu de radiile extreme AO si BO , este mare, peste vreua 3° seu 4° , atunci concentrațiunea radielor nu se mai face la unu punctu, si oglinz'a nu mai pote face nici unu serviciu.

Potemu lesne sa demonstramu co in aceste conditiuni, *distanțea MI este constanta*, adică co concentrațiunea radielor reflectate se va face la același punctu. LC fiindu ua radia incidenta, CO normal'a, Cl radi'a reflectata, unghiulu $i = r$, urmedia co CO este bisectrici'a unghiului LCl din triunghiulu LCl si ne da dupe ua teorema din geometria :

$$lC : LC = lO : LO.$$

In casu de radie centrale si de ua curbatura mica, dreptele LC si lC se departedia pucinu de axu principalu LM si suntu aproape ecuale de LM si lM , astu-feliu in catu potemu scrie proporțiunea de mai susu precum urmedia :

$$lM : LM = lO : LO.$$

Sa insemnamu radi'a oglindi cu R , distanti'a LM a punctului luminos cu p , iara distanti'a $LM = p_1$, si vomu avea :

$$p_1 : p = R - p_1 : p - R$$

de unde

$$pp_1 - Rp_1 = Rp - pp_1,$$

seu

$$Rp_1 + Rp = 2pp_1,$$

si prin urmare impartindu cu productu pp_1R :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = \frac{2}{R} :$$

de unde se vede ca p si R fiindu constante, va fi si p_1 constantu ; punctulu l va fi atunci focarulu conjugatu alu punctului luminos si se intielege lesne ca aceste duoe puncturi potu scambà între ele, rolulu lor, devenindu l luminos, cand atunci L va fi focarulu conjugatu alu lui.

Cu catu L se departedia, cu atat radiiele de lumina cari cadu pe oglinda suntu mai strense si tindu a deveni paralele între ele. Cand $p = \infty$, ele devinu paralele si insemnandu cu f valoarea corespundiatore a lui p_1 , vomu gasi

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}, \text{ seu } f = \frac{R}{2}.$$

Punctulu F , focarulu radielor paralele între ele, s'a numitu *focarulu principalu* seu simplu *focarulu*, iara distanti'a de la oglinda $MF = f$, *distantia focala*, si vedemu ca acesta este constanta si $= \frac{R}{2}$. Atunci formul'a de

mai susu se pote scrie

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = \frac{1}{f};$$

acesta este *formul'a oglinzilor sferice concave*.

§ 8. IMAGINILE OGLINDILOR CURBE

Oglindile sferice concave de curbatura mica avendu proprietatea sa concentredie radie de lumina la unu puntu, ne dau imagini ale objectelor aflate inaintea lor. Fia AB (fig. 252) unu objectu; focarii conjugati ai pun-

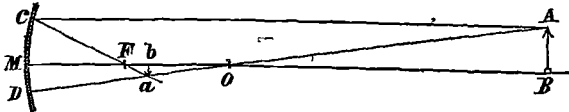


Fig. 252.

turilor A si B voru fi undeva pe axele AD si BM , respective la a si b . Puntulu a se gasesce forte simplu, duçendu radi'a $AC \parallel BM$, a caria reflectat'a Ca trece prin focaru principalu F , si radi'a seu axulu secundaru AOD , care cadiendu normalu, se reflecta inderetu spre a ; intersectiunea acestor duoe drepte se face la focaru conjugatu a . Deca objectulu ar fi la ab , imaginea s'ar formà la AB . De aci resulta regul'a urmetore :

1) *cand objectulu este departe de oglinda, dincolo de centru de curbatura, imaginea se face in apropierea oglindei, intre centru si focaru, este reala, inversa, mica si prin urmare tare luminata;*

2) *cand objectulu este aproape de oglinda, intre centru si focaru, imaginea se face departe, dincolo de centru de curbatura, este reala, inversa si cu atatu mai mare, cu catu objectulu se apropie mai multu de focaru; intensitatea luminosa a imaginii este atunci mai mica.*

Asemenea triunghiurilor dreptunghie Oba , OBA ne da

$$\frac{ab}{AB} = \frac{Ob}{OB} = \frac{R-p_1}{p-R};$$

substituindu aci valoarea lui p_1 trasa din ecualitatea

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = \frac{1}{f},$$

vine :

$$\frac{ab}{AB} = \frac{f}{p-f}.$$

Acesta ecualitate ne da raportulu intre imagine si ob-
jectu. Cand $p < f$, adico cand punemu objectulu intre
foçaru si oglinda, raportulu $\frac{ab}{AB}$ devine negativu si ima-

ginea dispare, seu devine *virtuala*, ce se vede si din
fig. 253, unde ducendu de la A cele duoe radie consi-
derate mai susu, reflecta-
tele lor nu se mai intal-
nescu; prelungindule ensa
in dosulu oglindei, ele

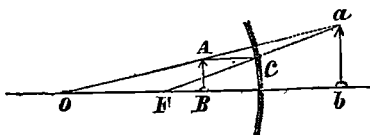


Fig. 253.

voru presintà unui ochiu aflatu spre FO ua *imagine virtuala, drepta si mare*.

Oglindile sferice *convexe* cu curbatuura mica dau ase-
menea pentru radie centrale imagini *virtuale si mici*.—
Oglindile parabolice suntu intrebuintiate ca reflectori la
lampi electrice si la telescope astronomice.— Oglindì de
alte curbatuure, cilindrice, conice, etc. desfiguredia ima-
ginile ; deca ensa objectele ensusi suntu desfigurate, de
ex. desemnuri stricate dupe ua regula ore-care, atunci
asemenea oglinde potu sa le presinte îndreptate in ima-
gine ; asemenea imagini s'au numitu *anamorfose*.

§ 9, FORMULE EXACTE ALE OGLINDILOR SFERICE

Fia ua oglinda sferica concava AB (fig. 254), LX axulu principalu, O centrulu de curbatura, LM ua radia

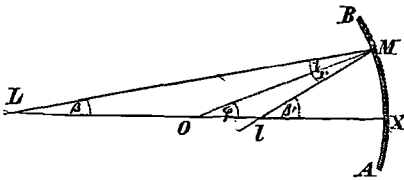


Fig. 254.

luminosa cadiendu pe oglinda la puntu M , MO normal'a acestui puntu si Ml radi'a reflectata; fia enca $OM = OX = R$, $XL = p$, $Xl = p_1$.

Unghiurile i , r fiindu ecuale intre ele, MO se presinta ca bisectrici'a unghiului M din triunghi LMI , si vomu avea

$$\frac{OL}{Ol} = \frac{ML}{MI}$$

Triunghiurile LMO , OMl dau

$$ML^2 = MO^2 + OL^2 + 2MO \times OL \cos\varphi.$$

$$MI^2 = MO^2 + Ol^2 - 2MO \times Ol \cos\varphi.$$

observandu co

$$OL = p - R, \quad Ol = R - p_1.$$

vine

$$\frac{(p-R)^2}{(R-p_1)^2} = \frac{R^2 + (p-R)^2 + 2R(p-R)\cos\varphi}{R^2 + (R-p_1)^2 - 2R(R-p_1)\cos\varphi}$$

Eliminandu numitorii si facendu reductiunile cuvenite, vine

$$p_1 = \frac{R(2R-p) + 2R(p-R)\cos\varphi}{R + 2(p-R)\cos\varphi}.$$

De aci vedemu co radiele venindu de la unu puntu luminos L , reflectate de oglinda, nu se concentredia rigoosu la unu puntu l ; pentru co positiunea acestui este

determinata prin distanți'a p_1 care se scamba impreuna cu unghiul φ , adico cu radi'a incidenta. Pentru radie centrale enșă si pentru curbatura mica, unghiulu φ este forte micu, cosinulu lui este aproape 1 si pote fi consideratu ca constantu. Atunci formul'a de mai susu se transforma pentru radie *centrale* in

$$p_2 = \frac{Rp}{2p-R}$$

Sub nume de *aberratione* intielegemu defectulu ce presintă aceste oglini de a nu concentră bîne radiiele reflectate, de a produce prin urmare imagini mai multu seu mai pucinu confuse pe la margini, cand le lasamu sa reflecte și radie *marginale*, seu mai pucinu centrale. Diferinti'a

$$p_1 - p_2 = -\frac{2R(p-R)^2(1-\cos\varphi)}{(2p-R)[R+2(p-R)\cos\varphi]}$$

ne da ua mesura pentru aberratiunea *longitudinala* in sensulu axului principalu. Sémnnulu — ne areta co p_2 este mai mare de catu p_1 , adico co radiiele centrale au focarulu lor mai înainte de catu radiiele marginale.

ART. III. DIOPTRICA

§ 10. FENOMENULU ȘI LEGILE REFRACTIUNEI LUMINEI

S'a disu la § 4 co cand ua radia de lumina trece de la unu mediu la altu, ea se desparte in duoe parti in genere necuale, una care se reflecta inderetu, cea alta care se *transmite* inainte in alu duoilea mediu. Lumin'a transmisa se imparte in duoe: ua parte a ei se transmite in interiorulu mediului in tote directiunile, servindu spre a lu lumină, si da lumin'a *difusa prin*

refractiune ; ceea alta se *refracta regulatu* intr'ua singura directiune determinata, deviendu obicinuitu de aceea primitiva a radiei incidente. In fig. 243, *LI* fiindu radi'a incidenta, *IS* este radi'a *refractata*, iara unghiulu *r* intre acesta si normal'a prelungita *NM* este *unghiulu de refractiune*.

Intre radi'a incidenta si aceea refractata exista ua *reciprocitate* perfecta, adico *SI* fiindu radi'a incidenta, in hypotes'a ca lumin'a vine de la *S*, incident'a de uadiniora *IL* va deveni acum refractata lui *SI*.— Din duoe medii, in cari se propaga ua radia de lumina, se numesce *mai densu*, sub punctulu de vedere opticu, acela in care radi'a se apropie mai multu de normala ; celu altu este atunci *mai raru*.

Legile refractiunei suntu duoe :

1) *Radi'a incidenta, normal'a punctului de incidentia si radi'a refractata suntu cuprinse in acelasi planu, care este acela de incidentia.*

2) *Raportulu intre sinulu unghiului de incidentia si sinulu unghiului de refractiune este unu numeru constantu, numitu indice de refractiune ; acesta lege se pote areta prin formul'a* $\frac{\sin i}{\sin r} = n$.

Legea antea a fostu descoperita de arabulu *Alhazen*, a doua de olandesulu *Willebrord Snellius* la 1620 si s'a numitu *legea sinusilor*. Pentru aflarea indicelui de refractiune a duoe medii prin cari se propaga ua radia de lumina, impartimu obicinuitu sinulu unghiului din mediulu celu raru prin acela a unghiului din mediulu celu mai densu.

Demonstratiunea experimentală a acestor legi se poate face totu prin aparatul lui *Silbermann* descris mai susu (fig. 244). Pentru acesta servește vasul cilindric de sticlă *c*, plin cu apă sau cu vre unu altu licid transparent. Radi'a de lumină incidentă *bc* se frange către *ce* unde se află unu disc de sticlă *matu*; raportul sinusilor ale unghiurilor *Ncb* și *Vce* va cenzervă ua valoare constantă, pe când lumin'a trece din aeru în apă de ex., ori cum va variă unghiulu de incidență *Ncb*; atunci va variă și unghiulu de refracțiune *Mce* într'unu raportu determinatu.

De aci resulta că la *incidentia normala* radi'a se va propaga în mediulu alu duoilea fara deviațiune, adică *nefranta*. Ceea ce se vede din formula $\frac{\sin i}{\sin r} = n$; când $i = 0^\circ$, $\sin i = 0$, atunci $\sin r = 0$, prin urmare și $r = 0^\circ$.

Lumin'a intra în diferitele medii, venindu obicinuitu din aeru; deca consideramu enșă ua radia de lumină intrandu din *golu* într'unu mediu ore-care, atunci indicele de refracțiune a acestui mediu despre *golu* se numește *absolutu*.

Când o radia de lumină se propaga dintr'unu mediu mai densu într'altu mai raru, de ex. din sticlă sau apă în aeru, atunci unghiulu de refracțiune *r* crescendu mai iute de catu unghiulu de incidență *i*, acestu din urma va ajunge la ua *limita* λ , pentru care unghiulu de refracțiune va fi $r = 90^\circ$, precum resulta din formula $\frac{\sin r}{\sin i} = n$, unde $r > i$; când $r = 90^\circ$, $\sin r = 1$, $\frac{1}{\sin \lambda} = n$ seu $\sin \lambda = \frac{1}{n}$. De aci înainte incidenti'a

și crescându, nu mai poate să în mediul celui rar nici să se reflecte; toată lumina se reflectă înapoi cu o intensitate necomparabilă cu aceea reflectată de ordinul; atunci dicem că lumina a primit *reflectiunea totală*, care a fost descoperită de *Kepler*. Dacă punem apă într-un pahar de sticlă și ne uităm de jos, mai mult sau mai puțin oblic, de la *O* (fig. 255) către nivelul superior al apei, vom vedea reflectându-se în ea toate obiectele din față, ca într-o oglindă,

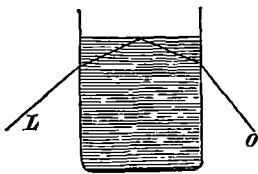


Fig. 255.

cea ce se produce prin reflectiunea totală a razelor venind de la *L*. Reflectiunea totală se produce la o anumită înălțime și are diferite aplicații la instrumente optice, precum vom vedea

mai târziu. — Limita unghiurilor de incidență de la care înainte începe reflectiunea totală, variază pentru diferite substanțe, și se determină prin formula de mai sus $\sin \lambda = \frac{1}{n}$, când vom cunoaște indicii de refracție ai lor. Ecă câte-va valori ale acestor unghiuri despre aer pentru substanțele următoare:

Apa	48° 35'	Fintglass.	37° 36'
Alcoolul.	46 52	Sulfuru de carbune	36 31
Crown glass	40 49	Diamantu	23 53

§ 11. REFRACTIUNE ATMOSFERICĂ

Atmosfera fiind formată de straturi de aer suprapuse, cu atât mai rare cu cât ele sunt mai sus,

produce asupra radielor de lumina, la trecerea lor din stratu in stratu, ua refractiune continua. astu-feliu in catu drumulu acelor radie represinta in realitate ua linia curba ; punturile luminoase seu objectele departate, mai alesu stelele, sorele, etc., ni se areta ceva mai ridicate din positiunea lor adeverala, cu atatu mai redicate, cu catu ele suntu mai aproape de orizontu, cand radiele de lumina au sa strabata ua lungime mai mare prin atmosfera, mai cu sema prin stratele ei cele mai dese si cari producu ua refractiune mai mare. Fenomenulu acesta alu *refractiunei* numite *astronomice* a formatu objectulu de studii matematice adenci ale lui Euler, Bradley, Laplace, Bessel si a altor. Unu efectulu alu acestei refractiuni atmosferice este co sorele se areta pe langa orizontu pucinu turtitu, mai largu in sensulu diametru-lui orizontalu de catu in acelu verticalu.

Tremuratur'a objectelor vediute prin telescope, cand este ventu, este asemenea efectulu refractiuni variabile a radielor de lumina in atmosfera, a caria densitate se scamba in fia-care momentu si la fia-care puntu prin miscarea ce produce ventu.

Reflectiunea aeriana (*looming, fata morgana, mirage*) este unu fenomenu produsu prin refractiunea atmosferica, combinata cu reflectiunea totala ; explicatiunea lui o datorimu englesului *Wollaston* si francesului *Monge*. Acestu fenomenu se produce la diferite localitati in sudulu Italiei, la insula Sicilia, unde porta mai specialu numele de *fata morgana*, in Egiptu etc., si constã in productiune de imagini ale objectelor departate prin reflectiunea atmosferei, in tocmai ca prin reflectiunea

apelor, ceea ce face pe caletorii se credia. ca au înaintea lor la ua distantia ore care vre unu lacu seu alta apa. Cand unu pamentu petrosu seu nisiposu, ca acela alu Egiptului, a fostu espusu ua mare parte din dioa radielor ardintî ale sorelui, stratele inferioare de aeru incaldinduse se dilata si deca atmosfer'a este liniscita, aceste strate *mai rari* nu voru merge in susu, iara poterea elastica a lor, care a crescutu, va servi ca sa tina greutatea stratelor superioare. Atunci ua radia de lumina venindu de la unu puntu departatu P (fig. 256), aflatu la ua

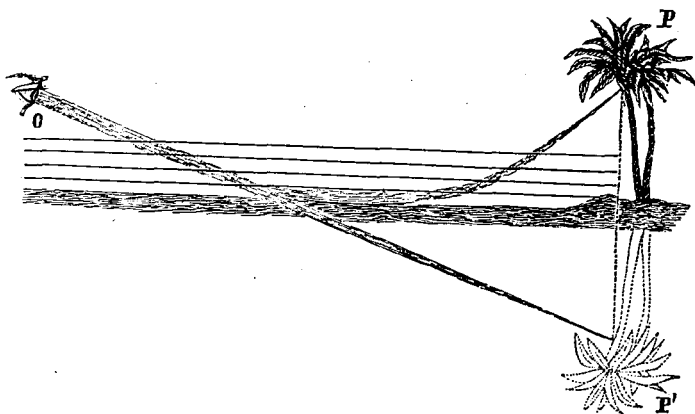


Fig. 256.

inaltime ore-care d'asupra pamentului incalditu tare, petrundiendu in acele strate calde si din ce in ce *mai rari*, se va refracta successive departanduse de normala, si dupe ceea ce s'a disu in § precedente, va priimi *reflec'iuinea totala*, care va produce asupra unui observatoru O impresiunea unei imagini si prin urmare a unei ape reflectatore.

§ 12. PRISME

Cand ua radia de lumina venindu de la unu mediu, trece intr'unu alu duoilea ca sa iasa iara in celu d'anteiu, atunci radi'a *emergenta* va avea in genere ua alta directiunea de catu aceea *imergenta*; numai cand mediulu alu duoilea este limitatu prin fecie plane si paralele intre ele, numai atunci radi'a emergenta va fi praralela cu aceea imergenta.

Prisma se numesce in optica unu mediu transparente terminatu cu fecie plane, inclinate intre ele. In practica, se da prismelor form'a de prisme geometrice triangulare; atunci feci'a a treea laterala se numesce *bas'a* prisme; unghiulu dintre cele d'anteiu fecie, opusu basei, se numesce *unghiulu prisme*; *sectiunea* prisme se numesce ua sectiune facuta cu unu planu perpendicularu pe cele duoe fecie ale prisme. Fia *APB* fig. 257) ua prisma de sticla de ex. presintata prin

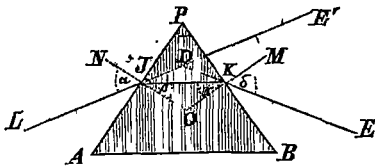


Fig. 257.

sectiunea ei; ua radia de lumina incidenta *LI* se va frange spre *IK*, apropienduse de normal'a *NO* a feciei *AP*, iara la *K* va esi spre *E*, departanduse de normal'a *MO* a feciei *PB*, pentru eo aci trece din sticla in aeru, care este mai raru. Radi'a emergenta *KE* se va departa de directiunea *LIE'* a radiei imergente, spre bas'a prisme, cu unu unghi *D*, numitu *deviatiunea* prisme, care variedia dupe diferite impregiurari.

1) Unghiulu de deviatiune produsa de ua prisma se

scamba dupe substanti'a prisme si cresce cu refrangibilitatea acestei; astu-feliu prisme de flintglass producu ua deviatiune mai mare de catu acele de crown glass; prisme de diamantu aducu ua deviatiune si mai mare.

2) Deviatiunea cresce pentru aceeași substantia cu unghiulu prisme, fara ca sa i fia proportionala.

3) Deviatiunea se scamba cu unghiulu de incidentia α (fig. 257) astu-feliu in catu acesta crescendu continuu de la 0^0 pene la 90^0 . deviatiunea scade pene la unu *minimum* si apoi incepe iara sa cresca; acestu *minimum* de deviatiune a fostu descoperitu de *Newton*.

Pe langa alte aplicatiuni ale prisme, una, basata pe reflectiunea totala a fecielor sele, este si aceea la instrumentu numitu *camera lucida*, care a fostu inventata de *Wollaston*. Acesta este formata de ua prisma rectangulara (fig. 258) a caria feci'a hypotenusa este taiata in duoe fecie forte obtuse intre ele. Ua radia de lumina, intrandu prin feci'a anteaia aproape fara deviatiune, priimesce reflectiunea totala la a si b si ajunge la ochiulu observatorului la c , care vede in prelungirea acestei din urma radie, la d , imaginea objectelor esteriore si pote sa desemnedie pe ua hartia pusa pe mesa.

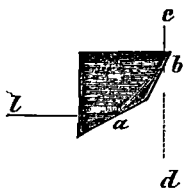


Fig. 258.

Cunoscendu unghiulu prisme P (fig. 257), indicele de refractiune n alu substantiei prisme si unghiulu de incidentia α , potemu stabili formule, cari ne dau unghiulu de emergentia δ si deviatiunea D . Legile refractiunei ne dau mai anteu :

$$(1) \quad \sin \alpha = n \sin \beta, \quad \sin \delta = n \sin \gamma.$$

Triunghiulu IOK si patrulaterulu $PIOK$, dreptunghiul la I si K , dau :

$$\angle O + \beta + \gamma = 180^\circ, \quad \angle O + P = 180^\circ,$$

de unde

$$(2) \quad \beta + \gamma = P.$$

Unghiulu D fiindu exterioru la triunghiul DIK , vomu avea

$$\angle D = DIK + IKD = \alpha - \beta + \delta - \gamma.$$

seu dupe formul'a (2) va fi si

$$(3) \quad D = \alpha + \delta - P,$$

care ne da pe D , dupé ce vomu determiná pe δ cu ajutorulu formul'elor (1) si (2).

Potemu gasi ua formula aproximativa pentru determinarea deviatiei D . Formulele (1) ne dau pentru valori mici ale unghiurilor $P, \alpha, \beta, \gamma, \delta$:

$$\alpha = n\beta, \quad \delta = n\gamma,$$

de unde

$$D = n(\beta + \gamma) - P = nP - P = (n-1)P.$$

Pentru ua substantia data, adico pentru ua valoare determinata a indicelui de refractiune n , unghiulu prisme P nu pote trece peste *ua limita*, deca voimu ca ori-ce radia incidenta LI sa pota esi pe feci'a PB . Ca sa gasimu acesta limita, sa observam co fia-care din unghiurile β si γ este mai micu decatu *limit'a* λ (vedi § 10 catre fine) prin urmare

$$\beta + \gamma < 2\lambda$$

adico

$$P < 2\lambda.$$

Celu mai mare unghiul alu prisme nu pote dera sa treca peste induoitulu limitei λ ; la casu contrariu nu potu esi prin a duoa fecia tote radiele incidente pe anteia.

Formul'a de mai susu (3)

$$D = \alpha + \delta + P$$

ne da unu mediulocu să determinamu *deviativnea minima* a unei prisme si mai cu sema conditiunea ceruta pentru productiunea ei. Se scie co conditiunea de minimum (seu maximum) unei functiuni D este ca diferentialulu ei sa fia $= 0$, ceea ce ne da, fiindu-co P este constantu :

$$dD = d\alpha + d\delta = 0.$$

Pe de alta parte diferentiandu ecualitatile (1) si '2) gasimu succesive

$$d\alpha = \frac{n \cos \beta}{\cos \alpha} d\beta, \quad d\delta = \frac{n \cos \gamma}{\cos \delta} d\gamma, \quad d\beta + d\gamma = 0.$$

Substituindu in valoarea de mai susu a lui dD , vine :

$$dD = \frac{n \cos \beta}{\cos \alpha} d\beta + \frac{n \cos \gamma}{\cos \delta} d\gamma = 0,$$

seu

$$-\frac{n \cos \beta}{\cos \alpha} d\gamma + \frac{n \cos \gamma}{\cos \delta} d\gamma = 0,$$

$$\frac{n \cos \beta}{\cos \alpha} = \frac{n \cos \gamma}{\cos \delta}$$

Redicandu la patratu si substituindu $\cos^2 \beta$ si $\cos^2 \gamma$ prin $1 - \sin^2 \beta$ si $1 - \sin^2 \gamma$ gasimu :

$$\frac{n^2 - n^2 \sin^2 \beta}{\cos^2 \alpha} = \frac{n^2 - n^2 \sin^2 \gamma}{\cos^2 \delta}, \quad \text{seu} \quad \frac{n^2 - \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{n^2 - \sin^2 \delta}{\cos^2 \delta}.$$

Scadiendu 1 din amenduoe partile vine :

$$\frac{n^2 - 1}{\cos^2 \alpha} = \frac{n^2 - 1}{\cos^2 \delta}$$

de unde

$$\cos \alpha = \cos \delta, \quad \text{adico} \quad \alpha = \delta,$$

si abesta este conditiunea deviatiunei minimale, adica ca radi'a imergenta si aceea emergenta sa fie ecual inclinate pe feciele respective ale prisme. — In acestu casu gasimu, din cauza ca $\alpha = \delta$, rezultatele urmetore :

$$(4) \quad D = 2\alpha - P, \beta = \gamma = \frac{P}{2}, \alpha = \frac{D + P}{2}$$

$$(5) \quad n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \frac{D + P}{2}}{\sin \frac{P}{2}}$$

Acesta din urma este formul'a lui Newton pentru determinarea indicilor de refractiune a substantiilor.

§ 13. DETERMINAREA INDICELUI DE REFRACTIUNE

Formul'a de mai susu (5) ne da unu mediulocu bunu ca sa determinamu indicele de refractiune a substantiilor. Deca ele suntu solide, le taiamu in forma de prisme ; licidele si gazele le inchidemu in vase prismatice terminate cu table de sticla avendu cele duoe fecie ale lor absolutu paralele. Nu mai remane atunci de catu se mesoramu unghiulu P alu prisme (de ex. cu goniometru lui Babinet din § 6) si sa determinamu deviatiunea minimala D ; atunci formul'a de mai susu

$$n = \frac{\sin \frac{D + P}{2}}{\sin \frac{P}{2}}$$

ne da imediatu valoarea lui n .

Unghiulu de diviatiune minimala ensusi se pote determina totu prin goniometrulu lui *Babinet*, seu prin

teodolitului lui *Fraunhofer*, sau prin spectrometrul lui *Meyerstein*. Asiedindu prism'a *C* (fig. 249) la centrul cercului, vedem prin ochianu *A* imaginea crepăturii *D* deviată cu o cantitate angulară oarecare; invertim prism'a *C* și ochianul *A* pene când să ajungem la cea mai mică deviație; unghiul între axele tuburilor *A* și *B*, măsurat pe cerc, ne dă deviația minimală.

Când ne propunem să facem o asemenea operație, întâmpinăm o dificultate mare în faptul că o rază de lumină albă care a pătruns în prismă, fiind dintr'însă se desface în mai multe raze colorate, din care unele sunt mai puține și altele mai deviate; atunci se determină obicinuțiu deviația minimală a raziilor mediocrii, care sunt cele galbene; vom reveni mai târziu asupra acestui fenomen în art. despre dispersiunea luminei. — *Newton* cel dintâi și apoi *Wollaston*, *Baden-Powell*, *Biot* și alții s'au ocupat cu determinarea indicelui de refracție a diferitelor substanțe; dera lucrările cele mai clasice în această privință sunt acele ale lui *Fraunhofer* din München. Eca câte-va rezultate.

SUBSTANȚIA	INDICE DE REFRACTIUNE MEDIULOCIU
Cromat de plumb	2,70
Diamant	2,60
Flintglass	1,58
Crown-glass	1,50
Apa	1,33

§ 14 LENTILE

Lentila se numesce in fisica unu mediu transparente, limitatu cu fecie curbe, cari obicnuitu in practica suntu sferice. Ua lentila priimindu radie de lumina de la unu punctu, le transmite inainte deviandule de directiunea primitiva a lor si, dupe form'a speciala a ei, le face *convergente* seu *divergente*, adico le strenge, seu le resipesce. Numai acele lentile potu avea ua intrebuintiare practica, cari concentredia radiele de lumina catre unu *singuru* punctu fisicu, seu cari imprascia radiele de lumina, astu-feliu ensa, in catu prelungite inderetu sa se intrunesca iara la unu singuru punctu. Acestu punctu se numesce



Fig. 259.

Fig. 260

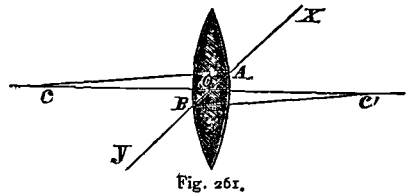
focarulu conjugatu alu punctului luminos si este *realu* in casulu anteu, cand lentil'a se numesce *convergenta*, iara *virtualu* in casulu alu duoilea si atunci lentil'a se numesce *divergenta*. Lentilele cu fecie *sferice* si de *curbatura mica* suntu singurele cari potu sa ne dea *focari*, cu conditiune ensa ca sa nu primesca de catu numai *radie centrale*. Fig. 259 reprezinta sectiunile celor trei feluri de lentile sferice convergente. Fig. 260 reprezinta pe acele divergente. Radiele suprafecielor sferice ale acestor lentile se numescu *radie de curbatura*.

La fiecare lentilă se găsește un punct, obicinuitor în interiorul ei, numit *centru optic*, și caracterizat prin acesta, că o rază de lumină, care se propagă prin el, străbate lentila fără deviatiune. O asemenea rază nedeviată se numește *axă*, sau *axă secundară* alu lentilei; axulu care totu de o dată este și perpendicularu pe fecele lentilei se numește *principalu*.

Focaru principalu alu unei lentile se numește focarul (sau punctulu de întrunire dupe refractiune) a unei sisteme de raze paralele între ele și cu axă optică; aceste raze pot fi considerate ca venindu de la un punct luminos aflatu la o distanță infinitu de mare înaintea lentilei, de ex. de la soare sau de la stea. Distanța acestu focaru de la lentilă se numește *distanța focală principală*, sau simplu *distanța focală*.

Centrul optic unei lentile O (fig. 261) poate fi determinatu precum urmează.

Să ducem două raze de curbatură $CA = R$, $C'B = R'$ paralele între ele; tangentele duse la extremitățile A și B



voru fi asemenea paralele între ele și o rază de lumină XY , care se propagă în direcțiunea AB , străbatendu unu mediu limitatu cu fece paralele, va trece fără deviatiune. Punctulu de intersecțiune O a razei XY cu lini'a centrelor CC' este *centrul optic* cerutu, și pozițiunea lui este *constantă* pentru toate razele luminoase, cari trecu prin lentilă fără deviatiune. Asemănarea triunghiurilor AOC , BOC' da

$$\frac{CA}{C'B} = \frac{CO}{C'O} = \frac{CO}{CC' - CO}$$

Insemnandu distanti'a centrelor $CC' = d$, pe aceea a centrului opticu $CO = x$, vomu avea pentru determinarea lui x ecualitatea

$$\frac{R}{R'} = \frac{x}{d - x},$$

de unde vedemu ca x are ua valoare constanta ori care va fi directiunea dreptei XY .

§ 15. FORMUL'A APROXIMATIVA A LENTILELOR

Fia X (fig. 262) ua lentila convergenta, C, C' centrelor de curbatura; $CA = R, C'B = R_1$ radieler de curbatura

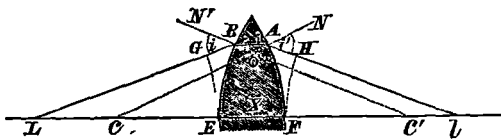


Fig. 262.

Ll axulu principalu (care poate fi si unu axu secundaru); L unu puntu luminos.

Ua radia de lumina LB se va frange la B , facendu cu normala unghiurile i si r , apoi se va frange enco ua data la A , facendu unghiurile r' si i' , si va esi din lentila in directiunea Al , intalnindu axulu principalu (respectiv secundaru) la unu puntu l pe care ne propunemu sa determinamu. Triunghiurile $LC'B, ICA$, la cari i si i' suntu unghiuri esteriore, dau

$$\angle L = i - C', \quad \angle l = i' - C,$$

de unde prin adunare

$$L + l = i + i' - (C + C').$$

Dupe legile refractiunei avemu

$$\sin i = n \sin r, \quad \sin i' = n \sin r',$$

n însemnându indicele de refracțiune a substanței lentilei. Pentru *radie centrale* unghiurile i, i', r, r' , sunt foarte mici și *aproximative* eguale cu sinusurile lor; vomu putea dera scrie

$$i = nr, \quad i' = nr' \quad \text{și} \quad i + i' = n(r + r').$$

Substituindu în ecualitatea de mai susu vine

$$L + l = n(r + r') - (C + C').$$

Observandu acum co din triunghiurile AOB, COC' resulta

$$r + r' = C + C',$$

va fi și $L + l = n(C + C') - (C + C')$,

seu $L + l = (n - 1)(C + C')$.

Sa descriemu de la L arculu EG cu radi'a $LE = p$, și de la l arculu FH cu radi'a $lF = p_1$; atunci unghiurile L, l, C, C' , se mesora cu arcurile lor impartite cu radiiele respective, adico vomu avea

$$L = \frac{EG}{p}, \quad l = \frac{FH}{p_1}, \quad C = \frac{AF}{R}, \quad C' = \frac{BE}{R_1}.$$

Pentru radie centrale și ua curbatuura mica a fecielor lentilei, aceste patru arcuri EG, FH, AF, BE difera foarte pucinu între ele și le potemu considera ca eguale; atunci formul'a de mai susu va deveni

$$\frac{EG}{p} + \frac{FH}{p_1} = (n - 1) \left(\frac{AF}{R} + \frac{BE}{R_1} \right)$$

și prin supresiunea factorului comunu

$$EG = FH = AF = BE :$$

$$(1) \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = (n - 1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right)$$

Diferite sisteme de lentile diferindu numai prin direcțiunea radielor de curbatuura, acesta formula se aplica la tote printr'ua scambare convenabila la semnul lui R

seu alu lui R_1 .— Distanti'a p_1 , determinata prin acesta formula fiindu independenta de directiunea radielor emanandu de la punctu luminos, vedemu co punctulu l va fi focarulu conjugatu alu lui L .

Sum'a fractiunilor $\frac{1}{p}$ si $\frac{1}{p_1}$ fiindu constanta, urmedia co cand p cresce, p_1 descresce si vice-versa ; cand punctulu luminos se departedia de lentila, focarulu lu urmedia si se apropie de densa, iara cand punctulu luminos se apropie, focarulu se departedia. Cand $p = \infty$, p_1 priimesce ua valoare determinata, pe care ua insemnamu cu f si care este *distanti'a focala* principala, corespunzandu radielor luminoase paralele cu axulu lentilei. Valorea lui f se gasesce din eualitatea

(1) facendu $p = \infty$; atunci $\frac{1}{p} = 0$ si va fi

$$(2) \quad \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right).$$

Punendu acesta valoare a membrului din dreapta in eualitatea (1) gasimu

$$(3) \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = \frac{1}{f},$$

care este formul'a lentilelor convergente.

Pentru lentile divergente focarulu principalu si focarulu conjugatu (amenduoi virtuali) aflandu-se pe aceeași parte cu punctu luminos, au ua positiune opusa de catu la lentile convergente ; prin urmare distantiele f si p_1 suntu negative si formul'a de mai susu devine

$$(4) \quad \frac{1}{p} - \frac{1}{p_1} = - \frac{1}{f}.$$

§ 16. IMAGINILE LENTILELOR

Lentilele *convergente* avându proprietatea de a concentra prin refracție razele luminoase, dau imagini ale obiectelor luminoase. Fia AB (fig. 263) un obiect.

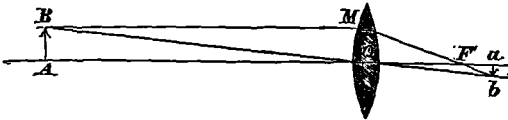


Fig. 263.

Focari puncturilor A și B voru fi unde-va pe axe Aa și Bb ale puncturilor A, B . Focarulu b se găsește printr'ua construcție analogă ca aceea a oglinzilor curbe. Ua raza $BM \parallel Aa$ se va frange astu-feliu în catu să treacă prin focarulu principalu F' alu lentilei, ua a duoa razi BO , trecendu prin centru opticu O , va înainte nedeviata și va determină împreună cu MF' focarulu b ; perpendicular'a ba va fi imaginea lui BA . Deca obiectulu ar fi la ab , imaginea s'ar formă la AB ; de aci regul'a :

1) *Cand obiectulu se afla departe de lentila, dincolo de induoitulu distantiei focale, imaginea se face pe partea opusa, in apropierea lentilei, afara de distantia focala, este reala, inversa, mica si tare luminata;*

2) *Cand obiectulu este aproape de lentila. la ua distantia între $2f$ și f , imaginea se face departe, iara in partea opusa, dincolo de induoitulu distantiei focale, este reala, inversa, mare si mai slabu luminata.*

Cand obiectulu se afla langa lentila, între acesta și focaru, de ex. la AB (fig. 264), atunci razele de lumina cari cadu pe lentila fiindu forte divergente, acesta nu le pote face indes-

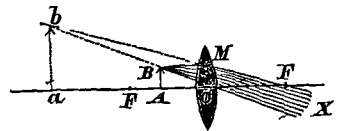


Fig. 264.

tulu de convergente. Aceste radie BMF , BOX etc., prelungite inderetu, se intalnescu la unu punctu b , unde se formedia inaintea lentilei *ua imagine virtuala, dreapta si mare*, visibila numai unui ochiu, care s'ar află la X . Acestea'suntu imaginile vediute cu *lupele* obiciuuite.

Asemenarea triunghiurilor OAB , Oab (fig. 263) da

$$\frac{ab}{AB} = \frac{aO}{AO} = \frac{p_1}{p}$$

Substituindu in locul lui p_1 , valoarea lui din ecualitatea (3) (§ 15), adico

$$\frac{p}{p_1} = \frac{p-f}{f},$$

vine

$$(1) \quad \frac{ab}{AB} = \frac{f}{p-f}$$

care ne da raportulu intre marimea imagini si a obiectului. De aci se vede co

- 1) cand $p > 2f$, va fi $p-f > f$ si prin urmare $\frac{ab}{AB} < 1$;
- 2) cand $p < 2f$ si $> f$, va fi $p-f < f$ si prin urmare $\frac{ab}{AB} > 1$,

3) cand $p < f$, raportulu $\frac{ab}{AB}$ devenindu negativu, ne areta imposibilitatea unei imagini reale.

Lentilele *divergente* dau imagini virtuale, drepte si mici.

Cand conditiunile de *curbatura mica* si de *radie centrale* nu suntu implinite cu rigurositate, atunci imaginile nu suntu curate, mai cu sema pe la margini,

unde prezintă și colorațiuni; acestu defectu alu lenti-
lelor s'a numitu *aberatiune*.

Lentile aplanatice s'au numitu acele ale carora
suprafecia de emergentia are ua astu-feliu de curba-
tura, in catu radiiele emergente sa se strenga la unu
puntu; dera si duoe lentile sferice de curbature conve-
nabile se potu combina astu-feliu, in catu sa dea ua
sistema de lentile aplanatice.

Campulu unei lentile se numesce unghiulu axelor
secundare extreme, intre cari se potu enca forma ima-
gini curate.

§ 17. FORMULE EXACTE ALE LENTILELOR

Fia Z (fig. 265) ua lentila, C, C' centrele de curbatura;
 $CB = CI = R, C'D = C'K = R'$ radiiele de curbatura;
 $BD = g$ grosimea lentilei; AH axulu principalu alu ei,

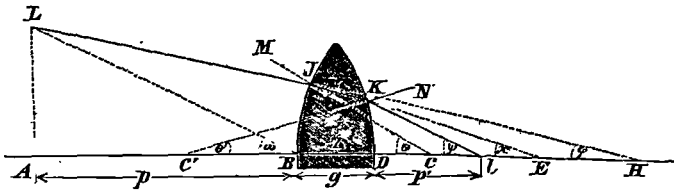


Fig. 265.

care impreuna cele duoe centre de curbatura; L unu
puntu luminos, determinatu prin distanti'a $AB = p$ a
perpendiculararei LA de la lentila si prin unghiul ω . Ua
radia de lumina LI , prelungita inainte, ar infalni axulu
principalu la puntu H sub unghiul φ ; la I acesta radia
se frange, intrandu in lentila, in directiunea IK , prelungi-
ta pene la axu la E si facendu cu acesta unghiulu χ ;
la K , la esire din lentila, radi'a se frange enca ua data

catre Kl si intalnescé axulu sub unghiu ψ la ua distantia de la lentila $Dl = p'$. Ne propunemu sa determinamu acesta distantia p' . Se observamu co

$$p' = Dl = C'l - C'D.$$

Aplicandu proportionalitatea laturilor cu sinusile unghiurilor opuse la triunghiu $C'Kl$ vine :

$$\frac{C'l}{C'K} = \frac{\sin C'Kl}{\sin C'lK} = \frac{\sin (\theta' + \psi)}{\sin \psi},$$

si observandu co $C'K = C'D = R'$,

$$C'l = R' \frac{\sin (\theta' + \psi)}{\sin \psi},$$

de unde

$$(1) \quad p' = R' \frac{\sin (\theta' + \psi) - \sin \psi}{\sin \psi}$$

Legile refractiunei ne dau, deca insemnamu cu n indicele de refractiune a lentilei,

$$\sin l KN = n \sin IKC',$$

seu

$$(2) \quad \sin (\theta' + \psi) = n \sin (\theta' + \chi).$$

In triunghiu $C'KE$ avem iara

$$\frac{\sin C'KE}{\sin C'EK} = \frac{C'E}{C'K} \text{ seu } \frac{\sin (\theta' + \chi)}{\sin \chi} = \frac{C'C + CE}{R'};$$

dera $C'C = C'D + CB - BD = R + R' - g$, si triunghiulu

$$CIE \text{ da } \frac{CE}{CI} = \frac{\sin CIE}{\sin CEI} = \frac{\sin (\theta - \chi)}{\sin \chi}$$

$$\text{seu } CE = R \frac{\sin (\theta - \chi)}{\sin \chi}.$$

Substituindu aceste valori ale lui $C'C$ si CE in ecuatia de mai susu vine

$$\frac{\sin (\theta' + \chi)}{\sin \chi} = \frac{R + R' - g + \frac{R \sin (\theta - \chi)}{\sin \chi}}{R'}$$

seu

$$(3) \quad \sin(\theta' + \chi) = \frac{(R + R' - g) \sin \chi + R \sin(\theta - \chi)}{R'}$$

Legile refractiunii ne dau iara :

$$\sin LIM = n \sin CIE$$

seu

$$\sin(\theta - \chi) = \frac{\sin(\theta - \varphi)}{n}$$

In fine triunghiulu CHI da

$$\frac{\sin CIH}{\sin CHI} = \frac{CH}{IC} = \frac{BH - BC}{CI} = \frac{BH - R}{R},$$

seu

$$\sin(\theta - \varphi) = \sin \varphi \frac{BH - R}{R}$$

Pentru BH gasimu in triunghiulu BLH

$$\frac{BH}{BL} = \frac{\sin BLH}{\sin BHL} = \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin \varphi},$$

iara triunghiulu dreptunghiu BAL da

$$BL = \frac{BA}{\cos \omega} = \frac{p}{\cos \omega}$$

De aci resulta prin substitutiuni succesive

$$BH = BL \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin \varphi} = \frac{p \sin(\omega - \varphi)}{\sin \varphi \cos \omega}$$

$$(5) \quad \sin(\theta - \varphi) = \frac{p \sin(\omega - \varphi) - R \cos \omega \sin \varphi}{R \cos \omega}$$

Cunoscendu dera $R, R', g, n, p, \omega, \varphi$, vomu potea cu ajutorulu acestor cinci formule sa determinamu succesive pe $\theta, \chi, \theta', \psi, p'$.

Cand curbatur'a lentilei este mica si ne marginimu numai la radie centrale, atunci unghiurile $\varphi, \chi, \theta, \theta', \omega$ suntu forte mici si le potemu substitui in formulele de

mai susu in loculu sinusilor lor; atunci gasimu ecuatiile aproximative urmetore :

$$(6) \quad \begin{cases} p' = \frac{R' \theta'}{\psi}; \psi = (n-1) \theta' + n\chi; \theta' = \frac{R\theta - g\chi}{R'}; \\ \chi = \frac{(n-1) \theta + \varphi}{n}; \theta = \frac{p(\omega - \varphi)}{R}. \end{cases}$$

§§ 18. PUNTULU DE INTERSECTIUNE A DUOE RADIE, SEU FOCARULU CONJUGATU

Pentru determinarea acestui punctu ne potemu servi de formulele exacte (1) pene (5), seu de formulele aproximative (6), cari ne dau rezultate mai multu de catu suficiente pentru aplicatiunile practice.— Ua a duoa radia de lumina emanendu totu din acelasi punctu luminos

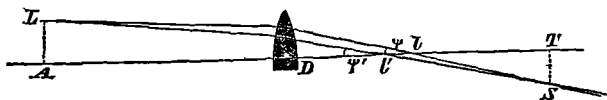


Fig. 266

L (fig. 266) se va deosebi de radia LI numai prin catimile $\varphi_1, \chi_1, \psi_1, \theta_1, \theta_1', p_1'$ iara p si ω remanu constante pentru fote radiele emanendu de la acelasi punctu L . Formulele de mai susu (6), aplicate la acesta a duoa radia, ne dau :

$$(1) \quad \begin{cases} p_1' = \frac{R' \theta_1'}{\psi_1}; \psi_1 = (n-1) \theta_1' + n\chi_1; \theta_1' = \frac{R \theta_1 - g\chi_1}{R'}; \\ \chi_1 = \frac{(n-1) \theta_1 + \varphi_1}{n}; \theta_1 = \frac{p(\omega - \varphi_1)}{R}. \end{cases}$$

Puntulu de intersectiune S a acestor duoe radie se determina prin coordonatele lui: $DT=x$, $TS=y$. Sa observamu co

$Dl = p'$, $Dl_1 = p'_1$, $Tl = x - p'$, $Tl_1 = x - p'_1$;
iara triunghiurile dreptunghie STl și STl_1 ne dau

$$(2) \quad \text{tang } \psi = \frac{y}{x-p'}, \text{ tang } \psi_1 = \frac{y}{x-p'_1},$$

seu pentru gradul de aproximatiune ce amu admisu in formulele de mai susu

$$(3) \quad \psi = \frac{y}{x-p'}, \psi_1 = \frac{y}{x-p'_1},$$

Aceste duoe ecualitati deslegate despre x si y ne dau valorile lor, adico

$$(4) \quad x = \frac{p'_1 \psi_1 - p' \psi}{\psi_1 - \psi}, y = \frac{(p'_1 - p') \psi \psi_1}{\psi_1 - \psi}.$$

Acum nu mai remane de catu sa substituim suce-sive in loculu lui $p', p'_1; \psi, \psi_1; \chi, \chi_1; \theta, \theta_1$, valorile lor din ecualitatile (1) de mai susu si (6) din § 17. Acesta substitutiune ne da :

$$(5) \quad x = R' \frac{\theta'_1 - \theta'}{\psi_1 - \psi} = \frac{R' (\theta'_1 - \theta')}{(n-1) (\theta'_1 - \theta') + n (\chi_1 - \chi)}$$

$$= \frac{R' [R (\theta_1 - \theta) - g (\chi_1 - \chi)]}{(n-1) R (\theta_1 - \theta) - [(n-1) g - n R] (\chi_1 - \chi)}$$

$$= \frac{R' [(nR - g(n-1)) (\theta_1 - \theta) - g (\varphi_1 - \varphi)]}{[n(n-1) (R+R') - (n-1)^2 g] (\theta_1 - \theta) - [(n-1)g - nR'] (\varphi_1 - \varphi)}$$

$$= \frac{n p R R' - g R' [(n-1) p - R]}{n (n-1) p (R+R') - (n-1) g [(n-1) p - R] - n R R'}$$

$$(6) \quad y = \frac{n R R' p \omega}{n (n-1) p (R+R') - (n-1) g [(n-1) p - R] - n R R'}$$

Aceste valori ale lui x si y fiindu independente de φ si φ_1 , urmedia co tote radiele plecandu de la acelasi punctu luminos L se voru intalni la acelasi punctu S , care va fi focarulu conjugatu cerutu.— Deosebitu de ace-

sta, valoarea lui x fiindu independenta si de ω , urmedia co tote puncturile unei perpendiculare LA , pentru cari p este constantu iara ω se scamba, se afla in imagine asemenea pe ua perpendiculara ST .

Deca in formul'a de mai susu (5) consideramu $g=0$, adico deca facemu abstractiune de grosimea lentilei, atunci valoarea lui x se reduce la

$$x = \frac{pRR'}{(n-1)p(R+R') - RR'}$$

care este identica cu formul'a

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p_1} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right),$$

pe care amu gasitu-o in § 15; nu avemu de catu sa scambamu x in p_1 .

ART. IV. DISPERSIUNEA LUMINEI

§ 19. FENOMENULU SI LEGILE DISPERSIUNEI

Ua radia de lumina alba trecendu printr'ua prisma nu numai co este deviata, precum amu vediutu in articulu precedinte, dera enca se descompune intr'ua seria de radie colorate, unele mai pucinu si altele mai deviate; acestu fenomenu studietu de *Newton* s'a numitu *dispersiunea* luminei. Dispersiunea luminei, adico descompositiunea ei in colori, se pote enca produce prin absorptiune si prin reflectiune; corpurile ni se areta colorate printr'unu efectu de descompositiune ce exercita asupra radielor dilei, cari le luminedia,

Deca lasamu sa intre intr'ua camera intunecata ua legatura de radie solare printr'ua crepatura angusta

dintr'unu oblonu C (fig. 267) si o conducemu printr'ua prisma P , ea se va descompune in radie divergente si va produce la perete seu pe unu carton uua imagine lunga si colorata a crepaturei, rv , care s'a numitu *spectru*; colorile principale, cari se succeda totu de una in aceeaasi ordine, suntu *rosiu*, *orange*, *galbenu*, *verde*, *albastru*, *violetu*; aceste colori variedia in tote nuancele si se

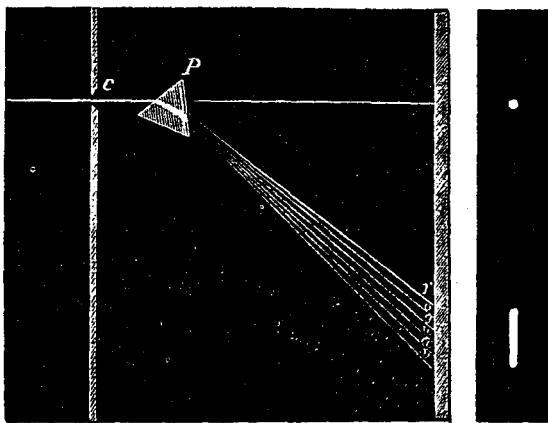


Fig. 267.

perdu progresive unele intr'altel. Radiel *rosii* suntu cel mai pucinu refrangibile; radiel *violete* suntu cel mai refrangibile si prin urmare cel mai diviete. De aci urmedia ca fia-care radia din spectru are unu indice de osebitu de refractiune n^r , n^o , n^v ; etc. care este *minimum* pentru radiel rosii. *maximum* pentru acele violete.

Lungimea spectrului seu *dispersiunea prismatica* depinde de substanti'a prismei, cresce cu unghiulu prismei, precum in genere si cu refrangibilitatea substantiei.

Fia-care din radiel spectrului represinta uua radia de lumina *simpila* seu *omogena*, care nu mai pote fi des-

compusa. Ne potemu incredintiã despre acesta. priimindu cate una radiele descompuse pe ua-a-duoa prisma care o transmite inainte fara ua dispersiune nooa.

Precum lumin'a alba se pote descompune in radie de diferite colori, asemenea impreunandu tote radiele spectrului la unu punctu, vomu produce iara lumina alba. Acesta recompositiune a radielor colorate se pote face prin diferite metode, aretate mai tote de ensusi Newton; de ex. potemu priimi radiele spectrului intr'ua a duoa prisma, identica cu aceea d'anteiu, pe care o tinemu ensa in positiune inversa; radiele cari au trecut prin aceste duoe prisme voru fi albe. Potemu enca concentra radiele spectrului la unu punctu, care va fi albu, cu ajutorulu unei lentile convergente. In fine deca invertimu rapede unu discu, pe care amu desemnatu mai multi sectori cu colorile spectrului, disculu va apare cu ua colore uniforma si cu atatu mai apropiata de albu, cu catu colorile au fostu mai nemerite in nuance si in dimensiuni.

Colorile obicinuite nu suntu acele prismatiche curate; ele suntu formate prin impreunarea unui numeru mai mare seu mai micu de radie simple. Radiele, cari lipse-scu acestor colori, ca sa completezie radiele spectrului, intrunite, voru da ua a duoa colore, care adaogata la ceea d'anteiu va produca *albu*. Aceste duoe colori cari impreuna dau albu s'au numitu *complementare*; astufeliu *rosiu* si cu ua nuancia determinata de *verde*, suntu complementare; asemenea *orange* cu *albastru*, *galbenu* cu *violetu* etc.

In fine trebuie sa observamu co nu numai lumin'a solara, dera ori care lumina, cea electrica, a lui Drum-

mond, flacarile comune, lumin'a stelara etc., ne dau asemenea spectre. Acestea diferă între ele prin intensitate și prin predominarea unor din colori, deca flacar'a este colorata.

§ 20. LINILE SPECTRULUI ; SPECTROSCOPI'A.

Cand observamu spectrul solaru cu ochianu, seu cand lu proiectamu pe unu cartonu albu cu ua perfectiune mare, mai concentrandu pucinu radiele cu ajutorulu unei lentile, vedemu co spectrul este intreruptu de nisce linii transversale negre, numite *linii lui Fraunhofer*.

Spectrul produsu de Newton a fostu imperfectu, din caus'a co s'a servitu, ca sa lu produca, de ua gaura rotunda. Acesta gaura avea ua largime pre mare, astufeliu incatu imaginile rosie, orange, galbena etc. nu ereau separate cu totulu una de alta, ci se acoperea partialu, si spectrul erea mai multu seu mai pucinu confusu.

Wollaston, pe la inceputulu acestui secolu, a avutu ide'a sa intrebuintiede ua crepatura longitudinala si infusta; colorile s'au'produsu atunci mai curate, spectrul posedă ua splendore mai mare, si s'au potutu vedea mai bine ore-cari amenunte. *Wollaston* a si observatu in spectru cate-va linii negre, nu le a atribuitu ensa nici ua insemnetate, si de aceea au remasu uitate, pene la 1813, cand *Fraunhofer* a descoperitu din nou pe la 600 linii negre, distribuite in tota lungimea spectrului solaru. Aceste linii negre au servitu ca puncturi fixe, pentru a determina cu precisiune absoluta indicii de refractiune ai diferitelor colori; ele nu suntu distribuite uniform pe tota lungimea spectrului, ci formedia

grupe, insemnate de catre Fraunhofer cu litere, precum

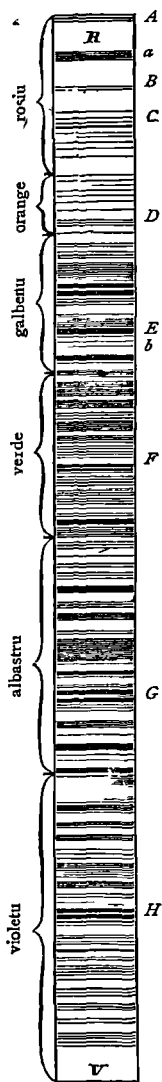


Fig. 268.

se vede in fig. 268,

Herschell a descoperitu co si dincolo de violetu mai suntu radie de lumina si mai refrangibile, pe cari le a numitu *ultraviolete*. *Brewster*, observandu spectrul solaru, diminetia si sera, cand radiele solare strabatu strate mai dense și mai grose ale atmosferei terestre, a descoperitu in spectru linii noi, numite *telurice*, cari provinu din absorptiunea luminei in atmosfer'a pamentului.

Fraunhofer a descoperitu mai tardiu, co lumin'a electrica da spectru completu, ca acela alu sorelui, ensa intreruptu cu linii *luminose*.

Fisicii *Angstroem* si *Draper* au descoperitu, co corpurile solide si licide incandescente dau asemenea spectre *continui*, fara nici unu feliu de linii, nici negre, nici luminose.

Acestea erau aproape cunoscintiele noastre asupra spectrului, cand pe la 1860 fisicii *Bunsen* si *Kirchhoff* perfectionandu metodele de observatiune si dupe ua munca de multi ani, au fundatu adeverata *spectroscopia* si *analysa spectrala*.

Pentru a observã liniile luminose ale diferitelor flacare, si in genere pentru tote studiile spectrale, Bunsen si Kirchhoff au inventatu unu

aparatu specialu, numitu *spectroscopu*, aretatu in fig. 269. *B* este unu ochianu astronomicu; *P* este prism'a in positiune verticala si asediatu astu-feliu ca sa dea

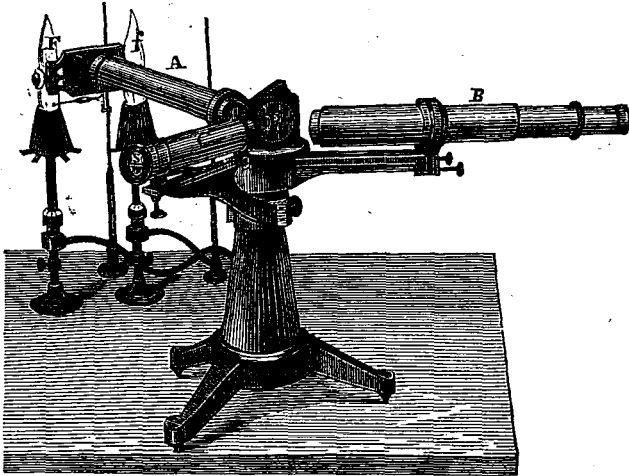


Fig. 269.

deviatiunea minimala; *A* este *colimatoru*, unu tãbu portandu la estremeitatea anteriora ua crepatura verticala, iara la cea alta estremeitate ua lentila convergenta,

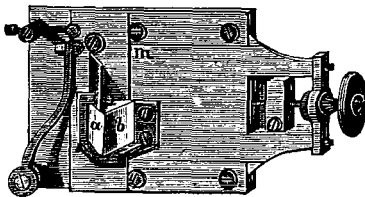


Fig 270

care trimite ua legatura de radie paralele catre prism'a *P*; *C* este unu tubu portendu ua scara micrometrica. Tote suntu asiediate si se potu miscã pe unu picioru solidu si greu de feru turnatu. Crepatur'a colimatorului se afla intr'ua tabla mica, asiediate la gur'a colimatorului si care se vede deosebitu la fig. 270. Crepatur'a o potemu largi seu ingustã cu ajutorulu unui siurupu micrometricu. Ua prism'a mica *ab* astupa ju-

metatea crepaturi si servece ca sa tramitia in colimatoru A radie laterale, venindu de ex. de la ua flacara F , pe cand radiele directe intra prin restulu crepaturei. Cu modulu acesta potemu avea duoe spectre alaturate si potemu comparà positiunea liniilor lor. Totu pentru determinarea positiuni liniilor unui spectru pote servi si scar'a S , asediata la estremitatea tubului C (figura 269)

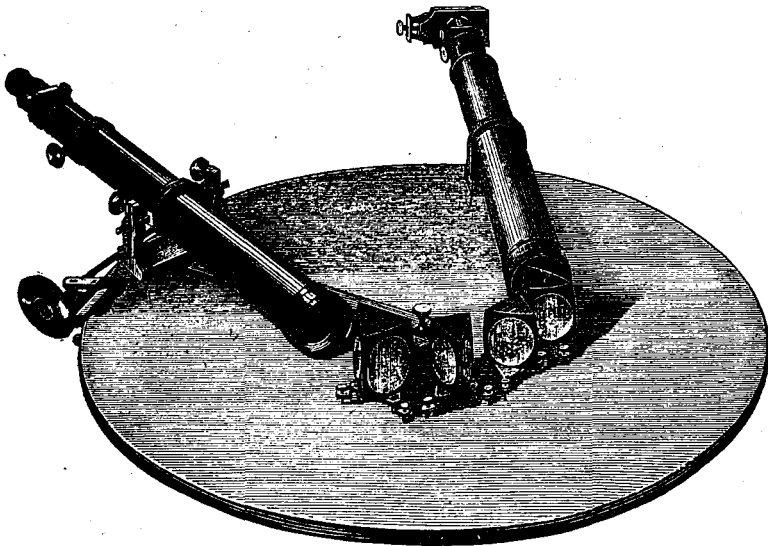


Fig. 271.

care porta ua lentila convergenta la estremitatea intorsa catre prisma. Luminandu bine acesta scara, cu ua lampa de ex., o aducemu intr'ua astu-feliu de positiune, ca ea sa fia reflectata prin feci'a prisme P catre axulu ochianului B si divisiunile sele sa coincide cu liniile spectrului vediutu totu cu acelasi ochianu. S'au facutu spectroscopu cu mai multe prisme (fig. 271) prin cari

damu spectrului ua lungime destulu de mare, ca sa potemu vedea unu numeru mai mare de linii. S'au facutu spectroscope cu *vedere directa*, adico spectroscope, cari aducu dispersiune, ensa fara deviatiune. Figura 272 ne



Fig. 272.

areta sectiunea unui asemenea spectroscopu , compusu din 3

prisme de crown, intre cari se afla duoe prisme de flint in positiune inversa. Prin acesta dispositiune anulamu deviatiunea; dispersiunea remane.

Bunsen si Kirchhoff au descoperitu si stabilitu prin fapte numeroase si necontestabile, co fia-care substantia, ardiendu in forma de vapori incandescente, da unu spectru particularu, caracterisatu prin linii luminoase specifice, avendu ua positiune determinata, si cari potu servi, ca sa deosebesca ua substantia de ori-care alta substantia. In modulu acesta ei au fundatu ua metoda noua de investigatiune chimica, *analys'a spectrala*, care constitue ceea mai perfecta analysa chimica si a condusu la descoperire de elemente noi, ca cesiu, rubidiu, thaliu etc. Ca sa determine cu ua precisiune mai mare positiunea liniilor luminoase, ce dau flacarile diferitelor substantie, acesti fisici au inventatu spectroscope de ua perfectiune mare, cu cari au potutu descoperi in spectru solaru pene la 3000 linii negre.

Bunsen si Kirchhoff au observatu coincidenti'a exacta a liniilor luminoase din spectrele diferitelor flacare cu linii negre determinate ale spectrului solaru. Acesta ii a condusu la descoperirea unui alu doilea faptu alu spec-

troscopii de cea mai mare insemnatate ; ei au recunoscutu *inversiunea* liniilor luminoase in negre. Sa ne inchipuimu ua flacara ore-care, dandu unu spectru cu cate-va linii luminoase ; sa punemu inaintea acestei flacare unu corpu solidu incandescentu care se scie co da unu spectru continuu. Lumin'a intensiva acestui corpu solidu incandescentu, strabatandu flacar'a mentionata, va transformà tote liniile luminoase ale spectrului ei in linii negre. Acestu fenomenu se basedia pe faptulu, co unu corpu, care emite ua lumina de unu feliu ore-care, absorbe ori cata lumina de acelasi feliu *i* ar veni de afara si nu este de catu unu fenomenu de contrastu. Corpulu solidu incandescentu da unu spectru continuu cu colorí intensive ; in regiunile acele cari corespundu liniilor luminoase ale flacarei in cestiune, lumin'a corpului incandescentu, va fi absorbita si nu va fi alta lumina decatu nu mai aceea emisa de flacara; acesta ensa fiindu slaba in raportu cu lumín'a intensiva a corpului incandescentu, regiunile liniilor, cari odiniori se aretà luminoase, voru apare acum intunecose in raportu cu campulu intensive luminatu alu spectrului produsu de corpu solidu incandescentu.

Lockyer si *Frankland* au completatu-teori'a spectrelor prin descoperire de unu mare numeru de fapte de cea mai mare importantia. Se scie ca unu corpu solidu seu licidu, incalditu la ua temperatura din ce in ce mai inalta, emite ua lumina, care incepe cu rosiu inchisu rosiu deschisu, rosiu orange si se completedia cu incetu pene la albu celu mai intensivu ; spectrele acestor corpuru incandescente se completedia in acelasi raportu.

Pe cand spectrul unui corpu pucinu incandescentu se compune de ex. numai din dupe seu trei bande luminoase, intrerupte cu spatiuri obscure, spectrul aceluasi corpu dusu la incandescenti'a ceea mai mare, se presinta ca o fasia continua care incepe cu rosiiu si se termina cu violetu.

Unu alu duoilea faptu descoperitu de Lockyer si Frankland este, co gazele seu vaporile incandescente dau ca spectre numai cate-va linii luminoase si subtiri, deca tensiunea si temperatur'a lor suntu relative mai mici ; deca ensa le punemu supt ua presiune din ce in ce mai mare, cand atunci se cere in generalu si temperatura multu mai inalta, atunci liniile luminoase se immultiescu si se latiescu asia de multu, incatu este probabilu, co si gazele, supuse la ua presiune estraordinara, aru da si ele aceliasi spectre continui, ca si corpurile solide si licide incandescente.

Unu altu faptu interesantu este, co vaporile incandescente ale metalelor dau spectre cu linii luminoase, relative subtiri ; vaporile metaloidelor dau spectre vergate, liniile din ele presintandu unu feliu de vergaturi (*canelures*), iara spectrele compusilor lor au unu aspectu mixtu.

In fine trebue sa observamu co radie de lumina emanandu de ori unde, strabatandu diferite vapori colorate, precum acidu hypoazoticu, iodul etc. si diferite licide, ca sange etc., dau spectre, in cari se vedu linii seu bande de absorptiune (negre) caracteristice. potendu servi la analys'a seu recunoscerea substantiei care a datu nasceru la acele bande de absorptiune.

Spectroscopi'a a gasitu ua aplicatiune intinsa la as-

tronomia ; ceea d'anteiu a fostu acea facuta de Bunsen si Kirchhoff pentru recunoscerea constitutiunei fisice a sorelui. Dupe fisicii acestia sorele ar fi formatu de unu sambure, solidu seu licidu, incandescentu, incongiuratu de ua atmosfera, care asemenea s'ar află in stare de incandescentia. Lumin'a corpului centralu, strabatandu atmosfer'a incandescenta, aduce inversiunea liniilor luminoase ce ar da la spectru lumin'a acei atmosfere, si prôduce prin urmare spectrulu solaru cunoscutu, cu liniile negre ale lui. Aceste linii (de inversiune) corespundu intocmai in positiune cu liniile luminoase ce de la spectru unu mare numeru de elemente, ca feru, hydrogenu etc. ; de unde urmedia, co aceste elemente s'aru află si in atmosfera, prin urmare si in corpulu centralu, alu sorelui.

Dupe lucrarile lui Lockyer si Frankland, gazele, sub presiuni forte mari, fiindu in stare sa dea spectre continui, nu mai avemu nevoia sa admitemu, co lumin'a, care aduce inversiunea liniilor luminoase ale atmosferei solare, emana chiar de la corpu centralu, solidu seu licidu. Partea centrala a sorelui pote sa fia solida seu licida, calda seu rece, ajunge sa ne inchipuimu, co acesta parte centrala ar fi inconjurata, de mai aproape seu de departe, cu ua atmosfera forte compacta si incandescenta, numita *fotosfera*, capabila sa dea unu spectru continuu, fara nici unu feliu de linii. Ua a doua atmosfera mai rara, numita *chromosfera* din cauza coloratiuni rosii ce presinta, incongiora fotosfer'a, si lumin'a intensiva a acestei fotosfere, strebatandu cro-

mosfer'a, produce spectrul solaru cu liniile negre de inversiune.

Se scie co in timpu de eclipsa totala a sorelui, acesta se vede incongiuratu cu ua corona luminosa rosietica, presintandu mai multe protuberantie de forme variete. Acesta corona si protuberantie formedia cromosfera, si *Jansen* examinandu in timpu de eclipsa spectrul cromosferei si a protuberantielor sele, cand lumin'a intensiva a fotosferei este oprita, a descoperitu linii luminoase de hydrogenu si alte, ceea ce confirma pe deplinu teori'a lui Bunsen si Kirchhoff, co liniile negre ale spectrului solaru suntu linii de inversiune.

Jansen, care in vremea aceea se aflã in India, si Lockyer in Londra au avutã, independente una de altu, ide'a sa observe liniile cromosferei si ale protuberantielor si fara eclipsa solara, cu ajutorulu unor dispositiuni speciale, cari permitu aceste observatiuni la ori ce timpu. Pentru acesta s'au servitu de spectroscopu cu cinci prisme, cari slabescu prin dispresiune lumin'a alba si intensiva a fotosferei, ca sa nu mai intunece vederea si sa permitia observatorulu sa studiedie lumin'a mai slaba a margini sorelui, unde se vede cromosfer'a. Acele cinci prisme nu potu aduce ua slabire simtita asupra luminei monocromatice a cromosferei, care prin actiunea numeroselor prisme priimesce numai ua deviatune, iara nu si disparsiune.

Liniile luminoase ale protuberantielor presinta fenomenulu interesantu, co ele suntu mai largi la basa si mai anguste la verfu; ceea ce este in armonia cu descoperirile lui Lockyer si Frankland, pentru co presiunea este

neaparafu multu mai mare la basa de catu la inaltimile cele mari, pene unde se intindu acele protuberantie, si se scie co liniile spectrale ale gazelor suntu cu atatu mai largi, cu catu gazele se afla sub presiuni mai mari.

Astronomii au indreptatu spectroscopulu si catre alte corpuri ceresci, catre stele si nebuloase. Spectroscopulu se adaptedia atunci la telescopu in loculu ocularului. Spectroscopule stelare porta la colimatoru ua lentila cilindrica, ca sa dea spectrului stelelor ua latime ore care; altu feliu aceste spectre s'aru presinta ca ua simpla linia luminosa si nu ar potea fi studiate. Pe de alta parte aceste spectroscopu nu porta nici ua data mai multu de catu ua prismã; coci altu feliu aru slabu lumin'a asia de multu, incatu spectrulu nu s'ar mai distinge. Spectrele stelelor fixe suntu analoge cu acelu solaru, presintandu asemenea linii negre.

Cu ajutorulu spectroscopii astronomii *Huggins* si *Secchi* au constatat miscari proprii ale stelelor in directiunea drepte care le unesce cu pamentu. Stelele cari se departedia presinta spectre, in cari liniile spectrale suntu ingramedite catre rosii; cand stelele se apropie de pamentu, liniile spectrale se ingramedesco catre violetu. Cand steaoa, adico punctulu luminos, se departedia, numerulu undulatiunilor ce ajungu la ochiu in unime de timpu se micusioarea, radiele devinu prin urmare mai pucinu refrangibile, si spectrulu ia ua dezvoltare mai mare spre rosii; cand steaoa se apropie de observatoru, numerulu vibratiunilor cresce, radiele devinu mai refrangibile si se ingramedesco catre estrimitatea violeta a spectrului. Fenomenulu este analogu

cu ceea ce se petrece cu sunetu ; cand ne departamu de ex. pe calea ferata de ua statiune. unde se canta, sunetele ni se paru din ce in ce mai grave ; cand ne apropiemu, le audimu mai ascutite.

Astronomulu Huggins a studietu mai cu deosebire spectrele nebuloselor si a gasitu co aceste spectre se dividu in duoe categorii : spectre cu linii negre, analoge cu acele ale sorelui si ale stelelor ; si spectre cu linii luminoase, Huggins a conchisu co nebulosele cari dau spectre de clasa anteia suntu resolubile, adico formate din grupare de stele ; iara nebulosele cari dau spectre cu linii luminoase, suntu corpuri gazeose, enca in formatiune, prin urmare nu cuprindu si nu voru presinfa nici telescopelor celor mai puternice grupe de stele, suntu nebulose neresolubile.

§ 21. DIFERITE PROPRIETATI ALE LUMINEI ȘI ALE RADIELOR SPECTRULUI IN SPECIALU

Am vediutu co ua radia de lumina incidenta se desface : 1^{iu} intr'ua parte care se reflecta, parte regulatu. parte difusu ; 2^a ua alta parte se transmite in mediu alu duoilea, parte regulatu, parte difusu ; dera mai este 3^a ua alta parte care este absorbita de acestu alu duoilea mediu si aduce diferite efecte, lu incaldiesce, lu descompune etc.

Radiiele spectrului nu au tote aceeasi intensitate luminosa ; radiiele *galbene* suntu cele mai intensive. Radiiele de lumina producu unu efectu particularu, numitu *fluorescentia*, asupra unor substantie, ca solutiunea sulfatului de china, tinctur'a de curcuma, spatulu fluo-

ricu, sticl'a de uranu, etc., si acestu efectu este mai pronunsiatu cu radiele ultraviolete. Ca sa lu observamu, concentramu lumin'a cu ajutorulu unei lentile convergente, proiectandu conulu luminos in interiorulu acelor corpuri ; acelu conu apare atunci luminatu albastru, rosiiu, verde, etc. dupe substantie. — Amu descriu la inceputulu acestei sectiuni unu altu fenomenu, acela alu *fosforescenti*, mai cu sema prin insolatiune ; ua substantia absorbe lumina incidenta si apoi o emite ca lumina propria a ei.

Radiele de lumina producu asemenea efecte calorice, cari cresc de la extremitatea violeta a spectrului spre aceea rosie ; *Seebeck* a aretatu ensa co maximum efectulu este produsu de radie diferite, dupe natur'a substantiei din care este facuta prism'a.

Radiele de lumina au si proprietati chimice. Se scie co hydrogenulu se combina cu chloru sub influinti'a luminei ; co sarile de argintu innegrescu asemenea prin descompositiunea argintulu si alte. Actiunea chimica cresce de la rosiiu spre violetu si ajunge la maximum dincolo de violetu.

Actiunea chimica a luminei a condusu la descoperirea *fotografiei* de catre englesulu *Talbot* pe la 1834, care ensa a tinutu inventiunea lui ascunsa catu-va timpu. Francesulu *Niepe* si mai tardiu *Daguerre*, pe la 1839, au produsu in publicu cele d'anteiu fotografii pe *metalu*, numite *daguerreotypii*. Ua tabla de cupru argintuita, espusa la vapori de iodulu se acopere cu unu stratu de iodidu de argintu ; introdusa apoi in partea camerei obscure, unde se producu imaginile, ea este impresionata

la puncturile luminoase ale acestora. Tabl'a casciga atunci la partile impresionate proprietatea de a fixa vapori de mercuriu, la cari o espunemu; deca acum o spalamu intr'ua solutiune de hyposulfitu de soda, acesta disolva iodidulu de argintu nedescompusu si se cunosce atunci pe tabl'a de argintu imaginea, prin reflectiunea speciala a mercuriului, care a fostu depusu pe locurile impresionate.

Imaginile daguerreotypice se vedu greu si ceru unu timpu forte lungu ca sa fia produse, ceea ce face aplicatiunea la fiintie viui aproape imposibila.

Fotografi'a pe hartia nu a ajunsu la ua perfectiune mare, de catu numai de la 1851 incoce, dupe ce englesulu *Archer* a descoperitu fotografi'a cu *colodiu*. Prin acesta ne procuramu anteu dupe originalu ua imagine *negativa* pe ua tabla de sticla preparata, apoi dupe acesta antea imagine facemu pe hartia pe tote cele alte ori cate in numeru, cari atunci suntu *positive*.

Tabl'a de sticla curata se acopere anteu cu unu stratu de colodiu in solutiune, apoi se pune in bai'a de argintu, care cuprinde in solutiune diferite sari (nitratu, iodidu de argintu, cyanidu de potasiu etc.) formandu unu iodidu de argintu prospatu si capabilu de a se descompune lesne. Tabl'a astu-feliu preparata si ferita de lumina se introduce in camera obscura unde ua lentila convergenta formedia imaginea objectului departatu. Peste cate-va secunde tabl'a este impresionata, adico argintulu s'a descompusu si a innegritu la puncturile corespundiatore partilor luminoase ale objectului originalu, pe cand partile negre ale originalului au remasu albe pe sticla si

astu-feliu s'a formatu imaginea *negativa*. Acesta imagine trebuie sa o *fixamu*, coci altu-feliu scosa la lumina inegresce peste totu si dispare. Fixarea se face spalandu tabl'a de sticla intr'ua solutiune de acidu pyrogalicu, care disolva sarile nedescompuse de argintu dupe sticla. Ca sa facemu acum imaginile *positive*, espunemu la lumina sticl'a, asediata dinpreuna cu ua foia de hartia preparata totu ca densa intr'ua cercevea speciala; hartia va fi atunci impresionata, innegrindu intocmai la partile remase albe pe tabla de sticla, se spala asemena in bai'a de acidu pyrogalicu si astu-feliu se fixedia si imaginea *positiva*.

Fotografi'a, deosebitu de usulu cunoscutu de tota lumea, a mai gasitu ua aplicatiune si la sciintie, de ex. in astronomia, pentru fotografiarea eclipselor si alte.

Fotolitografia este totu fotografia care se face pe petra litografica, si de aci apoi se face tragerea imprimatorilor prin metodele obicinuute ale litografii. La fotolitografia se intrebuintedia ca substantie impresionabile chromate si gelatina.

Fotogalvanografia seu *Heliografia* este iarasi ua fotografia cu cromate, sari de argintu, asfaltu etc., substantie parte conductore, parte isolatore; acesta serva ca modelu, dupe care se scote unu *cliché* prin galvanoplastia, si acestu *cliché* se intrebuintedia apoi in modulu comunu.

Cromofotografia seu *Heliocromia* este iara ua fotografia preparata cu clorure de argintu, uranu, cu bitumen, cromate etc. care are proprietate sa priimesca si sa reproduca colori, fiindu espusa la lumina.

§ 22. ACROMATISMU

Dispersiunea luminei exercita ua actiune vatematore la aplicatiunea prismelor si mafi alesu a lentilelor, facendu ca imaginile lor sa fia mai multu seu mai pucinu colorate pe la margini si prin urmare confuse. *Euler* a aretatu pe la 1747 posibilitatea teoretica de a face ua prisma seu ua lentila *acromatica* si englesulu *Dollond* a realizatu prismé si lentile acromatice pe la 1758, ceea ce a fostu ua era noua pentru astronomia, care de atunci incoace a potutu sa aiba ochiane perfecte.

Acromatisarea prismelor se face alaturandu duoe prisme (fig. 273) de unghiuri si de substantie diferite, in

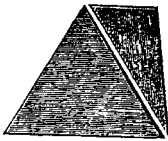


Fig. 273.

regula de *crown* si de *flint*, in pozitiune inversa astu-feliu ca dispersiunea produsa de flintu sa fia ecuala si inversa cu aceea a prisme de crown si prin urmare sa o anuledie. Cele duoe prisme represinta atunci una singura acromatica, unghiulu careia este ecualu cu diferinti'a unghiurilor celor duoe prisme.

Sa aretamu aci unu calculu elementaru pentru acromatisarea a duoe radie principale, de ex. a celor *orange* si *albastre*. Fia n_o, n_v indicii de refractiune a crownului pentru aceste culori; n'_o, n'_v acei ai flintului; P, P' unghiurile acelor duoe prisme; D_o, D_v deviatiunile radielor orange si verdi ale prisme de crown; D'_o, D'_v acele ale prisme de flintu. Dupe formulele (1), (2), (3) din § 12 vomu avea

$$D_o = \alpha + \delta - P, \alpha = n_o \beta, \delta = n_o \gamma, \alpha + \delta = n_o (\beta + \gamma) = n_o P$$

de unde
$$D_o = (n_o - 1) P.$$

Asemenea va fi si pentru radiile verdi ale aceleiasi prisme

$$D_v = (n_v - 1) P.$$

De aci resulta prin scadere

$$D_o - D_v = (n_o - n_v) P,$$

care ne da lungimea spectrului de la o pene la v . Ua formula analoga vomu gasi pentru prism'a de flintu

$$D'_o - D'_v = (n'_o - n'_v) P',$$

si conditiunea acromatismului va fi

$$D_o - D_v = D'_o - D'_v,$$

seu

$$(n_o - n_v) P = (n'_o - n'_v) P'.$$

Acesta din urma ecalitate ne da valoarea unghiului P' , ce trebuie sa damu prisme de flintu, ca sa acromatisamu pe aceea de crown cu unghiu P .

Sa ne propunemu asemenea sa acromatisamu duoe lentile A, B (fig. 274), un'a convergenta de crown, ceea

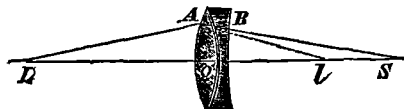


Fig. 274.

alta divergenta de flintu
Fia L unu punctu luminos la distantia $LO = p$ de la lentila.

Radiile luminoase s'aru concentra prin singura lentila A la distantia $Ol = q$ si amu avea relatiunea cunoscuta

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f};$$

dera din caus'a lentilei divergente radiile se intalnescu ceva mai departe la distantia $OS = p'$. Sa observamu co puncturile l si S suntu focari conjugati ai lentilei divergente; pentru co radi'a AB s'a frantu spre S , prin urmare SB s'ar frange la rondulu seu spre BA , si acesta prelungita inderetu ne ar da focarul virtualu l .

Aplicandu si la asesta lentila formul'a cunoscuta

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f}$$

si adunandu cu aceea de mai susu, gasimu

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f'}$$

Distantiele focale f, f' ale acestor duoe lentile nu suntu aceleasi pentru tote colorile; sa le insemnamu pentru orange si violetu respective cu f_o, f_v si f'_o, f'_v si sa le aplicamu formul'a din urma

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'_o} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{f'_o},$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'_v} = \frac{1}{f_v} - \frac{1}{f'_v},$$

si conditiunea acromatismului va fi $p'_o = p'_v$, seu

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'_o} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'_v},$$

adico

$$\frac{1}{f_o} - \frac{1}{f'_o} = \frac{1}{f_v} - \frac{1}{f'_v}$$

Dera dupe formul'a (2) din § 15 distantiele focale f_o, f_v, f'_o, f'_v potu fi esprimate in functiunea radielor de curbatura ale celor duoe lentile. Fia R, R' radiiele de curbatura lentilei A (fig. 274); lentil'a B care se aplica pe A va avea in interioru aceeasi curbatura cu A si prin urmare aceeasi radia de curbatura R' ; fia enca R'' radi'a de curbatura esteriora a lentilei B . Atunci va fi

$$\frac{1}{f_o} = (n_o - 1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right), \quad \frac{1}{f_v} = (n_v - 1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right),$$

$$\frac{1}{f'_o} = (n'_o - 1) \left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \right), \quad \frac{1}{f'_v} = (n'_v - 1) \left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \right).$$

Ecualitatea de mai sus

$$\frac{1}{f_o} - \frac{1}{f'_o} = \frac{1}{f_v} - \frac{1}{f'_v},$$

care esprima conditiunea acromatismului, o potemu enca scrie

$$\frac{1}{f_o} - \frac{1}{f_v} = \frac{1}{f'_o} - \frac{1}{f'_v},$$

substituindu valorile lui $\frac{1}{f_o}, \frac{1}{f_v}, \frac{1}{f'_o}, \frac{1}{f'_v}$, vine

$$(n_o - n_v) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) = (n'_o - n'_v) \left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \right).$$

Acesta ecualitate determina radi'a de curbatura necunoscuta R'' a lentilei de flintu, destinata sa acromatisezie pe aceea de crown, presupunendu co cunoscemu radiiele de curbatura ale acestia si diferiti indici de refractiune n_o, n_v, n'_o, n'_v .

Potemu enca produce acromatizmu si cu duoe lentile de aceeasi substantia si amenduoe convergente, asiedandule numai la ua distantia cuvenita si dandule curbature corespundiatore. Radie de lumina, venindu de la unu puntu luminos L (fig. 275) se descompunu la

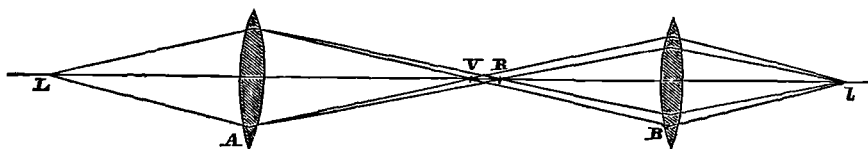


Fig. 275.

trecerea lor prin lentila anteia A si dau focarulu radielor violete V si mai departe ceva pe acela alu radielor rosii R . Aceste diferite radie, dupe incrucisiarea lor, trecu prin a duoa lentila B , enca cele rosii voru fi aci

mai centrale, iară radiile violete mai marginale. Lentilă *B* va frange, dupe cum se scie, mai tare radiile marginale (violete), iară pe acele centrale (rosii) mai pucinu, va tinde prin urmare să aproprie focarul violetu de acelu rosiu, și deca distanți'a între cele duoe lentile și curbatur'a lor suntu alese într'unu modu convenabilu, atunci se va face coincidentă a celor duoi focari, adico vomu realiză acromatismulu.

23. METEORE PRODUSE PRIN DISPERSIUNEA LUMINEI.

Atmosfer'a și mai alesu vaporile de apă ce se afla într'ensa absorba partialu și descompunu lūmin'a sorelui, atatu prin reflectiune catu și prin refractiune. Atmosfer'a transmite mai cu seama radiile cele mai pucinu refrangibile, adico pe acele rosii și galbene, ceea ce produce coloratiunea mai rosie a radielor sorelui, când acesta fiindu langa orizontu, radiile au să strabata unu spatiu mai lungu prin atmosfera. Acesta din contra reflecta difusu mai cu deosebire radiile cele mai refrangibile, ca pe acele albastre, de unde provine coloratiunea albastra a cerului. — Diorile suntu produse prin reflectiunea în atmosfera a radielor venindu de la sore, când acesta a trecutu sub orizontu ; radiile luminoase avendu să faca atunci unu drumu lungu prin atmosfera suntu descompuse partialu și ni se areta mai multu seu mai pucinu rosii seu galbene.

Meteorulu celu mai interesantu produsu prin dispersiunea luminei este *curcubeulu*. Dupe mai multe în-

cerçari facute de *Kepler*, *Antonio de-dominis* ¹⁾ *Descartes*, ²⁾ espicatiunea completa a fostu data de *Newton* la 1676. Unu observatoru vede curcubeulu numai cand are inaintea lui unu noru de ploia si sorele la spate. Ua legatura de radie paralele, venindu de la sore si intalnindu ua picatura de apa (fig. 276), se refracta si se reflecta aci de mai multe ori, apoi se propaga

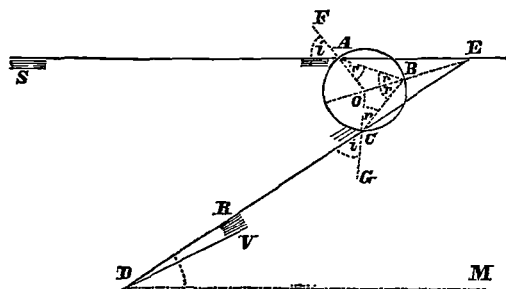


Fig. 276.

inainte in diferite directiuni. Ua radie *SA* se frange regulat la *A* spre feci'a interiora a picaturei de apa, se reflecta la *B* regulat si se frange din nou la *C* e-

sindu spre *D*; radi'a emergenta *CD* face cu aceea directa *SA* unu unghi de deviatuone *D* seu *E*, pe care lu gasimu ducendu prin *D* (unde presupunemu ochiulu observatorului) drept'a *DM* \parallel *SA*, seu prelungindu dreptele *SA*, *DC* pene la intalnirea lor la *E*. Unghiulu de incidentia *i* nu este acelasi pentru tote radiiele paralele venindu de la sore, din caus'a co normal'a *OAF* scamba directiunea ei dupe punctu de incidentia *A*. Prin urmare deviatuonea *D* variedia asemenea si radiiele cari esu la *C* suntu divergente. Unghiulu acesta de deviatuone *D* este ensa priimitoru de ua va-

¹⁾ In anu 1600 a indicatu mersulu radielor in picaturi de ploia.

²⁾ La 1649 a descoperitu radiiele eficaci cari corespundu la maximum de deviatuone.

lore maximala, precum vomu aretă mai la vale, si remane stationaru, dupe teorii aretate in matematica, in apropierea acei valori maximale. De aci urmedia co radiele emergente pe langa directiunea maximului ne mai fiindu divergente, formedia ua legatura de radie aproape paralele, cari producu asupra ochiului ua impresiune luminosa mai intensiva ; de aceea aceste radie s'au si numitu *radie active* seu *eficaci*.

Deca acum ne inchipuimu radi'a activa DC invertinduse in giurulu axului $DM \parallel SA$, vomu avea unu conu, alu carui basa se va presintă ochiului ca unu cercu luminos ; ochiulu va vedea atunci portiunea acestui cercu aflata d'asupra orizontulū.

Sa observamu ensa co radiele SA patiescu totu de ua data si ua dispersiune prin refractiunea lor in picatur'a de apa, co deviatiunea maximala D este diferita pentru diferite colori, mai mare pentru radiele rosii, mai mica pentru acele violete, astu-feliu incatu ochiulu va vedea ua fasia circulara si colorata cu rosiiu afara, ceea ce constitue fenomenulu curcubeului.

Fig. 277 ne areta drumulu ceva diferitu, urmatu de radiele cari cadu langa partea inferiora a picaturei ; acestea se frangu la A , se reflecta succesive la B si C , apoi se refracta din nou la E , de unde ajungu la ochiulu observatorului D . Si in acestu casu avemu ua deviatiune maximala, diferita pentru diferite colori, care ensa din caus'a incrucsiarei a radielor este mai mica pentru ra-

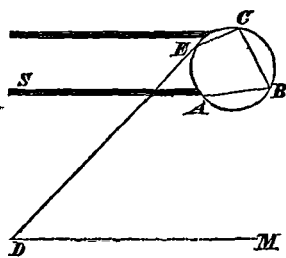


Fig. 277.

diele rosii si cresce pene la acele violete. In modulu acesta se produce curcubeulu superioru, in care colorile au ua dispositiune inversa, cu rosii in untru. Acestu alu duoilea curcubeu este mai slabu de catu celu d'anteiu, pentru co radiiele patiescu aci ua reflectiune mai multu de catu in casulu anteiu si prin urmare mai perdu din intensitatea lor.

Deviatiunea radielor *rosii* pentru curcubeulu inferioru este de $42^{\circ} 1' 40''$;
 aceea a radielor *violete* este $40^{\circ} 17' -$;
 iara *largimea* angulara a bandei colo-
 rate este $1^{\circ} 44' 40''$.

Pentru curcubeulu superioru deviatiunea radielor *violete* este $54^{\circ} 9' 20''$;
 aceea a radielor *rosii* $50^{\circ} 58' 50''$.
largimea acestui alu 2-lea curcubeu este $3^{\circ} 10' 30''$.

Distantia intre cele duoe curcubeuri va fi prin urmare de $8^{\circ} 57' 10''$.

Mesuri directe facute de Newton ensusi au confirmatu aceste rezultate ale formulelor matematice.

Cercurile, numite si *halos*, cari se vedu in giurulu șorelui si a lunei, suntu asemenea unu efectu analogu de dispersiune, produsu prin ace de gietia, cari presinta forme prismatice, si se afla in suspensiune in regiunile inalte ale atmosferei. Formatiunea acestor ace de gietia presupunendu ua condensatiune de vapori si ua scadere insemnata de temperatura, cercurile acele se considera ca precursori de ventu, de zapada, seu si de ploia.

Potemu lesne stabili formulile relative la curcubeu. Ua radia solara *SA* (fig. 276) facendu cu normal'a *OAF*

unghiulu i , se frange sub unghiul r către AB ; la B se reflectă facându cu normal'a OB unghiurile eguale r, r ; radiu'a BC face cu normal'a OCG unghiulu r și este în direcțiunea CD sub unghiul i . Toate unghiurile r, r, r, r sunt eguale între ele, pentru că triunghiurile AOB și BOC sunt isoscele. Ducându drept'a BE la punctul de intersecțiune a radiei directe SE cu aceea emergentă DE , vom forma triunghiurile ABE și CBE eguale între ele; de unde rezultă că unghiulu $ABE = CBE$, și adăugându unghiulu r la amândouă părțile, vom avea

$$r + ABE = r + CBE = 180^\circ;$$

prin urmare BE se află în prelungirea lui OB . Acum

$$\begin{aligned} \angle BEA &= OBA - BAE \\ &= OBA - (OAE - OAB) \\ &= OBA + OAB - OAE \end{aligned}$$

și în fine, observându că $BEA = \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} D$:

$$\frac{1}{2} D = 2r - i.$$

Ca să găsim condițiunea de maximum sau de minimum alu lui D trebuie să punem

$$dD = 0, \text{ sau } 2dr - di = 0;$$

dera legile refracțiunii ne dau

$$\sin i = n \sin r,$$

de unde

$$\cos i \cdot di = n \cos r \cdot dr.$$

Combinându aceste două egalități și eliminându factorulu comunu dr , vine:

$$2 \cos i = n \cos r, \text{ sau } 4 \cos^2 i = n^2 \cos^2 r;$$

de aci rezultă

$4 \cos^2 i = n^2 - n^2 \sin^2 r = n^2 - \sin^2 i = n^2 - 1 + \cos^2 i$
 si in fine

$$\cos i = \sqrt{\frac{n^2 - 1}{3}}$$

Punendu pentru indicele n valqrele corespundiatore radielor rosii, galbene, violete, vomu calcula valorile lui i si prin urmare si pe acele ale deviatiunei D_r, D_g, D_v .

Facendu diferentialulu alu duoilea alu lui $\frac{1}{2}D = 2r - i$,
 ne vomu incredinta co deviatiunea este unu maximum.

Young si *Airy* au completatu teori'a, considerandu suprafeci'a de undulatiune care se propaga de la picatura in afara, esplicandu astu-feliu si curcubeurile supranumerare.

ART. V. OCHIULU SI INSTRUMENTE OPTICE

§ 24. VEDEREA SIMPLA ; OCHIULU

Organulu vederei nostre, *ochiulu*, este unu instrumentu opticu, ua lentila compusa, fara aberatiune si aproape acromatica, producendu in fundulu lui imagini mici si de ua perfectiune mare ale objectelor esteriore ; aceste imagini reale si formate prin concentratiune a ensusi radielor luminoase impresionedia nervulu opticu, care printr'unu actu psychologicu pucinu conosciutu descepta in noi perceptiunea objectelor esteriore.

Ochiulu, represintatu in sectiune orizontala si in marime induoita de catu aceea naturala in fig. 278, este formatu de ua membrana tare, numita *sclerotica*, a

caria partea anteriora, transparente si mai tare curbata, se numesce *cornea*. In dosul cornei se afla *iris* *bb*, ua membrana colorata, ua adeverata diafragma, servindu ca sa opresca radiele marginale si avendu la mediuloŃu

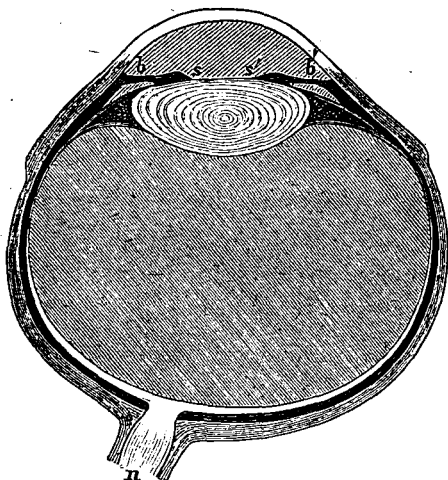


Fig. 278.

ua gaura mica si rotunda *ss*, *pupila*, care se vede negra in ochiu. Imediatu in dosulu membranei iris se afla *lenti'a* seu *cristalulu* ochiului, ceva mai curbatu in dosu si formatu de membrane concentrice si transparente. Lenti'a desparte ochiulu in duoe *camere*, aceea

anteriora, plina cu unu licidu *aposu*, si aceea posteroara plina cu ua materia *gelatinosa* (*humor aqueus* si *vitreus*). Peste feci'a interiora a scleroticei se intinde ua membrana, *choroide'a*, purtandu unu *pigmentu* negru, si peste acesta se intinde ua alta membrana subtire, *retin'a*, care nu este de catu ua prelungire a *nervului opticu n*.— Radie de lumina venindu de la unu punctu luminos si intrandu in ochiu prin pupila, se concentredia si producu *pe retina* imaginea acelu punctu, cand atunci ochiulu vede.

Unu ochiu vede curatu la ua distantia determinata, numita *distantia vederei distincte*, care este de vre ua 25—30 centimetre; cu tote acestea unu ochiu normalu

pote sa vedea la distantie mai mari seu mai mici, se pote *acomoda* la distantie. *Helmholtz* a aretatu co feci'a anteriora a lentilei se dilata seu se contracta, facendu astu-feliu sa variedie pucinu positiunea focarului ei si sa cadia totu de una pe retina, care singura simfe.

Suntu ochi, numiti *myopi*, cari nu vedu de catu numai la distantie mici, din caus'a unei curbature prea mari a mediilor ochiului. Atunci focarulu se face inaintea retinei si trebue sa punemu objectulu forte aproape de ochiu, ca sa aducemu focarulu pe retina. Punendu ua lentila divergenta (ochelari de myopu) inaintea unui asemenea ochiu, acesta primindu acum radie mai divergente nu le mai va potea strengre asia aproape de cristalu, si focarulu se va face mai departe pe retina ensasi.

Suntu ochi, numiti *presbyti*, cari nu vedu de catu obiecte departate, din caus'a unei curbature prea mici. Atunci radiele nu se concentredia pe retina; punendu ensa inaintea ochiului ua lentila convergenta (ochelari de presbytu) vomu mai strengre pucinu radiele si focarulu se va apropiã venindu pe retina.

Pupil'a ensasi executa spontaneu diferite miscari, se dilata la intunerecu si se contracta la lumina multa.

Campulu vederei este dupe *Brewster* in sensulu orizontalu de vre ua 150° , iara in acelu verticalu de 120° ; cu tote astea nu vedemu curatu de catu numai obiectele, cari nu se departedia de axulu ochiului mai multu de vre ua 2° .

S'a disputatu multu asupra cestiunilor, cum vedemu

obiectele drepte, pe când imaginile lor se formădă inverse pe retina și cum vedem obiectele simple, pe când se formădă două imagini, câte una la fii-care ochiu, fără ca să rezulte vreă soluțiune completă a lor: Obiceiulu pare că exercită ună influență mare asupra prețiiirei impresiunilor ochiului; totu prin obicei nu deprindemă a cunosce distanții și mărimea obiectelor, precum și corporalitatea lor, seu *relief*.

Stereoscopulu, inventatu de *Wheatstone*, ne arată cum vedindu cu doi ochi două desenuri ale aceluși obiectu, făcute ęnsă din două puncturi de vedere, ni se produce impresiunea unui singur obiectu în *relief*; ęnsă nu ne dă ęncă ună esplicatiune a percepțiunei reliefului, pentru că acesta se vede și cu unu singuru ochiu.

Impresiunea luminoasă persistă pe retina câte-va momente. Unu punctu luminos miscatu rapede înaintea ochiului produce impresiunea unei linii luminoase; spițiile unei rote care se învertesce rapede nu ne împedă de a vedea continuu obiecte aflate dincolo de rotă. Pe acesta persistentia a impresiunilor luminoase se bazează diferite producțiuni de distracțiune cunoscute sub nume de *anortoscope*, *fenakistoscope*, *straboscope*, etc.

Când fixămă cătu-va timpu ună suprafeția colorată intensivă în *rosiu*, *albastru*, etc., ochiulu ostenește, retin'ă pierde momentanu simțibilitatea pentru acesta coloru; deă atunci întorcemă ochii pe ună suprafeția albă, vedemă aci ună petă colorată, deă nu cu coloru pe care o fixămă, ci cu aceea complementară, adică *verde*, *violetu*, etc.; ochiulu nu simte acum de cătu numai impresiunile acestor din urma radie. Aceste colori suntu cu-

ratu *subjective* și se numescu câte ua data și *accidentale*.

În fine *irradiatiunea* este unu fenomenu particularu, care constă într'ua iritabilitate a retinei la partile vecine cu acele impresionate directu, ceea ce ne face sa vedemu unu obiectu tare luminatu (albu seu coloratu pe unu campu obscuru mai mare de catu este în realitate; asemenea unu obiectu obscuru pe unu campu luminatu se areta mai micu și la ua distanția destulu de mare dispare vederei noastre.

În timpurile moderne s'a emișu ua alta idea pentru explicarea iradiatiuni. Considerendu co acestu fenomenu se produce numai când ochiulu nu este acomodat la distanția, adico când focarulu nu se face pe retina, s'a conchisu cu dreptu cuventu, co în acestu casu raziile de lumina, dupe încrucisiarea lor înaintea retinei, formedia unu cercu de *difusiune*, și acesta ar fi dandu ua dimensiune mai mare obiectelor luminoase.

§ 25. MICROSCOPULU ȘI TELESCOPULU

Ori-ce ochiu are limite la vedere, adico nu pote vedea obiecte *forte mici* și pe acele *forte departate*. Unu obiectu ca sa produca pe retina ua imaginé de dimensiuni apreciabile, trebuie sa presinte unu *diametru aparinte*, sa fia vediutu sub unu unghiu, celu pucinu de cate-va secunde. Pentru unu obiectu departatu multu, acestu unghiu devine forte micu; iara unu obiectu micu trebuie apropietu multu de ochiu, și atunci poterea de acomodatiune a acestuia incetedia, imaginea se face dincolo de retina și vederea incetedia la amenduoe casurile.

Pentru a vedea obiecte mici din apropierea nostra ne

servîmu de *lupa*, seu de *microscopu compusu*, desco-
peritu in Olanda la 1610 de catre *Lippersheim Hansen*.
Lup'a nu este de catu ua lentila convergenta (fig. 264)
care ne da ua imagine virtuala , drepta si *mare*, cand
punemu objectulu intre focaru si lentila (vedi art. III, §
16) Ua asemenea lupa ensa maresce pucinu si presinta

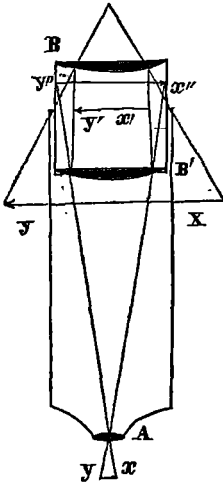


Fig. 279.

defectulu cromatismului si alu aberatiunei. De aceea lupe mai bune se
formedia obicinuitu din duoe lentile
convergente. Ua lupa maresce in ra-
portulu distantiei vederei distincte catre
distantia focala.

Unu *microscopu* se compune de
unu tubu *AB* (fig. 279 si 280). In
partea inferiora este ua lentila mica,
numita *objectivu*, compusa din duoe
seu trei lentile convergente, de ua dis-
tanta focala scurta, care da ua ima-
gine inversa, reala si mare $x''y''$ a unui
objectu micu xy . In partea superioara este ua a duoa len-
tila, *ocularu*, ua adeverata lupa prin care observamu
imaginea $x''y''$, ca pe unu objectu realu , si ua vedemu
marita enca si mai multu la *XY*. Ocularulu este obici-
nuitu formatu din duoe lentile plan-convexe, are disposi-
tiunea introdusa de Huyghens la ochiane astronomice si
se numesce enca si ocularu lui *Campani*. Lentil'a *B'*
concentredia pucinu radiele venindu de la *objectivu*,
prin urmare, micusioredia pucinu imaginea, ensa o face
mai curata la $x'y'$ si totu de ua data maresce campulu
microscopului; acesta imagine $x'y'$ o observamu cu

lup'a B la XY . Acesta dispozițiune a ocularului are enca proprietatea, (vedi § 22 pe la fine) de a da imagini acromatice. Diafragme puse între lentilele B, B' ale

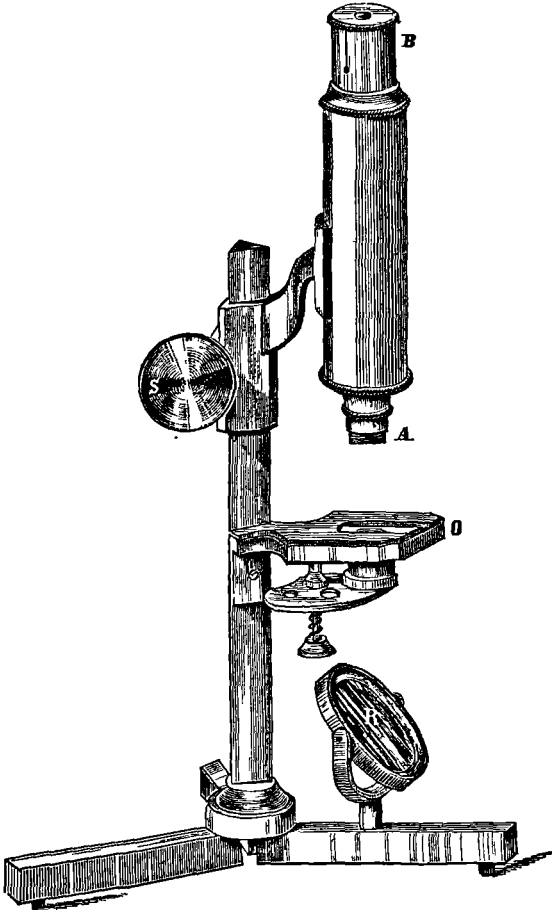


Fig. 280.

ocularului și în interiorul tubului AB servesc pentru a opri razele marginale.

Tubul microscopului este fixată la uia colona, unde

unu siurupu micrometricu S lu pote miscà in susu seu in josu catu de pucinu voimú ; la O se pune objectulu, luminatu de josu prin reflectoru seu oglind'a concava K , care reflecta lumin'a nuorilor.

Microscopele marescu obicinuitu de la 50 pene la 1000 si 1500 de ori *linearu* ; marirea unui microscopu este ecuala cu productulu marirei obiectivului cu aceea a ocularului, seu àproximative cu productulu $\frac{l}{f} \times \frac{d}{f'}$ deca insemnamu cu f , f' distantiele focale a obiectivului si a ocularului, l lungimea tubului, d distanti'a vederei distincte.

Ochianulu seu *telescopulu*, destinat u ca sa ne arete objeete departate, a fostu asemenea descoperitu de *Lippersheim Hansen* in Olanda pe la 1610. Deosebimu mai multe feliiuri de ochiane, numite enca si *refractori* : acelu *astronomicu*, inventatu de *Keppler* ; ochianulu *olandezu*, seu alu lui *Galileo* ; acelu *terestru*. Ochianulu astronomicu se compune de ua lentila convergenta, mare si acromatica, *objectivulu*, care ne da ua imagine inversa, reala, mica si tare luminata a objectului departatu ; si de ua a duoa lentila mica, *ocularulu*, systema *Ramsden* seu *Campani*, care functionedia ca ua lupa si ne areta ua imagine virtuala si mare a imaginei reale, produse de obiectivu. Obiectivulu si ocularulu suntu asiediate la extremitatile unui tubu lungu innegritu in interioru ; ocularulu pote fi apropietu seu departatu pucinu de obiectivu. In fig. 281, mn represinta unu objectu departatu ; A obiectivulu acromaticu, formatu de ua lentila convergenta de crown si una divergenta de flintu ; $m'n'$

imaginea reala, inversa si mica, produsa de obiectivul ; B unu ocularu simplu ; $m'n'$ imaginea virtuala a acestuia, veduta de ochiu.

Marirea unui ochianu este esprimita prin raportulu intre unghiu $m'bn'$, sub care se vede imaginea $m'n'$

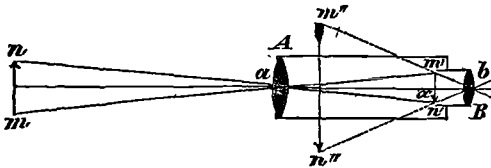


Fig. 281.

de la centrulu opticu alu ocularului, si unghiu $m'an' = man$, sub care se vede aceeasi imagine, seu obiectulu ensusi mn , de la centrulu opticu alu obiectivului. Aceste unghiuri fiindu mici, potemu inlocui raportulu lor prin acela alu tangentelor lor

seu alu diumetati lor, adico marirea este $= \frac{\text{tang } xbm'}{\text{tang } xam'}$;

dera dupe teoreme cunoscute din trigonometria avemu :

$$\text{tang } xbm' = \frac{m'x}{xb}, \quad \text{tang } xam' = \frac{m'x}{xa},$$

prin urmare

$$\frac{\text{tang } xbm'}{\text{tang } xam'} = \frac{m'x}{xb} : \frac{m'x}{xa} = \frac{xa}{xb}.$$

Sa observamu acum co punctulu x este focarul obiectivului A si coincide aproape cu acela alu ocularului. De unde resulta co xa si xb suntu distantiele focale a obiectivului si a ocularului si marirea ochianului este ecuala cu raportulu acestor distantie focale.

Ochianulu astronomicu da imagini inverse, ceea ce pentru observatiune de obiecte terestre ar fi mai multu seu mai pucinu incomodu. La ochiane *terestre* se intrebuintedia dera unu ocularu specialu, ca sa faca ima-

ginile drepte. Se întielege de sine co ar ajunge sa mai adaogamu enca ua a treia lentila la ocularu Campani; enca obicinuitu ocularulu terestru se face cu *patru* lentile (fig. 282). *A* este obiectivulu obicinuitu; *CC'* ocularulu terestru, care in realitate nu este de catu unu

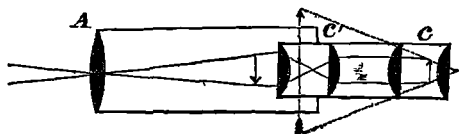


Fig. 282.

ocularu Campani *BB'* (fig. 279) unde fia-care din lentile *B, B'* este induoita.

In figura se areta drumulu radielor estreme, venindu de la unu objectu departatu.

Ochianulu *olandezu* se deosebesc de cele alte ochiane prin ocularu, care este ua lentila divergenta si da imagini *drepte*. Obiectivulu *A* (fig. 283) cauta sa 'si

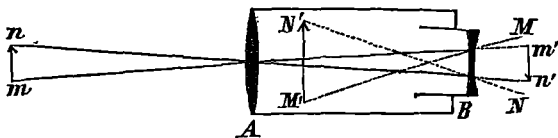


Fig. 283.

formede imaginea objectului departatu la $m'n'$; inaintea acestei se afla enca ocularulu divergentu, care opresce formatiunea imaginii $m'n'$ si imprascie radiiele catre MN , astu-feliu in catu unu ochiu aflatu la MN va vedea ua imagine virtuala, drepta si mare $M'N$. Ocularulu dandu radiie divergente destinate sa intre in pupila, se întielege co *campulu* acestui ochianu nu pote fi mare. *Perspectivele de teatru*, seu binoclurile, suntu ochiane de feliulu acesta.

Aceste ochiane, seu refractorii, avendu ca objective

lentile convergente mari, erau in secolii trecuti, cand nu se cunoscea acromatismulu, instrumente forte imperfecte, dandu imaginii colorate. De aceea, ca sa micusiorie pucinu acestu defectu, le faceau in vechime de ua lungime extraordinara ; coci cu catu objectivele au ua distantia focala mai mare, cu atata cerculu de aberatiune cromatica este mai micu. Astadi cei mai mari refractori au de la 11 pene la 19 metre lungime, cu ua deschidatura de la 65 pene la 95 centimetre.

Mai suntu ochiane seu telescope, numite si *reflectorii*, in cari obiectivulu este inlocuitu printr'ua *oglindea concava* care da asemenea ua imagine reala, inversa, mica si *tare luminata* a obiectului departatu ; pe acesta o observamu cu *ocularu*, care functionedia ca ua lupa, si este totu ocularulu Ramsden seu Campani. Reflectorii au fostu introdusi in astronomia in urma refractorilor, cari au trebuitu sa fia parasiti din cauza cromatismului lentilei objective ; coloratiunea este aproape nula, cand imaginile se producu prin reflectiune la oglindi. Oglindile telescopelor se facu de ua combinatiune metalica de cupru, cositoru si arsenicu. Celu d'anteiu telescopu cu oglinda a fostu construitu de englesulu *Gregory* la 1663 ; apoi a urmatu telescopulu lui *Newton* la 1668 ; apoi acela alu lui *Herschell* la 1789. Celu mai mare, dera nu si celu mai puternicu, este acela construitu in Anglia de Lord Ross ; are ua lungime de $16\frac{m}{76}$; iara oglind'a lui are unu diametru de $1\frac{m}{33}$. Dupe descoperirea acromatismului, s'a datu iara preferintia refractorilor ; telescopele cu oglindi au fostu parasite din cauza dimensiunilor lor si a dificultati de a face oglindi meta-

lice nealterabile. Dupe invertiunea oglinzilor *Drayton*, cari se facu de sticla *argintuita pe fecia*, *Foucault* a introdusu din nou telescoapele, inlocuindu si ocularu printr'unu microscopu intregu. Telescoapele dupe acesta systema au dimensiuni si efecte comparabile cu refractorii cei mai buni si astadi se intrebuintedia indiferentu reflectorii si refractorii. Fig. 284 represinta in sectiune

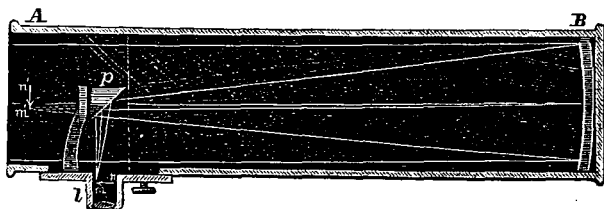


Fig. .284

unu telescopu alu lui *Newton* seu alu lui *Foucault*. *AB* este tubulu telescopului, *B* oglind'a concava, *p* ua oglinda plana, *l* lup'a. Radiiele venindu de la oglinda *B* care ar formà imaginea objectului departatu la *m'n'*, fiindu reflectate de oglinda plana *p*, formedia ua imagine reala, mica si luminosa la *mn*, pe care o observamu cu lupa *l*.— La telescopu *Foucault* oglinda *B* este de sticla argintuita; oglind'a *p* este inlocuita printr'ua risma rectangulara cu hypotenusa spre gur'a tubului, producendu reflectiune totala; iara in loculu lupei *l* se afia unu tubu microscopicu cu objectivulu si ocularulu lui. Aceste telescoape au lumina multa din cauza puterii celei mari de reflectiune a oglinzi de argintu *B* si a prisme *p*, in care lumin'a reflectanduse total nu slabesce mai de locu. Celu mai mare reflectoru este acela de la Paris, avendu ua lungime numai de 8 metre; iara diametrulu oglinzi argintuite este de 120 centimetre.

§ 26. INSTRUMENTE OPTICE PENTRU PROIECTIUNEA IMAGINILOR

Celu mai vechiu instrumentu de felu acesta este *camer'a obscura*, descrisa pentru prima ora de italia-nulu *Porta* pe la mediuloculu secolulu alu 17-lea. Fig.

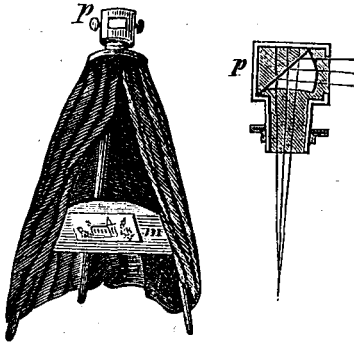


Fig. 285.

285 represinta ua forma a ei, comuna astadi; ua prisma rectangulara p,p tramite prin reflectiune totala catre mes'a m radie venindu in directiune orizontala de la obiectele esteriore. Feciele rectangulare ale prisme sunt curbate ca sa produca totu de ua data si efectulu unei lentile

convergente; astu-feliu se formedia pe mesa imaginile reale ale obiectelor esteriore.

Camer'a fotografica (fig. 286) este form'a cea mai

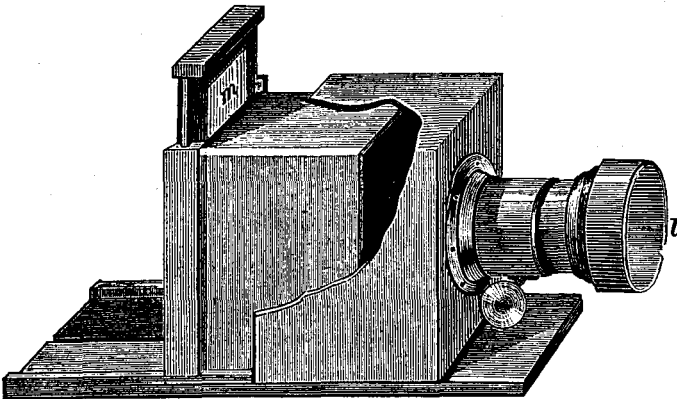


Fig. 286.

usuala a camerei obscure; ea se compune de ua cutia

care se poțe lungi mai multu seu mai pucinu. Ua lentila convergenta si acromatica l produce imaginile reale ale objectelor esteriore la fundu cutiei pe ua tabla de sticla *mata m*; acesta tabla este apoi inlocuita prin sticl'a preparata ca sa priimesca impresiunile fotografice.

Laterna magica (fig. 287), ințentata de *Kircher*, se compune de ua cutia negra cu lampa si reflectoru. La

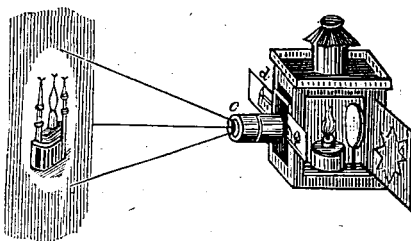


Fig. 287.

una din feciele cutiei se afla unu tubu care cuprinde 1) unu *colectoru*, adico ua lentila convergenta care concentredia lumin'a lampei asupra objectului d ; ua crepa-

tura in care se pune *objectulu*, unu desenu transparente pe sticla; 3) unu *objectivu*, adico lentil'a destinata sa produca in departare pe perete ua imagine reala si mare a objectului luminatu.

Latern'a magica a priimitu diferite modificari si perfectionari, si imaginile suntu produse in diferite conditiuni. Dispositiunile numite *megascopu*, *fantasmagorii*, *dissolving-views*, etc. dau totu efecte de laterna magica. Megascopulu, luminatu obicinuitu de sore, represinta imagini de busturi, statue mici etc. Fantasmagori'a nu este de catu ua laterna magica mobila; departandu-o seu apropiendu-o de perete, seu de pendia, si regulandu objectivulu, vomu produce acelasi objectu in imagine mai mare seu mai mica, mai slabu seu mai tare luminatu. *Dissolving-views* se compune din duoe laterne magice alaturate intre ele, astu-feliu in catu invertindu pu-

cinu pe una, sa aducemu imaginile lor la coincidentia. Deca stingemu progresivu imaginea uneia din aceste duoe lanterne (prin inchiderea unei diafragme din tubu C) si deschidemu pe cea alta, vomu putea produce diferite ilusiuni, scambari de di si de nopte etc.— Ua modificare importanta a lanternelor constă într'ua systema particulara de luminatu care ne permite a lumina obiecte pe fecia si prin urmare a proiecta imagini chiar de obiecte opace, mecanisme de orologiu, busturi, fotografii ordinare interiorulu gurei, alu urechi, etc.

Celu mai importantu dintre tote aceste aparate de projectiune este *microscopulu solaru*, inventatu la 1738 de catre *Lieberkühn* la Berlin. Acesta este luminatu cu lumina solara, seu chiar si electrica, seu cu a lui Drum-

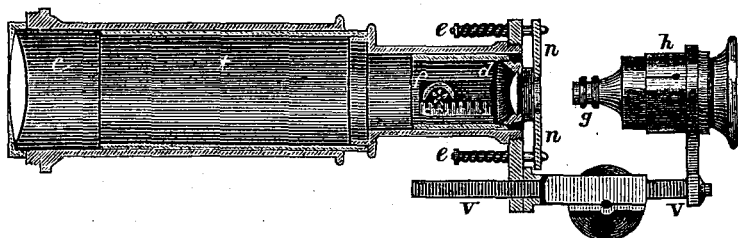


Fig. 288.

mond, ne permite din caus'a luminei celei mari sa operamu cu obiecte forte mici, microscopice, preparate anatomice, parti de insecte, etc. si ne da imagini de ua marime excesiva. Fig. 288 reprezinta unu asemenea microscopu in sectiune longitudinalala; fig. 289 lu areta in perspectiva, asiediatu la oblonulu *oo* alu ferestrei dintr'ua camera intunecata. *a* este ua oglinda plana, unu feliu de *heliostatu*, scosa afara de camera si pusa in miscare.

in tote directiunile cu ajutorulu siurupurilor s, s' , ea

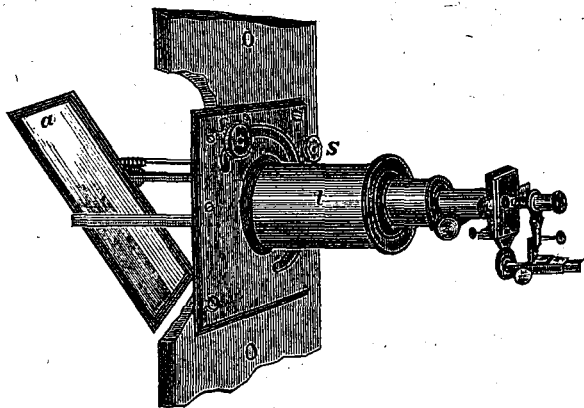


Fig. 289.

projectedia lumin'a sorelui catre interiorulu camerei in directiunea axulu tubulu t, t . Acesta din urma cuprinde ua lentila acromatica c , colectorulu si ua a dua d , cari amenduoe concentredia lumin'a asupra objectulu mn , tinutu prin arcuri elastice ee . Unu siurupu f reguledia positiunea lentilei d . Ua verga dintiata si mobila vv porta conulu metalicu hg cu lentilele objective g , destinate ca sa dea departe pe perete ua imagine mare a objectulu tare luminatu mn .

ART. VI. TEORIA UNDULATIUNILOR SI INTERFERENTIA LUMINEI

§ 27. NATUR'A MISCAREI UNDULATORIE

In teori'a miscarei undulatorie a luminei se admite co acesta se produce prin vibratiunile unui eteru subtilu respanditu pretutindeni. Cand eterulu este isbitu la unu punctu oare-care, miscarea se comunica moleculelor vecine si se propaga in directiuni radiale in giurulu acelu centru. Sa urmarimu mai de aproape acesta miscare

undulatorie intr'una din aceste directiuni radiale ae (fig. 290).

Molecul'a a , fiindu isbita, ese din positiune de ecilibru si oscila impregiurulu ei dupe legile pendulului. Pene cand a sa ajunga la maximum escursiunei, la a_1 , moleculele cari urmedia dupe densa voru fi succesive isbite de acesta miscare, pene la molecul'a b , care in acestu momentu este gata sa

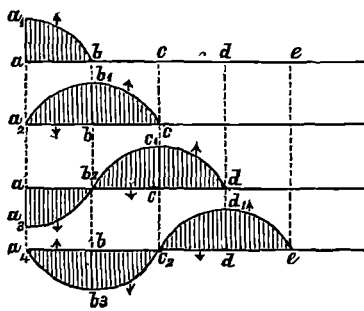


Fig. 290.

incepa escursiunea.

Molecul'a a_1 , se intorce la a_2 ; moleculele dintre a si b 'si termina escursiunile si se intorcu asemenea catre positiunile lor de ecilibru; b ajunge la maximum escursiunei la b_1 ; moleculele urmetore pene la c inaintedia precum areta saget'a, iara c este gata sa 'si incepa oscilatiunile sele.

Molecul'a a_1 trecendu prin positiunea de ecilibru cu ua miscare accelerata, continua escursiunea in partea opusa pene la a_3 ; moleculele pene la b urmedia dupe densa; b se intorce la positiunea de ecilibru, la b_2 ; moleculele de la b pene la c , cari 'si au terminatu escursiunile lor, se afla asemenea in miscare spre positiunile lor de ecilibru, precum areta saget'a; c_1 a ajunsu la maximum escursiunei; de la c pene la d miscarea se face in susu; iara d se afla la momentu de a incepe oscilatiunile sele.

In fine a_4 revine la positiune de ecilibru; moleculele

pene la b urmedia dupe densa ; b_3 ajunge la maximum escursiunei in partea opusa ; moleculele pene la c si d urmedia dupe densa, întorceînduse catre positiunea lor de ecilibru ; d_1 ajunge la maximum escursiunei in susu ; moleculele pene la e urmedia dupe densa ; iara e este gata sa incepa miscarea ei.

Molecul'a a a terminatu astu-feliu ua *oscilatiune intrega* ; in acestu intervalu de timpu miscarea undulatoria s'a propagatu pene la e cu ua distautia $ae = \lambda$, numita *lungime de undulatiune*. Timpulu in care ua molecula 'si termina ua oscilatiune intrega, in care miscarea inaintedia cu ua lungime de undulatiune, se numesce *periodulu miscari* si se insemnedia obicinuiu cu T . Dupe unu alu duoilea, alu treilea periodu, undulatiunea inaintedia cu 2λ , 3λ etc.

Distanti'a maximala aa_1 , seu bb_1 , cc_1 etc., pene la care moleculele 'si facu escursiunile lor, s'a numitu *amplitudinea oscilatiunei*.

Fasa se numesce starea in care se afla ua molecula ore-care intr'unu momentu datu ; acesta stare se determina prin positiunea seu coordinatele moleculei, prin directiunea miscari si iutiel'a ei la momentu datu.

§28. PRINCIPIIILE FUNDAMENTALE ALE ACESTEI TEORII

Pe acesta teoria se basedia duoe principii fundamentale, acela alu lui *Huyghens* si alu lui *Young*, cari esplica imediatu ua multime de fenomene optice si găsescu prin acesta confirmarea lor.

Principiulu lui Huyghens poté fi enunCIATU precum

urmedia : deca de la unu centru luminos se propaga intr'unu timpu si pene la ua distantia determinata ua undulatiune sferica, fia-care puntu alu acesteia pote fi consideratu ca unu centru nou de la care se propaga undulatiuni elementare ; iara suprafeci'a incongiuratore a acestor din urma constitue undulatiunea resultantă. Astu-feliu fia-care puntu alu sferei dd' emanandu de la centru L (fig. 291) da undulatiuni

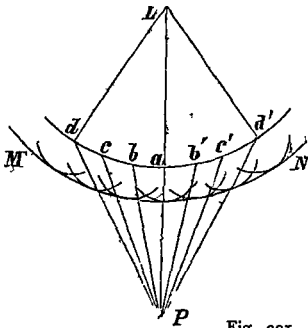


Fig. 291.

elementare ale carora suprafeci'a incongiuratore este sferi'a MN . Puntu P priimesce impulsuni atatu directe LaP , catu si oblici bP si $b'P$, cP si $c'P$, etc. Acestu principiu gasesce confirmarea lui intre alte si la teori'a inflectiuni luminei.

Principiulu lui Young suna ; *Duo miscari undulatorii paralele, de acelasi periodu si de aceeasi lungime de undulatiune, se influintiedia una pe alta, interfera intre ele, se adaoga, seu se scadu si potu chiar sa se anuledie, deca au aceeasi amplitudine.* Astu-feliu undulatiunile I, II (fig. 292) se adaoga si dau resultant'a R ; undulatiunile A, B se scadu, dandu resultant'a S .— Acestu principiu gasesce ua confirmare atatu la fenomenele de inflectiune, catu si la experimentele fundamentale de interferentia, ce vomu descrie mai la

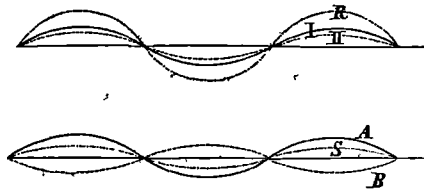


Fig. 292.

vale.— Trebuie să observăm că două raze nu pot produce fenomene de interferență, de cât numai dacă au intensități luminoase aproape egale; coci altu-faliu resultent'ă nu difera într'unu modu simțibilu ochiului de component'ă cea mai intensiva.

§ 29. LEGILE REFLECTIUNEI ȘI ALE REFRACTIUNEI

Aceste legi au fost demonstrate experimentalu în § 4 și 10; teori'ă undulatiunilor ne da mediulu că să le demonstrăm într'unu modu teoreticu și *a priori*. Să considerăm ua legatură de raze paralele și ecidistante A, B, C (fig. 293), astu-feliu că $ab = bc$. Aceste trei

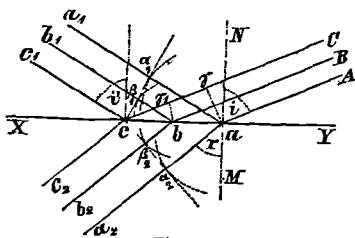


Fig 293

miscări undulatorii se propaga împreună pene la drept'ă $\alpha\gamma$ perpendiculară pe direcțiunea lor. De aci înainte radi'ă C va înaintă cu distanți'ă γc , pene la suprafeți'ă XY de separatiune între cele

doe medii prin cari se propaga lumin'ă; în același intervalu de timpu, undulatiunea de la a se desface în doe, una care se *reflectă* în mediulu anterior, formandu ua undulatiune sferică descrisă cu radi'ă $\alpha\alpha_1 = \gamma c$; cea alta care se transmite în mediulu alu doilea, se *refractă*, formandu ua undulatiune sferică descrisă cu radi'ă $\alpha\alpha_2$, mai mică sau mai mare de câtu γc , după cum lumin'ă se propaga în mediulu alu doilea mai încetu sau mai ște de câtu în anterioru mediu. Totu în același timpu radi'ă B înaintedea pene la b , iară de aci înainte se desface în doe, una care se reflectă pene la

undulatiunea descrisa cu radi'a $b\beta_1 = \gamma_1 c = \frac{a\alpha_1}{2}$, ceea al-
ta care se refracta pené la undulatiunea descrisa cu
radi'a $b\beta_2 = \frac{a\alpha_2}{2}$ si mai mica seu mái mare de catu $\gamma_1 c$.
Tangent'a $\alpha\alpha_1$, comuna la undulatiunile reflectate, re-
presinta dupe principiulu lui Huyghens undulatiunea
resultenta si dreptele aa_1, bb_1, cc_1 perpendiculare pe ace-
sta voru fi *radiiele reflectate*. Asemenea tangent'a $\alpha\alpha_2$,
comuna la undulatiunile refractate, represinta undula-
tiunea resultenta, iara dreptele aa_2, bb_2, cc_2 perpendicu-
lare pe acesta, dau *radiiele refractate*.

Ecualitatea triunghiurilor $\alpha\alpha_1, \alpha\gamma$ da

$$\angle ca\alpha_1 = \alpha\gamma = \angle YaA;$$

de unde resulta co, Na fiindu normal'a, unghiurile com-
plementare $\alpha_1 aN, AaN$, adico *acele de reflectiune si de*
incidentia suntu asemenea ecuale intre ele.

Triunghiurile $\alpha\gamma$ si $\alpha\alpha_2$ dau

$$\cos \alpha\gamma \text{ seu } \sin i = \frac{c\gamma}{ca},$$

$$\cos ca\alpha_2 \text{ seu } \sin r = \frac{a\alpha_2}{ca},$$

de unde prin impartire si supresiunea factorului comunu
 ca gasimu :

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{c\gamma}{a\alpha_2}.$$

Lungimile $c\gamma$ si $a\alpha_2$ suntu proportiionale cu iutiel'a de
propagatiune a luminei in cele duoe medii, adico $= \frac{v_1}{v_2}$,
prin urmare acestu raportu este constantu si avemu

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \text{ua constanta } n.$$

Deci însemnăm cu n_1, n_2 indicii de refracție absolută a două substanțe, cu n indicele dintre ele, vom avea

$$n_1 = \frac{v_0}{v_1}, \quad n_2 = \frac{v_0}{v_2};$$

de unde urmează prin împărțire $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$.

Deci raportul $\frac{v_1}{v_2}$ nu este altă ceva decât n , prin urmare

$$n = \frac{n_2}{n_1}.$$

§ 30. IUTIEL'Ă LUMINEI ÎN DIFERITE MEDII

Formul'a de mai sus $n = \frac{v_1}{v_2}$, care ne arată că, în teoria undulațiilor, *indicele de refracție reprezintă raportul constant al vitezilor de propagare a luminii în cele două medii*, cere ca lumina să se propage mai încet în medii mai refringente, de ex. în apă mai încet decât în aer. Acesta a și fost dovedit experimental de către *Foucault*, printr'ua metodă, care totuși de la data poate servi și pentru determinarea vitezei de propagare a luminii în genere.

La *C* (fig. 294) este o oglindă verticală, ce poate fi pusă în mișcare rapidă de rotație în jurul unui ax vertical printr'un mecanism de orologiu, sau printr'un curent de vapori, sau de aer, într'un mod analog, cum se produce rotația sirenei lui Cagnard Latour, unde sune-

tulu produsu pote servi prin inaltimea lui spre determinarea vitei de rotaţiune. La O este o oglindă sferică concavă fixă, avându-si centru de curbătura la C . La S este un punct, sau o linie luminosa verticală, de exemplu serma de platina incandescentă; A o tablă de sticlă cu fece paralele, inclinată cu 45° pe direcţiunea SC ; L o lentilă acromatică convergentă. Tota dispoziţiunea

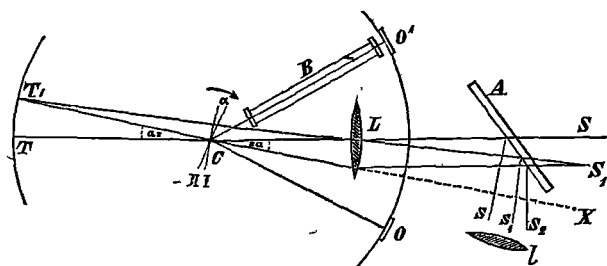


Fig. 294.

se afla într-o cameră, distanța cea mai mare SC fiindu numai de cate-va metre, 5 sau 6. Raze de lumină, venindu de la S , sunt concentrate prin lentila L la oglinda C , reflectate către oglinda O , care le concentrează înapoi la centru de curbatură C ; de aici razele se îndreaptă către lama de sticlă A , care le reflectă către s , unde un observator vede prin lupa micrometrică l imaginea liniei luminoase S . Când punem oglinda C într-o mișcare rapidă de rotație, destul de rapidă ca să se miște cu unghi α de la pozițiunea I la II în timpul escursiv de scurt, ce trebuie luminii ca să meargă de la C la O și înapoi la C , adică ca să parcurgă de două ori distanța CO , atunci observatorul va vedea imaginea mutată la s_1 cu o mică distanță $ss_1 = \delta$, care poate fi măsurată cu lupa micrometrică l . Cunoscându distanța între cele

duoe oglinđi $CO = r$, distant'a $CL = l$, $LS = l_1$, si $ss_1 = \delta$, precum si iutieli'a de rotatiune a oglinđi C , seu nume-
rulu' n de rotatiuni pe secunda, vomu putea determinã
timpulu' celu scurtu in care lumin'a a percusu de duoe
ori drumulu' CO , si prin urmare iutieli'a ei.

Insemnandu cu t acestu timpu scurtu si cu α un-
ghiulu de rotatiune a oglinđi, vomu avea proportiunea.

$$2\pi n : \alpha = 1^s : t^s, \text{ de unde } t = \frac{\alpha}{2\pi n}.$$

Sa observamu co pe cand oglinđ'a a inaintatu cu
unghiul α , radi'a reflectata CX , seu prelungirea ei CT_1 ,
a inaintatu cu unghiul 2α (vedi § 5), si deca din pun-
tu C ca centru descriemu ua circumferintia cu radia
 $CT = CO = r$, vomu avea dupe teoreme din geometria

$$2\alpha = \frac{TT_1}{r};$$

prin urmare va fi
$$t = \frac{TT_1}{4\pi nr}$$

Puntulu T_1 pote fi consideratu (vedi § 5) ca imaginea
virtuala a lui O seu a lui S , produsa de oglinđa C la po-
sitiune II ; iara radiiele reflectate CX se voru frange la
lentila L catre S' , formandu aci focarulu conjugatu alu
puntului T' , astu-feliu in catu drept'a $T_1 S_1$ este unu axu
secundaru alu lentilei si trece prin centrulu opticu alu
ei L . Unghiulu de la L între axele ST si $S_1 T_1$ fiindu
forte micu, potemu considerã arcurile TT_1 si SS_1 ca des-
crise de la centru comunu L cu radiiele $LT = r + l$ si
 $LS = l_1$, ceea ce ne da

$$TT_1 : SS_1 = r + l : l_1, \text{ seu } TT_1 = \frac{SS_1 \times (r + l)}{l_1}.$$

si fiindu co $SS_1 = ss_1 = \delta$, va fi

$$TT_1 = \frac{\delta(r+l)}{l_1}.$$

Substituindu in valoarea de mai susu a lui t

$$t = \frac{\delta(r+l)}{4\pi nr l_1}.$$

In fine insemnandu cu v iutiela luminei, vomu avea proportiunea

$$t^s : T^s = 2r : v,$$

de unde

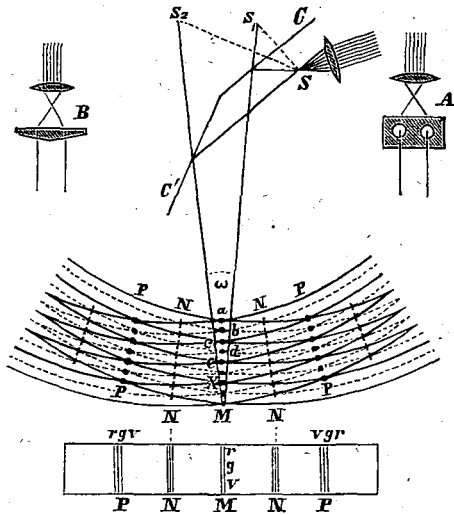
$$v = \frac{8\pi nr^2 l_1}{\delta(r+l)}.$$

Punendu intre oglinda plana C si aceea concava O' unu tubu plinu cu apa B si inchisu la cele duoe capete cu table de sticla, deviatiunea produsa asupra imaginii s va fi mai mare; acesta se produce la s_2 si se distinge printr'ua nuancia cam verde. Se vede enca dupe formul'a din urma, co δ fiindu mai mare, iutiela luminei in apa are sa fia mai mica, conformu legeri sinusilor, demonstrata in paragrafu precedente.

§ 31. EȘPERIENTIE FUNDAMENTALE DE INTERFERENTIA

Exista enca din finele secolului alu 17-lea ua esperimentia facuta de *Grimaldi*, care intre manele lui *Young* a devenitu ua proba puternica a teoriei undulatiunilor. Deca priimimu intr'ua camera obscura duoe radie de lumina prin duoe *gauri* seu crepaturi forte apropiete intre ele (vedi la A fig. 295), ele voru produce la ua distantia ore-care pe unu cartonu imagini colorate ale *gauri*;

seu deca operam cu lumina *omogena*, numai rosie, galbena, verde, etc., vom avea pe cartonul alternativ spatii luminate cu un'a din aceste culori si spatii obscure. Mai bine se face experientia cu *bi-prism'a B*



.Fig. 295

propusa de *Ohm* si *Arago*, sau cu *oglinzile lui Fresnel C, C'*. Doue oglinzi, inclinate între ele cu cate-va minute, primum cu radie de lumina, venindu de la unu punctu luminos *S*, si le reflecta catre *M*, pare ca aru veni de la doue centre luminoase s_1, s_2 , cari formedia imaginile virtuale ale lui *S*; undulatiunile sferice se propaga, dupe reflectiunea lor la oglinzi *C, C'*, pare ca aru veni de la centrele s_1, s_2 . Sa descriemu de la aceste centre diferite undulatiuni sferice cu radie $s_1a = s_2b, s_1c = s_2c, s_1e = s_2e$, ecuale cu unu numeru intregu de lungimi intregi de undulatiune λ , adico ecuale cu unu numeru *pariu* de diumetati de undulatiune, si sa le aretamu in figura prin trasuri continui. Sa descriemu asemenea de la aceleasi centre undulatiuni cu radie $s_1b = s_2b, s_1d = s_2d$ etc. ecuale cu unu numeru *impariu* de diumetati de undulatiune si sa le aretamu prin circumferintie trase cu puncturi. Aceste diferite undulatiuni se intalnesc, si dupe princi-

piulu lui Young (§ 28) se voru intări la punturile aflate pe liniile aM , PP , unde ambele miscari suntu *concordante*; ele se anuledia din contra pe liniile NN , unde se intalnescu miscari undulatorii *discordante*. Resultatu este co projectandu fenomenulu pe cartonu, seu observandu cu ua lupa, vomu avea, cu lumina *omogena*, rosie de ex., ua banda rosie la mediulocu slabindu spre amenduoe partile, bande negre la NN , luminoase la PP si asia inainte. Totu acelasi fenomenu se produce si cu lumina galbena, verde, albastra, violeta, numai bandele corespundiatore suntu mai apropiete, din cauza ca lungimile de undulatiune corespundiandu acestor colori suntu mai mici. Cand operamu cu lumina alba, vomu avea mediuloculu albu, fiindu-co aci se suprapunu tote colorile, iara la drepta si stenga, din distantia in distantia, bande cu colorile spectrului.

Deca observamu cu ua lupa micrometrica, potemu mesora distantia MP a bandei antea de la mediulocu; cunoscendu si unghiulu MPX aproximative ecualu cu $\angle s_1 Ms_2$, care acesta pote fi mesoratu cu teodolitu, vomu calcula lungimea de undulatiune $\lambda = ce = XM$ in triunghi dreptunghiu XMP prin formul'a

$$\lambda = MP \text{ tang } \omega.$$

Distantia MP gasindu-o prin experientia mai mica pentru radiele cele mai refrangibile, urmedie co lungimea de undulatiune este mai mica pentru aceste radie.

Lungimea de undulatiune λ a diferitelor radie se pote determina cu ua precisiune multu mai mare prin fenomenele de inflectiune ce vomu descrie mai la vale.— Presupunendu atunci pe λ ca cunoscutu, ecualitatea de

mai susu pote servi pentru determinarea teoretica a distantiei MP si rezultatele astu-feliu calculate suntu confirmate pe deplinu prin mesoratorile experimentale, ceea ce confirma principiulu lui Young si in genere tota teori'a undulatiunilor.

Stelele fixe presinta unu fenomenu particularu, *scanteerea*, care observata cu ochiane apare insocita si de coloratiuni forte viui. *Arago* a propusu ua explicatiune a scanteerei, considerandu-o ca provenindu din interferenti'a radielor de lumina stelara, cari in trecerea lor prin atmosfer'a noastra patiescu intardieri neecuale si aru ajunge la *discordantia*.— Planetele presintandu discuri mari, scanteerea nu se pote produce de catu numai la margini, pe cand spectrele produse prin punturile interioare ale discului dau albu prin suprapositiunea lor.

§ 32. INELELE LAMELOR SUBTIRI SI GROSE

Fenomene de interferentia se mai producu enca la ua multime de casuri; astu-feliu besici de sapunu, espuse la lumina, dau coloratiunile cele mai frumoase; suprafece metalice, precum nasturi de metalu, pucinu oxidate, irisedia; asemenea inelele lui *Nobili*, inelele *lamelor sustiri* seu ale lui *Newton*, la cari se reducu tote fenomenele de acestu feliu.

Sa consideramu *lam'a subtire* dintre feciele AB si CD (fig. 296), de ex. aerul dintre duoe table de sticla, seu ua besica de sapunu cuprinsa pe amenduoe fecie intre aeru. Ua radia de lumina LE propaganduse in mediu I, va da la E ua radia reflectata EF' si una franta EG ; acesta din urma se va reflecta si refracta din nou la

suprafeci'a de separatiune între mediile II și I , dându radiile GH și GI ; la H voru rezultă radiile HK și HM , apoi radiile MN și MP și așa înainte. Radiile *reflectate* EF și HK propaganduse în aceeași direcțiune una

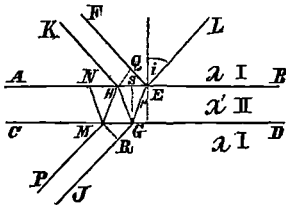


Fig. 296.

langa alta, voru produce fenomene de interferență; asemenea și radiile *refractate* GI , MP voru prezintă aceleași fenomene la lumina transmisă. Dacă lumina este omogena, fenomenul va constă într'ua alternativă de lumina și de întunecuri care dupe imprugurări pote să prezinte o simetrie în jurul punctului de incidență E , adică forma inelelor; cu lumina albă vomu avea totu de o dată și o descompozițiune a ei și prin urmări inele colorate.

Să considerăm înainte inelele prin reflectiune. Radiile luminoase care le produc se propaga împreună de la L pene la E și de la dreapta $HQ \perp HK$ înainte spre KF ; între E și HQ ele percurg drumurile diferite.

$$EG + GH \text{ și } EQ.$$

Aceste drumuri reprezintă un număr oarecare de lungimi de undulațiune, pe care le găsim împărțind drumul $EG + GH$ cu lungimea λ' de undulațiune din mediul II , iar pe acela EQ cu lungimea λ corespunzându la mediul I . Atunci diferența

$$\frac{EG + GH}{\lambda'} - \frac{EQ}{\lambda}$$

pote să reprezinte un număr pariu $2m$, sau un număr impariu $2m + 1$, de diuetați de undulațiune, și

radiile HK , QF la propagatiunea ulterioara a lor voru executà ua miscare concordanta seu discordanta.

Inelele prin refractiune ne conducu la aceleasi rezultate. Radiiele luminoase cari le producu se propaga impreuna de la L la E si pene la G , precum si de la drept'a $MR \perp MP$ inainte spre IP ; intre G si MR ensa, ele percurgu drumuri diferite

$$GH + HM \text{ si } GR.$$

Caturile

$$\frac{GH + HM}{\lambda'} \text{ si } \frac{GR}{\lambda}$$

represintandu iara numerulu undulatiunilor ce corespunde acestor duoe drumuri, urmedia co, dupe cum diferinti'a

$$\frac{GH + HM}{\lambda'} - \frac{GR}{\lambda}$$

este unu numeru pariu $2m$, seu impariu $2m + 1$, de diumatati de undulatiune, miscarile MP , RI voru fi concordante seu discordante.

Este lesne sa vedemu co

$$EG = GH = HM \text{ si } EQ = GR,$$

prin urmare va fi si

$$GH + HM = EG + GH = 2EG;$$

astu-feliu in catu amenduoe espresiunile de mai susu se reducu la una, adico

$$\frac{2EG}{\lambda'} - \frac{EQ}{\lambda},$$

care pote sa represinte unu numeru pariu seu impariu de diumatati de undulatiune. Acestu numeru depinde de grosimea lamei subtire si de inclinatiunea radielor inci-

dente si pote fi determinatu precum urmedia. Fia i , r unghiurile de incidentia si de refractiune, $SG = g$ grosimea lamei, si vomu avea dupe teoreme cunoscute din trigonometria

$$EG = \frac{SG}{\cos r}, ES = SG \tan r, EQ = EH \sin i.$$

Observandu co $EH = 2ES$ vine

$$EQ = 2ES \sin i = 2ES \cdot n \sin r = 2SG \cdot n \sin r \tan r.$$

Prin urmare diferenti'a de mai susu va fi :

$$\frac{2EG}{\lambda'} - \frac{EQ}{\lambda} = \frac{2g}{\lambda' \cos r} - \frac{2ng \sin^2 r}{\lambda \cos r}.$$

Dupe § 29 indicele de refractiune n represinta raportulu între iutieliile de propagatiune a luminei în cele dupe medii I si II, adico $n = \frac{v}{v'}$. Pe de alta parte insemnandu cu T periodulu, adico timpulu in care miscarea undulatoaria inaintedia cu spatiu λ , vomu avea dupe legile miscarei uniforme

$$\lambda = vT;$$

asemenea va fi si

$$\lambda' = v'T;$$

de unde resulta

$$n = \frac{v}{v'} = \frac{\lambda}{\lambda'} \text{ si } \lambda = n \lambda'.$$

Substituindu acesta valoare in expresiunea de mai susu, ea se transforma in

$$\text{seu } \frac{2g}{\lambda' \cos r} - \frac{2ng \sin^2 r}{n \lambda' \cos r}$$

$$\frac{2g}{\lambda' \cos r} (1 - \sin^2 r) = \frac{2g \cos r}{\lambda'}.$$

Dupe cum va fi

$$\frac{2g \cos r}{\lambda'} = m, \text{ seu } = m + \frac{1}{2},$$

radiile reflectate seu acele transmise sunt concordante seu discordante.

Sa punemu ua lentila plan-conexa X pe ua tabla de sticla plana Y (fig. 297); intre ele va fi cuprinsu unu stratu seu ua lama subtire de aer a carei grosime, $= 0$ la puntu de contactu C , cresce continuu cu departare $AB = \rho$ de la acestu puntu. Espresiunea de

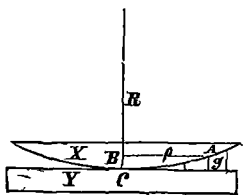


Fig. 297.

mai susu

$$\frac{2g \cos r}{\lambda'}$$

va priimi prin urmare valori din ce in ce mai mari si va deveni succesive $= 0, \frac{1}{2}, 1, 1\frac{1}{2}, 2, 2\frac{1}{2}, 3, 3\frac{1}{2}$, etc., dandu, pentru lumina omogena, alternative puncturi obscure si luminoase; fiindu-co ensa exista ua symetria completa in giurulu puntului de contactu C , vomu avea impregiurulu acestuia ua succesiune de inele crescende.

Observatiunea ne areta ua anomalia in privinti'a inelelor reflectate. La puntu de contactu, unde $g = 0$ si prin urmare numerulu $\frac{2g \cos r}{\lambda'} = 0$ este pariu, ar trebui sa avemu lumina, apoi unu inelu intunecosu, unu luminos si asia mai inainte. La lumina transmisa inelele se producu intocmai asia; la aceea reflectata ensa se producu inelele luminoase in loculu celor obscure si vice

versa, adico mediulocu in locu de a se incepe cu lumina este intunecosu. Acesta impregiurare semana a ne areta co diferinti'a (fig. 296).

$$\frac{EG + GH}{\lambda'} = \frac{EQ}{\lambda} = \frac{2g \cos r}{\lambda'}$$

corespundiandu luminei reflectate, ar fi cu $\frac{\lambda'}{2}$ mai mica de catu resulta dupe calculile nostre, co adico radi'a *EGH* propagandu-se intr'unu mediu mai raru (aeru), patiesce la reflectiunea ei la unu mediu mai densu (sticla) *ua perdere de intielu, ua intardiere de $\frac{\lambda'}{2}$* ; atunci tota anomali'a dispere. Young a facutu unu esperimentu, a produsu inelele reflectate, la mediulocu cu lumina, intr'unu modu, care probedia co la reflectiune din raru la densu se face ua perdere de $\frac{\lambda}{2}$. Intre lenti'l'a de crown *X* (fig. 297) si aceea de flintu *Y* a pusu unu stratu subtire de balsamu de sasafra. Indicele de refractiune alu acestei din urma substantie este cuprinsu intre indicii de refractiune a crownului si a flintului, astu-feliu in catu avemu :

$$n_{cr} < n_{sas} < n_{fl}$$

Prin mediuloculu acesta ua radia de lumina venindu de susu facea amenduoe reflectiunile din raru in densu, amenduoe radiele reflectate perdeau cate $\frac{\lambda}{2}$, si la interferentia lor se gaseau totu in concordantia.

Deca insemnamu cu *R* radi'a de curbatura a lentilei *X* (fig. 297), vomu avea, dupe teoreme cunoscute din

geometria, perpendicular'a $BA = \rho$, care reprezinta radi'a inelelor colorate, media proportionala intre cele doua segmente in cari ea imparte diametrulu, adico

$$\rho^2 = BC \times (2R - BC) = g(2R - g),$$

seu aproximative

$$\rho^2 = 2Rg.$$

Substituindu valorile de mai susu, vomu avea pentru cele doua sisteme de inele luminoase si obscure

$$\rho_1 = \sqrt{2m \frac{\lambda'}{2 \cos r} \frac{R}{r}}, \quad \rho_2 = \sqrt{(2m + 1) \frac{\lambda'}{2 \cos r} \frac{R}{r}}.$$

De aci urmedia 1) co inelele suntu cu atatu mai mari cu catu $\cos r$ este mai micu, prin urmare cu catu unghiulu r' ensusi seu i este mai mare, adico cu catu le observamu intr'ua directiune mai oblica.

2) Inelele suntu cu atata mai mari cu catu R este mai mare, adico cu catu lentil'a are ua curbatura mai mica.

3) Diametrulu inelelor 2ρ fiindu proportionalu cu radiacin'a patrata a numerului $2m$ seu $2m + 1$, urmedia co inelele crescú mai incetu de catu numerulu de ordinu alu lor, adico co inelele suntu cu atatu mai stense seu mai dese, cu catu se departedia mai multu de centru.

4) Dimensiunile inelelor scadu pentru valori mai mici ale lui λ' . Lungimea de undulatiune λ' scadiendu pentru radiele cele mai refrangibile de la rosii spre violetu, urmedia co inelele de diferite colori nu se producu la acelaasi locu. La lumina alba vomu avea dera inele de tote colorile cu rosii afara si cu violetu in untru.

Brewster a aretatu co asemenea coloratiuni seu inele se producu si cu *lame grose*, cand atunci ele suntu mai mari si mai intensivu luminate. Aceste inele le potemu

produce lesne, asiediendu intr'ua camera intunecosa inaintea gauri A a oblonului, pe unde patrundu radiiele sorelui, ua oglinda *de sticla* concava XY (figura 298)

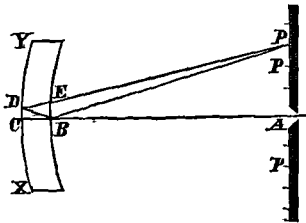


Fig. 298.

astu-feliu in catu centrulu seu de curbatura sa fia langa gaura.

Feci'a oglindei trebuie sa fia prafuita, seu acoperita cu unu stratu de aburi, seu de lapte cu apa, ca sa dea numai lumina difusa. Atunci vomu vedea in

giurulu gauri inele colorate mari si intensive luminate.

Ca sa ne espicamu productiunea acestor inele sa consideramu ua radia de lumina AB . Ua parte a ei se refracta difusu in sticla catre BC, BD etc., apoi se reflecta regulatu la dosulu amalgamatu alu oglinzii si tramite inderetu radiiele CB si DE , cari esindu din feci'a oglinzii dau iara radiiele difuse BP, EP , cari se intalnesc unde-va la P . Aceste radie aflandu-se aci in concordantia seu in discordantia, dupe positiunea punctului P , voru produce puncturi alternative luminoase si obscure. Fenomenulu presintandu ua symetria in giurulu gaurei A , se va areta in forma de inele obscure si luminoase. Deca operamu cu lumina alba, vomu avea inele colorate; pentru co si aci, ca la acele ale lamelor subtiri, diametrele inelelor cari corespundu la diferite colori difera intre ele.

§ 33. FORMULELE MISCAREI UNDULATORIE

Sa consideramu ua miscare undulatoria aretata prin lini'a $ABCD$(fig. 299) raportata la ua sistema de axe

coordinate rectangulare OX, OY . Fia $\lambda = AC = CE = \dots$

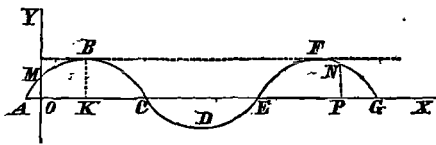


Fig. 299.

lungimea de undula-
tiune; T periodulu,
adico timpulu in care
ua molecula M seu
 N executa ua oscila

tiune intrega, in care prin urmare miscarea undulatoria,
seu lumin'a. inaintedia cu spatiu λ . Insemnandu atunci
iutiela luminei cu v , vomu avea

$$(1) \quad \lambda = vT \text{ seu } v = \frac{\lambda}{T}.$$

Fia enca n numerulu vibratiunilor executate intr'ua
secunda si vomu avea

$$(2) \quad nT = 1;$$

si din combinatiunea acestor duoe formule resulta

$$(3) \quad v = n\lambda.$$

Ua molecula M , prin care ne potemu inchipui co
trece axulu Y , executa ua miscare pendulara, astu feliu
in catu la timpu t ea trece prin punctu M , pentru care
 $x = 0$ si $OM = y$, cu iutiela

$$(4) \quad c = \frac{dy}{dt};$$

iara poterea de acceleratiune in acestu momentu este

$$\frac{d^2y}{dt^2}.$$

In adeveru mecanic'a analytica ne invetia co, la mis-
care pendulara si la ori-ce miscare accelerata, iutiela
este exprimata prin *derivata anteia* a spatiului despre
timpu, iara poterea de acceleratiune se mesora cu *deri-
vata a doua*, considerandu mas'a moleculei ecuala cu

una. Acesta potere de acceleratiune este ua functiune a distantiei $y = MO$, si potemu admite co ea este proportionala cu acesta distantia, adico

$$(5) \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -ky,$$

unde k este unu numeru positivu, ensa necunoscutu, si s'a pusu semnul *minus*, ca sa aretamu co poterea de acceleratiune lucredia in directiune opusa la aceea a ordinelor, cautandu sa apropie molecul'a de axu. Aplicandu la formul'a (5) regulile obicinuite de integratiune, vomu avea

$$2dy \frac{d^2y}{dt^2} = -2kydy,$$

$$d\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = -k \cdot dy^2,$$

$$\frac{dy^2}{dt^2} = -ky^2 + C \text{ seu } c^2 = -ky^2 + C,$$

unde C represinta constant'a de integratiune, care se determina prin metodele obicinuite, facedu $y = a$, adico considerandu molecul'a la maximum escursiunei, cand atunci iutiel'a pendulara $c = 0$; astu-feliu vomu avea

$$0 = -ka^2 + C \text{ de unde } C = ka^2,$$

si prin urmare prin substitutiune:

$$(6) \quad c^2 = k(a^2 - y^2) \text{ seu } \frac{dy}{dt} = \sqrt{k} \sqrt{a^2 - y^2}$$

Scriendu sub form'a

$$\frac{dy}{\sqrt{a^2 - y^2}} = \sqrt{k} \cdot dt$$

si integrandu din nou, gasimu

$$\frac{d \frac{y}{a}}{\sqrt{1 - \frac{y^2}{a^2}}} = \sqrt{k} \cdot dt,$$

$$\text{arc sin } \frac{y}{a} = \sqrt{k} \cdot t + C,$$

unde C însemnează iarăși constanta de integrare. Observându-se că, pentru $y = 0$, este și $t = 0$, vom determina constanta $C = 0$, și va fi

$$\text{arc sin } \frac{y}{a} = \sqrt{k} \cdot t.$$

seu
$$y = a \sin \sqrt{k} t.$$

De aici găsim prin derivare :

$$c = \frac{dy}{dt} = a \sqrt{k} \cos \sqrt{k} \cdot t.$$

Constanta k poate fi determinată prin una din aceste două formule, observându-se când molecula M a ajuns la maximum al deplasării, adică la distanța a care reprezintă amplitudinea oscilației, timpul $t = \frac{T}{4}$, pentru că a trecut a patra parte din perioada T ; atunci va fi

$$a = a \sin \sqrt{k} \cdot \frac{T}{4},$$

seu
$$\sin \sqrt{k} \cdot \frac{T}{4} = 1;$$

de unde rezultă

$$\sqrt{k} \cdot \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}, \text{ sau } \sqrt{k} = \frac{2\pi}{T}.$$

Substituindu in valorile de mai susu ale lui y si c vine

$$(7) \quad y = a \sin \frac{2 \pi t}{T}, \quad c = \frac{2 \pi a}{T} \cos \frac{2 \pi t}{T}$$

seu insemnandu pentru prescurtare

$$(8) \quad \frac{2 \pi t}{T} = \varphi, \quad \frac{2 \pi a}{T} = b$$

vomu potea scrie

$$(9) \quad y = a \sin \varphi, \quad c = b \cos \varphi.$$

Aci b represinta maximum iutielei de oscilatiune si depinde de aplitudine a . — Aceste formule represinta intr'unu momentu datu t miscarea, adico positiunea si iutiel'a unei molecule M despre positiunea ei de ecilibru.

Cand molcul'a N este departata de origina cu distanti'a $OP = x$, atunci insemnandu cu t timpulu de la inceperea miscarei in O pene la sosirea ei la N , iara cu t' timpulu pene la sosirea la P , va trebui sa inlocuimu in formulele de mai susu (7) pe t prin diferinti'a $t - t'$, ceea ce da

$$(10) \quad \begin{cases} y = a \sin \frac{2 \pi (t-t')}{T} = a \sin \left(\frac{2 \pi t}{T} - \frac{2 \pi t'}{T} \right), \\ c = b \cos \frac{2 \pi (t-t')}{T} = b \cos \left(\frac{2 \pi t}{T} - \frac{2 \pi t'}{T} \right). \end{cases}$$

Fia v iutiel'a luminei si vomu avea

$$x = vt', \quad \lambda = vT, \quad \frac{t'}{T} = \frac{x}{\lambda}.$$

Sa insemnamu enca arculu

$$\frac{2 \pi t'}{T} = \frac{2 \pi x}{\lambda} = \delta,$$

sí va fi

$$(11) \quad \begin{cases} y = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = a \sin (\varphi - \delta), \\ c = b \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = b \cos (\varphi - \delta). \end{cases}$$

Arculu δ se numește *anomalía*, seu *diferinția de fază*.

Formulele (7), (9) seu (10), (11), ne conduc la expresiunea matematică a intensității luminoase I , corespunzându unei mișcări undulatorie. În adevăru acesta intensitate nu este de catu lucrulu mișcării undulatorie, ce se mesora, dupe cum se areta în mecanică, cu *potențerea viua*, adică cu patratulu iutiei c înmulțitu cu mas'a pe care amu admisu-o = L . Acestu lucru într'unu timpu forte scurtu dt pretiuesce

$$c^2 dt, \text{ seu } \frac{4\pi^2 a^2}{T^2} \cos^2 \frac{2\pi t}{T} \cdot dt,$$

și într'unu periodu, de ex. $\frac{T}{4}$, pretiuesce

$$\int_0^{\frac{T}{4}} \frac{4\pi^2 a^2}{T^2} \cos^2 \frac{2\pi t}{T} \cdot dt;$$

Intensitatea luminei va fi dera

$$I = \frac{2\pi a^2}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} \cos^2 \frac{2\pi t}{T} \cdot d\frac{2\pi t}{T}.$$

Scambandu variabil'a, adică scriendu $\varphi = \frac{2\pi t}{T}$, și ob-

servandu co limitele suntu atunci 0 si $\frac{\pi}{2}$, vomu gasi

$$\begin{aligned} I &= \frac{2\pi a^2}{T} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi d\varphi \\ &= \frac{\pi a^2}{T} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) d\varphi \\ &= \frac{\pi a^2}{T} \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\varphi ; \end{aligned}$$

prin urmare

$$(12) \quad I = \frac{\pi^2 a^2}{2T}.$$

De aci se vede co, π si T fiindu constante, *intensitatea luminei* (seu a sunetului si in genere a ori-caria miscari undulatorie) *este proportionala cu patratulu amplitudini a.*

§ 34. COMPOSITIUNEA MISCARILOR UNDULATORII

Acesta compositiune o vomu face cu trei conditiuni, cu cari se realisedia in natura interferenti'a luminei :
1) miscarile componente sa aiba acelasi periodu T si aceeasi lungime de undulatiune λ , adico sa fia radie de aceeasi colore ;— 2) radiele sa fia paralele si — 3) ele sa emane de la acelasi centru luminos.

Sa consideramu anteu *duoe* asemenea miscari un-

dulatorii, reprezentate dupe formulele (9) si (11) din § precedente prin eualitatile :

$$(1) \quad y = a \sin \varphi, \quad y_1 = a_1 \sin (\varphi - \delta_1).$$

Ordnat'a resultenta a unei molecule afectate de amendoae aceste miscari va fi

$$\begin{aligned} Y &= y + y_1 = a \sin \varphi + a_1 \sin (\varphi - \delta_1) \\ &= a \sin \varphi + a_1 \sin \varphi \cos \delta_1 - a_1 \cos \varphi \sin \delta_1 \\ &= (a + a_1 \cos \delta_1) \sin \varphi - a_1 \sin \delta_1 \cos \varphi. \end{aligned}$$

Sa introducemu duoe catimi A si ψ legate prin eualitatile

$$(2) \quad a + a_1 \cos \delta_1 = A \cos \psi, \quad a_1 \sin \delta_1 = A \sin \psi,$$

de unde resulta prin impartire si prin adunarea patratelor

$$(3) \quad \begin{cases} \operatorname{tang} \psi = \frac{a_1 \sin \delta_1}{a + a_1 \cos \delta_1} \\ A = \sqrt{a^2 + a_1^2 + 2aa_1 \cos \delta_1}. \end{cases}$$

Substituindu in valoarea lui Y aflamu :

$$(4) \quad \begin{aligned} Y &= A \sin \varphi \cos \psi - A \cos \varphi \sin \psi, \\ Y &= A \sin (\varphi - \psi), \end{aligned}$$

De aci vedemu co radi'a seu miscarea resultenta este de aceeași natura ca si componentele, adico este ua miscare undulatoria cu amplitudine A si cu diferentia de fasa ψ , determinate amendoae prin formulele (3). Intensitatea luminei resultente, seu A^2 , va fi mai mare seu mai mica de catu aceea a componentelor a^2 si a_1^2 , dupe cum $\cos \delta_1$ este pozitivu seu negativu.

La casurile estreme, cand

$$\cos \delta_1 = +1, \quad \text{seu} \quad \cos \delta_1 = -1,$$

seu cand

$$\delta_1 = \frac{2\pi x}{\lambda} = 2m \cdot \pi, \quad \text{seu} \quad = (2m + 1) \pi,$$

voru avea valorile maximale si minimale ale lui A^2 , adico luminile se voru adaoga seu se voru nimici; dera atunci resulta co

$$x = 2m \frac{\lambda}{2}, \text{ seu } x = (2m + 1) \frac{\lambda}{2};$$

casuri pe cari le amu consideratu vorbindu despre principiulu lui Young; iara miscarile corespunditoare le amu numitu concordante seu discordante, dupe cum *diferinti'a de drumu* intre cele dooe miscari undulatorii represinta unu numeru pariu seu impariu. de diumetati de undulatiune.

Sa consideramu unu casu specialu, acela la care componentele au ua *diferentia de drumu* $x = \frac{\lambda}{4}$, cand prin urmare *diferinti'a de fasa* este $\delta = \frac{\pi}{2}$. Formulele corespunditoare voru fi atunci

$$(5) \quad y = a \sin \varphi, \quad y_1 = a_1 \sin \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$(6) \quad \text{tang } \psi = \frac{a_1}{a}, \quad A = \sqrt{a^2 + a_1^2},$$

$$(7) \quad Y = A \sin (\varphi - \psi).$$

Vice-versa, considerandu miscarea undulatoria

$$(8) \quad Y = A \sin (\varphi - \psi),$$

o potemu descompune in dooe componente cu *diferinti'a de fasa* $\delta_1 = \frac{\pi}{2}$ si cu amplitudinile a si a_1 cari suntu respective

$$(9) \quad a = A \cos \psi \text{ si } a_1 = A \sin \psi.$$

Aceste componente voru fi

$$(10) \quad y = A \cos \psi \cdot \sin \varphi \text{ si } y_1 = A \sin \psi \cdot \sin \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right)$$

Dupe aceste principii potemu lesne sa compunemu ori-care numeru de miscari undulatorii, numai sa implinesca cele trei conditiuni puse la inceputulu acestui §. Fia aceste miscari represintate prin ecualitatile

$$(11) \quad y = a \sin \varphi; y_1 = a_1 \sin (\varphi - \psi_1); y_2 = a_2 \sin (\varphi - \psi_2); \dots$$

sa descompunemu pe fia-care din aceste miscari in duoe componente cu fase diferindu intre ele cu $\frac{\pi}{2}$; formulele

de mai susu (9) si (10) dau

$$(12) \quad y' = a \sin \varphi; y_1' = a_1 \cos \psi_1 \sin \varphi; y_2' = a_2 \cos \psi_2 \sin \varphi; \dots$$

$$(13) \quad y'' = 0; y_1'' = a_1 \sin \psi_1 \sin \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right);$$

$$y_2'' = a_2 \sin \psi_2 \sin \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right); \dots$$

Resultent'a miscarilor (12) este

$$Y' = \Sigma a \cos \psi \sin \varphi;$$

iar a ceea a miscarilor (13) este

$$Y'' = \Sigma a \sin \psi \cdot \sin \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right);$$

Resultent'a totala va fi dupe formulele (5), (6), (7) :

$$(14) \quad Y = A \sin (\varphi - \Psi)$$

unde avemu

$$(15) \quad \begin{cases} A^2 = (\Sigma a \cos \psi)^2 + (\Sigma a \sin \psi)^2 \\ \text{tang } \Psi = \frac{\Sigma a \sin \psi}{\Sigma a \cos \psi} \end{cases}$$

ART. VII. INFLECTIUNEA LUMINEI

§ 35. FENOMENULU INFLECTIUNEI

Inflectiunea luminei, numita enca si *difractiune*, nu este de catu unu fenomenu de interferentia, produsu in casuri determinate, obicinuitu la marginile unui corpu opacu, cand atunci lumin'a se intinde si in regiunea ocupata de umbra, si radiele de lumina semena a se induoi, a se inflecta. Fenomenulu este analogu cu acela alu oglindilor lui Fresnel si se compune de ua succesiune de spectre (fig. 295), deca operamu cu lumina alba; spectrele suntu inlocuite prin bande unicolore, cand operamu cu lumina omogena, rosie, verde etc. — Deca ne uitamu la unu puntu luminos, de ex. la sore, prin pene de pasere, prin foile unui arbore, pe langa marginea unei strasinei etc., se presinta ochiului dupe impregiurari coloratiuni forte frumose; *coronele* din giurulu sorelui seu alu lunei suntu fenomene analoge produse prin inflectiunea luminei la ace de gietia ce se afla in suspensiune in atmosfer'a nostra.

Ca sa producemu aceste fenomene cu tota intensitatea lor si cu mare regularitate, introducemu intr'ua camera obscura ua radia solara cu ajutorulu aparatelor de proiectiune descise mai susu. Punemu apoi in drumulu acestei radie ua *crepatura angusta*; seu unu *corpu opacu subtire*, de ex. unu firu de peru, verfulu unui acu etc.; seu introducemu pene la diumetate din largimea acelei radie de lumina *marginea ascutita* a unei tablitie de metalu; seu in fine asiediamu ua *retia* de serme subtiri, seu chiar de trasuri facute cu diamantu

pe o sticlă. Ținându atunci un carton alb la o distanță convenabilă, se vor forma pe densă spectre, ale cărora dispoziția variază cu forma creșterilor. Aceste fenomene pot fi observate și subiectiv cu ochiul.

Teoria undulațiilor și cu principiul lui Huyghens (§ 28) explică foarte simplu aceste fenomene.

1) La cazul marginii A a unui corp opac AB (fig. 300) o undulație sferică CD , venind de la un punct luminos S , nu se poate propaga decât numai parțial de la A înainte. Fiecare punct al porțiunii AC , considerat ca un centru nou, va transmite înainte undulații spre cartonul MP . Punctele M, P, N fiind necuale departate de acele centre noi de undulație, diferențele de drum

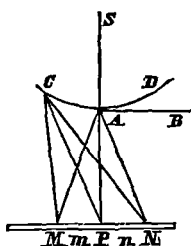


Fig. 300.

$$CM - AM, CP - AP, CN - AN, \text{ etc.}$$

vor fi asemenea necuale între ele, și se vor găsi puncte M, m, P, n, N , etc., pentru care acele diferențe să fie respective egale cu

$$2\frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{2}, 0, \frac{\lambda}{2}, 2\frac{\lambda}{2} \text{ etc.}$$

adică la care să fie alternative lumina și întunericul. Lățimea bandelor PM, PN fiind, ca și la experiența oglinzilor, mai mică pentru radiații mai refringibile, urmează că, operându cu lumină albă, vom avea la M și N spectre cu roșu afară și cu violet înăuntru, iară mediulocul P , unde toate culorile se suprapun, va fi alb.

2) La casulu unei crepature anguste AB (fig. 301) un-

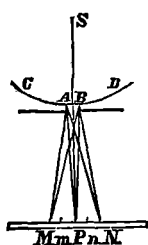


Fig. 301.

dulatiunea CD este oprita, afara de portiunea ei AB care trece inainte. Fia-care punctu alu acestei portiuni, consideratu ca unu centru nou, va tramite inainte undulatiuni, cari intalninduse asemenea la puncturile M , P , N , voru produce aceleasi fenomene de interferentia.

3) La casulu unui corpu opacu angustu AB (fig. 302). undulatiunea primitiva CD se imparte in

duoe AC si BD si potemu considerà tote undulatiunile elementare ale acestor portiuni ca intrunite in duoe resultante avendu centrele lor respective la C si D . Puntulu P in mediuloculu umbrei, priimindu miscari undulatorii concordante CP si DP , va fi luminos; iara puncturile m , n , M , N , voru fi alternative obscure si luminoase.

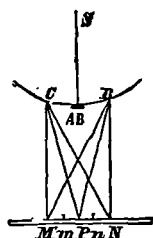


Fig. 302.

§ 36. CALCULU MATEMATICU.

Fresnel si *Schwerd* au dotatu sciinti'a cu lucrari matematice clasice in privinti'a fenomenului de inflectiune; in adeveru formulele acestor invetiati ne dau mediulu sa calculamu *a priori* tote fazele acestui fenomenu, ori cum va fi produsu. Aci vomu da, dupe *Schwerd*, calcululu unui casu specialu, acela alu unei crepature anguste. Sa consideramu ua legatura de radie luminoase SD (fig. 303), perpendiculara pe crepatur'a AB , si sa ne propunemu sa determinamu formul'a miscari si intensitatea luminei la unu punctu E in dosulu crepaturi, presupu-

nendū co lucrāmu cu lumina de ua colore determinata, pentru care lungimea de undulatiune fia $=\lambda$; fia enca $\gamma = AB$ largimea crepaturi, mesorata în milimetre, obi-
cinuitu $< 2^{\text{mm}}$; fia $\psi = \angle DAE = \angle MAN$ unghiulu de

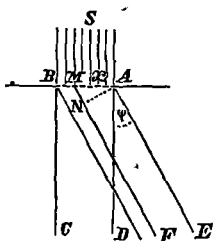


Fig. 303.

inflectiune, adico oblicitatea radielor inflectate, unde AN reprezinta ua perpendiculara pe directiunea acestor din urma. Fia amplitudinea totala a luminei propagate directu spre CD ecuala cu I ; atunci intensitatea ensasi a ei va fi patratulu unimej adico $= I$ (vedi § 33, form. 12). Sa considerāmu ua radia de lumina MF' inflectata in directiunea ψ si trecendu prin punctu M , departatu de A cu distanti'a $AM = x$. Intardierea acestei radie in raportu cu radi'a care trece prin A este

$$MN = x \sin \angle MAN = x \sin \psi,$$

si dupe formulele (11) din § 33 diferenti'a de fasa seu anomali'a corespundiatore va fi

$$(1) \quad \delta = \frac{2\pi x \sin \psi}{\lambda}.$$

Observāndu acum co amplitudinea de oscilatiune α , corespundiatore acestei radie o gasimu prin proportiunea

$$\gamma : dx = I : \alpha, \text{ de unde } \alpha = \frac{dx}{\gamma},$$

vomu potea represintā mișcarea undulatoria care trece prin punctu M prin ecualitatea

$$(2) \quad y = \frac{dx}{\gamma} \sin (\varphi - \delta).$$

Dāndu lui x tote valorile posibile de la 0 pene la γ , vomu represintā tote radiiele trecendu prin crepatur'a

AB prin ecualitati analoge cu acelea de mai susu, cari difera intre ele numai prin anomaliiile lor δ . Tote aceste radie vor avea ua resultenta pe care o gasimu dupe formulele (16) din § 34, adico

$$(3) \left\{ \begin{array}{l} Y = A \sin(\varphi - \Psi), \\ A^2 = \left(\int_0^Y \frac{dx}{\gamma} \cos \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} \right)^2 + \left(\int_0^Y \frac{dx}{\gamma} \sin \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} \right)^2, \\ \text{tang } \Psi = \frac{\int_0^Y \frac{dx}{\gamma} \sin \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda}}{\int_0^Y \frac{dx}{\gamma} \cos \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda}}. \end{array} \right.$$

Aceste integrale se potu calculã lesne precum urmedia

$$\begin{aligned} \int_0^Y \frac{dx}{\gamma} \cos \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} &= \frac{\lambda}{2\pi\gamma \sin \phi} \int_0^Y d. \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} \cos \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} \\ &= \frac{\lambda}{2\pi\gamma \sin \phi} \int_0^Y \cos \delta. d\delta = \frac{\sin \frac{2\pi\gamma \sin \phi}{\lambda}}{\frac{2\pi\gamma \sin \phi}{\lambda}} = \frac{\sin 2\omega}{2\omega}, \\ \int_0^Y \frac{dx}{\gamma} \sin \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} &= \frac{\lambda}{2\pi\gamma \sin \phi} \int_0^Y d. \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} \sin \frac{2\pi x \sin \phi}{\lambda} \\ &= \frac{\lambda}{2\pi\gamma \sin \phi} \int_0^Y \sin \delta. d\delta = -\frac{\lambda}{2\pi\gamma \sin \phi} \left(\cos \delta \right)_0^Y = \frac{1 - \cos 2\omega}{2\omega} \end{aligned}$$

unde s'a pusu pentru prescurtare $\omega = \frac{\pi\gamma \sin \phi}{\lambda}$.

Redicandu la patratu si adunandu vine :

$$A^2 = \frac{\sin^2 2\omega + (1 - \cos 2\omega)^2}{4\omega^2} = \frac{2(1 - \cos 2\omega)}{4\omega^2}$$

si dupe formulele trigonometriei

$$(4) \quad A^2 = \frac{\sin^2 \omega}{\omega^2} = \left(\frac{\sin \frac{\pi\gamma \sin \psi}{\lambda}}{\frac{\pi\gamma \sin \psi}{\lambda}} \right)^2$$

Cunoscendu largimea crepaturi γ si lungimea de undulatiune λ , vomu potea calcula intensitatea luminei A^2 pentru ori-care unghi de inflectiune ψ .

Este lesne de vedutu ca formul'a (4) priimesce valori minimale, devenindu = 0, de ori cate ori

$$(5) \quad \sin \frac{\pi\gamma \sin \psi}{\lambda} = 0,$$

adico vomu avea minima luminei in tote directiunile pentru cari unghiulu de inflectiune ψ priimesce valorile date de ecualitatea

$$(6) \quad \frac{\pi\gamma \sin \psi}{\lambda} = 2m \cdot \frac{\pi}{2}, \text{ seu } \gamma \sin \psi = 2m \cdot \frac{\lambda}{2},$$

m insemnandu unu numeru intregu si pozitivu.

Fraunhofer profitandu de aceste rezultate teoretice a executatu mesurile lui, devenite clasice in optica, prin cari a determinatu lungimea λ de undulatiune corespundiendu radielor de diferite colori. In adeveru ecualitatea de mai susu (6) seu

$$(7) \quad \lambda = \frac{\gamma \sin \psi}{m},$$

ne da valorile lui λ cu cea mai mare precisiune, cand mesoram unghiurile de inflectiune ψ , corespundiandu la $m=1, =2, =3$, adico la minimum anteiu, alu 2-lea,

alu 3-lea etc. Insemnandu cu n numerulu vibratiunilor seu alu undulatiunilor executate pe secunda, cu v iutieli'a luminei, avemu

$$(8) \quad n\lambda = v,$$

astu-feliu in catu cunoscendu λ si v vomu potea lesne sa determinamu pe n . In modulu acesta s'au calculatu valorile lui λ corespundiandu radielor spectrului de diferita refrangibilitate precum si acele lui n . Tabel'a urmetore cuprinde cate-va din aceste valori

λ Corespundiandu	n
linieii <i>B</i> din rosiiu . 0. ^{mm} 000688	450000000 milioane
» <i>D</i> » orange . 0. 000589	526000000 »
» <i>E</i> » verde . 0. 000526	589000000 »
» <i>F</i> » albastru 0. 000480	640000000 »
» <i>H</i> » violetu . 0. 000393	790000000 »

Formul'a (4) primesce si valori maximale, adico suntu valori determinate ale unghiului de inflectiune ψ , la cari corespundu maxima intensitati luminoase. Intr'ua lucrare matematica publicata in streinetate pe la 1860, am aretatu cum se potu determinã aceste maxima, cari nu au potutu fi determinate pene atunci, precum si metode pentru a gasi formulele generale represintandu fenomenulu inflectiunei, ori care va fi form'a crepeturei. Derivat'a functiuni

$$A = \frac{\sin \frac{\pi \gamma \sin \psi}{\lambda}}{\frac{\pi \gamma \sin \psi}{\lambda}} = \frac{\sin \omega}{\omega}$$

despre ψ fiindu

$$\frac{\omega \cos \omega - \sin \omega}{\omega^2} \cdot \frac{d\omega}{d\psi} = \frac{\omega \cos \omega - \sin \omega}{\omega^2} \cdot \frac{\pi \gamma \cos \psi}{\lambda},$$

conditiunea maximului este ca acesta expresiune sa se anulede, ceea ce nu se pote de catu numai cand

$$\omega \cos \omega = \sin \omega, \text{ seu } \omega = \text{tang } \omega,$$

seu enca

$$\frac{\pi \gamma \sin \psi}{\lambda} = \text{tang } \frac{\pi \gamma \sin \psi}{\lambda}.$$

Ecualitatea

$$(9) \quad \omega = \text{tang } \omega$$

pote fi satisfacuta pentru valori lui ω cari suntu pucinu

inferiore de $3\frac{\pi}{2}$, $5\frac{\pi}{2}$, $7\frac{\pi}{2}$, $9\frac{\pi}{2}$ etc. si se determina cu ceea

mai mare precisiune, precum am aretatu in lucrarea mentionata. In tabel'a urmetore s'au in scrisu valorile lui ω si acele lui A^2 corespundiandu celor d'anteiu cinci maxima.

	$\omega = \frac{\pi \gamma \sin \psi}{\lambda}$	A^2
0	0° 0' 0"	1, 00000
1	257 27 12	0, 04719
2	442 37 28	0, 01648
3	624 45 36	0, 00834
4	805 56 1	0, 00503

ART. VIII REFRACTIUNE INDUOITA

§ 37. FENOMENE LA CRISTALE UNIAXE

Se gasescu in natura substantie cristalisate cari au proprietatea interesanta de a descompune prin refrac-

tiune ua radia de lumina in duoe, de a da prin urmare *doe radie refractate*. Acesta a fostu observatu pentru prima ora la spatu de Islanda pe la 1669 de catre olandesu *Erasmus Bartholinus*; - dera *Huyghens* a studietu fenomenulu in tota estensiune, atatu sub puntu de vedere experimentalu, catu si sub acelu matematicu.

Deca observamu printr'unu spatu unu objectu, de ex. ua trasura seu unu puntu pe hartia, lu vedemu induoitu, spatulu ne areta doe imagini ale objectului, una *fixa*, ceea alta *mobila* si invertinduse in giurulu celei d'anteiu, cand invertimu spatulu in planulu seu. Spatulu si alte asemenea cristale dau prin urmare doe radie refractate, una cuprinsa in planu de incidentia si supusa legeri sinusilor, care se numesce *ordinara*, se insemnedia obicinuitu cu *o* si are unu indice de refractiune *constantu*, numitu asemenea *ordinaru*; cea-alta, numita *estraordinara* si insemnata obicinuitu cu *e*, esindu in genere din planu de incidentia si nesupusa legeri sinusilor, presintandu prin urmare unu indice de refractiune *variabilu*, numitu *estraordinaru*.

Indicele de refractiune variabilu alu radielor estraordinare este in permanentia *mai micu* pentru une cristale, *mai mare* pentru cele alte, de catu indicele ordinaru. Deca insemnamu cu *i* unu unghiu ore care de incidentia, cu *o* si *e* unghiurile de refractiune ordinara si estraordinara corespundiatore acei incidentie, cei duoi indici voru fi represintati prin caturile respective

$$\frac{\sin i}{\sin o} \text{ si } \frac{\sin i}{\sin e}$$

De aci resulta co pentru cele d'anteiu cristale, la cari

indicele radiei extraordinare remane în permanenția *mai micu* de cât acelu ordinariu, unghiulu de refracțiune extraordinara *e* este *mai mare* de cât *o* și prin urmare *radi'a extraordinara este mai departata de normala de catu aceea ordinara*; asemenea cristale suntu spatulu, mic'a, rubinulu etc. și se numescu *negative*, seu și repulsive. Din contra la cristale, la cari indicele radiei extraordinare remane în permanenția *mai mare* de catu acelu ordinariu, unghiulu de refracțiune extraordinara *e* este *mai micu* de cât *o* și prin urmare *radi'a extraordinara este mai apropiata de normala de catu aceea ordinara*; asemenea cristale suntu cuarzulu, gieti'a etc. și se numescu *positive*, seu și atractive.

Studiendu mai de aproape direcțiunile celor doue radie refractate prin aceste diferite cristale, vomu gasi ua direcțiune determinata și *unica*, în care radi'a incidenta se propaga prin cristalu fara a se despica în dube; acesta direcțiune, care represinta ua sistema de drepte paralele între ele și cu axu cristalograficu, s'a numitu *axu opticu*, iara tote cristalele birefringente, cu *unu* axu opticu, s'au numitu *uniaxe*, ca sa fia deosebite de alte cristale, asemenea birefringente, presintandu ensa doue direcțiuni, inclinate între ele, în cari nu se face bifurcătionea radielor de lumina. — Unu planu paralelu cu axulu opticu unui cristalu și normalu pe ua fecia a lui se numesce *sectiune principala* a acestei fecie; sectiunea principala cuprinde dera axulu opticu și normal'a punctului de incidentia, nu coincide ensa totu de una cu planu de incidentia.

În fine sa observamu co fenomenulu refracțiunei în-

duoite pote fi aretatu si in projectiune printr'ua dispozițiune analoga cu aceea a microscopului solaru, unde in loculu objectului microscopicu se asiedia unu cristalu birefringentu.

§ 25. LEGILE LUI HUYGHENS

Huyghens a aretatu printr'ua seria de experimente si de calcule matematice, ale carora espunere ne ar conduce prea departe, co cand ua radia de lumina petrunde intr'unu cristalu uniaxu, ea se propaga înainte prin duoe undulatiuni cu iutieli diferite, una sferica si ceea alta avendu form'a unui elipsoidu de rotatiune. Dupe positiunea axului opticu despre feci'a de intrare a luminei si despre radi'a incidenta, se scamba si positiunea undulatiunei elipsoidale, si impreuna cu densa directiunea radiei estraordinare. Eca aci cate-va din rezultatele cele mai principale aflate de Huyghens.

1) Ua radia de lumina *ore care*, intrandu printr'ua fecia naturala seu artificiala a unui cristalu uniaxu, se bifurca in genere in duoe, cari se propaga in interiorulu cristalului in duoe directiuni diferite, una supusa legilor de refractiune ordinara, ceea alta estraordinara, supusa unei legi speciale, exprimate printr'ua formula matematica forte complicata. Aceste duoe radie nu mai au tote calitatile luminei naturale, ele suntu modificate intr'unu modu specialu, suntu *polarisate*, precum vomu areta in articulu urmatoru.

2) Ua radia de lumina *normala* pe feci'a de intrare se desface in duoe in interiorulu cristalului, una ordi-

nara, propaganduse nedevieta in directiunea normalei; ceea alta ęstraordinarą, devieta lateralu.

3) Ua rądia *normala pe feci'a de intrare*, propaganduse in *directiunea axului opticu*, nu se bifurca, se propaga in interiorulu cristalului fara refractiune in-
duoita.

4) Cand planulu de incidentia cuprinde axulu opticu, adico cand radi'a incidenta se propaga in *sectiunea principala*, radiiele refractate remanu amendoae cuprinse in acestu planu; ensa numai ceea ordinară este supusa legei sinusilor, iara indicele radiei ęstraordinare variedia cu unghiul de incidentia.

5) Cand radi'a incidenta este cuprinsa *intr'ua sectiune perpendiculara pe axu opticu*, ea se bifurca in interiorulu cristalului in duoe, cari amendoae remanu cuprinse in aceea sectiune si supuse legei sinusilor. Indicii de refractiune corespundiatori suntu constanti, ensa difera intre ei; unulu, *indicele ordinaru* n_o , este acelasi ca si pentru cele alte radie ordinară din ori ce sectiune; celu altu n_e , numitu mai specialu *indice ęstraordinaru* si constantu pentru tote incidentiele din aceştă sectiune, este celu *mai micu* (cristale negative) seu celu *mai mare* (cristale positive) dintre toti indici de refractiune ai cristalului ce consideramu. Astu-feliu avemu

pentru spatu $n_o = 1,654$, $n_e = 1,484$;

pentru cuarzu $n_o = 1,542$, $n_e = 1,551$.

6) Dintre tote radiiele considerate sub 5), adico cuprinse in sectiunea perpendiculara pe axu opticu, este una singura, *normala pe fecia de intrare*, care se propaga fara deviatune si in aparintia fara bifurcatiune; in

realitate ensa ea se desface in duoe, mergendu amenduo in aceasi directiune, ensa cu iutieli diferite, *polarisate rectangularu* intre ele și producendu fenomene speciale de interferentia. (Vedi art. IX si X).

§ 39. OCHIANULU LUI ROCHON

Ochianulu lui *Rochon*, reprezentatu in secțiune (fig. 304), este ua aplicatiune a refractiunei induoite si servece pentru a mesorà distanti'a unui obiectu de marime cunoscuta, seu pentru a determinà marimea obiectului, cand cunoscemu distanti'a lui de la puntu de unde lu observamu cu acestu ochianu. Acestu ochianu se compune, ca ori ce ochianu astronomicu, de unu obiectivu si unu ocularu, are ensa in interiorulu lui ua prisma de *cuartzu* *P* mobila in lungulu ochianului. Ua scara *FP* servece spre a mesorà distanti'a prisme *P* de la focaru *F* alu obiectivului. Prism'a *P* ensasi este formata din duoe prisme rectangulare suprapuse la feciele hypotense ale lor; prism'a *I* are feci'a de imergentia *mn* ta-

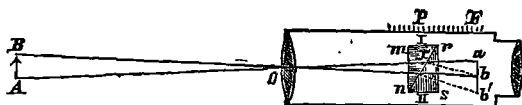


Fig. 304.

iata perpendicularu pe axulu opticu alu ei, ast-feliu in catu acesta se afla in directiunea axului ochianului; prism'a II are feci'a de emergentia *rs* paralela cu axu opticu; modulu in care aceste duoe diumetati suntu riglate in figura areta directiunea axelor respective. Radie de lumina venindu de la unu obiectu departatu AB, ca-diendu aprobe normalu pe fecia *mn*, se transmitu in-

nainte pene la hypotenus'a nr , fara deviatiune si fara bifurcatiune (3, § 38). De la nr inainte radiile intrandu in prism'a II in sectiuni perpendiculare pe axu, se voru bifurcà, dupe cum s'a disu la 5) § 38, in radie ordinare cari dau imaginea *ordinara* ab , si in radie estraordinare cari dau imaginea *estraordinara* bb' . Aceste duoe imagini ab si bb' voru avea positiuni si intensitati luminoase forte variabile si voru fi in genere departate intre ele, seu acoperite partialu; invertindu ochianulu in giurulu axului seu si miscandu prism'a in lungulu ochianului, vomu face ca amenduoe imaginile sa aiba aceeasi intensitate luminosa, sa fia pe aceeasi linia drepta si, ceea ce este mai principalu, sa se atinga intre ele. precum se areta in figura; atunci mesoramu distantia FP . Triunghiurile asemenea AOB , aOb dau

$$\frac{AB}{AO} = \frac{ab}{aO},$$

iara din triunghiu dreptunghiu bax resulta

$$ab = ax \operatorname{tang} axb,$$

de unde

$$\frac{AB}{AO} = ax \cdot \frac{\operatorname{tang} axb}{aO}.$$

Sa insemnamu cu δ unghiulu axb , adico deviatiunea constanta intre radi'a ordinara si estraordinara, cand ele suntu cuprinse intr'ua sectiune perpendiculara pe axu opticu (vedi 5, § 38), sa observamu co $ax = PF = \mu$ este distantia mesorata pe scara, iara $aO = f$ distantia focala a objectivului, si vomu avea

$$\frac{AB}{AO} = \mu \cdot \frac{\operatorname{tang} \delta}{f}.$$

Tang δ se pote calculà prin formulele matematice ale refractiunei induoite, adico din

$$\delta = e - o, \quad \frac{\sin i}{\sin o} = n_0, \quad \frac{\sin i}{\sin e} = n_e;$$

distanti'a focala f a ocularului pote asemenea fi presupusa ca cunoscuta; vomu potea dera sa calculamu marimea obiectului AB , cand cunoscemu distantia AO si vice-versa.

Sa observamu in fine co potemu fi scutiti de a determinà de a dreptu deviatiunea δ si distantia focala f . Nu avemu de catu sa facemu ua experientia prealabila intru unu casu, in care cunoscemu marimea AB , distantia AO , si numerulu divisiunilor μ . Atunci ecualitate de mai susu ne da ua data pentru totu de una valoarea raportului $\frac{\text{tang } \delta}{f} = c$ si la fia-care experimentu nou nu avemu de catu sa observamu divisiunile μ , cari corespundu la coincidenti'a celor duoe imagini. Formul'a

$$\frac{AB}{AO} = c\mu$$

ne da atunci pe AB seu pe AO , dupe cum vomu cunosce mai de inainte pe AO seu pe AB .

§ 40. CRISTALE BIAXE

Suntu cristale birefringente, ca aragonitu, gipsu etc., la cari *amenduo*e radiele frante suntu extraordinare, esindu amenduo e din planu de incidentia si deviendu amenduo e de legea sinusilor. La aceste cristale se observa *duoe directiuni*, dupe cari ua radia de lumina strabatandule in conditiuni determinate, *nu se bifurca*.

celu pucinu in aparintia ; aceste directiuni s'au numitu *axe optice*, dera nu coincide cu axele cristalografice ; bisectricea unghiului ascutitu dintre aceste axe s'a numitu *linia media*, iara aceea a unghiului obtusu, *linia suplementara* ; cristalele ensusi s'au numitu *biaxe*. *Sectioniuni principale* suntu aci *duoe*, amenduoe perpendiculare pe planulu axelor optice si trecendu un'a prin lini'a media, iara ceea alta prin lini'a suplementara.

Deviatiunea celor duoe radie frante prin aceste cristale este in genere forte mica si de aceea mai greu de observatu directu. Aceste radie fiindu ensa modificate, *polarisate*, si forte apropiete intre ele, producu fenomene speciale si caracteristice de interferenti'a, ce vomu cunosce mai tardiu.

Axele optice ale acestor cristale nu represinta in realitate directiuni in cari radiele de lumina trecu fara bifurcatiune ; din contra ua radia de lumina, care se propaga in directiunea axulu opticu, se descompune intr'ua *multime* nenumerata de radie seu miscari undulatorii elementare, asiediate tote pe suprafeci'a convexa a unui conu forte angustu, astu-feliu in catu unu ochiu observandu in acestã directiune unu punctu luminos, lu vede desfasioratu in form'a unui inel'u micu luminos ; acestu fenomenu s'a numitu *refractiune conica* si se pote observã cu cristale ceva mai mari de aragonitu.

§ 41. CATE-VA IDEI TEORETICE

Fresnel a impartitu tote mediile transparente in duoe: in *isotrope* cari ne dau refractiunea obicinuita si cuprindu tote corpurile amorfe, si pe acele cristalisate in sistem'a

anteia sau cubica; si in medii *anisotrope* cari produc fenomenul refractiunii inducite si sunt toate corpurile din cele alte sisteme cristaline, anume acele din sistemul rombica, clinorombica si clinooedrica sunt *biaxe*; asemenea unu corp amorf areta caracterele corpurilor anisotrope, cand structura lui a fost modificata intr'unu modu violent, de ex. prin operatiunea calitatului, sau printr'ua compresiune mare.

Indicele de refractiune variandu intre doue limite, n_o si n_e , urmedia co si iutiela de propagatiune a luminei variedia in diferitele directiuni ale mediilor anisotrope. *Fresnel* a admis co acesta ar fi consecinta *diferentiei elasticitati* a eterului in diferitele directiuni ale cristalului. In timpii moderni *Mac-Cullagh* si *Neumann*, autoritatile actuale cele mai mari in chestiuni de optica matematica, admitu din contra, co eterulu are ua elasticitate constanta, atribuescu anume anisotropia *variatiunii densitati* lui si ajungu in modulu acesta la rezultate multu mai generale si mai conforme cu observatiune. Dupe aceste principii exista in interiorulu corpurilor anisotrope doue directiuni de elasticitate maximala si minimala, respective densitate minimala si maximala; ua miscare undulatoria intrandu intr'unu asemenea mediu nu se pote propaga de catu numai in aceste doue directiuni, ceea ce da cele doue radie refractate. Ua dezvoltare mai lunga si matematica a acestor principii trece peste limitele acestui tractatu.

ART. IX. POLARISATIUNEA LUMINEI

§ 42. NATUR'A SI PRODUCTIUNEA LUMINEI POLARISATE

Ua radia de lumina refractata seu reflectata in conditiuni speciale patiesce ua modificare mai multu seu mai pucinu profunda a constitutiunei sele fisice, numita *polarisatiune* si descoperita de *Huyghens* la 1690. Ua radia polarisata perde natur'a ei symetrica in giurulu directiunei sele de propagatiune si se cunosce in esterioru prin impregiurarea π nu mai pote fi transmisa (prin refractiune seu reflectiune) de catu numai in directiuni seu *azimuturi* determinate. Lumin'a pote fi polarisata in diferite moduri :

1) *Prin refractiune induoita* precum a descoperitu *Huyghens*. Cele duoe radie in cari se despica lumin'a la cristale birefringente nu mai constituescu lumina naturala ; fia-care din ele este polarisata. adico a perdutu proprietatea de a se transmite in tote directiunile. Deca punemu unu spatu de Islanda pe ua foia de hartia cu ua trasura negra, vomu vedea duoe imagini ale aces-teia, una O si alta E ; deca acoperimu pe un'a din ele, lasandu numai pe O de ex., si punemu peste acelu spatu unu alu duoilea spatu, vomu vedea in genere imaginea O desfacuta in alte duoe, o si e , de diferite intensitati luminose, si potemu stinge dupe voia imaginea o seu e , invertindu pe alu duoilea spatu in planu seu. Cand sectiunile principale ale acestor duoe spaturi suntu paralele intre ele, se propaga numai radi'a o , iara ceea alta este stinsa, nu se pote propagã in acesta positiune a cristalului alu duoilea ; cand intorcemu spaturile astu-

feliu, ca sectiunile lor sa fia perpendiculare intre ele, atunci trece numai radi'a e , iara o este stinsa. Radi'a O din spatulu anteu este prin urmare modificata, *polarisata*. Asemenea potemu esperimentà si cu radi'a E .

2) *Prin reflectiune*, precum a aretatu *Malus* pe la 1810. Ua radi'a de lumina reflectata printr'ua oglinda sub ua incidentia determinata, nu mai pote fi transmisa printr'ua a²duoa oglinda seu printr'unu spatu de catu numai la azimuturi determinate ale acestora, este prin urmare polarisata.

3) Lumin'a pote enca fi polarisata si *prin refractiune simpla*, precum au aretatu *Brewster*, *Malus* si *Biot* pe la 1811; se cere numai pentru acesta ca refractiunea sa se repete de mai multe ori, ceea ce se face, cand ua radia de lumina strabate prin mai multe table de sticla suprapuse.

4) La transmisiunea lumini prin une substantie in lame subtiri, precum este agatu, sidefu, etc.

Numimu *planu de polarisatiune* alu unei radie de lumina polarisata, acelu planu de incidentia despre a²duoa oglinda (vedi mai susu 2), pentru care radi'a reflectata are maximum intensitati luminoase.

§ 43. APARATE DE POLARISATIUNE

S'au construitu *aparate de polarisatiune* destinate sa ne procure cu inlesnire lumina polarisata, cari ne permitu totu de ua data sa observamu tote fenomenele de polarisatiune si de interferentia a luminei polarisate. Aci vomu descrie numai *pincet'a cu turmaline* si aparatulu lui *Nörremberg*, cari suntu cele mai usitate.

Pincet'a de turmaline (fig. 305) se compune din două table mici de turmalina, taiate paralelu cu axu cristalograficu și cari se potu inverti în planulu lor. Turmalin'a este unu cristalu din sistem'a hexagonală, da prin urmăre prin refractiune două radie polarisate,

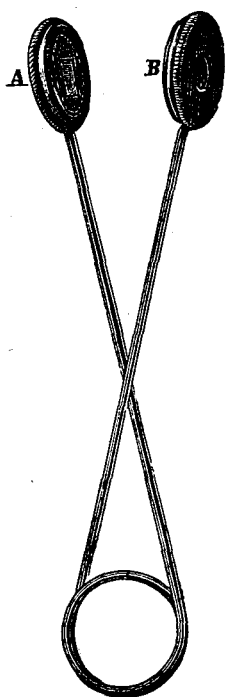


Fig. 305.

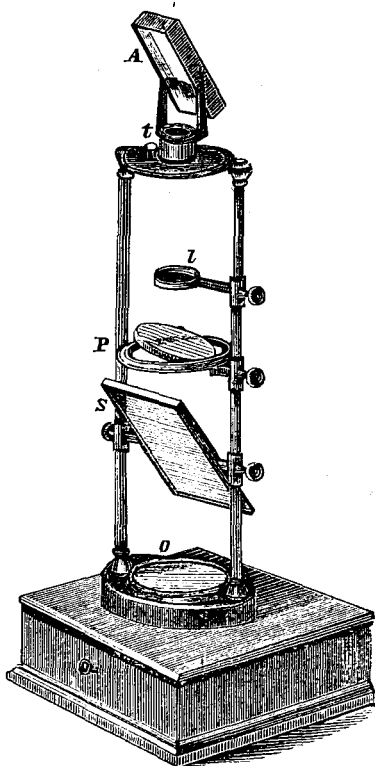


Fig. 306.

are enșă proprietatea interesantă de a stinge pe aceea ordinară, transmitându numai radi'a eștrăordinară. Acestă singură radiă, care trece prin turmalin'a *A*, o potemu lășă să trecă și prin *B*, seu o potemu stinge,

după cum axulu opticu, seu secțiunea principală a lui B , va fi paralelă seu perpendiculară pe aceea a lui A . Între turmalinele A și B se pot pune diferite cristale pe cari vom să le studiem sub punctu de vedere opticu,

Aparatul de polarisatiune, numitu și *microscopu de polarisatiune*, alu lui Nörremberg, se compune de de o oglindă orizontală O (fig. 306) de o tablă de sticlă înclinată S seu *polarisatorulu*, și de un tubu t care poartă *analizatorulu* A ; acestu din urmă pote să fie o oglindă neagră, seu o împreunare de mai multe tablete de sticlă, seu o astu-feliu numită *prisma lui Nicol*. O radia de lumina naturală cădiendu pe polarisatoru S sub un unghi convenabilu se *polarisedia* reflectanduse către oglindă O ; de aci se reflectă în direcțiune verticală către analizatoru A . După cum planulu de polarisatiune alu acestui din urmă va fi paralelu cu acela alu polarisatorulu S , seu perpendicularu pe densu, ochiulu va vedea în direcțiunea axulu verticalu alu instrumentulu campulu luminatu seu obscuru. Pe discu P se pot pune lame de cristalu pentru diferite studii optice; iară lentilă l care pote fi înlocuită chiar printr'unu microscopu întregu, servește pentru a mari campulu instrumentulu.

Unu *nicolu* este unu cristalu de spatu, tăiatu și preparatu astu-feliu, în catu să nu potă eși dintr'ensu de catu numai una din radiile în cari se bifurcă o radia de lumina incidentă XA (fig. 207). La unu spatu, alu carui secțiune longitudinală este unu paralelogramu MN , cu unghiurile din M, N eguale cu 71° , se taie fecele Mm ,

În astu-feliu ca inclinatiunea lor pe comele longitudinale Mn sa fie micusiorate si reduse numai la 68° , precum se vede la EF . Cristalulu astu-feliu preparatu cu feciele artificiale ED si CF se taia in duoe bucati EDC si DCF , in directiunea diagonala CD , perpendiculara pe feciele ED si CF ; aceste duoe bucati se lipescu la locu cu *balsamu de canada*, indicele de refractiune alu acestuia fiind cuprinsu intre cei duoi indici n_o si n_e

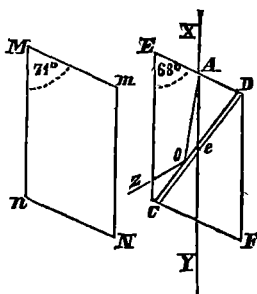


Fig. 307.

ai spatului. Ua radiia XA se bifurca la A in duoe, una extraordinara Ae care se propaga inainte spre Y , ceea-alta ordinara AO care in conditiunile de fecia, cadiendu forte oblicu si propaganduse catre unu mediu mai raru (pentru co n alu balsamului este $< n_o$), patiesce reflectiune totala catre oZ si nu se mai pote transmite inainte. Radi'a eY , singura care ese, este polarisata.

Fenomenele de polarisatiune potu fi aretate si in projectiune printr'unu aparatu analogu cu microscopu solaru; oglind'a acestuia se face atunci negra, pentru co oglinzile ordinare nu dau lumina polarisata, reflectiunea facenduse in realitate la suprafeci'a *metalica* din dosulu oglinzi si polarisatiunea metalelor fiindu aproape nula.

§ 44. CATE-VA NOTIUNI TEORETICE DESPRE POLARISATIUNE

1) Refractiunea induoita a luminei este totu de una insocita de fenomenulu polarisatiunei. Cele duoe radie în

cari se desface ua radie de lumina la medii birefringente suntu *polarisate rectangularu* intre ele. La cristale *uniaxe radi'a ordinara este polarisata paralelu cu sectiunea principala*, adico 'si are planu de polarisatiune paralelu cu acesta sectiune ; iara *radi'a extraordinara este polarisata perpendicularu pe sectiunea principala*.

2) La *refractiune simpla* planulu de polarisatiune este perpendicularu pe planu de refractiune, prin urmare si pe acela de incidentia.

3) La *reflectiune* planulu de polarisatiune este paralelu cu acela de incidentia.

4) De aci resulta ca la aparate de polarisatiune vomu avea *lumina* seu *intunerecu*, dupe cum polarisatorulu si analisatorulu voru avea planurile lor de polarisatiune *paralele* seu *perpendicularare* intre ele.

5) *Legea lui Brewster*.- Reflectiunea si refractiunea simpla nu ne dau totu de una lumina polarisata in maximum ; acesta se produce numai cand incidenti'a se face sub unu unghiu favorabilu, acela numitu *unghiu de polarisatiune*, care variedia dupe substantie si este pentru sticla de $54^{\circ} 30'$. *Brewster* a aretatu experimentalu si teoreticu co *tangent'a unghiului de polarisatiune este ecuala cu indicele de refractiune*, adico

$$\text{tang } i = n ;$$

si fiindu-co
$$\frac{\sin i}{\sin r} = n,$$

urmedia co :
$$\cos i = \sin r, \text{ seu } i + r = 90^{\circ}.$$

Acesta este conditiunea polarisatiunei prin reflectiune

seu refractiune simpla, adico ca *radi'a incidenta sa fia perpendiculara pe aceea refractata.*

6) Lumin'a nu se polarisedia nici ua data in totalitate prin refractiune simpla seu prin reflectiune, anteu din cauza luminei difuse si alu duoilea din cauza dispersiunei ; indicele n variendu dupe colore, variedia si *tang i*, adico cand incidenti'a va da unghiulu de polarisatiune a radielor rosii, acele violete nu vor presintã incidenti'a ceruta pentru polarisatiune completa.

7) Lumin'a *atmosferei* este polarisata partialu, in maximum la ua distantia de 90^0 de la sore.

Asupra naturei interiore a luminei polarisate nu avem enca cunoscintie exacte. Se admite pentru esplicatiunea polarisatiunei, co vibratiunile moleculelor eteriane se facu la lumina naturala in tote azimuturile in directiuni perpendiculare pe aceea in care se propaga radi'a seu miscarea undulatoria ; la lumina polarisata vibratiunile aru fi marginite intr'unu singuru planu, perpendicularu pe acela de polarisatiune dupe *Fresnel*, paralelu cu acesta dupe *Mac-Cullagh* si *Neuman*.

S'au mai observatu enca fenomene mai rari cari ne areta co lumin'a, fara a fi descompusa, priimesee enca si alte feliori de modificari analoge cu polarisatiune. Acele fenomene s'au potutu esplicã admiendu, co moleculele eteriane vibrendu descriu cercuri seu elipse in giurulu positiunei lor de ecilibru. Aceste modificari ale luminei s'au numitu *polarisatiune circulara* si *eliptica*, spre a le deosebi de polarisatiunea ordinara seu *drept-lineara*. Un studiu mai intinsu alu acestor teorii trece peste limitele acestei carti.

ART. X. INTERFERENȚA LUMINEI POLARISATE, SEU POLARISATIUNEA CROMATICA

§ 45. FENOMENULU' SI LEGILE INTERFERENȚIEI LUMINEI POLARISATE

Radiale de lumina polarisata cari se propaga prin cristale birefringente producu fenomene interesante de interferentia, descoperite de *Wollaston*, *Seebeck*, *Brewster* si alti, si cari potu fi observate cu aparatulu de polarisatiune alu lui Nörremberg, seu potu fi aretate in proiectiune. Cele mai interesante din aceste fenomene suntu cele urmetore.

1) Deca punemu intre polarisatoru si analisatoru pe tabl'a *P* (fig. 306) ua lama de cristalu uniaxu, de ex. de spatu de Islanda, taiata perpendicularu pe axu opticu, vomu vedea ua seria de inele colorate (fig. 308), taiate printr'ua cruce negra seu alba, dupe cum planurile de

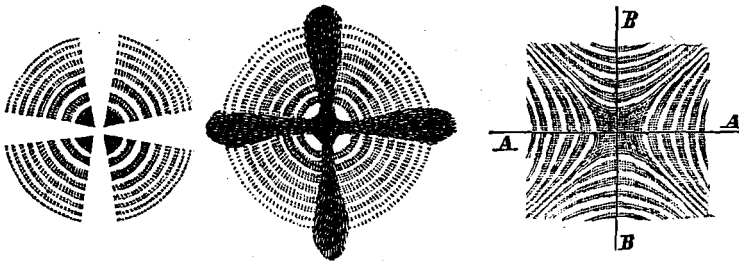


Fig. 308.

Fig. 309.

polarisatiune a analisatorului si a polarisatorului voru fi rectangulare seu paralele intre ele ; mediuloculu va fi asemenea negru in casulu anteiu, albu in alu duoilea casu, iara nici ua data coloratu.

2) Cand lam'a de cristalu este taiata paralelu cu axu opticu si destulu de grosa, atunci se vedu linii colorate

in forma de hyperbole ; iara mediuloculu si spatiulu asymptotica este coloratu uniformu (fig. 309). Colorile se scamba dupe positiunea analisatorului si a lamei.—Deca lam'a este subtire, atunci hyperbolele disparu si se vede numai campulu dintre hyperbole , coloratu uniformu.

3) Lame de cristale biaxe, perpendiculare pe linia media, presinta duoe sisteme de inele in forma de lemniscate cu cruce negra ; iara campulu este coloratu uniformu (fig. 310). Invertindu lam'a in planulu seu se scamba form'a si positiunea lemniscatelor si a crucei ; cand planulu axelor face unghiuri de 45° cu planurile

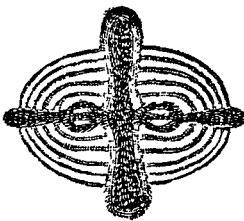


Fig. 310.

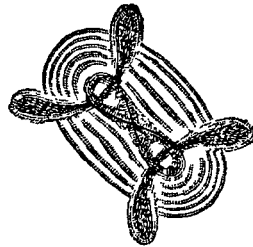


Fig. 311.

de polarisatiune incrucisiate ale aparatului, atunci fenomenulu ia form'a din fig. 311 si crucea negra se scamba in hyperbola.

4) Lame de cristale biaxe, paralele cu planulu axelor optice dau coloratiuni.

5) Substantie amorge seu cristalisate in sistem'a cubica, prin urmare substantie isotrope, presinta fenomenele cristalelor birefringente, cand structur'a lor a fostu modificata intr'unu modu violinte ; astu-feliu sticla calita, seu comprimata tare, areta fenomene analoge cu acele ale cristalelor biaxe

Tote aceste fenomene si alte analoge se producu prin interferenti'a luminei polarisate, precum vomu esplicà cate-va din ele in § urmetoru. *Fresnel* si *Arago* au descoperitu prin observatiunea acestor fenomene legile dupe cari se face interferenti'a radielor polarisate. Eca aceste legi :

a) duoe radie de lumina, polarisate paralelu intre ele, interfera ca lumina naturala si producu tote fenomenele de interferintia descrise in art. VI.

b) duoe radie de lumina polarisata nu se influintiedia una pe alta, deca planurile lor de polarisatiune suntu rectangulare intre ele, iara la impreunarea lor dau lumina cu intensitate constanta, ori care va fi diferinti'a de fasa a lor.

Aceste duoe legi se potu demonstrà experimentalu, acoperindu gaurile lui Young *A* (figura 295) cu duoe lame de turmalina, taiate paralelu cu axu lor si cari potu fi invertite in planulu lor, astu-feliu incatu sa lase sa treca dupe voia radie polarisate paralelu seu rectangularu.

Duoe radie de lumina polarisate rectangularu intre ele, potu fi aduse la acelasi planu de polarisatiune, deca le transmitemu printr'unu nicolu , asediatu intr'unu azimutu convenabilu ; atunci acele radie

c) interfera intre ele ca lumina obicinuita, deca aru fi fostu provenite prin despicarea unei singure radie polarisate ;

d) ele nu interfera, nu se influintiedia una pe alta, deca aru proveni din lumina naturala.

§ 46. TEORIA INELELORU PRODUSE PRIN LAME PERPENDICULARE PE AXU OPTICU

Fia L (fig. 312) ua lama uniaxa taiata perpendicularu pe axu opticu; U ua lentila convergenta; P ua legatura

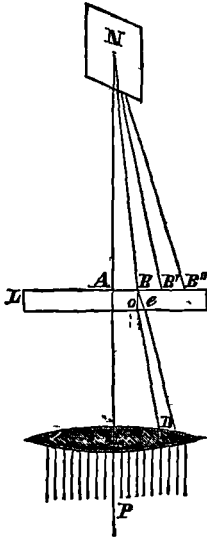


Fig. 312.

de radie paralele, polarisate prin oglind'a S a aparatului de polarisatiune din fig. 306. Lentil'a va transmite catre lama L radie convergente Do, De , cari intrandu oblicu in acesta se voru bifurca; astu-feliu se voru intalni la fia-care punctu $B, B', B'' \dots$ alu lamei L si voru esi impreuna cate dooe radie de lumina, una ordinara oB , ceea-alta estrordinara eB , polarisate rectangularu intre ele si presintandu ua diferentia de drumu $oB - eB$, care la diferitele puncturi $B, B', B'' \dots$ pote sa fia $= \frac{\lambda}{2}, = 2 \frac{\lambda}{2}, = 3 \frac{\lambda}{2}, \text{ etc.}$ Fia-care din

aceste dooe radie trecendu prin nicolu N , se desface in dooe componente; un'a cu planu de polarisatiune paralelu cu alu nicolului si trecendu singura prin acesta; ceea-alta polarisata perpendicularu este stinsa, nepotendu fi transmisa inainte. Acele radie oB si eB aduse astu-feliu la acelasi planu de polarisatiune voru interferi dupe legea c) din § precedente, producendu la puncturile $B, B', B'' \dots$ lumina si intunerecu, respective puncturi colorate, deca operamu cu lumina alba.

Deca ne inchipuimu cercuri descrise de la A ca centru cu radie AB, AB', AB'' , totu aceleasi rationally se

voru aplică asupra tuturilor punturilor ale acestor circumferinție; ensa cele dooe componente ale radielor O si E cari potu trece prin nicolu N , diferindu între ele in intensitate luminosa dupe azimutu, efectulu interferentiei va fi (§ 28) asemenea diferitu dupe azimutu, mesoratu de la planu de polarisatiune al nicolului, adico de la 0^0 , in cele patru cadrante pene la 90^0 ; interferenti'a va încetă chiar la azimuturile 0^0 si 90^0 , la cari nu trece de catu numai cate ua radia o seu e , ceea alta fiindu stinsa de catre nicolu; efectulu interferentiei va fi maximum la azimuturile 45^0 , unde cele dooe componente ale radielor o si e au intensitati ecuale. De aci se vede pentru ce inelele suntu intrerupte in dooe directiuni rectangulare (fig. 308) prin crucea negra seu alba, adico la acele azimuturi la cari nu se produce interferentia; aci nu se producu de catu simplu fenomene de polarisatiune. In directiunea centrala a axului opticu A , se propaga numai ua radia, prin urmare nu se potu produce fenomene de interferentia si mediuloculu remane luminatu seu intunecat dupe positiunea analisatorului.

La cristale biaxe aceste fenomene se grupedia in giurulu fia-caruia axu opticu, de unde resulta dooe sisteme de inele, presintandu ua symetria despre *lini'a media*; crucea se scamba in hyperbola.

§ 46. TEORI'A LAMELOR PARALELE CU AXU OPTICIT'

Fia MN (fig. 313) ua asemenea lama, taiata paralelu cu axu opticu AA . Dupe ceea ce s'a disu la § 38 ua radia de lumina trecendu prin ori care puntu al lamei, fia chiar prin O , si propagandu-se normalu seu oblicu,

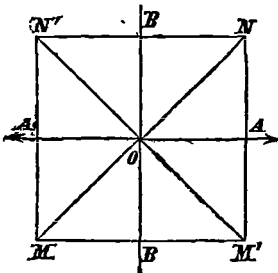


Fig. 313.

se va bifurcă în două polarizate rectangularu cari, aduse prin nicolul analisatorului la același planu de polarisatiune, voru produce la ori-ce punctu și azimutu fenomene de interferentia, colorate la lumina alba.

Radiiele cari se propaga în secțiunea BB , perpendiculara pe axu AA , avendu dupe § 38, 5) indicii n_o și n_e constanti, au și iutieli de propagatiune constante, diferindu ensa între ele cu ua catime asemenea constanta. Diferentiele de drumu ale radielor cari interfera în acestu azimutu depindu dera numai de oblicitatea lor, care cresce de la O spre B , B , și voru deveni la diferite puncturi $= \frac{\lambda}{2}, = 2 \frac{\lambda}{2}, = 3 \frac{\lambda}{2}$, producendu puncturi colorate în directiunea BB (vedi fig. 309).

Radiiele cari se propaga în directiunea AA (fig. 309 și 313) prezinta asemenea au diferentia de drumu... $= 3 \frac{\lambda}{2}, = 2 \frac{\lambda}{2}, \frac{\lambda}{2}$; acesta nu provine ensa atatu din oblicitate, catu din caus'a co diferentia de iutiela a celor două radie, mica pentru radie forte oblici, cari tindu a se propaga în directiunea axului AA , cresce în directiuni mai normale. De unde resulta și în directiunea AA alternative de lumina și de întunerecu, seu puncturi colorate.

În directiunile diagonale seu asymptotice MN , $M'N'$, făcendu cu AA și BB unghiuri de 45° , scăderea în diferentia de iutiela a celor radie compensedia crescerea în diferenti'a de drumu produsa de oblicitate și se stabilește

ua *diferinti'a constanta* intre perechile de radie ce se propaga in acesta directiune, ceea ce produce colorea uniforma a mediulocului dintre hyperbole.

§ 48. POLARISATIUNE ROTATORIA

Cuarzulu care este unu cristalu uniaxu face esceptiune de cele alte cristale uniaxe, presintandu la mediuloculu inelelor din fig. 308 ua coloratiune, care variedia dupe grosimea lamei si dupe positiunea analisatorului. Deca operamu cu lumina omogena si introducemu ua lama de cuarzu grosa de 1^{mm} intre polarisatoru si analisatoru, rectangulari intre ei, campulu se luminedia si va trebui sa intorcemu analisatorulu cu unu unghiu ore-care, ca sa intunecamu campulu din nou, Acesta variedia dupe colore ; pentru lame de 1^{mm} elu este

de 17° pentru lumin'a <i>rosie</i> ,			
» 25	»	»	<i>verde</i> ,
» 34	»	»	<i>albastra</i> ,
» 44	»	»	<i>violeta</i> ;

pentru lame mai grose cresce proportionalu cu grosime. Deca operamu cu lumina alba, nu potemu sa intunecamu campulu nici ua data, ci intorcendu analisatorulu, vomu avea succesiunea colorilor spectrului. Suntu cristale de cuarzu, la cari rotatiunea analisatorului trebuie sa se faca la *drepta*, ca sa se produca colorile in ordinea rosii-violetu ; la alte cristale rotatiunea trebuie facuta la *stenga*, ca sa se produca colorile in aceeasi ordine ; *cele d'anteiu dicemu co intorcu planulu de polarisatiune la drepta, iara cele din urma la stenga*. Intorcendu analisatorulu continuu spre dreapta, vomu

produce colorile rosiu-violetu de duoe ori pentru fiecare rotatiune intrega (360°) a analisatorului. Intre violetu finalu si rosiu urmetoru se produce ua colore speciala, ua combinatiune a acestor duoe colori, numita *colore sensibila* (*teinte sensible*) seu de *transitiune*.

Arago a observatu celu d'anteiu acestu fenomenu la cuarzu; apoi *Seebeck* si *Biot* lu au observatu si cu alte substantie, mai cu sema cu *licide*, din cari unele, siropurile de zaharu, intorcu planu de polarisatiune *la*

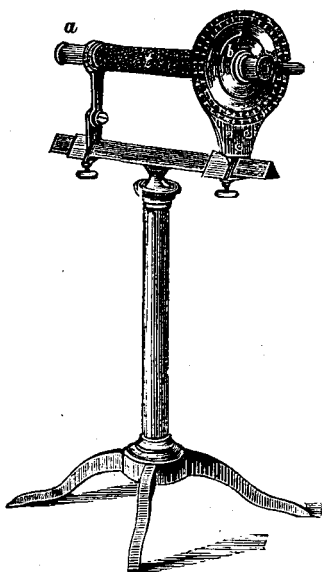


Fig. 314

drepta, altele, ca terpentinu, lu intorcu *la stenga*. Unghiulu cu care trebuie sa intorcemu analisatorulu din positiunea rectangulara pe polarisatoru, ca sa producemu colorea sensibila, cresce cu lungimea colonei licide, seu cu *gradulu de concentratiune* a ligidului, lungimea colonei strabatute de rãdiile polarisate remanendu atunci constanta. Acesta ne da unu mediulocu comod, ca sa cunoscemu calitatea unui siropu de sãharu, care va cere ua rotatiune a analisatorulu

cu atata mai mare cu çatu siropulu este mai incarcatu cu sãharu. Acestu mediulocu este practiculu si se intrebuintiedia in industria; aparatele destinate pentru acesta s'au numitu *saharimetre*. Fig. 314 represinta unu saharimetru forte simplu si practiculu alu lui *Mitscherlich*; elu se compune de unu tubu *t* inchisu cu table

de sticla, în care se pune licidul, și de doi nicoli *a*, *b*; cerculu gradatu din *b* ne permite sa mesoram, unghiulu de rotatiune.

Unu altu saharimetru este acela *cù compensatiune* alu lui *Soleil*. (fig 315). Acesta are mai multu de catu acela a lui Mitscherlich ua parechię de lame de cuarz, taiate in forma de pana, și cari potu alunecà una peste

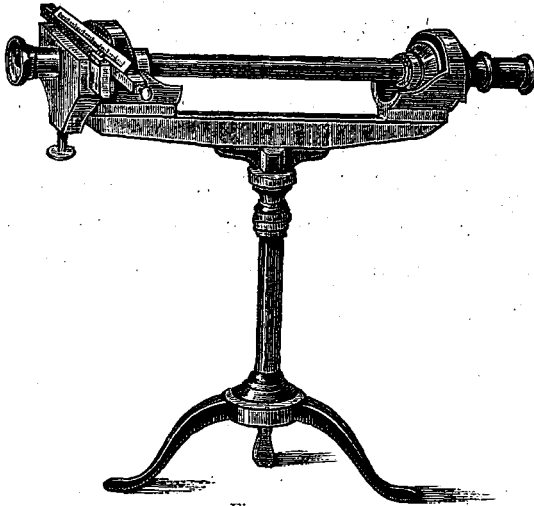


Fig. 315.

alta cu spatiuri mesorate pe scara ce se vede in figura. Dupe cum s'a disu mai susu, lamele de cuarz aducu ua rotatiuneę a planului de polarisatiune cu atatu mai mare cu catu ele suntu mai grose; prin urmare potu fi trase seu impinse inaintea colonei licide din saharimetru. pene sa anuledie rotatiunea adusa de siropu de saharu. Dupe divisiunile cu cari amu miscatu acele lame se pote cunosce dera gradulu de concentrațiune a acestui siropu.

Rotatiunea planului de polarisatiune pote enca fi pro-

dusa si prin *magnetismu*. Esperienti'a o potemu face lesne cu aparatulu din fig. 145, in care ferulu electromagnetilor este gauritu in directiunea axului. Se scotu atunci bucatile de feru a , b si se asiedia la extremitatile opuse duoi nicoli, precum se areta in figura. Incruciamu nicolii ca sa avemu intunerecu; magnetisandu ensa ferulu prin introducerea curentului galvanicu, campulu se luminedia; va trebui atunci sa intorcemu analisatorulu cu cate-va grade la drepta seu la stenga, dupe directiunea curentului, ca sa restabilimu intunereculu.

Rotatiunea planului de polarisatiune se esplica prin teoria polarisatiunei circulare; ensa cere ua desvoltare mai intinsa a acestei din urma, precum si calcule lungi pe cari trebuie sa le lasamu in acestu scurtu espusu alu fenomenelor generale.

ADAOSU

DESPRE APERATORU DE TRASNETU (PARATONNERRE)

de E. BACALOGLO ;

Memoriu cetitu in siedinti'a Academii Romane de la 27 Martiu 1887

Trasnetulu este unulu din fenomenele cele mai ingroditore ale naturei; atata numai co este ceva localu si actiunea lui destructore nu are intinderea ceea mare a altoru catastrofe, precum suntu cutremuri, uragane etc. Spiritulu de conservatiune a condusu de multu pe omeni sa se gandesca la mediuloce de a se aperà, de se pote, de trasnetu ; ensa tote incercarile au fostu simple conceptiuni imaginare, si pene nu s'a cunoscutu adeverata natura a lui, nu s'a potutu gasi nici adeveratulu mediu-locu de a ne aperà de trasnetu.

Trasnetulu, fulgerulu si tunetulu suntu fenomene de aceeasi natura, suntu nisce descarcari electrice. Cand electricitatile nuorilor se descarca intre ele, avemu fulgeru cu tunetu, cari nu ne aducu nici unu reu, decatu numai spaima la cei fricosi. Cand nuorii fiindu mai aproape de pamentu, 'si descarca electricitate catre acesta, atunci avemu trasnetulu. Lucrulu se petrece astu-

feliu : nuorii au electricitate positiva care influentia pamentulu si descompunu in elu electricitatile ; ceea positiva este respinsa in adencimile pamentului, iara electricitatea negativa este atrasa catre nuoru si se descarca catre densu, dandu aceea scantee colosala, pe care o numimu trasnetu. Numai cand s'a intielesu acesta, au potutu omenii sa descopere si mediuloculu de a se feri de trasnetu.

Din cele spuse aci la urma se vede co unu aperatoru de trasnetu trebuie sa fia in stare sa faca unu induoitu serviciu : 1. Sa dea ua scurgere continua si cu ceea mai mare inlesnire la electricitatea (negativa) a pamentului catre electricitatea positiva) a nuorilor, ca nu cumva, prin intreruperea acestei scurgeri, sa se ingramedesca la unu locu o cantitate mare de electricitate si sa faca o descarcare violenta catre nuori, adico sa provoce unu trasnetu. 2. La casu ca nuorii sa aduca prea multa electricitate, ca fluxulu continuu, mentionatu mai susu, sa nu fia sufficientu pentru neutralizarea ei, ca in fine ua descarcare violenta (trasnetu) sa fia inevitabila, aperatorulu trebuie sa mediulocesca descarcarea, adico acesta trebuie sa se faca între *paratonnerre* si nuori, iara nici de cum între nuori si obiecte vecine la aperatoru, precum aru fi case si alte. De aci resulta conditiunile fundamentale pentru confectiunea si instalarea unu aperatoru de trasnetu : α) Elu trebuie sa presinte unu verfu ascutitu in partea superioara a lui, indreptata catre nuori ca sa pota inlesni scurgerea electricitati catre nuori si sa nu permita o ingramedire a ei asupra obiectelor terestre din vecinetate. Americanulu Franklin a aretatu

pe la diumetatea secolului trecut (1749), co verfurile ascutite au acesta proprietate de a descarcà electricitatea. *b)* Elu trebuie sa ocupe partea ceea mai inalta a edificiului pusu sub aperiarea lui, si verfulu lui sa iasa mai sus de catu ori-ce altu verfu din vecinetatea apropiata, ca astu-feliu descarcarea, eventualu si trasnetu, sa se faca prin paratonnerre, iara nu prin alta parte a edificiului. *c)* Elu trebuie sa presinte o conductibilitate electrica perfecta de la verfu si pene la adencimile pamentului, ca astu-feliu electricitatea din interiorulu acestuia, gasindu unu drumu metalicu, bunu conductoru, sa se scurga liniscitu catre verfu si de acolo la nuori, iara sa nu fia silita sa apuce drumulu prin edificiu, de unde nu se va descarcà catre nuori de catu cu violentia, adico trasnindu acelu edificiu. *d)* Tote masele metalice ceva mai mari, aflate in acelu edificiu, precum suntu invelitori de metalu si alte deposite metalice in cantitati insemnate, trebuescu puse in ceea mai buna comunicatiune metalica cu aperiatoru de trasnetu, ca astu-feliu electricitatile produse asupra lor prin influinti'a nuorilor sa aiba o scurgere usiure atatu catre verfu si nuori, catu si spre pamentu, si sa nu se ingramedesca in cantitati mari, producendu apoi trasnetu in interiorulu casei.

Dupe ce Americanulu Franklin a descoperitu la 1749 actiunea verfurilor, adico co prin ele electricitatea se scurge continuu si in linisce, a procedatu cu trei ani mai tardiu la proba, co nuorii au electricitate, si a facutu vestitulu experimentu cu smeu, d'asupra carui a fixatu unu verfu de metalu. Mai in acelasi timp si dupe

indicatiunile lui, a facutu si Francesulu Dalibard esperimente analoge, si astu-feliu s'a demonstratu, co nuorii suntu incarcati cu electricitate positiva, de unde decurgu tote fenomenele fulgerului si ale trasnetului. La 1754 s'a asiediatu celu d'anteiu aperatoru de trasnetu la Znaim in Moravia de catre unu preotu Divish, care se ocupà multu cu studiulu electricitati; la 1760 a asiedatù en-susi Franklin la Filadelfia pe alu duoilea aperatoru de trasnetu si pene la 1782 eràu deja 400 paratonnerre la Filadelfia

Aperatorulu de trasnetu fiindu ua instalatiune de cea mai mare importantia, s'au ocupatu multi invetati in parte si corporatiuni intregi de ingineri, architecti, Academii etc., ca sa gasesca si sa dea prescriptiuni pentru celu mai bunu paratonnerre si pentru cea mai buna instalatiune. Unu aperatoru completu se compune din verga cu verfu, care se pune d'asupra edificiului, si din conductoru metalicu, care merge pene la ua adencime ore-care in interiorulu pamentului. Verga este de feru, de o grosime, forma si lungime determinate, si terminata cu ua extremitate, pentru care s'au datu prescriptiuni forte variete. Verga pote sa aiba ua lungime de la 3 seu 4 metre pene la 7 seu 8 metre; suntu ensa de preferitu vergele mai scurte si mai multe pe ua casa, de catu una singura si lunga. Form'a ei este patrata seu rotunda; acesta din urma fiindu iarasi cea mai buna. Verg'a pote sa aiba aceeasi grosime peste totu si numai catre verfu, la ua distantia de vre ua 30 centimetre, sa se subtiedie pucinu, seu pote sa merga progresive subti-induse de la basa spre verfu. Grosimea ei trebue sa fia de

duoe centimetre in diametru celu pucinu; dupe împregiurari ensa se cere sa aiba unu diametru si de patru seu cinci centimetre. Verg'a trebuie sa fia facuta dintr'ua bucata intrega; deca, fiindu prea lunga, are nevoie sa fia din duoe sau trei bucati, acestea trebuescu împreunate pe focu la temperatura alba, ca sa nu se mai cunosca punturile, unde au fostu lipite. Verg'a se face cate ua data si din tuburi cilindrici de feru, cari ensa trebuie sa fia grosi in pereti. Estremitatea superioara a vergeli cere cele mai scrupuloase ingrijiri. Comisiunea franceza de la 1823, numita de guvernul dintre membrii Academii franceze, a decisu ca la estremitatea superioara a vergeli de feru, sa se insiurupede, si sa se lipesca totu de ua data cu alama, ua verga mica de 20 centimetre de cupru, si d'asupra ei sa se adaoge ua verga de platina ca de 6 centimetre si forte ascutita la verfu. Ua a duoa comisiune franceza din 1854, compusa totu din invetiati din Academia de sciintie de la Paris, recunoscendu defectele dispositiunei de mai susu, a recomandatu sa se fixede prin insiurupare si lipire la estremitatea superioara a vergeli de feru de a dreptu unu conu micu de platina, inaltu de 3 centimetre si avendu la basa unu diametru de duoe centimetre. Comisiunea din 1855, tinendu comtu de scumpetea platinei, a propusu ca acelu conu sa fia de cupru, iara nu de platina. Cuprulu este in adeveru mai fusibilu de catu platina, ensa acesta din urma conduce electricitatea mai reu de catu cupru, prin urmare cuprulu se incaldiesce mai pucinu, si nu este de temutu, co unu verfu de cupru se va topi mai curend decatu deca aru fi de platina.

Conductorulu care pune in comunicatiune verg'a a pământului de d'asupra casei cu adencimile pământului, a fostu asemenea obiectulu multor controverse. Momentele de cari trebuie tinutu sema la alegerea acestui conductoru suntu multe: conductibilitatea electrica, incalzitulu lui, si prin urmare pericolulu de a se topi la casu de trasnetu, precizulu, form'a, greutatea materialului din care consista acestu conductoru, ne impunu conditiuni, adesea contradictorii, la alegerea materialului. Conductorulu acesta trebuie facutu de metalu; despre acesta nu pote fi discussiune; dera care metalu? Argintulu ar fi celu mai bunu conductoru, dera este forte scumpu si espusu sa fia furatu; cositorulu, zinculu, chiar alama care a fostu desu intrebuintiata, suntu forte rele, se deterioreadia lesne; platin'a este scumpa si grea, plumbulu greu si amenduoae rele conductore. Nu remane sa alegemu de catu intre cupru si feru. Aceste amenduoae se intrebuintiedia cu succesu. Conductorii de cupru se facu de serma grosa, avendu unu diametru intre optu si diece milimetre: acei de feru, in diametru de la duoe pene la patru centimetre. Cu catu distanti'a este mai mare, pene unde ingropamu acestu conductoru in pamentu, cu atata elu trebuie sa fia mai grosu. Acesti conductori se facu si in forma de corde seu strenguri, compusi din multe serme subtiri, resucite impreuna; acestia presinta ua mai mare inlesnire la asiediatu, ensa suntu espusi mai lesne la stricaciuni; se pote taji una, seu mai multe din sermele subtiri cari le compunu, fara ca sa se bage de sema, ceea ce ar intrerupe comunicatiunea cu pamentu si ar periclitã edificiulu

mai multu, in locu sa lu apere. Conductorii de feru, ca sa fia feriti de rugina, trebuescu galvanisati cu zincu, seu sa fia vapsiti cu vre unu feliu de lacu, care nefiindu asia durabilu, cere sa fia innoitu forte desu.

Acesti conductori, fia de cupru seu de feru, variedia, mai alesu in grosime, dupe conditiunile de instalare. Deca casa, pe care voimu sa o aperamu, se afla pe unu pamentu baltosu, seu chiar pe unu pamentu uscatu, ensa sta izolata, atunci cantitatea de electricitate este cu multu mai mare, decatu in imprejurarile ordinare, si se cere ca acesti conductori, cari au sa mediulocessa trecerea ei catre nuori, sa aiba aptitudine mai mare pentru acesta si prin urmare sa fia multu mai grosi, sa aiba de ex., unu diametru de unu centimetru si jume-tate pene la duoe centimetre, deca suntu de cupru, iara de 4 pene la 6 certimetre, deca suntu de feru.

Conductorulu metalicu, care vine de la verga apera-torului, trebue ingropatu in pamentu intr'unu putiu adencu, in care ap'a nu seca nici ua data si pastredia, chiar la seceta cea mai mare, ua adencime de celu puçinu unu metru. Dupe comisiunea francesca de la 1855, mentionata mai susu, se asiedia in acestu putiu unu tubu de feru turnatu de unu diametru interioru ca de 15 centimetre, care sa ajunga pene la suprafeci'a pa-mentului si care are in tota lungimea lui gauri laterale ca sa pota petrunde apa intr'ensu. Conductorulu meta-licu este introdusu in acestu tubu pene la fundulu pu-tiului, dupe ce mai inainte a fostu legatu cu acestu tubu cu ua bucata transversala de feru.

In localitati, unde nu se pote gasi apa in adencimi

accesibile si in apropierea casei, se face ua gropa adenca, pene sa damu de unu pământu mai multu seu mai pucinu umedu ; se asterne unu stratu de coke pulverisatu, si conductorulu este terminatu in acestu stratu de carbuni printr'ua tabla de feru de unu metru patratu in suprafecia. In tote casurile se mai cere enca ca sa punemu conductorulu in buna comunicatiune si cu suprafecia pamentului, care in timpu de ploia udandu-se presinta presinta unu mare deșitu de electricitate capabila sa dea trasnetu. Pentru acesta, deosebitu de conductorii cari mergu in adencimile pamentului, se facu ramificari metalice si imediatu sub suprafecia pamentului la ua adencime de cate-va centimetre. Se intielege de sine co tote aceste ramificari trebuescu aperate de stricaciuni si de atacurile trecatorilor.

Verg'a aperatorului de trasnetu se asedia, precum s'a disu mai susu, pe partea cea mai inalta a edificiului presupundu co form'a si dimensiunile acestui nu reclama mai multe vergele. Verg'a se fixedia mai bine pe unu stalpu solidu de lemnu ce se afla in podulu casei, si se pune tota ingrijirea, ca verg'a sa petrundia in invelitore catu se pote mai pucinu, seu, deca se pote, sa nu petrundia de locu. La bas'a vergeli, unde este fixata pe invelitore, se asedia in giurulu ei unu feliu de palnia de tabla de feru resturnata, ca sa opresca ploia de a resbi in interioru , ceea ce ar face sa putrediesca stalpulu, si ar vatemà soliditatea vergeli. Conductorulu care merge la pamentu este fixatu la bas'a vergeli prin siurupuri, seu lipitu (soudé) si legatu solidu cu inele de metalu. Acestu conductoru este apoi condusu pe dru-

mu'u celu mai scurtu de a lungulu invelitori si a zidului pene la pamentu si sprijinitu din distantia in distantia, in totu percursulu seu, prin furci de feru, fixate pe invelitore si de a lungulu zidului. Ingroparea lui in pamentu, seu in putiu, nu se face, fara sa fia trebuinti'a, prea departe de casa, dera nici mai aproape de unu seu duoe metre. Invelitorea si tote masele metalice mari trebue puse in perfecta comunicatiune cu acestu conductoru prin vergele de feru, cari asemenea este mai bine sa fia rotunde, seu prin serme de cupru, cand conductorulu ensusi este de cupru. Se intielege de sine, co este mai bine ca asemenea mase metalice sa aiba duoe puncturi departate ale lor in comunicatiune cu duoe puncturi asemenea departate ale conductorului, ca astu-feliu sa mediulocessa pe de ua parte scurgerea electricitati negative catre verfu si nuoru, iara pe de alta parte scurgerea electricitatii positive catre pamentu.

Cestiunea de a se scie, deca tuburile de distributiune a gazului si a apei este bine sa fia puse iu comunicatiune cu conductorulu paratonerului, seu nu, s'a discutatu multu, fara ca sa se fia ajunsu la unu resultatu; se pare ensa ca opiniunea antea predomina si este adoptata mai de toti omenii speciali ca cea mai corecta.

Numerulu si marimea vergelelor, precum si puncturile unde trebuescu asiediate, variedia cu dimensiunile si form'a atatu a edificiului, catu si a invelitori. Vergelele este bine sa nu fia mai lungi de 5 metre, mai bine intre trei si cinci metre. Fia care verga apera unu spatiu imprejurulu ei de ua induoita radia celu multu; astu-feliu ua casa lunga de 24 metre si cu invelitorea ascutita are

trebuintia de duoe vergele de cate trei metre fia-care, puse la distantia de 12 metre intre ele. Deea invelitorea este sietia, atunci trebuescu mai multe vergele, totu de aceeasi lungime ; astu-feliu la cas'a de 24 metre cu invelitorea sietia se ceru celu pucinu trei vergele de trei metre fia-care, asiediate astu-feliu ca distanti'a pene la strasina sa fia mai mica de catu ua lungime a vergeli. Ua casa in forma de potcova cere, potrivit cu dimensiunile ei, celu pucinu trei vergele ; ua casa, care cuprinde in interioru ua curte patrata, cere celu pucinu patru vergele ; ua casa in care partea de mediulocu este mai inalta decatu partile laterale, cere ua verga mai lunga la mediulocu ; de ex , de 4 seu 5 metre, si cate ua verga de trei metre la fia care parte laterala ; deca ensa dimensiunile acestei case suntu prea mari, atunci se cere unu numeru mai mare de vergele. Case cu ornamente architectonice, cu turnuri, verfuri etc., ceru dispositiuni speciale, pe cari numai unu omu specialu le pote determinà la feci'a locului. Tote vergelele suntu unite intre ele si cu conductoru care merge la pamentu ; la casu ca numerulu vergelelor sa fia prea mare, trebuie sa asiediamu si duoi sau trei conductori la pamentu. Deosebitu de acesta, vergelele trebuescu puse mai apropc de acea parte a cãsei, despre care verabate mai obicinuitu ploia. adico aci la noi despre Sud-West ; asemenea si conductorulu la pamentu trebuie asiediatu totu la aceeasi parte a casei.

La magazii cu prafu de pusca, seu alte substantie inflamabile s'au propusu adesea dispositiuni speciale, intre alte de ex., asiediatulu vergelelor, nu pe magazia

ensasi, ci pe stalpii pusi impregiurulu edificilui la ua distantia de duoe seu trei metre. Acesta dispositiune nu este de locu necesara si specialistii admitu, co este mai bine ca paratonnerrele sa fia puse chiar pe magazia, catu se pote pé langa strasini de giuru impregiuru. Principala atentiune trebue sa fia ca asemenea magazii sa fia puse pe pamentu absolutu uscatu si ca ap'a de ploia sa fia departata cu ceea mai mare îngrijire din giurulu edificilui ; este si mai bine ca asemenea magazii sa se faca la unu locu catu se pote mai josu.

Se întielege de sine co biserici, fabrici cu cosiuri inalte, corabii cu catarte lungi si alte, reclama si mai multu protectiunea contra trasnetului. Specialistulu va sci sa aplice si sa modifice principiile espuse mai susu potrivit cu trebuintiele fia caria instalari. Totu asemenea, instalările telegrafice si telefonice ceru aperatori de trasnetu ; dera in privintia acesta nu avemu sa adaogamu nimica, intru catu se presupune co directorii unor asemenea institutiuni, ca omeni speciali, 'si voru îngrijii stabilimentele lor cu tote necesarele.

Unu aperatoru de trasnetu nu ajunge numai sa fia instalatu ; elu, mai multu de catu ori-ce altu lucru, este supusu la deteriorari. Unu asemenea aperatoru, care a priimitu unde-va ua lesiune, ua intrerupere, este mai periculosu de catu deca ar lipsi cu totu. De aceea ori unde avemu asemenea aperatori de trasnete, trebue sa le supunemu la ua proba celu pucinu la duoi ani ua data, mai bine la fia-care anu, si la locale periculose , precum suntu ierbarii etc., chiar de duoe ori pe anu. In-cercarea principala constă intru a vedea, deca este ua

continuitate perfectă de conductibilitate electrică de la verful vergeli și pene la pământ. Pentru acesta ne servim de un element, sau o baterie galvanică, sau o altă mașină electrică, și de un galvanometru, și încercăm pe rând câte două puncte ale aparatului întreg, începând de la verful vergelei și pene la pământ, unde este îngropat conductorul; trebuie să încercăm și dacă comunicarea între conductor și pământ este perfectă întru pământ. Se înțelege că această probă singură nu este suficientă; pentru curenții slabi ai aparatelor cu care încercăm trec și când conductorul ar avea mici leziuni, sau ar fi puțin oxidat, de vreme ce curenții puternici ai electricității nuorilor ar fi și ar topi conductorul la părțile imperfecte, atrăgându-l astu-fel în tranșă. De aceea pe lângă proba menționată, care este neapărat necesară, mai trebuie încă să facem din când în când o examinare oculară cu de-a amănuntul a instalațiilor întregi, dacă vom avea ca aparatul de tranșă să prezinte o deplină siguranță, și să nu rămână totă instalația iluzorie, ba chiar vătămată.

Închei, observând că instalația paratonerului este o necesitate, de care la noi nu s-a dat încă seamă în de-ajuns, și că numărul paratonerelor stă în general în raport intim cu gradul de adevărată cultură a unei localități.

TABLA DE MATERII

	<u>PAGINA</u>
Titlu	I
Prefeția la antea editiune.	III.
Prefeția la a doua editiune	VII.
Literatura	IX.

INTRODUCTIUNE

§ 1. Fenomene fizice	1.
2. Proprietati generale ale materii	4.
3. Notiuni despre miscare	8.
4. Notiuni despre poteri	9.
5. Compositiunea poterilor si a miscarilor	11.
6. Poteri paralele	13.
7. Parghii si aplicatiunile lor	16.
8. Planu inclinat si aplicatiuni	18.
9. Poteri centrale	19.

SECT. I. GRAVITATE

§ 1. Greutatea si ecilibrul corpurilor	22.
2. Cantarulu	25.

	PAGINA
3. Caderea corpurilor pe pamentu	28.
4. Pendulu simplu	35.
5. Pendulu fisicu seu compusu	38.
6. Intensitatea gravitati pe pamentu	41.
— Form'a si dimensiunile pamentului	44.
7. Mas'a si densitatea media a pamentului	46.

SECT. II. CELE TREI STARI DE AGREGATIUNE ALE CORPURILOR

§ 1. Proprietati principale ale solidelor	50.
2. Proprietati generale ale licidelor	53.
3. Ecilibrulu licidelor independente de gravitate	56.
4. Ecilibrulu licidelor sub influinti'a gravitati	60.
5. Determinarea densitati corpurilor	66.
6. Actiuni moleculare la licide	70.
7. Miscarea licidelor	73.
8. Proprietati principale ale gazelor	75.
9. Aerulu atmosfericu	77.
10. Machina pneumatica	80.
11. Barometrulu	86.
12. Mesura inaltimilor cu barometru	93.
13. Compresiunea si dilatatiunea gazelor	95.
14. Manometrulu	99.
15. Diferite aplicatiuni ale presiunii gazelor	101.
16. Aerostate	107.

SECT. III. MAGNETISMU

§ 1. Caracterele magnetilor	109.
2. Metode de magnetisare	111.
3. Poterea magnetilor	115.
4. Actiunea mutuala a duoi magneti	117.
5. Magnetismulu pamentului	126.

SECT. IV. ELECTRICITATE

	<u>PAGINA</u>
§ 1. Productiunea si natur'a electricitati	135.
2. Machini electrice	142.
3. Machin'a de influentia Holtz	150.
4. Cate-va experientie cu machina electrica	155.
5. Curenti hidroelectrici	159.
6. Diferite feliiuri de elemente si baterii galvanice	165.
7. Baterii secundare seu acumulatori	172.
8. Diferite alte cauze de electricitate, termoelectricitate	174.
9. Condensatiunea electricitati	176.
10. Efectele descarcari electrice	181.
11. Efectele curentilor galvanici	184.
12. Efecte chimice seu electrochimia	187.
13. Galvanoplastia	190.
14. Efecte magnetice seu electromagnetismu	192.
15. Reometre	195.
16. Diamagnetismu	201.
17. Propagatiunea si iutiela electricitati	203.
18. Intensitatea curentilor electrici, unimielectrice	207.
19. Distributiunea si actiunea electricitati	214.
20. Formul'a lui Ampère	220.
21. Curenti de indnctiune	229.
22. Aparate de inductiune electrica	234.
23. Tuburi Geissler si Crookes	238.
24. Aparate de inductiune magnetica	240.
25. Machini dynamoelectrice	248.
26. Machini moderne cu armature anulare	251.
27. Machini moderne cu curenti alternativi	262.
28. Luminatu electricu	266.
— Carbuni	272.
29. Lampi electrice	273.
30. Observatiuni generale asupra luminatului electricu	280.
31. Electromotori, transportu poteri si a miscari la distantia	282.

	<u>PAGINA</u>
32. Telefonu, microfonu	285.
33. Telegrafu electricu si cate-va alte aplicatiuni ale electricitati	287.
— Cabluri submarine	296.
— Orologii electrice etc	298.
34. Electricitate atmosferica	298.
35. Aparatoru de trasnetu	300.
36. Lumina seu aurora polara	302.

SECT. V. CALDURA

§ 1. Natur'a caldurei; termometrulu	306.
2. Dilatatiunea corpurilor prin caldura	309.
3. Dilatatiunea solidelor	311.
4. Dilatatiunea licidelor	317.
5. Dilatatiunea gazelor	320.
6. Caldur'a specifica a corpurilor	322.
7. Scambarea starei de agregatiune ; licefactiune . .	326.
8. Transformarea licidelor in vapori	329.
9. Aparate pentru gietia	333.
10. Condensatiunea vaporilor	335.
11. Experienti'a lui Leidenfrost	336.
12. Determinarea densitati vaporilor	337.
13. Tensiunea vaporilor	339.
14. Machini cu vapori	342.
15. Diferiti motori ; lucrulu machinilor ; locomotiv'a .	352.
16. Propagatiunea caldurei	356.
17. Productiunea caldurei	358.
18. Distributiunea caldurei pe suprafeci'a pamentului.	359.
19. Hygrometre si hydrometeore	362.
20. Teori'a mecanica a caldurei	367.

SECT. VI. ACUSTICA

§ 1. Natur'a sunetului	374.
----------------------------------	------

	<u>PAGINA</u>
2. Propagatiunea sunetului	375.
3. Proprietatile seu caracterele sunetului	377.
4. Legile vibratiunilor	383.
5. Sunete musicale si combinatiunea lor	388.

SECT. VII. OPTICA SEU TEORIA LUMINEI

ART. I. NOTIUNI PRELIMINARE

§ 1. Natur'a si productiunea luminei	395.
2. Propagatiunea si iutieli'a luminei	400.
3. Fotometria	404.

ART. II. CATOPTRICA

4. Fenomenele si legile reflectiunii luminei	409.
5. Reflectiune la oglinzi plane	412.
6. Cate-va aplicatiuni ale oglinzilor plane	414.
7. Reflectiune la oglinzi curbe	419.
8. Imaginile oglinzilor curbe	422.
9. Formule exacte ale oglinzilor sferice	424.

ART. III. DIOPTRICA

§ 10. Fenomenulu si legile refractiunii	425.
11. Refractiune atmosferica	428.
12. Prisme	431.
— Camer'a lucida	432.
— Calculu	432.
— Diviatiunea minimala	434.
13. Determinarea indicilor de refractiune	435.
14. Lentile	437.
15. Formul'a aproximativă a lentilelor	439.
16. Imaginile lentilelor	442.
17. Formule exacte ale lentilelor	444.
18. Puntulu de intersectiune a duoe radie, seu foca- rulu conjugatu	447.

ART. IV. DISPERSIUNEA LUMINEI

	<u>PAGINA</u>
19. Fenomenulu si legile dispersiunii	449.
20. Liniile spectrului; spectroscopia.	452.
21. Diferite proprietati ale luminei si ale radielor spec- trului in specialu	462.
— Fotografia	463.
22. Acromatismulu	466.
23. Meteore produse prin dispersiunea luminei	470.
— Formule relative la curcubeu	474.

ART. V. OCHIULU SI INSTRUMENTE OPTICE

24. Vederea simpla ; ochiulu	475.
25. Microscopulu si telescopulu	479.
26. Instrumente optice pentru proiectiunea imaginilor.	487.

ART. VI. TEORI'A UNDULATIUNILOR SI INTERFERENTI'A LUMINEI

27. Natur'a miscarei undulatorie	490.
28. Principiile fundamentale ale acestei teorii	492.
29. Legile reflectiunei si ale refractiunei	494.
30. Iutiel'a luminei in diferite medii	496.
31. Experientie fundamentale de interferentia	499.
32. Inelele lamelor subtiri si grose	502.
— Inele cu lame grose	508.
33. Formule miscarei undulatorii	509.
— Intensitatea luminei	514.
34. Compositiunea miscarilor undulatorii	515.

ART. VII. INFLECTIUNEA LUMINEI

35. Fenomenulu inflectiunei	519.
36. Calculu matematicu	521.
— Lungimea undulatiunei λ	524.
— Maximum intensitati luminoase	525.

ART. VIII. REFRACTIUNE INDUCITA

	<u>PAGINA</u>
37. Fenomene la cristale uniaxe	526.
38. Legile lui Huyghens	529.
39. Ochianulu lui Rochon ,	531.
40. Cristale biaxe	533.
41. Cate-va idei teoretice	534.

ART. IX. POLARISATIUNEA LUMINEI

42. Natur'a si productiunea luminei polarisate . . .	536.
43. Aparate de polarisatiune	537.
44. Cate-va notiuni teoretice despre polarisatiune .	540.

ART. X. INTERFERENTI'A LUMINEI POLARISATE, SEU POLARISATIUNE CROMATICA

45. Fenomenulu si legile interferentiei luminei polari- sate	543.
46. Teori'a inelelor produse prin lame perpendiculare pe axu opticu	546.
47. Teori'a lamelor paralele cu axu opticu	547.
48. Polarisatiune rotatoria	549.
— Sacharimetre	550.
— Polarisatiune prin magnetismu	551.

Adaosu despre aparatori de trăsnetu	553.
Tabla de materii	565.
Tabla alfabetica	573.

TABLA ALFABETICA DE MATERII

- Aberatiunea lentilelor 444.
— luminei 402.
— oglinzilor 425.
Acceleratiune 9. 30.
Ace astatice 195.
Acomodatiune 477.
Acorduri 393.
Acromatismu 466.
Actiunea mutuala a magnetilor 117.
— electricitati 214. 220.
Acumulatori 172.
Acustica 374.
Adhesiune 6.
Aerostate 107.
Aeru atmosfericu 77.—Compositiunea lui 78.
Agregatiune (stare de) 50.—scambarea ei 326. 329.
Amestecaturi frigorifere 329.
Ampère 213.— Formul'a lui 220.
Ampèremetru 214.
Amplitudine de oscilatiune 36. 492.
Analysa spectrala 453. 456.
Analysatoru 539.
- Anamorfose 423.
Anomalia 514.
Aparate de inductiune 234. 240.
— polarisatiune 537. 539.
Aparatu lui Harrison 333.— Masson 62.
— Silbermann 411.
Aperatoru de trasnetu 295. 300.
Arcu voltaicu 186.
Areometre 68.
Aretatoru de nivelu 345.
Armonica chimica 374.
Atmosfera 77. — inaltimea ei 78. — compositiune 78. — greutate 91. — electricitate 298. — coloare 470. — polarisatiunea ei 542.
Atome 7.
Aurora boreala 302.
Axu de suspensiune 38. — de oscilatiune 39. — lentilelor 438. — oglinzilor 420. — opticu 528. 534.

- Baco-Verulam 2.
 Balancieru 350.
 Barometru 86. — corectiuni
 90.—variatiuni 91.— me-
 sura inaltimilor 93.
 Barometru lui Toricelli 86.
 — lui Fortin 87.
 — lui Gay-Lussac 87.
 — lui Bunten 87.
 — cu cadranu 88.
 — metalicu, aneroidu,
 olostericu, Bourdon 88.
 Baroscopu 76.
 Bataile sunetului 393.
 Bateria electrica 181.
 — galvanica 164.
 — locala 294.
 — secundara 172.
 — termo-electrica 174.
 Berbece hydraulicu 105.
 Bilancia 25.
 — lui Cavendisch 47.
 — lui Coulomb 117.
 — hydrostatica 64.
 Bobin'a lui Ruhmkorff 234.
 — lui Apps 237.
 Brewster 175. 413. 453. 477.
 508. 537. 541. 543.
 Bruma 364.
 Busola de declinatiune 129,
 — de inclinatiune 130.
 — de sinuse 196.
 — de tangente 197.
 — lui Gaugain 198.
 Butila de Leyden 174.

 Cablu 296.
 Caderea corpurilor 28. — in
 golu 29. — legile 30. — de-
 viatiune in cadere 34.
 Caldarea machinilor cu va-
 pori 344.
 Caldura 306. — productiune
 358.—propagatiune 356.—
 teoria mecanica a ei 367.
 — animala 358.
 — latentă 328. 322.
 — a pamentului 359.
 — sorelui 362.
 — radiatore 356.
 — specifica 322; — a
 gazelor 326.
 Caleidoscopu 413.
 Calitu 52.
 Caloria 323.
 Calu (potere de unu) 353.
 Camera barometrica 87.
 — fotografica 487.
 — lucida, clara 432.
 — obscura 487.
 Campu lentilelor 444.
 — magneticu 113. 230.
 Cantaru 25.
 — decimalu 27.
 Cantitate de miscare 11.
 Capacitatea colorifica 322.
 Capilaritate 70.
 Carbuni 272.
 Catoptrica 409.
 Caustice 419.
 Celeritate 9.
 Centru poterilor paralele 15.
 — de curbatura 420.
 — de gravitate 23.
 — de presiune 63.
 — opticu 438.
 Cercuri, halos 473.
 Cetia 365.
 Choroidea 476.
 Ciocanu de apa 29.
 — lui Wagner 235.
 Coeficientu de dilatatie 309.
 Cohesiune 6.

- Colectoru 254.
 Colon'a lui Volta 165.
 — lui Zamboni 166.
 Colorea atmosferei 470.
 Colori complementare 451.
 — subjective 478.
 Combinatiunea sunetelor 393
 Comparatiunea diapasonelor
 391.
 Compositiunea miscarilor 11.
 — a miscarilor undula-
 torii 515.
 Compresibilitate 6.
 — licidelor 54.
 — gazelor 76. 95.
 Comutatoru 234. 235.
 Condensatiunea electricitati
 176.
 — gazelor 336.
 — vaporilor 335.
 Condensatoru lui Fizeau 236.
 — lui Varley 297.
 Conductibilitatea corpurilor
 pentru electric. 136. 204.
 — pentru caldura 357.
 Constitutiunea sorelui 459.
 Contractiunea venei licide 73
 Convectione 356. 358.
 Corectiunile barometrului 90
 Cornea. 476.
 Corpuri conductore, isola-
 tore. 136.
 — diatermane. 357.
 — luminoase, obscure, o-
 pace, transparinti. 395.
 Cristale positive, negative
 528.
 — uniaxe 523. 528.
 — biaxe 333.
 Cristalisatiune 50.
 Cromofotografia 465.
 Cryoforu 330.
- Curbatur'a lentilelor. 437.
 — ogliindilor 420.
 Curcubeu 470; — dimensiu-
 nile lui 473;—formule 474.
 Curenti electrici, hidroelec-
 trici. 159, 162.
 — de inductiune. 229.
 — lui Foucault 233.
 — plutitori lui De la Rue
 219.
 — termoelectrice 174.
 — intensitatea lor. 207.
- Daguerreotypia. 461.
 Declinatiune magnetica. 126.
 Densitate. 22. 66.
 — gazelor 69.
 — licidelor 68.
 — solidelor 67.
 — pamentului 49.
 — vaporilor 337.
 Descarcatoru 178.
 Deviatiiunea corpurilor in ca-
 derea lor 34.
 — prismelor 431.
 Diamagnetismu 201.
 Diametru aparinte 479.
 Diapason 390.
 Diferintia de fasa 514.
 Difractiunea lumine 519.
 — calculu 521.
 Difuziunea gazelor 77.
 — luminei 410. 425. 479.
 Digestoru lui Papin 330.
 Dilatabilitate 6.
 Dilatatiune prin caldura 309.
 — gazelor 320.
 — licidelor 317.
 — solidelor 311.
 — formule 310.

Dioptrica 425.
 Dispersiunea luminei 449.
 Dissolving-views 488.
 Distantia focala 421. 441.
 — vederei distincte 476.
 Distributiunea electricitati
 214.
 — vaporilor 344. 346.
 Divisibilitate 7.
 Drumu de feru atmosfericu
 106.
 Ductilitate 52.
 Dyne 211.
 Dynamometru 10.

 Ecilibru corpurilor 23.
 — licidelor 56 60.
 Ecivalentu mecanicu alu cal-
 duri 368.
 Ecou 375.
 Efectele curentilor electrici
 184.
 — descarcari electr. 181.
 Elasticitate 6. 51. 76.
 Electricitate 135.
 — atmosferica 208.
 — condensatiunea ei 176.
 — distributiune 214.
 — dinamica 162.
 — prin influintia 137.
 — iutiela ei 205.
 — positiva, negativa 138.
 — propagatiunea ei 203.
 — statica 162.
 Electrochimia 187.
 Electrode 165.
 Electrodinamica 218.
 Electroforu 143.
 Electrolysa 188.
 Electromagnetismu 192.
 Electromagnetu 193.

Electrometru 139.
 — Bohnenberger 167.
 — Henley 147.
 — Lane 179.
 — Mascart 216.
 — Thomson 216.
 — Töpler 139.
 Electromotori 282.
 Electroscopu 139.
 Elemente galvanice 165.
 — Bunsen 168.
 — Bicromatu de potasa
 170.
 — Callaud 171.
 — Chloris Baudet 172.
 — Daniell 168.
 — Faure 173.
 — Grove 170.
 — Le Clanché 170.
 — Meidinger 171.
 — Planté 173.
 — Ruhmkorff 169.
 — Smees 170.
 — Volta 165.
 — Wollaston 166.
 Emisfere de Magdeburg 78.
 Endosmosa 72.
 Erg 212.
 Escentricu 348.
 Escitatoru 178.
 — universalu 181.
 Espansibilitate 75.
 Esperienti'a lui Leidenfrost
 336.
 Eteru 399.
 Evaporatiune 329.
 Extra-curentiu 231.

 Fantasmagoria 488.
 Faraday 161. 189. 202. 215.
 229. 335.

- Fasa 492.
 Fata morgana 429.
 Fenomene fizice, clasificarea lor 3.
 Ferberea licidelor 330.
 Feru magneticu 109.
 Figuri acustice 385.
 — lui Leichtenberg 156.
 — magnetice 112.
 Filosofia naturala 2.
 Fisica, definitiune 2.
 — matematica 3.
 Fisiecu lui Stateham 237.
 Flacare manometrica 382.
 Fluide elastice 76.
 — neelastice 53.
 Fluorescentia 462.
 Focaru 420. 437.
 — principalu 421. 438.
 — conjucatu 420. 437.
 — calculu 421. 439. 447.
 Fonautografu 380.
 Fontana lui Heron 101.
 — intermitenta 102.
 Formul'a lui Ampère 220.
 — curcubeului 421.
 — lentilelor 439. 444.
 — ogliindilor 421. 424.
 — lui Mariotte-Gay-Lussac 370.
 Formule exacte ale lentilelor 444.
 — ale ogliindilor 424.
 — relative la prisma 433.
 — miscari undulatorii 509.
 Fosforescentia 398. 463.
 Fotogalvanografia 465.
 Fotografia 463.
 Fotolitografia 465.
 Fotometre 406.
 Fotometria 404.
- Foucault 40. 233. 235. 272. 486. 496.
 Fulgeru 300.
 Fulgurite 300.
 Fusiune 327.
- Galileo 2, 5, 11, 30, 36, 51.
 Galvanismu 160.
 Galvanizare 191.
 Galvanocaustica 186.
 Galvanometru 195.
 — Universalu lui Siemens 199.
 — cu ogliinda lui Thomson 199.
 Galvanoplastia 190.
 Gama 388.
 Gauss 119, 211.
 Gay-Lussac 87, 320, 375.
 Gaze; proprietatile lor 75.
 — condensatiunea lor 335.
 Generatoru de vapori 344.
 Gietia artificiala 333.
 Ganimetru lui Babinet 416.
 — Wollaston 415.
 Gramu 25.
 Gravitate 4, 22.
 — intensitatea ei 30 41.
 Greutate 22.
 — specifica 22, 66.
 Grindinea 366.
- Halos 473.
 Heliocromia, heliografia 465
 Heliostatu 417.
 Huygheus 20, 36, 39, 41, 398, 480, 492 527, 529, 536.
 Hydraulica, hidrodinamica, hydrostatica 53.

- Hydrometeore 364.
 Hygrometre 363.
 Hyperbole colorate 543.
 — explicatiunea lor 547.
 Hypotesa 2.
- Imaginile lentilelor 442.
 — oglinzilor curbe 422.
 — oglinzilor plane 412.
 — virtuale 423.
 — prin crepaturi anguste 401, 421.
- Inaltimea nuorilor 365.
 — sunetului 377.
- Incandescentia 397.
- Inclinatiune magnetica 130.
- Incrustatiunile caldazilor 346
- Indice de refractiune 426.
 — determinarea lui 435.
 — insemnarea lui 495.
 — absolutu 427.
 — ordinaru , estraordinaru 527.
- Inductiune electrica 229.
 — magnetica 230.
 — aparate de 234.
- Inertia 5.
- Inelele lamelor subtiri seu ale lui Newton 502.
 — dimensiunile lor 508.
- Inelele lamelor grose 508.
 — lui Nobili 188.
 — lamelor cristalisate 543.
 — explicarea lor 546.
- Inelu lui S'Gravesand 311.
- Infectiunea luminei 519.
 — Calculu 521.
- Innotatorul lui Descartes 66
- Intensitatea curentilor electrici 207.
- Intensitatea luminei 404, 414.
 — sunetului 377.
- Interferenti'a luminei 499.
 — polarisate 543.
- Intervale 389.
- Intindere 4.
- Intreruptoru 234.
 — cu mercuriu lui Foucault 235.
- Inversiunea liniilor spectrului 457, 459.
- Iradiatiune 479.
- Iris 476.
- Isocronismu 36.
- Istoria naturala 1.
- Iutiela 8.
 — electricitati 205.
 — luminei 401, 496.
 — sunetului 375.
 — de rotatiune a imaginilor 414.
- Lacrimi batavice 53.
- Lampi electrice 273.
 — cu arcu 273.
 — Duboscq 274.
 — Serrin 275
 — Siemens(diferentiala) 276.
 — Iablochkoff 278.
 — de incaudescencia 278.
- Lampe Soleil 279.
- Laterna magica 488.
- Legea lui Brewster 541.
 — Dulong si Petit 325.
 — Mariotte 96.
 — sinusilor 426.
 — paralelogramului 11.
- Legile cadéri corpurilor 30.
 — lui Ohm 207.
 — lui Fresnel si Arago 545.

- Legea polarisatiunii 541.
 — reflectiunii 409. 494.
 — refractiunii 425. 495.
 — refractiunii induoite 529.
 — vibratiunilor 383.
 Leidenfrost 336.
 Lentil'a seu crystalulu ochiului 476.
 Lentile 437.
 — aplanatice 444.
 — convergente 437.
 — divergente 437.
 Licefactiune 326.
 Licide 53;— ecilibrul lor 56. 60;— miscarea lor 73;— reactiunea lor 75.
 Licide omogene, eterogene 60.
 — suprapuse 66.
 Linia media, suplementara 534.
 Linii caustice 419.
 — isogone 128.
 — isocline 130.
 — isodynamice 134.
 — isoterme, isotere, isochimene 361.
 — nodale 385.
 — de putere 113.
 Liniile spectrului, lui Fraunhofer 452.
 — inversiunea lor 454. 459.
 — lumnose 453.
 — telurice 453.
 — ultraviolete 453.
 Lissajons 390.
 Locomobila 350.
 Locomotiva 353.
 Lucrulu machinilor 353.
 Lumenare electrica 278.
 Lumina 395 ; — dispersiune 449 ; — intieala 401 ; — intensitate 404. 414 ; — inflectiune 519 ; — interferentia 499 ; — propagatiune 400 ; — polarisatiunea luminei 536.
 Lumina artificiala 396.
 — difusa 410. 425.
 — electrica 157. 186. 266.
 — stratificatiunea ei 238.
 — lui Drummond 397.
 — naturala 396.
 — omogena 450.
 — polara 302.
 — polarisata 536.
 Luminatu electricu 266.
 Lungimea undulatiunilor 386. 492.
 Lupa 480.
 Machina centrifugala 21.
 — lui Atwood 32.
 — Morin 33.
 Machina de compresie 85.
 — pneumatica 80.
 Machina electrica 142.
 — Ramsden 144.
 — Winter 147.
 — Holtz 150.
 — hydroelectrica 148.
 Machina autoescitatrice 271.
 — dynamoelectrica 248.
 — magnetoelectrica 240. 262.
 — Pixii 240.
 — Clarke 240.
 — Stöhrer 242.
 — Brush 260.
 — Nollet, Alliance 242.

- Holmes 243.
- Machina Edison 261.
 - Gramme 252. 256. 262
 - Ladd 249.
 - Siemens 245. 249. 259. 264.
 - pyromagnetica Edison 261.
 - Wilde 246.
- Machina atmosferica 343.
 - calorica 352.
 - cu condensatiune 352
 - cu expansiune 352.
 - cu gazu 352.
 - pentru gietia 333.
 - cu vapori 342.
 - cu presiune inalta 351.
- Magneti 109.
 - actiunea mutuala a lor 117.
 - lui Jamin seu *feuilletés* 116.
 - permanenti, temporari 112.
 - polii lor 110.
 - puterea lor 115.
- Magnetismu 109.
 - pamentului 126.
 - rementu 194. 249.
 - teoria lui Ampère 220.
- Magnetometru lui Gauss 119.
 - lui Mascart 133.
 - electricu alu lui Weber 198.
- Maleabilitate 52.
- Manometru 99.
 - cu aeru comprimat 100.
 - metalicu 100.
- Masa 22.
 - pamentului 46.
- Materia 4.
- Materia radianta 240.
- Maximum de densitate a apei 319.
 - de tensiune a vaporilor 340.
- Medii isotrope, anisotrope 534.
- Megascopu 488.
- Meridiana magnetica 111.
- Mesura inaltimilor cu barometru 93.
- Metode de magnetizare 111. 193.
- Microfonu 287.
- Micrometru lui Rochon 531.
- Microscopu 480.
 - de polarisatiune a lui Nörremberg 539.
 - Solaru 489.
- Minimum de deviatiune 432.
- Mirage 429.
- Miscare 8.
 - accelerata 8.
 - cantitate de miscare 11.
 - a ligidelor 73.
 - uniforma 8.
- Miscari undulatorii 490.
 - compositiunea lor 515.
 - formule 509.
- Molecule 7.
- Momentu staticu 16.
- Monocordu 384.
- Myopia 477.
- Nepenetrabilitate 4.
- Newton 5. 29. 34. 46. 73. 398. 432. 435. 449. 471. 485. 502.
- Nicol. 539

- Noduri 384. 386.
 Nörremberg 539.
 Nuori 365 ; — inaltimea lor 365.
- Ochianu 482.
 — astronomicu 482.
 — olandezu 484.
 — lui Rochon 531.
 — terestru 483.
- Ochelari 477.
 Ochiulu 475.
 Octava 389.
 Oersted 54. 192.
 Oglindă de argintu 412.
 — curbe 419.
 — lui Fresnel 500.
 — plane 412.
- Ohm 213 ; — legile lui 207.
 Optica 395.
 Organu 387.
 Orizontala 23.
 Otto de Guericke 78. 80. 142.
 Ou electricușeu filosoficu 158
 Ozonu 183. 187.
- Pamentu ; dimensiunile lui 45 ; — form'a lui 44 ; — mas'a si densitatea lui 46. 49 ; — rotatiunea lui 40. 43 ; — turtirea lui 45.
- Pana 19.
 Parafulgeru, paratoneru 294.
 Parghii 16.
 Pendulu simplu 35 ; — amplitudinea, oscilatiuni 36 ; — isocronismu 36.
 Pendulu compus 38 ; — axu de suspensiune 38 ; — de oscilatiune 39 ; — aplica-
- tiuni la orologii 41 ; — esperimenti'a lui Foucault 40.
 Pendulu electricu 137.
 — reversibilu 39.
 Penumbra 396.
 Periodu 492.
 Persistenti'a impresiunilor luminoase 478.
 Petra 366.
 Picnometru 68.
 Piezometru 54.
 Pinceta de turmaline 538.
 Pistolu lui Volta 182.
 Planu inclinat 18. 31.
 — de incidentia 411.
 — de polarisatiune 537.
 — nevariabilu 40.
 Planuri de Magdeburg 7.
 Ploia 366.
 Plutirea corpurilor 65.
 Polarisatiunea electrica 167.
 Polarisatiunea luminei 536.
 — dreptliniara circulara, eliptica 542.
 — cromatica 543.
 — rotatoria 549.
 — prin magnetismu 351
 Polarisatoru 539.
 Pompa de apa 103.
 — de focu 104.
 — motore 346.
 Porositate 6.
 Potere acceleratrice 8.
 — centrala, centrifugala centripetala 19.
 — coercitiva 112.
 — elastica a vaporilor 339.
 — electromotore 207.
 — a magnetilor 115.
 — de unu calu 353.
 Poteri 9 ; — compositiunea lor

- 11; — mesur'a lor 10; — paralelogramu lor 11; — proiectiunea lor 12.
- Poteri paralele 13; — centrulu lor 15; — parechi de poteri 15.
- Presa hydraulica 57; — electrica 182.
- Presbytismu 477.
- Presiunea licidclor 61; — gazelor 76. 95. 99; — vaporilor 339.
- Principiu lui Archimede 63; — Pascal 57.; — Huyghens 492; — Young 493.
- Prisme 431; — lui Nicol 539.
- Propagatiunea calduri 356; — electricitati 203; — luminei 400. — sunetului 375.
- Psychometru 364.
- Pupila 476.
- Putiuri artesiane 74.
- Pyroelectricitate 175.
- Pyrometru 309. 312. 317; — Borda 314. 317; — cu aeru 322.
- Radie active 472; — centrale 420; — de curbatura 420. 437.
- Radiometru 400.
- Reactiunea licidelor 75.
- Reflectiune aeriana 429; — luminei 409; — totala 428.
- Reflectoru 485.
- Refractiune astronomica 429; — atmosferica 428; — conica 534; — induoita 526; — luminei 425.
- Refractoru 482.
- Regulatoru luminei electric
- ce 266. 273; — cu putere centrifugala 350.
- Relai 294.
- Reofori 165; — conductibilitatea lor 203.
- Reometre 195.
- Reostate 204.
- Reotome, Reotrope 234, 240, 242.
- Residuu 179.
- Resistentia relativa 51; — reoforilor 204. 207.
- Resonantia 375.
- Resonatori 381.
- Retina 476.
- Rochon 531.
- Rota lui Savart 230.
- Rotatiunea planului de polarisatiune 549.
- Roua 364.
- Ruhmkorff, bobin'a lui 234.
- Sacharimetru 550.
- Scanteerea stelelor 502.
- Scanteia electrica 142. 157.
- Scara musicala 388.
- Sciintie naturale 1.
- Sclerotica 475.
- Scripete 17.
- Sectiune principala 528. 534.
- Sextantu 414.
- Sirena 378.
- Siurupu 19.
- Solenoidu 219.
- Spectroscopia 452. 453.
- Spectroscopu 454. 456.
- Spectru 450; — continuu 453.
- Stare de agregatiune 50; — scambarea ei 326. 329. — sferoidala 337.
- Stereoscopu 478.

- Stratificatiunea luminei electrice 238.
 Structura 52.
 Sunetu; natura, productiune 374; — propagatiunea lui 375; — caracterele lui 377.
 Sunetu galvanicu 191.
 — resultentiu seu de combinatiune 393.
 — lui Trevelyan 374.
 Sunete armonice 384.
 — musicale 381.
- Table lui Franklin 177.
 — scanteetore 158.
 — de Magdeburg 7.
- Taria 52.
 Telefonu 285.
 Teinte sensible 550.
 Telegrafu electricu 287.
 — Caselli 289.
 — Digney 293.
 — Duplex 296.
 — Hughes 289.
 — Morse 291.
- Telescopu 482.
 — lui Foucault 486.
 — lui Newton 485.
- Temperatura 307.
 — absoluta 371.
 — de fusiune 327.
- Tenacitate 51.
 Tender 354.
 Tensiunea vaporilor 339.
 Teoria 2.
 — electricitati 140. 160. 161.
 — electrochimica 160.
 — lui Schönbein 162.
 — emanatiunilor 398.
 — undulatiunilor 399.
- inelelor lui Newton 502
 — colorilor la cristale birefringente 546.
 — mecanica a caldurei 367.
- Termoelectricitate 174.
 Termofonu 374.
 Termometru 307.
 — metalicu 309. 317.
 — cu aeru 322.
 — de maxima si minima 361.
- Timbru 381.
 Toricelli 73. 78. 86.
 Transportu poteri si alu miscari 155. 282.
- Trasnetu 300.
 Tubu lui Newton 29.
 Tuburi acustice 386.
 — Crookes 239.
 — Geissler 159. 238.
 — Scanteetore 158.
- Turbine 75.
 Turmalina 538.
 Turtirea pamentului 45.
- Umbra 395.
 Undulari 393.
 Undulatiune 490.
 Unimi electrice 207. 211.
 — magnetice 133.
- Unghiu de polarisatiune 541.
- Variatiunile barometrului 91
 — ale acului magneticu 126.
- Velocitate 8.
 Ventilul de siguritate 345.
 — de alarma 345.
- Vertelinitia electrica 156.

Verticala 23.	Voltmetru 214.
Villebrord Snellius 44. 426.	
Volentu 349.	
Volta 160. 299.	Watt 344.
— colona lui 165.	
Volt 213.	
Voltmetru 187.	Zapada 366.

