DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

DANMARKS TEKNISKE VIDENCENTER & BIBLIOTEK

KUN
til brug på
LÆSESAL

~~Det~~ Physiske Cabinet
1836

Sysnr: 254912

53.084
physiske

TB

DTV

300011853304

Cat. 1276.

HAUCHS

PHYSISKE CABINET.

ANDET HEFTE.

POLYTEKNISK
Fysisk Samlings
Bibliothek
LÆREANSTALT

DET
PHYSISKE CABINET

ELLER

BESKRIVELSE OVER DE TIL EXPERIMENTAL-PHYSIKEN HENHÖRENDE VIGTIGSTE INSTRUMENTER,

TILLIGEMED BRUGEN DERAF.

UDGIVET

AF

A. W. HAUCH,

Overkammerherre, Overhofmarskal, Overstaldmester, de Kongelige Ordeners Vicecantsler, Ridder af Elephanten, Storkors af Dannebrog, Dannebrogsmand, Dr. Philosophiæ, Chef for det store Kongelige Bibliothek, det Kongelige Mynt- og Medaille-Cabinet, det Kongelige Kapel, den Kongelige Malleriesamling, det kongelige Museum for Naturvidenskaberne og den Kongelige Kobberstiksamling, første Medlem af Commissionen angaaende de i Danmark værende Oldsagers Bevaring og Anvendelse, Præsident for det Kongelige danske Videnskabernes Selskab i Kjöbenhavn og for det Kongelige Selskab til Veterinairkyndighedens Fremme, Æresmedlem af det Kongelige Academie for de skjönne Kunster, af det Kongelige medicinske Selskab, af det Kongelige nordiske Oldskriftsselskab, af det Skandinaviske Litteratur-Selskab, af Samfundet til den danske Litteraturs Fremme og af Selskabet til Naturlærens Udbredelse i Kjöbenhavn, Medlem af Videnskabernes Selskab i Stockholm, af det norske Videnskabernes Selskab i Trondhjem, af det Kurfyrstelige Mainziske Academie, af det Keiserlige Pharmaceutiske Selskab i St. Petersborg, af det naturforskende Selskab i Berlin, af det mathematisk-physiske Selskab i Erfurt, af det italienske Academie for de skjönne Kunster i Livorno og af Academiet i Alexandria.

FÖRSTE DEEL.

ANDET HEFTE,

MED 39 KOBBERE.

POLYTEKNISK LÆREANSTALT. Fysisk Samling

KJÖBENHAVN.

PAA DEN *GYLDENDALSKE BOGHANDLINGS* FORLAG.

TRYKT I *BIANCO LUNOS* BOGTRYKKERIE.

1838.

KØBENHAVNS
KOMMUNES
BOGSAMLING

FJERDE AFDELING.

Legemernes Bestanddele eller Grundstofferne.

§ 1.

Ved Legemernes Bestanddele forstaaes saadanne Dele, som indgaae i Sammensætningen af Legemerne, og som ved deres forskjellige Forbindelser indbyrdes danne de forskjellige Legemer. En nöie Kundskab til disse Bestanddele er nödvendig for at kunne forstaae de Virkninger og Kræfter, som Legemerne yttre ifölge deres forskjellige Egenskaber, og denne Kundskab erholde vi ved den Deel af Naturlæren, som kaldes Chemie, og som altsaa lærer os Legemernes Sammmensætning og indbyrdes Forhold.

Alle Legemer paa Jorden kan man dele i *enkelte*, det vil sige de, om hvilke vi med Tilforladelighed troe at kunne sige, at de ikke ere sammensatte, og *sammensatte*, det vil sige saadanne, som med Chemiens Hjelp kunne adskilles i mere enkelte Bestanddele. Det er vel muligt, at en mere udbredt Kundskab vil lære os, at nogle af de Legemer, som vi nu ansee for enkelte, virkelig ere sammensatte.

For at komme til en fuldstændig Kundskab om Legemernes Bestanddele kan man gaae frem paa 2 Maader, deels kan man nemlig söge at adskille de sammensatte Legemer i deres enkelte Bestanddele, og denne Fremgangsmaade kaldes den *analytiske*, deels kan man söge af de enkelte Bestanddele atter at frembringe de sammensatte Legemer, og denne Fremgangsmaade kaldes den *synthetiske*.

Begge disse Fremgangsmaader for at komme til Kundskab om Legemernes Bestanddele og disses Natur fordre mangfoldige Apparater og Instrumenter. Af disse ere atter nogle af den Beskaffenhed, at de benyttes saavel til Legemernes Analyse som til deres Synthese, andre finde derimod fortrinlig deres Anvendelse ved een af disse Fremgangsmaader. Nogle anvendes ved chemiske Arbeider i Almindelighed og tjene som Redskaber til at bevise mangfoldige chemiske Sætninger, saaledes som f. Ex. Ovne, Lamper o. s. v.; andre derimod bruges udelukkende for at bevise een eller flere enkelte chemiske Sætninger, f. Ex. Apparat til Jernets Forbrænding i Ilt, til Qviksölvets Iltning.

Ligesom det maa ligge udenfor nærværende Værks Plan fuldstændig at afhandle Chemien, hvilken Videnskab kun skal omtales for saa vidt, at her skal angives de meest fremtrædende Egenskaber ved de os bekjendte Legemer, saaledes kan her heller ikke omtales alle de chemiske Apparater, som til forskjellige Tider ere brugte af Chemikerne, men kun de vigtigste og almindeligst anvendte,

som sigte til at lære vigtige Egenskaber ved Legemernes Bestanddele. Enkelte, som kunne synes at burde være beskrevne her, ere deels meget simple og lette at forstaae uden Beskrivelse, deels ville de findes paa andre Steder i dette Værk.

§ 2.

De Instrumenter, som tjene til at frembringe den til chemiske Operationer nödvendige Varme.

Varmen er et af de virksomste Midler, som Chemikeren har, saavel til at adskille Legemerne i deres Grundbestanddele som til atter at sammensætte dem deraf. Denne nödvendige Varme frembringes ved Forbrænding af brændbare Legemer; men de Apparater, som benyttes til at indeslutte de brændende Legemer, ere meget forskjellige, eftersom disse Legemer ere faste, som Kul, eller flydende, som Olie og Spiritus.

Först anföres her nogle af de Apparater, som bruges til Frembringelse af Varme ved Kullets Forbrænding. Disse Instrumenter kaldes i Almindelighed *Ovne*.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade I. Fig. 1.

Den Ovn, som sees Pl. 1, Fig. 1, er af Jernblik af omtrent $1\frac{1}{2}$ Linies Tykkelse, den er forsynet med 2 Dörre; den överste A tjener til Indlægning af Brændmaterialet, den nederste B til at udtage Asken og til at frembringe Træk gjennem Ovnen, hvorfor den ogsaa under Forbrændingen maa lades aaben. Midt mellem disse Dörre er anbragt en Rist CD, som meget godt kan gjöres af Stöbejern, da den ikke skal udholde nogen meget stærk Hede; den er lös og hviler paa 3 eller flere i Ovnen fastgjorte fremstaaende Nokker. Riststængerne ere i Almindelighed flade; den överste Kant af Ovnen er böiet lidt udad, og paa denne hviler en Jernring, som har 3 fremstaaende horizontalt liggende Stænger G, hvorpaa man kan anbringe de Kar, som indeholder det, som skal opvarmes. Denne Ovn kan ogsaa bruges som Smelteovn for Ting, som kun fordre ringe Varme; paa Risten lægges da en Forhöining af ildfast Leer, som det sees i den egentlige Smelteovn Pl. 1, Fig. 3, og derpaa stilles Diglen. Fordelen ved denne Ovn er, at den er simpel og billig at anskaffe, den er let transportabel, og da den er gjort af en god Varmeleder, saa opvarmes den hurtig, og Forbrændingen gaaer rask deri. Desuden giver den Omstændighed, at den ikke er udsat for at beskadiges ved Stöd, den Fortrinet for en Art Ovne af ildfast Leer, hvilke iövrigt ligne den i Construction og derfor ikke ere aftegnede og beskrevne her.

ANDET INSTRUMENT.

Fig. 2 og 3.

Pl. 1, Fig. 2 viser i Perspectiv, og Fig. 3 i Profil en Smelteovn, som kan frembringe en meget höi Temperatur. Den bestaaer af 2 Cylindre A og B af Jernblik, som begge ere forsynede med Bund, og hvoraf den indre Cylinder forneden staaer lige saa langt fra den ydre som paa Siderne og foroven slutter lufttæt dertil. Den indre Cylinder maa udfodres med ildfast Leer (Chamotte), hvilken Beklædning paa Tegningen angives ved Bogstaverne CC. Igjennem dette Leerbeslag og igjennem den indre Cylinder gaae 8 Huller D, som anbringes i samme Höide fra Bunden. I Midten staaer paa en Forhöining af ildfast Leer E en stor Digel F eller flere smaa, som indeholde den Masse, som skal ophedes. I Aabningen G stikkes et Rör, som sættes i Forbindelse med en Blæse-

bælg. Luften præsses da ind i Rummet H, derfra gjennem Hullerne D ind i Smelterummet og frembringer deri en saadan Hede, at man i en Ovn, som er bygget efter denne Maalestok, i 20 Minutter kan bringe ½ ℔ Feldspath i fuldkommen flydende Tilstand. Plade I. Fig. 2 og 3.

Kullene, som lægges i det indre Rum I, maae være omtrent af eens Störrelse f. Ex. en Cubiktomme, hvilket man let opnaaer ved at lade dem gaae gjennem 2 Sigter, hvoraf den ene har Huller af omtrent en Qvadrattomme, og som afsondrer de större Stykker, og den anden mindre Huller, som kun lade de finere Kul falde igjennem.

Man anvender i Almindelighed hessiske Digler eller til meget tungsmeltelige Masser Graphitdigler.

Man bruger ogsaa at opföre denne Art Ovne af Muurværk, men da ere de ikke transportable, som de her beskrevne, og Forbrændingen gaaer heller ikke saa rask deri, da Muurværk er en slettere Varmeleder end Jern; men af samme Grund tabes der ogsaa ved disse Ovne mindre Varme.

Til Smelteovne benyttes ogsaa Ovne med frit Lufttræk, almindeligviis opförte af Muurværk og indvendig i Ildrummet udfodrede med ildfast Leer. Askehullet staaer her i Forbindelse med en underjordisk Canal, som communicerer med Athmosphæren. Diglen staaer paa en Forhöining, som hviler paa en Rist, hvorigjennem Trækket skeer. Indfyringen skeer i denne Art Ovne fra oven ligesom i de forhen beskrevne, men denne Aabning kan da tildækkes med en Jernplade udfodret med Chamotte. Fra den överste Side af Ildrummet, der sædvanlig er 8 Tommer i Gjennemsnit og har en Dybde indtil Risten af 18 Tommer, gaaer da en Aabning til en Skorsteen. Idet Luften ved den beskrevne Trækcanal og ved denne Skorsteen saa længe holdes samlet, saa skeer der et meget rask Træk gjennem disse Ovne, der give meget stærk Hede og desuden ikke fordre en Blæsebælgs Hjelp.

TREDIE INSTRUMENT.

Muffelovnen eller Probeerovnen, fremstillet i Perspectiv i Pl. 1, Fig. 4, og i Gjennemsnit efter Linien ABC i Pl. 1, Fig. 5, gjöres enten af Jernblik og udfodres da indvendig med Chamotte eller heelt af denne Masse. Den staaer paa et muret Askehul D, som paa Figuren fremstilles afbrudt, er firkantet og löber ud i en pyramidal Kuppel, som foroven er forsynet med en Skorsteen F, der er fastgjort til Hætten E, som med en Kant slutter om Muffelovnens överste Deel og efter Behag kan aftages eller paasættes. Risten G ligger i samme Flade, som den överste Deel af det Muurværk, hvorpaa Ovnen hviler. Da Risten har den doppelte Hensigt at skaffe en Aabning, hvorigjennem Asken kan falde ned og Luften fra neden stige op gjennem Brændmaterialet, saa giver man den bedst den Form, som sees i Fig. 5, G. Gjennem Aabningen H, som efter Behag kan lukkes med Skodderne I, der bevæge sig i Falser, som tydeligst sees i Fig. 5, skeer Indfyringen. Ligedannede Skodder K kunne lukke Aabningen for den egentlige Muffel for deri at holde Varmen mere samlet. Skodderne L paa Ovnens pyramidale Deel tjene til at regulere Lufttrækket. Paa Jernstænger M (Fig. 5), der gaae tvers over Ovnen, hviler den egentlige Muffel, som enten er gjort af Stöbejern, hvilket vel sjældnere er Tilfældet, eller af Chamotte, og hvis Form tydeligst sees i Fig. 6. Paa Siden af den ere anbragte Hullerne A, hvilke skulle befordre Luftens frie Strömning ud og ind af Muflen. Foran Muflen er en Plade N (Pl. 1, Fig. 4) for derpaa at kunne sætte de Ting, som udtages af Muflen; under denne Plade er fastgjort en Jernstang O, som med en Hage griber ind i en paa Muffelovnen fastgjort Tap P og saaledes holder Pladen paa sit Sted. Plade I. Fig. 4 og 5.

Instrumentets Brug.

Plade I. Ved den forhen beskrevne Smelteovn er det Legeme, som i Diglen udsættes for Heden, næsten aldeles udelukket fra Beröring med Luften; ved Muffelovnen tilsigter man derimod et Legems Ophedning under Beröring med Luften. Denne strömmer nemlig ind, deels gjennem Muflens forreste Aabning, deels gjennem de paa Siden anbragte Aabninger, og for endnu mere at befordre denne Luftvexel anbringer man undertiden et lille Rör som en Art Skorsteen paa den överste Deel af Muflen. Fig. 4.

Denne Ovn anvendes f. Ex. naar man efter en chemisk Analyse vil forbrænde Filtret under Luftens Tilgang, uden at nogen fremmed Substants kommer i Beröring med Massen. Den benyttes ogsaa til Afdrivning af Sölv, hvor det kommer an paa ved en rask Tilströmning af Luft at frembringe en Oxydation af Blyet og de andre indblandede Metaller. Til at lægge den Masse i, som skal afdrives, benyttes enten en Test, en flad af ildfast Leer fabrikeret rund Skaal, eller et Kapel, som sees afbildet i Fig. 7, og som bestaaer af en af Træaske og Beenaske i en egen Form af Stöbejern udpresset lille Skaal. Fig. 7.

FJERDE INSTRUMENT.

Plade II. Den chemiske Universalovn fremstilles Pl. 2, Fig. 1, 2, 3 og 4. Den benævnes saaledes, fordi den tildeels kan bruges i flere af de foregaaende Ovnes Sted. Den er gjort af Jernblik, indvendig udfodret med ildfast Leer. Dette Leerlag har ikke overalt samme Tykkelse, men paa Midten er det tyndere, saaledes som det tydelig sees i Fig. 2. For at give det den passende Form betjener man sig af Chablonen Fig. 5 og af den krumme Kniv, som er afbildet i Fig. 6. Ovnen selv bestaaer af flere Dele; hvorledes disse slutte sammen, sees tydeligst af Fig. 2. Fig. 1–4. Fig. 5 og 6.

Den nederste Deel AB indeholder Askehullet og har paa Siden en Dör med flere Registre for at kunne moderere Lufttrækket; disse Registre kunne efter Behag lukkes med Proppe af Leer af den Form, som sees i Fig. 7. Fig. 7.

Den mellemste Deel BC indeslutter det egentlige Ildsted og Risten; Risten D, som har den Form, som sees i Fig. 3, er af stöbt Jern og hviler paa 2 Jernstænger E, som gaae heelt igjennem Ovnen. Denne Deel af Ovnen har 3 Dörre F, G og H. Den nederste F tjener til Indfyring; den mellemste G tjener til at skaffe Plads for Tuden af det Fig. 4 afbildede Sandcapel og iövrigt til at tilslutte denne Aabning, naar Sandcapellet ikke anvendes; den överste H tjener til at skaffe Aabning for Retorthalsen, naar Ovnen bruges som Distilleerovn. Fig. 3.

Den överste kuppelformige Deel CI har en Dör, som tjener til at lukke en Aabning, hvorigjennem man kan have Tilsyn med det, som findes paa Ildstedet, og hvorigjennem man kan indbringe Brændmaterial, naar Ovnen bruges som Smelteovn. Skorstenen IK er sammensat af flere Stykker og har foroven en Böining, saa at den kan indsættes i en af Laagerne paa en Kakkelovn, og saaledes tillader denne Ovn Afbenyttelse i Stuen, uden at man er udsat for Rög.

Pl. 2, Fig. 4 forestiller det saakaldte Sandcapel, der bestaaer af et cylinderformigt Jernkar med en udböiet Rand og en Tud A, for at Halsen af den paa Capellet liggende Retort kan have tilstrækkelig Plads. Gjennem Randen gaae 4 Huller, over hvilke ere anbragte Rörene B, der tjene til Lufttræk, naar Capellet anbringes paa Ovnen. Under Brugen lægges Capellet med sin Rand paa Ovnens mellemste Deel, og Kuppelen kan da siden paasættes. Capellet, hvori lægges Sand, har til Hensigt at frembringe en meget eensformig Opvarming af de deri anbragte Kar. Fig. 4.

Instrumentets Brug.

Skal Ovnen bruges som Smelteovn, da lukkes alle Dörre undtagen den for Askehullet, og Diglen sættes paa en Forhöining paa Risten. Skal den bruges som Distilleerovn, da lægges Retorten som det sees i Fig. 2, eller den lægges i Sandcapellet, der indlægges som det ovenfor er beskrevet. Plade II.

Undertiden anvendes andre Arter af Ovne ved chemiske Arbeider, men enten ere de i Hovedsagen kun lidet forskjellige fra de foregaaende, eller de ville blive beskrevne paa andre Steder i dette Værk.

Naar det Legeme, ved hvis Forbrænding man söger at frembringe den til chemiske Operationer nödvendige Varme, er flydende som Spiritus eller Olie, da giver man de Instrumenter, som sigte til at frembringe den fuldstændigste Forbrænding af den brændbare Substants og at drage den störste Nytte af den frembragte Varme, en fra de foregaaende meget forskjellig Form, og saadanne Instrumenter kaldes *Lamper*. De vigtigste af disse skulle her beskrives.

FÖRSTE INSTRUMENT.

AB (Pl. 1, Fig. 8) er et tykt Glaskar med massiv Fod; foroven ved CD har det en Aabning, hvori slutter en Prop af Metal, som efter Længden er gjennemboret, og hvorigjennem gaaer en Væge af löst snoet Bomuldsgarn, som tydeligt sees af Tegningen. Fig. 9 forestiller en Glascapsel, som slutter over Lampens Hals og paasættes, naar Lampen er slukket, for at forhindre Spiritusen fra at fordampe. Plade I. Fig. 8 og 9.

Hvor det ikke kommer an paa at frembringe nogen meget höi Varmegrad, anbefaler denne Lampe sig ved sin simple Construction og lette Transport, den er f. Ex. meget skikket til Opvarmning af Reagensglas ved chemiske Analyser.

ANDET INSTRUMENT.

Pl. 1, Fig. 10 og Fig. 11 forestiller den af Berzelius angivne Spirituslampe med dobbelt Lufttræk. Den gjöres i Almindelighed af tyndt Jernblik eller af Messing. Vægen A (Fig. 11) er anbragt mellem de 2 Cylindre B og C, der forneden ere forbundne med en horizontal Plade, paa en tredie Cylinder D, paa hvilken der ere fastgjorte tvende smaa Fjedre, der klemme Vægen fast mod D, og hvoraf den ene sees i Fig. 11, E. Ved Tværstangen F staaer Cylindren D i Forbindelse med Tandstangen G, der ved Hjelp af Drevet H kan hæves og sænkes. Dette Drev er indesluttet i en Capsel I. Spiritusbeholderen K er ringformig, men for at tilstede F en fri Bevægelse op og ned, staaer den i Forbindelse med den flade Kasse L, som sees udvendig fra i Fig. 10, og i Gjennemsnit i Fig. 11. Tilgydningen af Spiritus skeer gjennem M, som lukkes med en Hætte N. For at befordre Trækket, som deels skeer gjennem Röret O deels udvendig fra, er der anbragt en Skorsteen P, som fastholdes ved Stiften R, der slutter i Tappen S, som er fastgjort paa Spiritusbeholderens indre Side. Naar Lampen er slukket, sættes Kapselen Fig. 12 over Vægen for at forhindre Spiritusen fra at fordampe. Lampen bæres af Stængerne T og kan hæves og sænkes efter Behag, da Ringen, hvori T er fastskruet, kan skydes op og ned paa Stangen, som bærer Lampen og fastholdes paa hvilketsomhelst Sted ved den deri anbragte Skrue. Fig. 10 og Fig. 11. Fig. 12.

Plade I. Det Kar, som skal opvarmes, anbringes paa Ringen V, som kan skydes ind i Klemmen X, hvor den fastholdes ved en Skrue. Denne Ring kan ogsaa hæves og sænkes efter Behag ved en Ind-
Fig. 10. retning, som let forstaaes af Tegningen. Jernstangen Z er fastgjort i en Træfod.

Jo tyndere alle Dele af denne Lampe kunne gjöres, jo mindre afledes Varmen, og jo stærkere Hede kan der frembringes ved den. Bedre er det at lade Beholderen L staae i Forbindelse med K kun ved et smalt Rör, da der ellers undertiden kan skee en Explosion, idet der kommer athmosphærisk Luft ind i Spiritusbeholderen og der blander sig med Spiritusdampene.

Denne Lampe er nu et af de uundværligste Instrumenter for Chemikeren, der kun derved kan anstille nöiagtige Forsög. Er Lampen gjort efter den i Tegningen antagne Maalestok, da kan man over den i en Platindigel, som holder 20—25 Grammer Vand, og som selv veier omtrent ligesaa meget, i 15 Minutter bringe 25 Gram kulsuurt Natron til at smelte. Men man maa ved Anvendelsen af Platindigler vogte sig for at bringe disse i Beröring med Vægen, da der i saa Fald danner sig Kulforbindelser af Platin og det af Spiritusen afsatte Kul, hvorved Platinet smelter.

TREDIE INSTRUMENT.

Plade II. Den af Guyton Morveaux först angivne Lampeovn bestaaer af en med et til de anvendte Kars Stilling over Heden bequemt Stativ forbunden argandsk Olielampe. Pl. 2, Fig. 8 viser hele Lampe-
Fig. 8, 9, 10. ovnen i Perspectiv; Fig. 9 er et vertikalt Gjennemsnit af Oliebeholderen, Fig 10 et vertikalt og
Fig. 11. Fig. 11 et horizontalt Gjennemsnit af den Cylinder, som indeholder Vægen. Denne Lampes Indretning ligner i Hovedsagen den, som findes paa den berzeliuske Spirituslampe, men afviger dog tildeels derfra især i de Dele, som tjene til at hæve og sænke Vægen. Denne A (Fig. 10) bevæger sig i det ringformige cylindriske Rum, som dannes af de tvende forneden ved et horizontalt Mellemstykke nöie forbundne Cylindre BB og CC. Trækket kan da frit skee gjennem det aabne Rör D (Fig 10 og Fig. 11).

Cylindren C har paa sin ene aabne Side tilloddet et ligeledes paa sin ene Side aabent Rör E
Fig. 10. (Fig. 10), til hvilket ogsaa er fastloddet Canalen F (Fig. 8, 9, 10 og 11), der saaledes sætter det Rum, hvori Vægen bevæger sig, i Forbindelse med Oliebeholderen A (Fig 8 og 9). Uden om Cylindren B ligger en Ring G (Fig. 10 og 11), hvorpaa er fastskruet en anden Ring, hvorpaa Vægen er fastklemt ved Hjelp af en tredie Ring, som slutter temmelig nöie om Ringen Nr. 2. Disse tvende Ringe med Skruen har det ikke været muligt tydeligt at udtrykke paa Tegningen. Fra Ringen G gaaer et tilloddet Stykke ind i det til Cylindren C tilloddede för omtalte Rör E, hvorigjennem gaaer en Skrue H, som paa sin ene Ende har et Tandhjul I (Fig. 10 og 11), der atter griber ind i et andet Tandhjul K (Fig. 10 og 11), der sidder paa Stangen L, som gaaer vandtæt gjennem Bunden af det Rum, som indeslutter Vægen. Denne Stang er under Lampen forsynet med en Skive. De tvende Tandhjul sammenholdes ved et Messingstykke, hvori deres Axer ere fastgjorte, og som atter
Fig. 11. ved en Krog er heftet til Cylindren C. Dette sees Fig. 11. Naar altsaa Stangen L dreies ved Hjelp af den derpaa fastgjorte Skive, saa dreies ved Hjelp af Tandhjulene I og K Skruen H, og derved hæves eller sænkes Ringen G, da Skruen selv er ubevægelig.

Fig. 8, 10 og 11. Uden omkring de hidtil omtalte Cylindre, ligger endnu een N (Fig. 8, 10 og 11), som kun fastholdes ved den derigjennem gaaende Kanal F. Denne Cylinder gaaer ikke fuldt saa höit op som de andre, men derimod lidt længere ned og har forneden en tyk Ring, hvori er befæstet Hanken af en lille underhængende Skaal B (Fig. 8), der tjener til at opsamle den Olie, som muligen kunde

flyde ned. Paa den indvendige överste Deel af denne Cylinder er fastloddet en Ring, hvorpaa Glasskorstenen O (Fig. 8 og 10) hviler; denne tjener deels til at befordre Lufttrækket, deels til at gjöre Vægens Brand stadigere. Skjermen C (Fig. 8) tjener til at skygge for det altfor intensive Lys. Plade II.

Oliebeholderen bestaaer af 2 Dele, der sees udtagne fra hinanden i Fig. 9. Den ene Deel A bestaaer af 2 cylindriske Ringe, hvoraf den inderste slutter nöie omkring Stangen D, saaledes at den kan skydes op og ned derpaa, og er forneden ved et horizontalt Stykke forbunden med den yderste Cylinder. Foroven er det derved dannede Rum aldeles aabent. Den anden Deel B (Fig. 9) bestaaer ligeledes af 2 cylindriske Ringe, men som ere sammenföiede saavel foroven som forneden. I Bunden af denne Deel er en Aabning C (Fig. 9), som kan lukkes med en Prop, der er gjennemboret med en Staaltraad, hvilken har en saadan Længde, at den, naar den överste Cylinder er nedsat i den nederste, stöder mod Bunden af denne og derved hæver Proppen. Ved denne Indretning bevirkes, at Olien i den nederste Deel af Oliebeholderen altid holdes i samme Höide. Thi naar B er udtaget og gjennem Aabningen fyldt med Olie, kan den omvendes, uden at denne udflyder; men naar den nu nedsættes i A, hæves Proppen, idet Staaltraaden stöder mod Bunden af A, Luften træder ind gjennem Aabningen C, og Olien udflyder, indtil den kommer til at staae saa höit i A, at den lukker for Aabningen; thi nu kan Luften ikke mere indtræde. Synker derimod Olien ved Forbrændingen under Aabningen, saa indtræder Luften igjen og nu gjentages det Samme. Hele Oliebeholderen tilligemed Lampen kan skydes op og ned paa Stangen D og fastholdes paa hvilketsomhelst Sted, man vil, ved Hjelp af den cylindriske Ring E og den derigjennem gaaende Skrue. Fig. 8 og 9.

Stangen D (Fig. 8 og 9) er almindelig fiirkantet, af Jern og befæstet i den med Bly udstöbte Fod L. Ovenover Oliebeholderen er anbragt et med en Stilleskrue G forsynet Træstykke H. Gjennem et Hul i den anden Ende af dette Træstykke er opreist den ovenfor Hullet med et Bryst forsynede Jernstang K, der ved Skruen I holdes fast i Træstykket. Dette gjöres sædvanlig af Buxbomtræ, der tjener til at isolere Varmen af Stangen K fra Oliebeholderen. Paa Stangen K ere befæstede en Deel Indretninger, som tjene til paa en beqvem Maade at understötte de Kar, som udsættes for Varmen af Lampen. M (Fig. 8) er en Ring, hvorpaa kan lægges en Retort eller andet Kar; den er indskruet i den om Stangen K fattende og med en Stemmeskrue forsynede tykke Ring N. Skulde Karret have en mindre Diameter end Ringen, da kan derpaa anbringes den med 3 udstaaende Stænger forsynede mindre Ring Fig. 13, saaledes som det sees i Fig. 9. Q (Fig. 8) er en paa samme Maade som M til K fastgjort Stang, hvorpaa en med en Krog forneden og med en Skrue til Fastholdelse forsynet Ring lader sig skyde frem og tilbage. I Krogen kan fastgjöres en fiin Staaltraad, hvori et Kar kan ophænges, eller hvorved en Retort kan holdes i sin Stilling, saaledes som det sees i Fig. 8. P er en med en Skrue forsynet Klemme, hvori et Glasrör eller lignende kan fastholdes. Fig. 13. Fig. 8.

Instrumentets Brug.

For at fylde Lampen med Olie udtages Beholderen B (Fig. 8 og 9) og fyldes med Olie gjennem C, der lukkes med Proppen, hvorpaa den vendes og nedsættes i A; Virkningen foregaaer da saaledes som det allerede er beskrevet. Naar man vil fornye Vægen, skruer man den saa höit op som muligt, og man kan da lösne de om Ringen G sluttende Ringe, som fastholde Vægen. For at undgaae, at Vægen skal komme skjævt paa Ringen, trækker man den sædvanlig uden paa en Træcylinder, paa hvis ene Ende den inderste Ring nöie slutter; man trækker da den yderste Ring uden paa Vægen og kan siden skyde den ned over den inderste Ring.

Plade II. Den Varmegrad, som man kan frembringe ved denne Lampe, afhænger af Karrets Nærhed ved Flammen, af dennes Störrelse og Oliens Godhed. Hvorledes Karrets Afstand fra Flammen kan varieres viser den beskrevne Indretning af Stativet; undertiden anvendes ogsaa en lavere Skorsteen for at bringe Karret nærmere til Flammen. Flammens Störrelse kan deels forandres ved Vægens Tykkelse, deels ved at skrue den mere eller mindre höit op. Dog maa den ikke skrues for höit op; thi naar dette skeer, da kan al den Olie, som strömmer til, ikke forbrænde fuldstændig; Lampen begynder at ryge og afsætter en betydeligere Mængde Sod end forhen. Denne Sod er desuden meget skadelig for Glaskarret, som opvarmes; thi formedelst den ved Sodovertrækket foraarsagede ulige Opvarmning springer det langt lettere end ellers. Den Olie, som anvendes, maa enten være Bomolie eller vel renset Roeolie; thi indeholder Olien slimede Dele, da forkulle disse sig paa Spidsen af Vægen, og naar de ikke idelig borttages, ville de der danne en Skorpe, som vil forhindre den raske Forbrænding. Men om man endog anvender den bedste Olie i vel construerede Lamper, er det dog ikke muligt at frembringe saa stærk en Hede med Olielamper som med Spirituslamper og aldeles at undgaae Sodning. Ved denne föröges endnu mere, som ovenfor sagt, den Vanskelighed, som Opvarmning af Glaskar ved Lampeild altid har, nemlig at derved frembringes en for intensiv Hede paa enkelte Punkter, hvorved Glaskarrene let springe. Glödning af Platin- eller Sölvdigler er det derimod neppe muligt at frembringe ved Olielamper, og det er endog farligt at foretage den; thi den Sod, som Lampen næsten altid tildeels afsætter, danner Kulforbindelser med Platinen, og det smelter derved let. Dette kan endog undertiden være Tilfældet med Spiritus, naar Diglen bringes for nær ned til Vægen.

Den her beskrevne Lampe kan ogsaa anvendes til Forbrænding af Spiritus, men for at udholde den derved frembragte stærkere Hede, maa Skorstenen gjöres af Blik, og man maa da have en Hætte til at sætte over Lampen, naar den er slukket, for at forhindre Spiritusens Fordampning, saaledes som den er beskreven ved den berzeliuske Spirituslampe (Pl. 1, Fig. 12). Skjærmen C kan derimod da bortfalde; thi det Lys, som Spiritusen giver med sin Forbrænding, er ikke saa intensivt som Oliens. Dog udmærker Berzelius's Lampe sig ved sin simplere Construction, og er nu ogsaa næsten den eneste anvendte.

FJERDE INSTRUMENT.

Plade III. Den argandske Lampe med 2 Væger med dertil hörende Dele er fremstillet paa Pl. 3, Fig. 1—7. I Fig. 1 sees hele Lampen med Oliebeholderen i Perspectiv, i Fig. 2 et vertikalt, og i Fig. 3 et horizontalt Gjennemsnit af den Cylinder, som indeslutter Vægerne. A (Fig. 2 og 3) er et i begge Ender aabent Blikrör, der forneden ved et horizontalt Stykke er aldeles vandtæt forbundet med det videre Rör C, saa at derved dannes et forneden lukket men foroven aabent Rum, der paa den ene Side efter sin hele Længde har en vertikal Aabning, hvorved det ved Hjelp af tvende tilloddede Blikstrimler er forbundet med et tredie paa samme Maade udskaaret Rör D (Fig. 2 og 3), der atter forneden ved et horizontalt Stykke er forbundet med et fjerde Rör E (Fig. 2 og 3), hvorved dannes et forneden lukket men foroven aabent Rum, der gjennem en paa den ene Side efter hele Længden gaaende vertikal Aabning communicerer med den foroven og forneden aldeles lukkede Canal F (Fig. 1 og 2). Denne staaer atter i Forbindelse med det Rör B (Fig. 1, 2 og 3), som sætter Oliebeholderen C (Fig. 1) i Forbindelse med Lampen. Uden om alle disse Cylindre ligger endnu en Cylinder G (Fig. 2 og 3), der kun er forbunden med de andre derved, at den er fastgjort til Canalen F.

Fig. 1—7.

Fig. 2 og 3. I Mellemrummet mellem Rörene A og C (Fig 2 og 3) er den ene Væge fastgjort paa Ringe H

(Fig. 3) paa samme Maade, som det er beskrevet ved Guyton Morveau's Lampeovn. Til en af disse Ringe er fastgjort en Möttrik, hvorigjennem gaaer en Tapskrue I (Fig. 2), paa hvis ene Ende er fastgjort et Hjul K (Fig. 2 og 3), der gaaer gjennem Cylindren G og tjener til at dreie Tapskruen, ved hvis Bevægelse den indre Væge hæves eller sænkes. Den anden Væge bevæger sig i Mellemrummet mellem D og E (Fig. 2 og 3) og er ligesom den inderste fastgjort til en Ring L (Fig. 2), der er forbunden med Metalstykket M, som ved Tandstangen N og et Drev efter Behag kan hæves og sænkes uafhængig af den indre Væges Bevægelse. Til den ydre Cylinder, som forneden har en Deel Aabninger, der sees i Fig. 1 og 2, for at befordre Trækket, er fastgjort Skaalen D (Fig. 1), som tjener til at opfange den Olie, som kunde spildes. Til samme Cylinder ere fastloddede de 2 Ender af den böiede Staaltraad H (Fig. 1), om hvilken slutter en Hætte I, hvortil er fastgjort en Ring, som holder Skorstenen E, der saaledes kan hæves og sænkes. Oliebeholderen C (Fig 1) er indrettet som den ved den foregaaende Lampe beskrevne. Den yderste Deel er et stort Blikbæger, som hviler paa Foden G; den inderste Deel, som sees i Gjennemsnit i Fig. 4, er ligeledes en Blikkasse; Stangen, som gaaer gjennem Proppen, gaaer tillige lufttæt gjennem Laaget.

Plade III. Fig. 2 og 3. Fig. 1. Fig. 4.

Pl. 3, Fig. 5 fremstiller et lille Sandcapel af Kobber, som paa Siden har en Aabning for Retorter, hvilken kan lukkes med det Fig. 6 afbildede Stykke. Fig. 7 er en Kurv, hvori Retorter eller andre Kar kunne hvile over Lampen. Denne Kurv saavelsom Capellet maa naturligviis hvile paa et Stativ.

Fig. 5. Fig. 6 og 7.

Brugen af denne Lampe forstaaes let ifölge den Beskrivelse, som er given over Guyton Morveau's Ovn. Den giver en större Varmemængde end denne, uden at give nogen intensivere Hede, hvorfor man vanskeligt vil kunne opnaae Glödning med den.

Flere Indretninger af den argandske Lampe ville blive omtalte paa andre Steder i dette Værk.

§ 3.

Instrumenter, som tjene til Fordampning af flygtige Vædsker.

Naar man har en Blanding af flere Legemer, hvoraf et eller flere ere flygtige, og som man önsker at adskille, da kan denne Adskillelse skee ved en Destillation, hvorved den flygtigste Vædske först forvandles til Damp, der siden kan fortættes og opsamles. Undertiden har man ved en Destillation til Hensigt at samle den Vædske, som först gaaer over, f. Ex. naar Spiritus destilleres fra Vand; undertiden vil man derimod netop vinde den mindre flygtige Vædske, f. Ex. naar Vand destilleres fra Svovlsyre.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Lampedestilleerovnen sees i Pl. 3, Fig. 8 i Perspectiv. Den bestaaer i det Væsentlige af en Spirituslampe, der kan hæves eller sænkes, og af en lille Destilleerkjedel med Hat. A er Beholderen til en Spirituslampe, der findes inden i Cylinderen B, og er af samme Construction, som den i Fig. 1 og Fig. 4 beskrevne. Lampen er en simpel Spirituslampe med enkelt Væge. Röret C (Fig. 8), som sætter Beholderen i Forbindelse med Lampen, er gjort saa langt, for at Spiritusen i Beholderen ikke skal antændes ved Flammen fra Lampen. A hviler paa et Stativ D, hvis överste Plade kan hæves eller sænkes og fastholdes i forskjellig Höide ved Skruen E. Derved kan Lampen bringes nærmere til eller længere fra Destilleerkjedlen.

Fig. 8.

Plade III. B er en Cylinder af Jernblik, der deels tjener til at sammenholde Varmen, deels til Underlag for Kjedlen. Denne, F, er af Glas og i det her aftegnede Apparat blæst i eet Stykke med Hatten G, der foroven har en Tubus, som lukkes med Glasproppen H. Fra Hatten udgaaer Halsen I, hvorved Destilleerkjedlen kommer til at staae i Forbindelse med Kjölapparatet Fig. 13, som strax nöiere skal beskrives.

ANDET INSTRUMENT.

Foruden Destillation af en Kjedel med Hat, som den beskrevne, bruger man ogsaa og endog
Fig. 9. hyppigere ved chemiske Operationer Destillation af en *Retort* (Pl. 3, Fig. 9), der er et pungformigt Kar, hvis Hals er böiet til den ene Side. Denne Hals er videst ved Omböiningen og gaaer stedse snævrere og snævrere ud. Ved Omböiningen er Retorten paa sin underste Side inkneben noget, for at den Vædske, som destilleres deri, under Kogningen ikke skal spröite op og löbe igjennem Retorthalsen, uden at være forvandlet til Damp. Retorter gjöres i Almindelighed af Glas, der da maa være saa jævnt udblæst som muligt, for at kunne taale stærk Hede uden at springe. De gjöres enten uden Tubus, som det sees i Fig. 12, A, eller med Tubus som i Fig. 9, hvilken da tjener deels til derigjennem at indbringe den Vædske, som skal destilleres, uden at forurenige Retortens Hals, deels til deri at anbringe et Sikkerhedsrör af den Form, som sees Pl. 4, Fig. 1.

§ 4.

Instrumenter, som tjene til Opsamling og Condensation af Dampe.

Efterat en Vædske i Destilleerkjedlen eller Retorten er forvandlet til Damp, maa denne Damp ledes i Apparater, hvor den kan afsvales, eller gaae over i den flydende Tilstand og saaledes opsamles. Af de Instrumenter, som tjene hertil, ere fölgende de vigtigste:

FÖRSTE INSTRUMENT.

Fig. 10. Pl. 3, Fig. 10 sees det saakaldte Forlag, der ligesom Retorten er af Glas. I dette Forlags Hals A indkittes en tætsluttende gjennemboret Prop, gjennem hvilken Retortens Hals gaaer. Dampene, som komme fra Retorten, ville da sædvanligt uden videre Afkjöling end den, som frembringes ved den omgivende Luft, fortætte sig i Forlaget. Skulde Vædskerne, som destilleres, være meget flygtige, da lægges dette Forlag i et Kar med koldt Vand, Is eller Snee.

ANDET INSTRUMENT.

Udvikles der under Destillationen luftformige Stoffer, da er man nödsaget til at aabne disse
Fig. 11. en Udgang, og man anvender da et tubuleret Forlag, Pl. 3, Fig. 11. I Tubusen indkittes da et Rör, som leder Luften under en Klokke, fyldt med Vand eller Qviksölv, eller, naar den skal optages af Vand, i det woulfiske Apparat (Pl. 4, Fig. 3). Det Pl. 3, Fig. 11 afbildede Forlag har 2 Tubuser, men i Almindelighed har Forlaget kun een.

TREDIE INSTRUMENT.

Fig. 12. Det sammensatte Destilleerapparat, som sees Pl. 3, Fig. 12, anvendes, hvor man foretager Destillation af ulige flygtige Vædsker, der ved en hensigtsmæssig Indretning af Apparatet særskilt

kunne samles. B er en Ballon med 3 Aabninger; i den ene indkittes Halsen af en Retort A af den forhen beskrevne Form. Dampene af de mindst flygtige Vædsker ville condensere sig i denne Ballon og flyde ned i Karret C. Dampene af de mere flygtige Vædsker ville gaae igjennem B's tredie Aabning ind i Forstödene D og E, der ere tilsatte for at skaffe Dampene en större Overflade, hvorpaa de kunne condenseres, og endelig fortætte sig i Karret F. Plade III.

FJERDE INSTRUMENT.

Naar man foretager en Destillation af temmelig flygtige Vædsker og önsker, at Destillationen skal gaae rask, da er det nödvendigt at lede Dampene gjennem et Apparat, der har en stor Overflade, som er i stadig Beröring med koldt Vand. Et saadant Apparat sees i Pl. 3, Fig. 13. A er et Træ- Fig. 13.
kar, hvori gaaer et slangeformigt böiet Rör af Kobber, hvis ene Ende gaaer vandtæt gjennem Karrets överste Side, den anden gjennem den nederste. I den överste Ende B af dette Rör indkittes Halsen af Destilleerhatten eller af en Retort. Karret A er fyldt med koldt Vand, der af og til maa fornyes, hvilket bedst skeer ved at udsuge det med en Hævert og fylde nyt Vand i. C er et Kar, som er bestemt til at optage den i Slangeröret condenserede Vædske. Et saadant Slangerör er meget vanskeligt at rense, hvorfor det er beqvemmere at lade Röret gaae i Zig-zag, og ved hver Böining at anbringe en Aabning, der kan lukkes ved en Skrue, og hvorigjennem Röret kan renses. Efter det Ovenanförte bör de flade Afkjölingsrör foretrækkes for de runde.

FEMTE INSTRUMENT.

Det weigelske Kjölapparat (Pl. 3, Fig. 14) bestaaer af 2 Rör A og B. Det yderste B har Fig. 14.
ved sin ene Ende en opstaaende Tragt C og ved sin nederste Ende et krumböiet Rör D. Naar man ved Hjælp af en Hane E, som communicerer med et Kar med koldt Vand, gyder Vand i Tragten C, da flyder dette igjennem det hule Mellemrum imellem Rörene A og B og frembringer der en Afsvaling af de Dampe, som ledes igjennem A, i hvis ene Ende en Retorthals G er indkittet. Det Vand, som har tjent til Afsvaling, flyder da atter ud igjennem Röret D i Tragten F, hvorfra det siden bortledes.

§ 5.

Instrumenter, som ved Destillationer tjene til at forhindre Retortens Sprængning eller Spærringsvædskens Tilbagegang i Retorten.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Det saakaldte Tilgydningsrör eller Sikkerhedsrör sees Pl. 4, Fig. 1. Naar man ved en Plade IV.
Destillation umiddelbart forbinder en Retort med et utubuleret Forlag (Pl. 3 Fig. 10), da kan der undertiden, naar Dampen ei hurtig nok afsvales, opstaae en saadan Spænding i det Indre af Retorten Fig. 1.
at den sprænges. Dette kan forhindres ved det Pl. 4, Fig. 1 afbildede Sikkerhedsrör, der ved en gjennemboret Korkprop indkittes i Retortens Tubus. Gydes nemlig en Vædske i Rörets Green A, da hæver den sig i B til Linien D, og naar der derefter tilgydes mere i A, flyder Vædsken gjennem C ned i Retorten. Paa denne Maade kan dette Rör tjene til efterhaanden at erstatte den af Retorten bortdampede Vædske, uden at man behöver at sætte det Indre af Retorten i umiddelbar Forbindelse med Atmosphæren.

Plade IV. Bliver under Destillationen Trykket saa stærkt i Retorten, at det overgaaer Atmosphærens Tryk, da trykkes Vædsken ned i B og hæver sig i A. Bliver den indvendige Spænding i Retorten stor nok, da kastes Vædsken ud af A, og Luften finder en Udgang. Er Trykket inden i Retorten derimod ringere end Atmosphærens, saa at man kunde befrygte en Knusning ved det udvendige Tryk, da drives Vædsken gjennem C ned i Retorten, og den udvendige Luft finder saaledes en Indgang i Retorten. Den Kugle, som findes paa Grenen B tjener til at optage en större Mængde Vædske, end der kunde være i det lige Rör, og naar denne trykkes op i A, dannes deri en höiere trykkende Söile, uden at Grenen B behöver at have nogen betydelig Höide.

Naar Retorten er forbunden med et tubuleret Forlag, fra hvilket der gaae Rör, som lede den Luft, der udvikles under Destillationen i Kar med Vand eller anden Vædske, hvoraf Luften skal optages, saa kan denne Vædske, naar Spændingen i Retorten formindskes, trykkes ind i denne ved Atmosphærens Virkning. Dette kan ogsaa forhindres ved det beskrevne Apparat, thi er den Deel af Röret, som hæver sig lodret over Vædsken i det Kar, hvori Luften ledes, længere end Grenen B af Sikkerhedsröret, da vil den atmosphæriske Luft snarere trykke Colonnen af Vædske i B ned i Retorten og saaledes selv bane sig en Vei derind, end hæve Vædsken i det længere Luftledningsrör og saaledes trykke denne tilbage i Retorten, naar nemlig den Vædske, der findes i Sikkerhedsröret (Pl. 4, Fig. 1) og den,
Fig. 1. som skal optage Luften, have samme Vægtfylde.

ANDET INSTRUMENT.

Fig 2. Det Pl. 4, Fig. 2 afbildede Sikkerhedsrör er ligesom det beskrevne angivet af Welter. Den ene Ende af dette Rör A kan nemlig anbringes i et Forlags Tubus, den anden Ende i et Kar med Vand eller anden Vædske, som skal optage de Luftarter, som udvikles under Destillationen. Til dette Rör er tilloddet det böiede Rör BC, i hvilket man gyder Vand eller anden Vædske, hvis Natur for en Deel maa rette sig efter de Luftarter, som ledes gjennem A. Virkningen af dette Rör er fuldkommen analog med det beskrevnes og behöver derfor ikke nogen nöiere Udvikling. Ved Anvendelse af dette Rör opnaaer man en tilstrækkelig Sikkerhed ved Brugen af utubulerede Retorter, der ofte have Fortrinet for de tubulerede, hvilke ere kostbarere at anskaffe og lettere ere udsatte for at springe end de utubulerede, da Glasset omkring Tubusen altid maa være tykkere end den övrige Deel af Glasmassen, og enhver Ujevnhed i denne foraarsager en ulige Udvidelse ved Varmen og deraf följende lettere Sprængning.

§. 6.

Instrumenter, som tjene til at opfange Luftarter, der skulle optages af Vædsker.

Af de Instrumenter, som anvendes til paa en beqvem Maade at lade Luftarter strömme gjennem Vædsker for enten ganske at optages deraf eller efter en partiel Indsugning at opsamles, skal her kun
Fig. 3. beskrives det woulfiske Apparat med nogle derved foretagne Modificationer. A, B og C (Pl. 4, Fig. 3) ere tre Flasker, hvoraf enhver har 3 Tubuleringer. D, E, F og G ere böiede Rör, hvis ene Ende gaaer heelt til Bunden af Flaskerne, medens den anden netop gaaer nedenfor Flaskernes Hals. Den afbrudte Ende af D staaer i Forbindelse med en Retort, hvorfra Luftudviklingen skeer; den afbrudte Ende af G staaer enten i umiddelbar Communication med Atmosphæren, naar nemlig al Luften er optagen af Vædsken i Flaskerne, eller den, som endnu kunde være uoptagen, er uskadelig. Er al Luften

ikke optagen i Flaskerne, da sættes G i Forbindelse med et Gasometer eller med et Kar, som indeholder en Masse, der kan optage den Luft, som ikke er indsuget af Vædsken i de woulfiske Flasker. Rörene H have omtrent samme Öiemed, som de welterske Sikkerhedsrör; thi naar Lufttrykket i Flaskerne bliver for stærkt, da trykkes Vædsken op i disse Rör. Og bliver Lufttrykket i en Flaske mindre end det, som udöves af Atmosphæren, da vil denne trykke Vædsken ned i H, boble op i Flasken og saaledes oprette Ligevægten. I Flaskerne gydes den Vædske, som skal optage Luften. Rörene fastgjöres i Almindelighed i Flaskerne ved Hjelp af gjennemborede Korkproppe, der luteres for at tætte smaa Aabninger. Men ere de Luftarter, som ledes gjennem Flaskerne, meget ætsende, da maa Proppene indvendig overdrages med Vox. Man kan ogsaa benytte Rör, paa hvilke tilslebne Glasproppe ere tilsmeltede, saaledes som det sees Pl. 4, Fig. 3 b. Plade IV.

For at undgaae det Tidspilde og den Uleilighed, som Tilfilingen af saa mange Proppe altid medförer, og for at hæve den Vanskelighed, som altid er forbunden med Flytningen under Brugen af et Apparat, der er sammensat af saa mange store og urokkelige Rör, har Forfatteren af dette Værk angivet en forandret Construction af dette Apparat, som sees Pl. 4, Fig. 4 og Pl. 5, Fig. 1, 2 og 3 efter en större Maalestok. Lige Bogstaver paa begge Plader betegne lige Dele af Apparatet. A, B og C (Pl. 4, Fig. 4) ere 3 Flasker med en Indknibning paa Midten. Paa dette Sted ere de indvendig saaledes tilslebne, at den ophöiede Kant A (Pl. 4, Fig. 10) af Tragtene D (Pl. 4, Fig. 4 og 10) passer nöie deri. Disse Tragte udöve samme Virkning, som Rörene H (Fig. 3), og tjene tillige til Gjennemgang for Rörene E, F, G og H. Disse ere forneden, hvor de gaae ned i Flaskerne, omböiede saaledes som det sees af Tegningen. Enderne I, hvorigjennem Luften först træder ind i Flaskerne, ere kort afbrudte, medens Enderne K gaae heelt op til den överste Deel af Flaskerne, for at kunne lede den Luft, som ikke er optagen i den ene Flaske til den följende. For at der ikke skal samle sig nogen stor Mængde Luft i den överste Deel af Flaskerne, bör Rörene K gaae saa höit op, som det er muligt. At undgaae Tilstedeværelse af nogen Luft i den överste Deel af Flaskerne er ikke muligt, men man kan reducere denne Luftmængde til en meget ringe Qvantitet. Fig. 4.

Naar man vil bruge Apparatet, maa man först med megen Forsigtighed stikke Rörene F, G og H igjennem Tragtene D og dernæst sætte disse i Flaskerne. Naar Rörene ere saaledes nedsatte, stötte de med deres nederste Deel paa Bundene af Flaskerne, og disse Bunde bör derfor være ganske flade, for at Rörene ved at glide ned ad den Forhöining, som i Almindelighed findes midt i Bunden paa Glasflasker, ikke skulle komme ud af deres Stilling. Derefter gyder man Vand eller en anden Vædske, som skal optage den Luft, der skal ledes gjennem Flaskerne, meget forsigtigt gjennem Tragten D. Man maa ved denne Operation meget vogte sig for, at Vandet eller den anden Vædske ikke kommer til at staae saa höit i Flaskerne A, B og C, at det kan træde ind i de længste Ender K af Rörene; thi naar deri kommer Vædske, da kan Luften ikke frit passere derigjennem, men vil samle sig i den överste Deel af Flaskerne og trykke Vædske op igjennem Tragtene D. Indtræffer dette Tilfælde, da maa Rörene udtages, törres meget godt og derpaa indsættes igjen paa deres Sted; men denne Operation er meget vanskelig og langsom, da de tynde böiede Rör fordre megen Forsigtighed i Omgang, og da det er vanskeligt at faae dem ganske udtörrede. Til ydermere Sikkerhed kan man, efterat Apparatet er sammensat, gyde lidt Qviksölv i Flaskens överste og udvidede Deel, hvorved enhver Udgang for Luften vil blive umulig.

Pl. 5, Fig. 1 er dette Apparat fremstillet paa et Stativ, hvorved det bliver let at flytte. Flaskerne staae paa et Bord mellem Bræderne L og M (Pl. 5, Fig. 1, 2 og 3) og kunne altsaa ikke Plade V. Fig. 1.

Plade V. bevæge sig til Siden. For at Flaskerne ikke skulle skydes frem og tilbage og de böiede Rör derved brækkes, er der mellem dem indlagt firkantede Brædestykker, der ere udskaarne saaledes, at de tildeels
Fig. 2. kunne slutte omkring de runde Flasker. To af disse Stykker sees i Plantegningen Pl. 5, Fig. 2, A og B, og fra Enden sees en af dem i Pl. 5, Fig. 3. Naar man vil tage Apparatet fra hinanden, efterat have benyttet det, da maa man enten paa een Gang hæve alle Tragtene D med de krumme Rör, for at disse ikke skulle brydes itu, eller man maa sænke en af Flaskerne ad Gangen og saaledes udtage Rörene deraf, medens de andre blive paa deres Sted. Da dette ved Anvendelsen af det beskrevne Stativ ikke kan skee uden i Forveien at have hævet Flasken over Kanten af Bræderne L og M, og
Fig. 1. Rörene let kunne brydes itu derved, saa kan man udskjære et Stykke N (Pl. 5, Fig. 1) af Brættet L, sammenföie det dermed igjen ved 2 smaa Hængsler O og P og en Krog Q. Naar man da vil tage Apparatet fra hinanden, aftages Krogen Q og Stykket N böies ned, saa at den Flaske, der staaer nærmest derved, nu forsigtigt kan skydes ud til Siden og derpaa sænkes, saa at Rörene kunne tages ud deraf.

Fig. 4. Endnu en Modification af det woulfiske Apparat sees Pl. 5, Fig. 4. A, B og C ere 3 Flasker,
Fig. 5. hvoraf den ene er tegnet særskilt i Fig. 5, som ere meget glat afslebne foroven. De staae paa Pladerne D, E og F, der kunne hæves med Skruer, som gaae gjennem de i Stativet fastgjorte Træstykker G, H og I. Mellem Pladerne D, E og F og Flaskerne anbringes Stykker af Filt, for at Flaskerne ikke skulle brydes itu, naar de ved den beskrevne Indretning presses mod de i den överste Deel af Stativet fastgjorte Marmorplader K, L og M, hvorved de fuldkommen lukkes. I disse Marmorplader, hvoraf den ene er særskilt tegnet i Fig. 6, ere 3 Huller. I det ene er ved Hjælp af gjennemborede vel luterede Korkproppe fastgjorte Rörene NN, der have samme Öiemed som de i Pl. 4, Fig. 3 afbildede Rör HH. Gjennem de andre Huller paa Marmorpladen gaae Rörene O, P og Q, der lede Luften gjennem Flaskerne, og hvoraf den ene Ende derfor gaaer heelt til Bunden af den ene Flaske, medens den anden netop gaaer nedenfor Halsen i den næste, for at beholde saalidt Luft som muligt i Flaskerne.

Dette Apparat udmærker sig ogsaa derved, at det er let at sammensætte og let tranportabelt, da det staaer fast i det beskrevne Stativ.

§ 7.

Instrumenter, som tjene til Luftarters Opsamling og Udmaaling.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade IV. Det af van Marum först angivne Gasometer sees i Perspectiv i Pl. 4, Fig. 5. A er et Glas,
Fig. 5. der forneden ved Hjelp af en med Skruer forsynet Messingring er fastgjort til et lille Bord B. Foroven er dette Glas forsynet med et lufttæt sluttende Messinglaag H, hvortil er fastgjort den ene Ende af en Messingmaalestok, hvis anden Ende er befæstet i den Glasset forneden omgivende Ring. Denne Maalestok er saaledes inddeelt, at dens Inddelinger antyde Cubiktommer af Glassets Indhold. Oven i Laaget ere 3 Aabninger. I Aabningen L er indskruet en Hane, der udvendig paa sin överste Ende har Skruegange, og indeni en kegleformig Udboring, saaledes som det sees aftegnet i större Maalestok paa Pl. 8 Fig. 2. I denne Udboring passer Tappen af et Rör C, der ved en om Hanen fattende Möttrik er fastskruet dertil; denne Tap sees ligeledes Pl. 8 Fig. 3. I Aabningen K (Pl. 4, Fig. 5) er fastskruet et Rör, der udvendig har Skruegange og indvendig en kegleformig Udboring, som den

ved L beskrevne. I denne Aabning, der sædvanligst er tillukket med en sleben Glasprop, kan indskrues et Ledningsrör, naar dette skulde gjöres fornödent. I den tredie Aabning I er ligeledes indskruet en Hane af samme Form som Hanen L. Til denne Hane er nedentil fastgjort et Glasrör N, hvilket naaer til Gasometrets Bund; oventil skrues uden paa Hanen en Messingtragt M, dog saaledes, at Skruegangen paa Hanen naaer oven for Tragtens Bund. I Hanen passer den ene Ende af det krumme Messingrör O, der lader sig fastskrue til Hanen I paa samme Maade som Röret C til L. Til den ene Ende af Röret O er fastgjort det foroven med en Messingring forsynede Glasrör P, der gaaer heelt til Bunden af Glascylindren D. Röret N, Gjennemboringen af Hanen I og Rörene O og P danne tilsammen en Hævert. Cylindren D er et tykt Glasrör, der forneden er lukket med en, med en Hane Q forsynet, Messingring R. Den hviler paa en til Bordet B fastgjort lille Hylde og fastholdes til samme ved en Ring S. Da Niveauet af Vand i Cylindren D enten kan gjöres höiere eller lavere end det i A, saa kan hvilketsomhelst Been af Hæverten NOP gjöres længst, og Vand saaledes bringes baade ind og ud af Glasset A. Plade IV. Fig. 5.

E er en Glasklokke, som enten kan indeholde den Luftart, man vil bringe ind i Gasometret, eller hvori man kan lede en Luftart fra Gasometret. Denne Klokke staaer paa en Plade, almindeligviis af Blik, som er gjennemboret med Huller, der tjene til at skaffe en Aabning for det böiede Rör C, der förer den Luftart, som skal indbringes eller udtages af Klokken. Denne Plade hænger ved Hager i en Kasse T af Blik, Træ eller Glas. F er en med Hane forsynet Klokke, der paa et Stativ er stillet over Cylindren D og tjener til at regulere Tilströmningen af Vand. G er en Spand bestemt til at optage det Vand, som det under Instsumentets Brug er nödvendigt at lade udflyde af Hanen Q, naar der skal indbringes Luftarter i Glasset A.

Instrumentets Brug.

Dette Instrument er ikke alene beqvemt til at indeslutte og ved Hjælp af den derpaa anbragte Maalestok at udmaale Luftarter, men ogsaa til at overföre en Luftart fra et Kar til et andet.

For at fylde Beholderen A med Luft afskrues Röret O, Glasproppen ved K udtages, og Beholderen fyldes gjennem Tragten M med Vand. Ligeledes fyldes D og derved Röret P med Vand; det krumme Rör O gydes fuldt af Vand, og vendes om, medens man med Fingrene tilslutter Aabningerne, indtil de ere komne under Vandskorpen i Tragten M og Cylinderen D; begge Ender bringes derpaa i de tilsvarende Tappe, og Huulskruerne paaskrues. Suges dernæst C fuldt af Vand, da er hele Instrumentets Cavitet fyldt. Bringes Enden af Röret C ind under en med Luft fyldt Klokke, der er spærret med Vand i et hydropneumatisk Apparat, saa maa denne Luft, naar Hanen Q aabnes, indsuges i Beholderen A, i hvilken Hæverten NOP faaer sit korteste Been. Er Beholderen A fyldt med Luft, eller man vil bringe endnu en med Luft fyldt Klokke i Samqvem dermed, da lukker man Hanerne ved I og L og aabner dem atter, naar Röret C er bragt under den nye Klokke.

Vil man drive Luften ud af A, maa det deri værende Been af Hæverten være det længste, og Vandets Niveau i D följelig være höiere end i A. Det fra D udlöbne Vand erstattes da ved Tillöb fra F. Luftudströmningens Störrelse kan let modificeres ved Hævertbenenes större eller mindre Længdeforskjel, eller ved Hævertens större eller mindre Vide, der bestemmes med forskjellige Stillinger af Hanen I, eftersom den ganske eller kun tildeels er aaben.

Skulde man önske uafbrudt at lade en större Mængde Luft udströmme end den, der kan rummes i Beholderen A, da kunne flere saadanne lettelig forbindes. Man kan nemlig paa det ene

Plade IV. Apparat, istedetfor et Rör som C, indsætte et paa Enderne med Tapper og Skruer forsynet Rör og igjennem Aabningen K paa det andet Apparat lade disse Apparater staae i Samqvem med hinanden. Ere begge fyldte, da kan man paa det först omtalte lukke Hanen I, og lade Luften först udströmme af det andet, og siden naar dette er tomt borttage det til Gjenfylding, efter först at have bragt Hæverten paa det förste i Virksomhed og have lukket Aabningen ved K.

Finder man det ved en eller anden Leilighed beqvemt, da kan man aftage Röret C og paaskrue det Fig. 6 afbildede Rör, der er udtrukket til en fiin Spids. Dette er f. Ex. fordeelagtigt, hvor man vil foretage Blæserörsforsög med Ilt eller antænde udströmmende Brint.

Vilde man med Nöiagtighed bestemme Vægten af et vist Qvantum Luft efter det Rum, som det indtager i Gasometret, da maatte man tage Hensyn til det Tryk og den Temperatur, som denne Luftmasse er udsat for. For at bestemme Trykket maatte man först bringe Vandet til at staae lige höit i D og i A, eller nöiagtig udmaale Differentsen. Stod Vandet i D höiere end i A, da maatte Differentsen lægges til det, Barometret angav paa den Tid, Opservationen anstiltes; stod det lavere, maatte det fradrages. Det erindres, at Vandsöilen, som angav Differentsen mellem Vandhöiden i A og D, maatte reduceres til en Qviksölvsöile, hvilket let skeer, da man veed, at Qviksölvets Vægtfylde er 13,6. Havde man saaledes fundet, hvilket Tryk Luften i A led, og dette var angivet ved at bestemme, hvor mange Linier Qviksölv den vilde formaae at bære, da maatte det Volumen, som Luften indtog ved dette Tryk, reduceres til det, den vilde indtage ved et Tryk, som svarede til en Barometerhöide af 336 Linier, hvilket antages for et Normaltryk. Denne Reduction skeer let, naar man erindrer sig, at Luftarters Rumfang forholder sig omvendt som de Tryk, de lide. For nöie at erfare den Temperatur, for hvilken den i A indesluttede Luft er udsat, maa man inden i Beholderen paa en i Messinglaaget fastgjort lille Krog anbringe et Thermometer. Man antager i Almindelighed 15° C. (12° R.) for en Normaltemperatur, ved hvilken man angiver Luftarternes Volumen. For hver Grad af Celsius's Thermometer udvide Lufarterne sig 0,00375 af deres Volumen. Differentsen mellem den antagne Normaltemperatur og den, som det i A ophængte Thermometer angiver, multipliceres derfor med 0,00375; det udkomne Produkt multipliceres atter med Luftens Volumen, angiven f. Ex. i Cubiktommer, og Productet er den Störrelse, som skal fradrages dette Rumfang, dersom Temperaturen overstiger Normaltemperaturen; men lægges til det, dersom den er lavere. Paa denne Maade vil man altid ved Angivelsen af Luftarter have en bestemt Norm, hvorefter man kan bestemme deres Vægt, naar man kjender Vægten af et vist Rumfang ved et Tryk af 336 Linier og en Temperatur af 15° C.

ANDET INSTRUMENT.

Fig. 7. Det af Pepy först angivne Apparat til Gassers Opsamling og Udmaaling bestaaer af en Kobberkasse A (Pl 4, Fig. 7) med en aldeles flad Bund og et ligedant Laag. Til denne er ved 4 Stötter D fastgjort den foroven aabne Kasse B, der er forsynet med en fremstaaende Tud. Kassen A har forneden en skraat opstaaende Tud H, der indvendig er forsynet med Skruegænger og kan lukkes ved en Skrue. Paa sin överste Deel har A et Rör G, der kan lukkes med en Hane. Fra den överste og nederste Deel af A udgaae böiede Rör L, imellem hvilke er fastgjort et Glasrör ved Siden af en Maalestok M, ved hvilken Indretning det bliver muligt at iagttage, hvor höit Vandet staaer i Kassen og at udmaale den Mængde Gas, som er indesluttet deri. Fra Midten af Laaget paa Kassen A gaaer et med en Hane forsynet Rör E til Bunden af Kassen B. Ved Siden af dette gaaer et andet

Rör F, der i sin överste Ende indvendig er forsynet med Skruegænger og naaer næsten ganske til Bunden af A. Fig 8 forestiller en Tragt, og Fig. 9 et Forlængelsesrör, som begge kunne skrues til den överste Deel af F. Fig. 11 er en Slange med et fiint udtrukket Rör, hvilken kan anbringes paa Röret G. Plade IV. Fig. 8, 9. og 11.

Instrumentets Brug.

Naar dette Gasometer skal bruges, da fyldes det först med Vand, hvilket skeer ved at lukke Aabningen ved H, lade alle Hanerne aabne og gyde Vand i Kassen B, hvilket da löber ned gjennem E og F, medens Luften træder ud gjennem G. Begynder Vandet at löbe ud af denne Aabning, da lukkes den, og nu træder Vandet kun ind gjennem F, medens Luften bobler op gjennem E. Er Gasometret ganske fyldt med Vand, da lukkes alle Hanerne og Skruen H afskrues. Da Lufttrykket foroven er hævet, kan Vandet ikke löbe ud; men bringes nu den ene Ende af et Luftledningsrör ind i Aabningen H, da bobler Luften op i A, medens Vandet flyder ud af H og maa opsamles i et nedenunder anbragt Kar. Er Vandet ganske vegen bort fra Glasröret L, da er Gasometret fyldt, Luftudviklingen standses, og Aabningen H lukkes.

Skal Gassen benyttes, da fyldes B med Vand, og en Klokke C stilles i denne Kasse. Naar denne Klokke er forsynet med et Rör, der kan lukkes med en Hane K, saa kan man forbinde den med en Pompe, saa at Luften kan pompes ud af Klokken, der derved fylder sig med Vand. Er Klokken saa stor, at den ganske udfylder Kassen B, da kan den nödvendige Efterfyldning af Vand skee gjennem Tuden I. Er Klokken C fyldt med Vand, da aabnes Hanerne paa E og F; Vandet löber ned gjennem F, og Luften bobler op gjennem E og fylder Klokken, med hvilken man da paa det Sted, hvor den staaer, kan foretage alle de samme Arbeider, som om den stod i et pneumatisk Apparat.

Vil man benytte den indsluttede Luftmasse til Blæserörsforsög, da skruer man Stangen Fig. 11 paa Tuden G. For at föröge Udströmningens Hurtighed skrues Forlængelsesröret (Fig. 9) og Tragten (Fig 8) til Röret F. I det Tilfælde, at man lader Gassen strömme ud gjennen G, maa naturligviis Hanen paa E lukkes.

§ 8.

Instrumenter, som tjene til at forstærke Varmen af en Flamme ved kunstigt Lufttræk.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Ved mange chemiske Arbeider, hvor det er vigtigt hurtigt at kunne ophede smaa Portioner af et Legeme til en höi Temperatur, betjener man sig af det saakaldte Blæserör.

Det hele Instrument sees Pl. 6, Fig. 1. Det gjöres i Almindelighed af Messing eller af Sölv og bestaaer af 4 Dele. Den hule Stang Fig. 2 er paa sin bredeste Ende forsynet med et Mundstykke af Elphenbeen, Been eller Horn for at forhindre Messingets hurtige Iltning paa dette Sted, der under Brugen bliver vaadt af Mundens Vædsker; paa den anden Ende har denne Stang en Skrue, der passer i en Möttrik ved A i den cylindriske Luftbeholder, som sees særskilt aftegnet i Fig. 3. Denne Deel af Blæseröret tjener til at optage de Vædsker, som under Blæsningen kunne löbe fra Munden gjennem Röret Fig. 2, og som vilde strömme ind i Flammen og der formindske Heden, dersom de ikke i Forveien opsamledes i Luftbeholderen Fig. 3. Denne Beholder har paa sin ene Side Plade VI. Fig. 1 og 2. Fig. 3.

Plade VI. Fig. 4. Fig. 5. et Rör, der er forsynet med en Möttrik, hvori det Rör, som sees i Fig. 4, kan indskrues ved Hjelp af en derpaa anbragt Skrue. Dette Rör er i den ene Ende gjennemboret af en ganske fiin Aabning. Paa dette Rör kan paasættes en Spids af Platin, der uden at smelte kan taale den Hede, hvorfor denne Spids udsættes under Blæsningen, medens Messingspidser meget hurtigt forbrænde, saa at Aabningen deri udvider sig. I Pl. 6, Fig. 5 sees denne Platinspids. Man bör være forsynet med 2 saadanne Spidser med Aabninger af forskjellig Vide for dermed at kunne regulere Tilströmningen af Luft.

Instrumentets Brug.

Med det her beskrevne Blæserör kan man let anstille forskjellige Forsög, som tjene til at lære at kjende de forskjellige Substantsers Natur. Man kan paa denne Maade undersöge om et Stof er flygtigt eller ikke, om det decomponeres ved Heden eller ikke, om det er smelteligt og hvilke Phænomener det viser, naar det sammensmeltes med andre Substantser; man kan ilte og afilte Stofferne ved Blæseröret.

Vil man ved Blæseröret forstærke den Hede, som Flammen af en Olie- eller Spirituslampe eller af et Lys er istand til at frembringe, da paasætter man Platinspidsen, som rettes mod den nederste Deel af Flammen, saaledes at det Punkt deraf, hvor den anbringes, ligger omtrent i samme horizontale Linie, som Vægens Spids, og man blæser nu gjennem Röret, idet man udspiler Kjæverne og trækker Veiret gjennem Næsen. Kun paa denne Maade bliver man istand til i længere Tid at vedligeholde en stadig Blæst igjennem Röret og til at udholde dette Arbeide, uden at det angriber Lungerne; og ved at blæse paa denne Maade bringer man en Ström af atmosphærisk Luft, som altsaa indeholder Ilt, den til Forbrændingens Vedligeholdelse nödvendige Luftart, ind i Flammen, hvorimod man, ved at blæse Luft fra Lungerne gjennem Röret, bringer Kulsyreluft ind i Flammen, hvis varmende Evne derved ikke vilde tiltage. Flammens sædvanlige Forhold modificeres betydeligt ved den Luftström, som indbringes deri ved Blæseröret.

I en Flamme, der brænder under de sædvanlige Forhold, viser sig ved Basis en mörkeblaa Deel, som bliver smallere jo mere den fjerner sig fra Vægen og tilsidst ganske forsvinder der, hvor Flammens Sider stige lodret opad. Midt i Flammen er en mörk Deel, som dannes af de fra Vægen opstigende brændbare Luftarter, som ikke kunne brænde paa dette Sted af Mangel paa Ildluft. Omkring denne mörke Deel er den egentlig lysende Deel, paa hvis Kanter man bemærker en lidet lysende Omgivelse, som mod Spidsen bliver bredere. I denne skeer den egentlige Forbrænding, og den er den varmeste Deel af Flammen. Paa det Sted, hvor den nederste blaa Kant ophörer, har denne varme Deel sit hedeste Punkt. Naar man nu med Blæseröret blæser Ildluft ind i Flammen, saaledes
Fig 6. som det forestilles i Pl. 6, Fig. 6, saa viser sig foran Blæserörsspidsen en lang blaa Flamme, der er den samme som i den fritbrændende Lysflamme viser sig med Basis deraf, saaledes at den nu er concentreret i Midten paa et mindre Rum og danner en smal Cylinder, istedetfor at den för var et Hylster omkring Flammen. Foran Spidsen af denne Flamme er det hedeste Punkt ligesom i den frie Flamme, men da Heden ved Blæseröret er concentreret paa et enkelt Punkt, saa har den en langt större Intensitet og kan smelte og forflygtige Stoffer, hvorpaa den frie Flamme slet ikke kan virke.

Man kan ved Blæseröret ilte og afilte Stofferne, eftersom man holder dem paa forskjellige Steder. *Iltningen* bevirkes ved at holde Pröven foran Spidsen af Flammen; jo længere den kan holdes derfra, jo bedre skeer Virkningen, naar man kun kan frembringe den nödvendige Varme; hvorhos

man dog maa bemærke, at en for höi Temperatur undertiden er skadelig for Iltningen, især naar Stoffet ligger paa Kul. Hurtigst skeer den ved begyndende Glödning. Blæserörsspidsen bör til denne Operation have et vidt Hul. *Afiltningen* skeer derimod med en Spids med mindre Aabning. Den blaa Deel af Flammen er ikke den egentlig afiltende, men derimod den Deel af den lysende, der er nærmest den blaa, hvor der kun finder en svag Tilströmning af Luft Sted, men hvor der frembringes en höi Temperatur ved Forbrændingen af Brint, og hvor de af Kulbrint udskilte og glödende Kuldele befinde sig. Disse forbrænde da ved den Ilt, som var i Forening med det brændte Legeme, som skal reduceres, og dette fremstilles i uforbrændt Tilstand. Plade VI.

Til Underlag for de Stoffer, som behandles for Blæseröret, betjener man sig af vel udbrændte Trækul, af en lille Tang af Platin, af et Platinblik eller af en Platintraad, hvis Ende er böiet som et Öie.

En Afhandling af de forskjellige Flusmidler og Reagentier, hvormed Stofferne blandes ved at behandles for Blæseröret, maa ligesaavel overskride dette Værks Plan som en Udvikling af de Phænomener, som de forskjellige Stoffer vise, eftersom de behandles med forskjellige Reagentier, eller udsættes for den ydre eller indre Deel af Blæserörsflammen.

ANDET INSTRUMENT.

Det saakaldte Blæsebord, der anvendes ved Glassmeltning, med dets tilhörende Dele fremstilles Pl. 6, Fig. 7, 8 og 9. AA (Fig. 7) er et stærkt Bord af fast Træ; det er forsynet med en opstaaende Kant og med en Skuffe B, bestemt til Opbevaringssted for enkelte til Glasblæsning henhörende Smaating. Under Bordet er fastgjort en dobbelt Blæsebælg. Det Skillerum C, som deler Blæsebælgen i 2 Dele og er forsynet med Ventil, er fastgjort til Stykket D af Bordet. Ligeledes er det underste Dække H af den nederste Deel af Blæsebælgen forsynet med Ventil; begge disse Ventiler kunne kun aabnes opad. Idet man træder paa Brættet E og derved ved Hjelp af Snoren F hæver Dækket H, trykkes den Luft, som var i den nederste Deel af Blæsebælgen, gjennem Ventilen paa C ind i den överste Deel og derfra op i Röret G. Naar man ikke mere træder paa Brættet, synker H tilbage, Luften trænger ind gjennem Ventilen derpaa og fylder Rummet mellem H og C, medens K ved Hjelp af Blyvægte, som ere lagte derpaa, synker ned mod C og trykker Luften fra den överste Deel af Bælgen ind i G, gjennem hvilken der saaledes vedligeholdes en stadig Luftström. G gaaer langs hen under Bordpladen og endelig op igjennem den. Paa Enden af G kunne fastgjöres forskjelligt böiede Spidse, der have Aabninger af forskjellig Vide og som kunne dreies omkring G. En saadan Spids, I, sees paa Figuren. Fig. 7.

Blæsebordslampen gjöres af Messing eller fortinnet Jernblik, foran smal og bagtil bredere, saaledes som den sees Pl. 6, Fig. 8. Vægen gjöres af Bomuldsgarn og temmelig tyk. Det Hylster, hvori den ligger, er indvendig deelt efter Længden ved et tyndt Blik, som sees i Fig. 8. Paa begge Sider deraf er Vægen lige tyk. Dette Hylster sidder paa en paa Lampens Bund fastgjort Blikstrimmel, saaledes som det sees i Fig. 9. Lampen staaer sædvanligviis i en Skaal af Jernblik. I Laaget har den en Aabning A (Fig. 8) til Indgydning af Olie. Den forreste Deel af Laaget er til at hæve, formedelst en deri anbragt Charnering. Fig. 8. Fig. 9.

Instrumentets Brug.

Vil man ved Hjelp af dette Blæsebord frembringe den til Glassmeltning nödvendige Varme, lægges Vægen ind i den beskrevne Stilling, Lampen fyldes med Tælle eller Bomolie, sættes paa

Plade VI. Bordet, og Spidsen I rettes mod den antændte Væge. Ved Glasblæsning kommer det særdeles meget an paa at danne Flammen af den rette Beskaffenhed, men derfor kunne vanskeligt gives bestemte Regler. Flammens Godhed afhænger ofte kun af et Haarbsred mere eller mindre i Lampens og Blæserörets relative Stilling. Flammen er god, naar den er lidet lysende, afrundet mod Enden og brænder med en egen Lyd, saa at man kan see og höre, naar Flammen er god. En stille, lysende og klart brændende Flamme afsætter Sod paa Glasset uden at smelte det. Man lærer bedst at danne en god Flamme ved at öve sig med det Blæserör, som blæses med Munden.

§ 9.

Instrumenter, som tjene til Filtrering.

Filtrering er en af de hyppigste og vigtigste Operationer for Chemikeren. De Midler, som anvendes for at iværksætte den, ere höist forskjellige. Hvor större Masser skulle filtreres uden at man bryder sig om, at det Gjennemlöbne er ganske klart, anvendes vel udvasket Lærred, der befæstes i en firkantet Ramme af Træ, forsynet med flere opstaaende Spidser, hvorpaa Lærredet fastgjöres. Naar man derigjennem har filtreret en Vædske, som indeholder et kaustisk Alkalie eller en Syre, da maa Lærredet hurtigt udskylles i reent Vand, for at det ikke skal angribes. Til mange andre Filtreringer betjener man sig af et uldent Töi eller af Filt, der har Form af en spids Pose, saaledes som Hattemagerne först danne det til deres Fabrikat bestemte Filt. Hvor derimod Vædsker skulle filtreres, som fuldkommen skulle skilles fra de deri svævende uoplöselige Dele, anvendes Trykpapiir som Filtreringsmiddel. Dette Papiir maa være af en saadan Beskaffenhed, at Vædsken löber hurtigt og fuldkommen klar igjennem. Graat Karduspapiir, saaledes som det ofte anvendes, er aldeles forkasteligt, da den gjennemlöbne Vædske bliver blandet med Haar og Uldtrevler. Papiret klippes cirkelrundt, og foldes saaledes, at det danner Overfladen af en Kegle og lægges i en Tragt, som tjener det til Understötning. Naar Tragtens Sider hælde mod hinanden under en större Vinkel end 60°, da trykker Vædsken Papiret for fast mod Tragtens Sider, og den löber derfor vanskeligt igjennem. Hælde derimod Siderne under den angivne Vinkel, da gaaer Filtreringen let for sig. For endnu mere at befordre Hurtigheden har man sögt kun at understötte Papiret paa enkelte Punkter. Man har saaledes gjort Tragtens indvendige Side kruset efter Længden, eller stukket tynde Glasstrimler eller Træpinde ned mellem Tragten og Filtret.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Fig. 10 og 11. A (Pl. 6, Fig. 10 og 11) er en Glastragt, der med sin Tud slutter i Flasken B (Fig. 10 og 11). I Tragtens Tud er löst nedsat en gjennemboret Glasprop C. I den överste Deel af A hviler en Ring af tyndt Blik eller bedst af Glas, hvori er indskaaret flere Fordybninger. I disse hvile en Mængde tynde Glasstænger, hvis anden Ende stötter sig til den udvendige Side af Proppen C. Denne Ende er kileformig afsleben, for at Stængerne bedre kunne slutte i Fordybningen mellem C og A. Tragten kan dækkes med et Glaslaag, som er forsynet med en Knap D (Fig. 10). Herved udelukkes Stöv og Ureenligheder under Filtreringen.

Instrumentets Brug forstaaes let af det Foranförte uden videre Beskrivelse.

ANDET INSTRUMENT.

Naar man har samlet et Bundfald paa et Filtrum, maa man oftere overgyde det med reent Vand, for fuldkomment deraf at uddrage alle de oplöselige Dele. For at vedligeholde Vandet i Tragten i længere Tid omtrent i samme Höide, maa man idelig tilgyde nyt Vand, efterhaanden som det löber gjennem Tragten. Denne Tilgydning fordrer megen Tid og en stadig paa Filtreringen henvendt Opmærksomhed. For at kunne bevirke denne Udvaskning paa en let Maade har man opfundet en Indretning, som sees Pl. 6, Fig. 12 og 13, og hvorved man ved en stadig Ström af reent Vand efterhaanden fortrænger Oplösningen fra Bundfaldet og Filtret, idet hver Draabe Vand, som flyder gjennem Tragten öieblikkelig erstattes. I den Hensigt fastgjöres i Halsen af en Flaske, som ganske fyldes med Vand, et Rör af den Form, som sees i Fig. 12. Spidsen A af Röret er lidt opadböiet og udtrukken til et Haarrör. Naar man nu vender Flasken om, vil i Begyndelsen Vandet flyde ud af Röret, men naar Luften i Flasken er fortyndet til en vis Grad, ophörer denne Udflyden, idet den atmosphæriske Luft ikke kan trænge op gjennem det fine Rör A. Bringer man derimod A under Vandfladen i en Tragt eller stikker man ganske löst deri et lille Stykke Papiir eller Traad, da ophæves Haarrörsvirkningen, og Vandet flyder nu ud af Flasken, indtil Luften deri bliver saa fortyndet, at den atmosphæriske Luft trykker Vandet i Röret B ned til C; flyder der nu lidt mere Vand ud, da stiger der en Luftboble fra B op gjennem det videre Rör D i Flasken, og fortrænger der af en tilsvarende Mængde Vand. Dersom Röret A er bragt under Vandfladen i Tragten, og man paa denne Maade har ophævet dets Haarrörsvirkning, da maa Viden af Aabningen ved C være saaledes afpasset, at Luften kun kan trænge ind derigjennem, naar Vandet i Tragten staaer lidt over A. Har man ophævet Haarrörsvirkningen ved et Stykke Papiir i A, da maa man ved at sætte dette lösere eller fastere passe, at Tilströmningen af Vand fra Flasken ikke er stærkere eller svagere end Udströmningen af Tragten.

Plade VI. Fig. 12 og 13

Fig. 13 viser Sammenstillingen af hele Apparatet. A er Flasken med Vand, B det beskrevne Rör, C Tragten, D et saakaldet Bægerglas, bestemt til at optage det Vand, som flyder gjennem Tragten og E et Stativ, som bærer Flasken og Tragten.

Fig. 13.

§ 10.

Instrument til at törre Legemer ved en bestemt Temperatur.

Ved analytiske Undersögelser især med qvantitative Analyser er det ofte af den störste Vigtighed at vide, at de Masser, som man veier, ikke indeholde Vand, som ikke er i nogen chemisk Forbindelse. Man maa derfor törre Masserne ved Vandets Kogepunkt, og dette bevirkes let ved det Apparat, som er fremstillet Pl. 6, Fig. 14 og 15. Det bestaaer af 2 Messingkar A (Fig. 14) og A og B (Fig. 15). De ere foroven sammenföiede ved Hjelp af en horizontalt liggende Ring C (Fig. 14 og 15), saaledes at det inderste Kar gaaer op over denne Ring med en Kant, som udvendig er forsynet med Skruegænger og sees tydeligst i Gjennemsnittet i Fig. 15. Paa denne Kant kan paaskrues et Laag, som er forsynet med en nedadböiet Kant med indvendig afdreiede Skruegænger, der passe paa Karret B. I Midten af dette Laag er der fastloddet et Rör F (Fig. 14 og 15), hvori der ved Hjelp af en gjennemboret Korkprop er fastgjort et Glasrör E. Paa Ringen C er der ligeledes fastloddet et kort Messingrör G, hvori der ogsaa ved en Korkprop er fastgjort et Glasrör M. Det yderste

Fig. 14 og 15

Plade VI. af Messingkarrene er forneden forsynet med en Tud H med en Hane (Fig. 14 og 15), der i Fig. 15 sees aabenstaaende. Det Indre af Karret B staaer i Forbindelse med Atmosphæren ved Hjelp af Röret I (Fig. 15), der gaaer gjennem det hule Rum mellem Karrene A og B og ender sig i det videre Rör K (Fig. 14).

Instrumentets Brug.

Skal dette Apparat anvendes til det angivne Brug, da fyldes Mellemrummet mellem A og B med Vand, som gydes ind gjennem Röret G, der derpaa lukkes med den omtalte Korkprop. I B bringes Fig. 14. den Masse, som skal törres, og Laaget D paaskrues. I K (Fig. 14) fastgjöres en Korkprop, hvorigjennem gaaer et Glasrör L, der sættes i Forbindelse med et videre Rör, som skal indeholde smeltet Chlorcalcium, og hvis anden Ende communicerer med et Gasometer. Man stiller derpaa Apparatet paa en Ovn og bringer Vandet i Kog. Naar Dampen ved at fare ud af M viser, at dette er opnaaet, aabner man Hanen paa Gasometret og lader nu en tör Luftström strömme gjennem Röret I ind i B, hvoraf Vanddampe ville udjages og afsætte sig i Röret E. Naar denne Afsætning af Dampe i Röret E ophörer, da er det Tegn paa, at Massen er udtörret; Operationen standses, og det tilbageblevne Vand udtappes gjennem Tuden H. Massen, som man har törret, bör lægges i en Platindigel, hvis Laag strax paasættes, efterat den er udtaget af Karret B, hvorved man forhindrer den törrede Masse fra atter at indsuge Fugtighed af Atmosphæren, inden den kan veies.

De Instrumenter, som i de foregaaende Paragrapher ere beskrevne som tjenlige til Undersögelser over Legemernes enkelte Bestanddele, bruges til saamange og saa forskjellige Forsög ved deslige Undersögelser, at alle de enkelte Forsög, som dermed lade sig anstille ikke kunne angives i dette Værk. Ved at combinere de enkelte Instrumenter med hinanden paa forskjellig Maade, frembringes forskjellige Apparater; og naar man af den foregaaende Beskrivelse har lært at kjende Indretningen og Brugen af hvert enkelt Instrument, saa fatter man let, hvorledes et sammensat Apparat skal construeres, idet man til hver enkelt Deel af Apparatet vælger blandt de enkelte Instrumenter det, som bedst bevirker det tilsigtede Öiemed. Disse sammensatte Apparater, kun brugelige til enkelte Forsög, skulle derfor i Almindelighed ikke beskrives i dette Værk; kun nogle enkelte, der enten udmærke sig ved den zirlige Construction og Sammenstilling, eller hvoraf enkelte Dele ere nye og kun brugelige til dette enkelte Öiemed, skulle vidtlöftigere omtales i nogle af de följende Paragrapher.

§ 11.

Instrumenter, som tjene til at vise Stoffers Iltning ved reen Ildluft (Suurstofgas, gaz oxygène).

FÖRSTE INSTRUMENT.

For at vise Qviksölvets Forandring til rödt Qviksölvilte ved Optagelse af Ilt kan man beqvemt Plade VII. betjene sig af det Apparat, som sees Pl. 7, Fig. 1. Det bestaaer af en langhalset Flaske A med bred Bund, der foroven er forsynet med en Jerncharnering med en Hane B. Denne Flaske staaer Fig. 1. paa en Trefod C over en Lampe D af den Pl. 3, Fig. 1—4 beskrevne Form. Ved det krumböiede

Rör E staaer Flasken A i Forbindelse med et van-marumsk Gasometer F af den i §. 7 beskrevne Form. Plade VII.

Instrumentets Brug.

Naar man vil anvende dette Apparat, da fylder man Gasometret med reen Ildluft, gyder saa meget Qviksölv i Flasken A, at Bunden er vel bedækket, veier Flasken, hvis Vægt forud maa være bekjendt, tillige med Qviksölvet, hvis Vægt saaledes bestemmes, skruer Röret E paa og aabner Hanerne B og G. Naar man derpaa antænder Lampen, vil Qviksölvet efter nogen Tid sees at være bedækket med en Hinde af rödt Ilte, og en Deel Gas af Gasometret at være forsvundet. Naar man har fortsat Forsöget saa længe, indtil al Qviksölvet er iltet og derpaa veier Flasken, efterat have afskruet den, da vil man finde, at Qviksölvet har tiltaget 8 Gran i Vægt for hver 100 Gran det veiede förend Iltningen, og at Ildluften har tabt af sin Vægt i samme Forhold. Naar en temmelig stor Portion Qviksölv skal iltes, da er Forsöget langsomt, og der medgaaer let flere Dage dertil. Ogsaa andre letiltelige Metaller lade sig ilte i dette Apparat.

ANDET INSTRUMENT.

For beqvemt at kunne vise Jernets Forbrænding i reen Ildluft har van Marum först angivet et Apparat, som sees Pl. 7, Fig. 2 og Fig. 3. Dette bestaaer af et af de allerede i § 7 beskrevne Fig. 2 og 3. Gasometre, der ved et böiet Rör B (Fig. 2) staaer i Forbindelse med en Glascylinder A (Fig. 2 og 3), som staaer i et Trækar C, der indeholder Qviksölv. Cylindren A, hvoraf sees et Gjennemsnit i Fig. 3, er foroven forsynet med et Jernlaag og en Hane af Jern, hvis nederste Ende, som gaaer ind i Cylindren, er forsynet med en lille Jernkrog. Cylindren selv er omtrent 18 Tommer lang og 4 Tommer vid og har indvendig en til Jernlaaget fastgjort Maalestok saaledes inddeelt, at dens Inddelinger angive Kubiktommer af Glassets Indhold. C (Fig. 2 og 3) er et Trækar, gjort af eet Stykke Træ, der, saaledes som Gjennemsnittet Fig. 3 udviser, ved den ene Side er udboret omtrent ligesaa dybt som Cylindren A er höi, ved den anden Side derimod ikke mere end 3 à 4 Tommer dybt.

Instrumentets Brug.

Til at forbrænde i Ildluft ved dette Apparat vælger man sædvanligviis en Uhrfjeder eller Spiral af Jernblik. For at befæste den paa den dertil bestemte Krog D (Fig. 3) skrues Hanen ud af Messinglaaget. Paa den anden Ende af Spiralen, der ikke maa være længere end $\frac{3}{4}$ af Cylindren A, fastgjör man ved en Metalstræng et Stykke Fyrsvamp, hvorpaa er sat et lille Stykke Phosphor. Efter atter at have fastskruet Hanen E (Fig. 2 og 3), som man lader staae aaben, for at den i Cylindren værende Luft kan finde en Udgang, sænker man hele Cylindren ned i Fordybningen af Trækarret, der er fyldt med Qviksölv indtil Linien F. Saasnart det i Cylindren indtrængende Qviksölv ganske har fyldt den, saa lukker man Hanen E, paaskruer Röret B, aabner Hanerne E og G (Fig. 2) og fylder Vand i H, indtil det staaer 3 à 4 Tommer höiere end i Gasometret. Ildluften gaaer derved ind i A, som, efterat omtrent 12 Tommer deraf ere fyldte med Luft, hæves op paa I (Fig. 3). Man lader derpaa Vandet löbe ud af H, indtil det staaer lige höit baade deri og i Gasometret; thi da er man vis paa at Luften i Gasometret lider samme Tryk, som den atmosphæriske Luft, hvorved Beregningen over den ved Forbrændingen fortærede Luftmængde lettes. Efterat man har lukket Hanerne E og G, antænder man Phosphoret med en glödende Jerntraad, som man hurtigt bringer under Qviksölvet op i Cylindren. Ved Phosphorets Forbrænding antændes Svampen og derved Jern-

Plade VII. spiralen. Efter Forbrændingen lader man Cylindren fuldkommen afsvales, holder den derpaa, ved at sænke den ned i Fordybningen i C, saaledes, at Qviksölvet staaer lige höit indeni og udenfor den og bemærker nu paa Maalestokken, hvor megen Luft der er fortæret ved Forbrændingen. Man kan derpaa samle Jerniltet, der deels svömmer paa Qviksölvet, deels har hængt sig paa Cylindrens indre Sidevægge, og veie det tilligemed den endnu uforbrændte Deel af Spiralen. Tilvæxten i Vægt vil da fuldkommen svare til Vægten af den absorberede Mængde Ildluft.

TREDIE INSTRUMENT.

Van Marum har först angivet et Apparat, hvorved man paa en beqvem Maade kan vise Phosphorets Forbrænding i reen Ildluft og dets deraf följgende Forvandling til Phosphorsyre, uden at behöve at befrygte, at Glasset, hvori Forbrændingen foregaaer, skal springe ved den stærke Hede.
Plade VIII. Dette Apparat med dertil hörende Dele sees Pl. 8, Fig 1. Ballonen A (Fig. 1) er en Glaskugle med en temmelig vid Aabning foroven, hvilken kan lukkes ved et Messinglaag, som er saaledes
Fig. 1. tilslebet, at det uden Lutering slutter aldeles lufttæt til Ballonen. Inden i denne Ballon er ved 2 Traade af Platin, der ere fastgjorte i Messinglaaget, ophængt en lille Platindigel, hvori et Stykke Phosphor kan indlægges. I Ballonens Messinglaag ere fastgjorte tvende Haner B og C, der allerede
Fig. 2. ere omtalte ved det i § 7 först beskrevne Instrument, og hvoraf der i Fig. 2 sees et efter forstörret Maalestok tegnet Gjennemsnit. I disses överste kegleformige Aabning er nedsat den nederste Deel af 2 krumböiede Communicationsrör, der ligeledes allerede ere omtalte i § 7, og hvis Gjennemsnit sees i
Fig. 3. forstörret Maalestok i Fig. 3. Paa Hanernes (B og C) överste Skruegange ere skruede Huulskruer, saaledes som A (Fig. 3) viser, ved hvilke Rörenes Tappe fastklemmes lufttæt i Hanernes kegleformige Huulheder.

Det Rör, der skal indskrues i Hanen B, og som ikke er afbildet paa Tegningen, tjener til at sætte Ballonen i Forbindelse med en Luftpompe. Den ene Ende af Röret D er fastgjort i Hanen C
Fig. 5. og dets anden Ende, hvoraf der sees et Gjennemsnit i Fig. 5, er befæstet i Messingcapselen E
Fig. 4. (Fig. 1), hvoraf der sees et Gjennemsnit i Fig. 4. Ved dette Rör sættes Ballonen A i Forbindelse med Glasröret F (Fig. 1), der er lukket i den Ende, hvorom Capselen E slutter, men i den anden Ende har en Aabning, som kan lukkes med en vel tilsleben Glasprop G. Desuden har dette Rör foroven 2 Huller; igjennem det ene communicerer det med Ballonen A, igjennem det andet er det ved Hjelp af en Ring H og ved det krumme Rör I, der er befæstet til H paa samme Maade som D til E, forbundet med et Gasometer, hvis Indretning allerede tilstrækkelig er beskreven.

Instrumentets Brug.

Brugen af det her beskrevne Instrument til det angivne Öiemed beroer paa Phosphorets Egenskab lettere at antænde sig i fortyndet Luft end i tættere. Saaledes antænder Phosphoret sig af sig selv i den fortyndede Luft under Klokken af en Luftpompe, naar det er blandet med Harpix eller ligger paa Bomuld. For at Forsöget skal lykkes, maa Luftpompens Stövle være temmelig vid, for at Luftfortyndingen kan gaae hurtigt. Istedetfor Harpix eller Bomuld kan man ogsaa beströe Phosphoret med Svovl. Naar Phosphor beströes med Pulver af forskjellige Substantser, f. Ex. af Kul, Svovlmetaller, Salte, Kalk og Alkalier, saa foranledige disse Pulvere paa de Steder, hvor de ligge, allerede i den atmosphæriske Luft en saadan Temperaturforhöielse, at Phosphoret smelter, og

naar Temperaturen er over 16°, antændes det allerede ved sædvanligt Lufttryk paa de Steder, hvor Pulverne ligge. Plade VIII.

Efterat Gasometret er fyldt med Luft og Röret F med vandtrækkende Midler, bedst smaastödt smeltet Chlorcalcium, og efterat man har bragt Phosphoret i Diglen og paasat Laaget paa Ballonen A, udpompes Luften af denne. Saasnart Luften har naaet en vis Grad af Fortynding, vil Phosphoret antændes, og man aabner nu Hanen ved C, for at indlade den til Forbrændingens Fortsættelse nödvendige Mængde Ildluft. Kun maa man vogte sig for at indlade for megen Ildluft paa een Gang, da derved Forbrændingen og Varmeudviklingen let kunne blive saa heftige, at Karret kunde springe. Man indlader derfor kun lidt Luft og aabner först Hanen C igjen, naar Luen er nær ved at slukkes. Man har det derved ganske i sin Magt at regulere Forbrændingen. Havde man forud veiet Phosphoret, maalt Ildluften og deraf beregnet dens Vægt, da vil man, naar man siden veier den dannede Phosphorsyre, finde dens Vægt fuldkommen svarende til Phosphorets og Iltens.

FJERDE INSTRUMENT.

For at vise, at der ved Kuls Forbrænding kun dannes Kulsyre, og at dennes Vægt svarer til Vægten af de fortærede Kul og den absorberede Ildluft, har van Marum angivet et Apparat, som sees aftegnet paa Pl. 9. A er en lille Ovn af Kobber, der ved B har en Rist. Til den under Ovnen fastgjorte Cylinder C er fastskruet det böiede Kobberrör D, der ved Glasröret E staaer i Forbindelse med et Gasometer. Lidet ovenfor Risten har Ovnen en anden Aabning, til hvilken er fastgjort et kort Kobberrör F, der kan lukkes ved en med en Glasskive for Enden forsynet Knap af Kobber G. I Ovnens med Messing tilloddede Laag er fastskruet Kobberskorstenen H, i hvis Laag atter er fastskruet den ene Ende af et böiet Rör, som gaaer ned i den förste Flaske af et woulfisk Apparat af den i § 6 beskrevne Construction. Den sidste af de 3 woulfiske Flasker, I, K og L, staaer i Forbindelse med et Gasometer N. Plade IX.

Instrumentets Brug.

Til at optage den under Forbrændingen udviklede Kulsyre betjener man sig af Kalilud, Kalkvand eller Barytvand. De 2 sidste Alkalier have det Fortrin for Kaliet, at de danne uoplöselige Forbindelser med Kulsyren, saa at det dannede Salt siden kan samles paa et Filter, törres og veies, hvorved man ved en Beregning kan bestemme Kulsyremængden. Efterat have fyldt de woulfiske Flasker med den Lud, som skal optage Kulsyre, og Gasometret M med Ildluft og bragt vel udbrændte Kul paa Risten B, hvilket kan skee gjennem det Hul, hvori Skorstenen H er fastskruet, bringer man gjennem F en lille glödende Jernkugle ind paa Risten for at antænde Kullene. Man paaskruer da hurtigt G og aabner Hanen O, for at indlade den til Forbrændingens Vedligeholdelse nödvendige Iltmængde. Indretter man det saaledes, at Luften trykkes ud af Gasometret M, medens den suges ind i N, da vil Ildluften strömme gjennem Ovnen A; den dannede Kulsyre vil optages i Flaskerne I, K og L, og den overflödige Ildluft tilligemed den atmosphæriske Luft, som var i Apparatet, förend Forbrændingen begyndte, vil ledes i Gasometret N.

Det samme Apparat lader sig ogsaa anvende til at bestemme Kulmængden i Kulbrinter. Man lader i dette Tilfælde et Rör fra et med en saadan Luftart fyldt Gasometer gaae lufttæt ind i Röret F, og antænder Luften. De dannede Vanddampe ville condenseres i Flaskerne I, K og L, hvor ogsaa Kulsyren, hvis Mængde man siden kan bestemme, vil optages.

§ 12.

Instrumenter, som tjene til at reducere Metalilter og at fremstille Metallerne i en reen metallisk Tilstand.

Plade X. De nyere chemiske Undersögelser, hvorved man har opdaget Alkaliernes og Jordarternes Sammensætning, have givet vore Begreber om Metallerne en nye Retning. Vi ere blevne bekjendte med Legemer, som vel mangle nogle af Hovedegenskaberne ved de forhen bekjendte Metaller, men dog aabenbart höre til samme Classe. Uigjennemsigtighed, Metalglands, Smeltelighed, og den Egenskab at lede Electricitet og Varme bedre end andre Legemer, ere de vigtigste Kjendetegn paa Metaller. Skjöndt Grændselinien ingenlunde er bestemt, kan man dog dele Metallerne i 2 Afdelinger, nemlig i de Metaller, hvis Ilter danne Alkalierne og Jordarterne, og i dem, hvis Ilter danne de saakaldte Metalilter og Metalsyrer. Den förste Classe af Metaller udmærker sig fremfor de andre ved deres Lethed og store Tiltrækning til Ilt. Faa af Metallerne forekomme i Naturen i reen metallisk Tilstand; og især fordre Alkalier og Jordarter vidtlöftige chemiske Processer for at afgive deres Metaller. Vel give de alle efter for et kraftigt galvanisk Batteries Virkning, men ved denne Decompositionsmaade erholdes vanskeligt större Qvantiteter; og i det Följende skal derfor angives nogle af de vigtigste Instrumenter, som tjene til paa en lettere Maade at skaffe större Qvantiteter af disse Metaller.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Det af Brunner angivne og nu almindeligst anvendte Apparat til Fremstilling af Kalium med de dertil hörende Dele sees Pl. 10, Fig. 1—4. Det bestaaer af en almindelig Vindovn A (Fig. 1) opfört af Muursteen. Den er paa Tegningen fremstillet i Gjennemsnit, for at de indre Dele bedre
Fig. 1—4. kunne sees. Paa den forreste Muur, som ei sees paa Tegningen, findes paa den nederste Deel en Dör, som leder ind til Askehullet B, og hvorigjennem Trækket skeer, hvilket endnu mere befordres, naar Ovnen forneden sættes i Forbindelse med en Trækcanal, som communicerer med den atmosphæriske Luft. Indfyringen skeer da fraoven gjennem en Aabning, som tildækkes med en Jernplade C, der paa sin underste Side har en Belægning af ildfast Leer. Paa Riststængerne hviler en Klods D af ildfast Leer, der tjener til at understötte en Cylinder E af Smedejern. Denne har i sin ene Ende en Aabning, forsynet med Skruegænger, hvori kan fastskrues den ene Ende af et Flintelöb F, der gjennem et Hul i Muren gaaer uden for Ovnen. For at dette Rör kan være saa kort som
Fig. 1 og 2. muligt, er Ovnmuren paa denne Side temmelig tynd. Den anden Ende af Röret F (Fig. 1 og 2) slutter nöie i det korte aabne Rör G (Fig. 1 og 2), der er fastgjort i den foroven lukkede, men forneden aabne Kobberkasse H (Fig. 1), der har Form af et Parallelepipedum, og i Fig. 4 sees fra den smalle Side, og hvoraf der i Fig. 2 sees et efter forstörret Maalestok tegnet Gjennemsnit. Ligeover for Röret G har denne Kasse paa den anden af sine smalle Sider et Rör I (Fig. 1 og 2), der ligner Röret G i Form. I dette er anbragt en Korkprop, gjennem hvilken der gaaer en tynd Jernstang K (Fig. 1 og 2), for hvilken der ligeledes er en Aabning i det Skillerum L (Fig. 2), der fraoven deler Totrediedeel af Kassen H i 2 Afdelinger. Paa sin brede Side har denne Kasse et lille
Fig. 1 og 4. tilloddet Rör L (Fig. 1 og 4), hvori der ved Hjelp af en gjennemboret Korkprop er fastgjort et Glasrör M, der gaaer ned i et Glas N (Fig. 1 og 4), som indeholder Steenolie. Kobberkassen H slutter nöie med sin nederste Deel i en foroven aaben, men forneden lukket Kobberkasse O (Fig 1,

3 og 4), som atter staaer i et större Kar P (Fig. 1 og 4), som indeholder koldt Vand eller Is, saaledes som det er antydet i Fig. 4, hvor dette Kars forreste Væg er borttagen. Dette Kar hviler paa et muret Underlag eller paa et andet Stativ, som er meget fast og stivt. Plade X.

Instrumentets Brug.

Cylinderen E (Pl. 10, Fig. 1) er sædvanligviis en af de Smedejernsflasker, hvori Qviksölvet gaaer i Handelen, men den maa, förend den bruges, udglödes meget nöie, for at udjage alt Qviksölvet, der ofte ikkun fuldstændig forjages, ved at man blæser ind i den glödende Flaske med en Haandpuster. Den saaledes rensede Flaske fyldes da med en Masse, som man har faaet ved Forkulning af raa Viinsteen eller af en Blanding af 2 til 3 Dele Viinsteen og 1 Deel Salpeter, hvilken man derpaa blander med $\frac{1}{8}$ til $\frac{1}{10}$ af dens Vægt Kulpulver. Paa den saaledes fyldte Cylinder paaskrues Röret F, den indlægges i Ovnen, og Fyringen begynder. Först udjages Fugtighed, men saasnart der begynder at udvikle sig glödende grönne Dampe, saa er det et Tegn paa, at Reductionen begynder, og nu sætter man Kassen H i Kassen O, efterat denne er fyldt nogle Tommer höit med Steenolie; Röret F indsættes i Röret G, og man tilkitter vel alle Aabninger mellem Kasserne og Rörene. I Karret P bringes koldt Vand eller Is, saaledes som det allerede er antydet. Skillerummet L (Fig. 2) nöder Dampene til at stryge en længere Vei gjennem Kassen H, inden de gjennem Röret M ledes ned i N, hvor de samle sig under Steenolien som smaa Kugler af metallisk Kalium. Man faaer kun den mindste Deel Kalium fremstillet saaledes metallisk; en betydelig Deel deraf forvandles til en sort usmeltelig Masse, som gaaer over tilligemed Kalium og sætter sig fast i Röret F, der derved forstoppes. Skeer dette, da har man meget at befrygte en Explosion; thi de Dampe, som vedblive at danne sig i det Indre af Cylindren, finde da ingen Udgang. Man maa derfor være meget opmærksom paa Gasudviklingen; thi saasnart den ophörer, er det et Tegn paa, at Röret er forstoppet. For da at aabne det igjen, betjener man sig af Stangen K, som i den Ende, der gaaer ind i Apparatet, er forsynet med skarpe Kanter, saa at man derved kan bore ind i Röret, saasnart Luftudviklingen begynder at aftage; man maa derfor have et Tegn paa Stangen for at vide, hvor langt den naaer ind i Apparatet. Lykkes det ikke ved denne Boring hurtigt at aabne Röret igjen, da maa man saa snart som muligt standse Ilden, hvorfor Riststængerne ere saaledes indrettede, at de, med Undtagelse af de, hvorpaa Klodsen D (Fig. 1) hviler, paa een Gang kunne borttages. Kullene falde da ned i Askehullet, og saasnart Cylinderen er nogenlunde afkjölet, borttages Forlaget, og Röret udbores med et stærkt i Steenolie dyppet Boer. Man maa ved denne Udboring vel vogte sig for at komme Fugtighed til Massen, da derved kan skee meget farlige Explosioner, hvorved en Deel af den brændende Masse kastes omkring. Er Röret udboret, tilkittes Forlaget igjen, Risten lægges op, og Operationen fortsættes. Fig. 1 Fig. 2.

Paa samme Maade, som Kalium vindes af Kali, vindes Natrium af Natron, men det er lidt vanskeligere at fremstille, da det ei er saa flygtigt. Dog skeer Decompositionen langt lettere, naar Natronhydratet forud var blandet med lidt Kalihydrat. Kalium skilles da siden fra Natrium ved at oplöses i Terpentin- eller Steenolie i et aabent Glas. Dog vinder man ogsaa let Natrium af viinsteensuurt Natron og Kul, ligesom Kalium paa den beskrevne Maade af viinsteensuurt Kali og Kul.

Ammonium har man endnu ikke lært at fremstille uden som Amalgam med Qviksölv ved den galvaniske Kjæde. Metallerne af de alkaliske Jordarter, Kalk, Baryt og Strontian, fremstilles ogsaa kun ved Galvanisme eller ved at lede Kaliumdampe over de glödende Ilter.

Metalbasen for Magnesia og Metalbaserne for de egentlige Jordarter, Leerjord, Berylljord,

Plade X. Ytterjord, Zirconjord og Thorjord, fremstilles lettest af disse Metalbasers Forbindelser med Chlor, ved Hjelp af Kalium. Denne Reduction foretages i Almindelighed lettest i en Platindigel og fordrer ingen særegne Apparater, men Fremstillingen af disse Metallers Chlorforbindelser skeer lettest paa en af Örsted först for Leerjord angiven Maade, og dertil fordres et mere sammensat Apparat, som nöiere maa beskrives.

ANDET INSTRUMENT.

Fig. 5. A (Pl. 10, Fig. 5) er en tubuleret Retort med et Tilgydningsrör, hvis Indretning er beskreven i § 5. Det er ved en gjennemboret Korkprop fastkittet i Retortens Tubus. Retorten selv hviler paa en Ovn af Jernblik af den i § 2 ved förste Instrument beskrevne Construction. Retorthalsen er indkittet i et Forlag C, hvorfra gaaer et böiet Glasrör D til det videre Glasrör E, fra hvis anden Ende atter gaaer et smalt Rör F til Röret G, der enten gjöres af Porcellain eller af meget tykt Glas. Alle Indkitningerne af Rörene i hinanden skee ved vel tilfilede gjennemborede Korkproppe, hvis mindre Utætheder stoppes med en Blanding af Meelklister og Lüm, og de Dele af Propperne, som gaae ind i det Indre af Retort, Forlag og Rör overtrækkes med Vox. Röret G anbringes i en Ovn af Jernblik. Denne Ovn har en parallelepipedisk Form og bestaaer af 2 Dele: den underste H har vertikale Sidevægge, midt paa denne findes en horizontal Rist, som er antydet ved den punkterte Linie I; neden for Risten er en Dör K, der tjener til Udtagelse af Aske og til at frembringe Lufttræk, foroven har denne Deel af Ovnen en Udskjæring, hvori kan lægges et Rör G. Den överste Deel af Ovnen M, der er pyramidal, er saaledes indrettet, at den efter Behag kan aftages eller paasættes. Den slutter om Ovnens vertikale Deel med en Fals, og den er forsynet med en Dör L, hvorigjennem man kan indlægge Kul, og med en Skorsteen N, hvorpaa ere anbragte tvende Hanke, hvorved hele denne Deel af Ovnen kan löftes af eller sættes paa.

Instrumentets Brug.

Skal dette Apparat bruges til Reduction af et af de nævnte Metalilter, da bringes det Ilte, som skal reduceres, vel blandet med fiint pulveriserede Kul, bedst Kjönrög, i Röret G. I E bringes smeltet og smaastödt Chlorcalcium og i Retorten en Blanding af 3 Dele Kogsalt og 2 Dele Brunsteen. Efterat Röret G er ophedet til Rödglödhede, gyder man efterhaanden $2\frac{1}{2}$ Deel Svolsyre i Retorten. Derved udvikles Chlor, der ved at strömme gjennem Röret E befries fra alle vedhængende Vanddampe og endelig i G træder i Forbindelse med Metalbasen af den i Röret værende Jordart, hvis Ilt forener sig med Kullet til Kulsyre, som udvikles. Det dannede Chlormetal afsætter sig deels i det udenfor Ovnen værende mindre varme Stykke af Röret G, deels i et deri indsat i begge Ender aabent Glasrör O.

Nogle Metallers Ilter decomponeres blot ved Glödning, Ilten gaaer bort i Luftform, og Metallet bliver tilbage. Disse Metaller kaldes ædle og dertil höre Guld, Platin, Sölv og Iridium.

Nogle Metaller ilte sig ved en vis Temperatur, men afgive igjen ved en höiere Varmegrad den optagne Ilt; disse ere: Palladium, Rhodium, Qviksölv, Nikkel og Bly.

De uædle Metallers Ilter behöve, for at reduceres, Tilsætning af et Legeme, som har större Tiltrækning til Ilt end de selv. Som et Legeme, der i höi Grad besidder denne Egenskab benyttes sædvanligviis Kul, der fiint pulveriseret blandes mellem Metaliltet, som i en hessisk Digel udsættes for Glödhede, hvorved det reducerede Metal samler sig paa Bunden af Diglen.

Ofte benytter man sig af Brint, for derved at reducere et Metalilte. Dertil benyttes det Apparat, som sees Pl. 13, Fig. 1. Plade XIII. Fig. 1.

TREDIE INSTRUMENT.

A (Pl. 13, Fig. 1) er en Kolbe, i hvis Hals er indkittet en paa 2 Steder gjennemboret Korkprop. I den ene Aabning er fastgjort Tilgydningsröret B af den forhen beskrevne Construction; igjennem den anden gaaer et Rör, der paa 2 Steder ved CC er udblæst til en Kugle og ved D er afbrudt og atter sammenbundet ved Hjelp af et Stykke Caoutchouc, ved hvilken Indretning hele Apparatet faaer mere Bevægelighed. Den anden Ende af dette Rör gaaer gjennem en gjennemboret Korkprop ind i Glasröret E, der hviler paa et Stativ L, som kan hæves og sænkes i den hule Fod F og fastholdes paa hvilketsomhelst Sted, man vil, ved en Skrue. I den anden Ende af Röret E er fastgjort et smallere Glasrör, der ved G er afbrudt og sammenföiet ved et Stykke Caoutchouc. Dette Rör er ved H udblæst til en Kugle, og Enden deraf hviler paa et Stativ K. I er en berzeliusk Spirituslampe, som er aftegnet i större Maalestok paa Plade I.

Instrumentets Brug.

Naar man vil anvende det beskrevne Apparat til deri at reducere Metalilter ved Brint, da bringes det Ilte, som skal reduceres, i meget fiint pulveriseret Tilstand i Kuglen H. Strimler af Zink og Vand bringes i Kolben A, og smeltet smaastödt Chlorcalcium i Röret E. Efterat alle Aabninger ere vel tilkittede, gydes fortyndet Svovlsyre gjennem Röret B ned i Kolben. Derved udvikles Brindluft, der vil rive nogle Vanddampe med sig, hvilke deels ville afsætte sig i Kuglerne C, deels optages af Chlorcalcium i Röret E. Brindluften er da ganske tör, naar den strömmer over Metaliltet i H. Naar Udviklingen begynder at gaae raskt, ophedes Metaliltet ved Hjelp af Lampen I, og nu optager Brinten Ilten, der dannes Vanddampe, som ved Varmen drives ud i Atmosphæren, og Metallet bliver tilbage i H. Saalænge der afsætter sig Fugtighed i den yderste kolde Ende af Röret GH, er Iltet endnu ikke reduceret, men naar Fugtigheden ophörer at vise sig, er det Tegn paa, at Reductionen er fuldendt.

Alle Metaller, som have en ringere Tiltrækning til Ilt end Jern, kunne reduceres paa denne Maade ved Hjelp af Brint, der endog kan reducere Jernilte selv; dog lade Zink, Cerium, Titan, Mangan, Tantal og Chrom sig ikke paa denne Maade fremstille i metallisk Tilstand af deres Ilter.

§ 13.

Apparat, som tjener til at undersöge de ved Gjæring udviklede Luftarter.

AB (Pl. 11) er en stor Glaskolbe, foroven ved B lukket med et Messinglaag, hvori er fastloddet et Rör C, der er forsynet med Hanen h. DEFG er en Glasballon med 3 Aabninger, der alle ere forsynede med Messingcharneringer og Haner h. Ved den ene Aabning communicerer den med Röret C, ved den anden Aabning F med Röret K og ved den tredie med en underneden staaende Flaske H, hvis Hals ligeledes er forsynet med Messingcharnering med Hane. Röret K staaer i Forbindelse med Röret LIM, og har en Hane h. Fra den anden Ende af LIM gaaer Röret N til et woulfisk Apparat bestaaende af Flaskerne O og P, hvis Construction forhen er beskreven, og hvorfra gaaer et Rör til et van-marumsk Gasometer. Plade XI.

Plade XI.

Instrumentets Brug.

Naar dette Apparat skal anvendes til det angivne Brug, bringes den Masse, som skal gjære, i Kolben AB. Röret LIM fyldes med smeltet grovstödt Chlorcalcium eller andet stærkt vandtrækkende Stof, de woulfiske Flasker med Barytvand, Kalkvand eller et andet Stof, som let optager Kulsyreluft og Gasometret med Vand. Kolben sættes paa et maadeligt varmt Sted.

Bestaaer den Masse, som bringes i Kolben AB, af en Oplösning af Sukker i Vand, blandet med et qvælstofholdigt organisk Stof, som indeholder Planteliim og Planteæggehvidestof, udsættes den for en Temperatur imellem 10° og 30°, bedst henved 20°, og fylder Massen kun en Deel af Kolben, hvis övrige Deel er fuld af atmosphærisk Luft, da vil der efter nogen Tids Forlöb begynde en indre Bevægelse i Massen, man vil see Luftbobler stige op i de woulfiske Flasker og tildeels absorberes af Vædsken deri, men tildeels gaae ind i Gasometret og fortrænge Vandet derfra. Lader man Massen henstaae, indtil Bevægelsen deri og Luftudviklingen er ophört, da vil man finde, at den sukkerholdige Vædske er forvandlet til en spirituös Vædske; havde man veiet den förend Forsöget og nu veier den efter Forsöget, da vil man finde, at den har tabt i Vægt. Lægges derimod den Forögelse i Vægt, som det vandtrækkende Stof i LIM har modtaget ved det Vand, som det har optaget, til Vægtforögelsen af Vædsken i O og P, hvori er optagen Kulsyre, saa vil man finde, at den derved fremkomne Sum netop svarer til Vægttabet i AB. I Gasometret er derimod netop den Mængde atmosphæriske Luft, som fyldte Apparatet, förend Operationen begyndte, bleven optaget. Den Proces, som er foregaaet i Massen, kaldes Viingjæring, og Sukkeret er efter det anförte adskilt i Viinaand og Kulsyre. Flasken H er bestemt til at optage de Dele af den gjærende Masse, som kunne være drevne op i Röret C af den udviklede Kulsyre.

Det samme Apparat kunde ogsaa tjene til at undersöge de Luftarter, som udvikle sig ved Stoffernes forraadnende Gjæring; kun vilde Forsöget blive noget vanskeligere at anstille, fordi der udvikles flere Luftarter, som ikke absorberes af Vædsken i de woulfiske Flasker, og som samle sig i Gasometret; og man vilde maaskee endog nödsages til at modificere Apparatet noget anderledes. De Luftarter, som udvikles ved den forraadnende Gjæring, ere höist fvrskjellige efter Legemernes forskjellige Beskaffenhed; men i Almindelighed ere de Kulsyre, Ammoniak, som oftest Kulbrint, Svovlbrint og flere svovlholdige luftformige Kulforbindelser. Hvorledes disse Luftarters Natur nöiere bestemmes, kan her ei angives.

§ 14.

Instrumenter, som tjene til den qvantitative Bestemmelse af de organiske Stoffers fjernere Bestanddele.

Bestemmelsen af de organiske Legemers Elementer skeer i Almindelighed ved at bevirke en Iltning deraf. Kulstof forvandles derved til Kulsyre, Brint til Vand; kun Qvælstof iltes ikke. Har man nöie veiet Qvantummet af det dannede Vand og maalt Volumen af den udviklede Kulsyreluft og Qvælluft, saa kan man deraf finde Sammensætningen af det Legeme, som undersöges, naar man bestemmer Iltmængden deri ved at tage Hensyn til Iltmængden i Kulsyren og Vandet og til den til Forbrændingen forbrugte Mængde Ildluft.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade XII.

Van Marums Apparat til Undersögelse af Oliens Bestanddele med dertil hörende Dele sees aftegnet paa Pl. 12, Fig. 1—4. Dette Apparat bestaaer i Hovedsagen af et Gasometer, der er forbundet med et Rör, hvori findes vandtrækkende Stoffer, og dette atter med det Apparat, hvori den egentlige Forbrænding af Olien finder Sted. Herfra gaaer et Rör til et Kar, der er bestemt til at condensere og opsamle de dannede Vanddampe, og dette er atter forbundet med et Rör til Chlorcalcium, hvilket staaer i Forbindelse med et woulfisk Apparat, hvorfra gaaer et Rör til et Gasometer. Fig. 1 forestiller det hele Apparat, undtagen det woulfiske Apparat og det sidste Gasometer. Karret A indeslutter den Deel, hvori den egentlige Forbrænding foregaaer, og deraf sees et vertikalt Gjennemsnit i Fig. 2 og 3 og et horizontalt i Fig. 4. D (Fig. 1, 2 og 4) er et Messingstykke, der i Midten er gjennemboret; dertil er loddet Röret E (Fig. 2). Uden om dette er i D indskruet Röret F. I Mellemrummet mellem disse 2 Rör opstiger Olien, som ledes gjennem Röret G (Fig. 2) fra Oliebeholderen B (Fig. 1 og 4), der ved et Messingrör, som sees i Fig. 4, staaer i Forbindelse med D. I Rummet mellem E og F bevæger sig Vægen, der er indrettet som paa en sædvanlig argandsk Lampe. Til D er ligeledes fastskruet Röret H (Fig. 2), paa hvis indvendige Side befinder sig Ringen I, hvorpaa hviler den ved argandske Lamper sædvanlige Skorsteen, hvilken sees antydet paa Fig. 1. Den nederste Deel af Messingstykket D er forsynet med Skruegænger, og dertil er fastskruet Cylindren K (Fig. 1), hvoraf sees et vertikalt Gjennemsnit efter forstörret Maalestok i Fig. 3. Denne Cylinder har paa Siden en Aabning L (Fig. 3), hvortil er fastskruet et Messingrör E (Fig. 1). Luften, som befinder sig i Gasometret G (Fig. 1) træder derfra gjennem Rörene F og E ind i Cylindren K, hvorfra den gaaer deels op i Röret E (Fig. 2), deels gjennem Hullerne K (Fig. 2 og 4), hvormed Messingstykket D er gjennemboret, op i Mellemrummene mellem E og F og mellem F og H og berörer saaledes Vægen paa begge Sider. Til at kunne bevæge Vægen op og ned tjener følgende Indretning. Den Ring, hvorpaa Vægen sidder, fastholdes af en krum Traad, der er fastgjort til Stangen M, som sees afbrudt i Fig. 3, men fortsættes heelt op gjennem Röret E (Fig. 2) Den anden Ende af denne Stang gaaer gjennem en i Bunden af Cylindren K (Fig. 3) indskruet Messingprop N (Fig. 3), der i Midten er forsynet med en Læderpakning O, for at gjöre den lufttæt. Denne Læderpakning fastholdes ved Huulskruen P. Enden af Stangen M er forsynet med Skruegænger og gaaer gjennem den i Messingstykket Q indsatte Skruemoder R (Fig 3), der vel kan dreies rundt, men ikke sænkes eller hæves, hvorimod den ved at dreies, bevirker en Sænkning eller Hævning af Stangen M og følgelig af Vægen. Den saaledes indrettede Lampe staaer, som det allerede er antydet, i Forbindelse med Oliebeholderen B (Fig. 1); denne bestaaer af en Glascylinder, foroven og forneden lukket med Messingcharneringer. Det överste Messinglaag har 2 Aabninger; i den ene af disse er indskruet en Hane H, hvorigjennem nye Olie kan tilgydes, i den anden I et Rör, hvorved Oliebeholderen communicerer med Karret C. Dette Kar er af Glas og foroven forsynet med et Messinglaag, som har 3 Aabninger. I den ene L er indskruet et Rör, som staaer i Forbindelse med en Glascylinder P, der foroven og forneden er forsynet med Messingcharneringer, hvoraf den nederste er saaledes tilsleben, at den, naar den sættes paa den överste med Fidt indgnedne Plade af D, slutter aldeles lufttæt. I den anden Aabning M paa Karret C er indskruet det fra B kommende Rör. Hensigten af den derved iværksatte Forbindelse er at frembringe samme Lufttæthed i B, som i Lampen og Cylindren P; thi var Tætheden meget forskjellig, da vilde Lufttrykket meget forhindre Olien fra at stige op i Vægen. I den tredie Aabning er fastskruet Hanen N, hvorfra gaaer et kort böiet

Fig. 1–4.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Plade XII. Rör til Kjölapparatet. Dette bestaaer af et stort Glas, som fyldes med Vand, og hvorigjennem der gaaer et slangeformigt böiet Rör, som ved sin ene Ende staaer lufttæt i Forbindelse med det fra C kommende Rör, og hvis anden Ende er forbunden med et Rör, som gaaer til et med vandtrækkende Midler fyldt Glasrör. De övrige Dele af Apparatet ere allerede forhen beskrevne.

Instrumentets Brug.

Skal dette Apparat bruges i den antydede Hensigt, da sammenstilles dets Dele i den beskrevne Orden. Gasometret G fyldes med Ildluft, Rörene F og O med smeltet og grovstödt Chlorcalcium, de woulfiske Flasker med kaustisk Kalilud, Kjölapparatet med Vand og Oliebeholderen med Olie, efter at Vægen er indsat paa sit Sted. Paa Vægen fastgjöres et lille Stykke Phosphor, som antændes ved en glödende Jerntraad, som stikkes ned gjennem den överste Aabning paa Cylindren P, der hurtig atter tillukkes; nu aabnes Hanen paa Gasometret, saa at Luften strömmer til. Luften gaaer först gjennem Röret F, for at den kan være fuldkommen tör, naar den kommer i Beröring med Olien. Ved Forbrændingen dannes Kulsyre, som optages af Luden i de woulfiske Flasker, og Vand, som deels condenseres i Flasken C og i Kjölapparatet, hvorfra det drypper ned i C, og deels optages af de vandtrækkende Stoffer i Röret O. Kun den atmosphæriske Luft, som fyldte Karrene, eller nogen Ildluft, som formedelst et stærkt Tryk kunde strömme ufortæret gjennem Ilden, vil optages i det sidste Gasometer. Vil man fortsætte Forbrændingen længer, end Mængden af Olie i B tilsteder, da kan man paa Oliebeholderens Hane H skrue et nogle Fod langt Rör, forsynet med en Tragt, og gyde Olie deri; denne vil trykkes ned i Oliebeholderen formedelst den trykkende Colonnes Höide. Har man förend Forsöget veiet Flasken C, Röret O med de deri værende Stoffer og de woulfiske Flasker med Luden, og man nu veier dem efter Forsöget, erfarer man deraf Mængden af den dannede Kulsyre og af Vand. Naar man da tillige tager Hensyn til Mængden af den forbrugte Ildluft, da kan man let beregne Mængden af Kulstof, Ilt og Brint i Olien. Dog opstaaer herved en stor Vanskelighed, som gjör at denne Methode ikke kan give nöiagtige Resultater. Vægen fortæres nemlig tildeels under Forbrændingen, og man veed da ikke, om den fundne Mængde af Kulstof, Ilt og Brint alene hidrörer fra Olien, eller hvor meget af disse Bestanddele der har dannet sig af Vægen. Denne Methode til Analyse af Olie maa derfor staae tilbage for de nyere Fremgangsmaader.

ANDET INSTRUMENT.

Det Apparat, som Liebig först har angivet og benyttet til organiske Elementaranalyser, sees Plade XIII. Pl. 13, Fig. 2 og 3. A (Fig. 2) er en lille Ovn af Jernblik, bagtil aaben. Den ligger paa en Klods B, saaledes at den hælder lidt med sin forreste Ende. Indeni ere anbragte flere Stykker C af Fig. 2 og 3. Jernblik, der paa Midten ere lidt udskaarne, saaledes at de kunne tjene til Underlag for et Glasrör D af stærkt tungtsmelteligt Glas, som kan taale Rödglödhede uden at smelte og ikke springer ved en ikke altfor uforsigtig Ophedning og Afkjöling. Dette Rör er i sin ene Ende udtrukket til en Spids, og lægges saaledes i Ovnen, at Spidsen vender opad. I dette Rör er ved Hjelp af en gjennemboret Korkprop indkittet et Rör E, i hvis anden Ende paa samme Maade er fastgjort et kort Glasrör F, der ved et Caoutchoucrör er forbundet med Glasröret G. Dettes Form forstaaes let af Tegningen; paa dets opstaaende Ender er det udblæst til tvende Kugler K og L og paa Midten til 3 Kugler, M, N og P, der dog staae i indbyrdes Forbindelse. Den anden Ende deraf er forbunden med Röret H, der er understöttet af Stativet I.

Instrumentets Brug. Plade XIII.

Bestemmelsen af de organiske Stoffers Elementer skeer ved dette Instrument, som ved det foregaaende, ved en Iltning og Opsamling af de dannede Producter. Men Iltningsmidlet er her ikke reen Ildluft men Kobberilte. Dette Legeme er fremfor noget andet hidtil anvendt skikket til dette Brug, fordi det taaler Glödhede uden at reduceres og afgiver derfor ved den Operation, hvorved de organiske Stoffer forbrændes, kun saamegen Ildluft, som er nödvendig for at ilte Kulstoffet i det organiske Stof, som undersöges, til Kulsyre og Brinten deri til Vand. Af det Legeme, som skal analyseres, afveier man en bestemt Mængde og törrer det saaledes, at det efter gjentagne Törringer og Veininger ikke taber noget i Vægt, hvilket bedst skeer ved at lægge det i et vidt Glasrör i varmt Sand eller ved at bringe det under Luftpompens Klokke eller ved en lille Haandluftpompe, som strax nöiere skal beskrives. Efter Afveiningen blandes Stoffet med 60 à 80 pCt. fiint pulveriseret og vel udglödet Kobberilte og bringes i Glasröret D (Fig. 2), saaledes, at der först i den böiede Spids Fig. 2. lægges i en Længde af omtrent en halv Tomme reent Kobberilte, dernæst Stoffet, vel blandet med Kobberilte, og endelig i den aabne Ende en Tomme reent Kobberilte. Da de fiint pulveriserede Masser under Blandingen indsuge Fugtighed, og derved Angivelsen af Brint i Legemet, som undersöges, vilde blive for höi, saa betjener man sig, for at fjerne denne Fugtighed, af en lille Haandluftpompe, som sees aftegnet i Fig. 3. Den er forsynet med en sædvanlig Ventil og ender sig forneden Fig. 3. i en stærk Skrue E (Fig. 3), hvorved den kan fastgjöres i en fast Fod. Efterat Röret D (Fig 2) er fyldt paa den ovenfor angivne Maade, forbindes den aabne Ende deraf med et Rör af samme Form som Röret E (Fig. 2), der indeholder smeltet grovstödt Chlorcalcium, og dette forbindes atter ved Hjelp af et lille Glasrör og et Caoutchoucrör med Luftpompens Green B (Fig. 3). Til D fastgjöres ved Caoutchouc et böiet, lodret nedadgaaende, 30 Tommer langt Glasrör, som med sin nederste Ende staaer i en Skaal med Qviksölv og har ingen anden Hensigt end ved Stigning af Qviksölvet deri, naar man gjör et Slag med Luftpompen, at vise, at alle Caoutchouc- og Korkforbindelser slutte nöie, hvorfor det ogsaa borttages, saasnart Operationen er i Gang, efterat Hanen C er lukket. Idet man derpaa pomper Luften ud af Röret D, bortgaaer ogsaa al den Fugtighed, som er deri, og den Luft, som atter indledes deri, törres ved at strömme gjennem det dermed forbundne Rör med Chlorcalcium. Efterat saaledes al Fugtighed er fjernet af Röret D, forbindes det med E, som fyldes med Chlorcalcium, og dette atter med G, hvori gydes en meget stærk Oplösning af Kalihydrat. G sættes da atter i Forbindelse med Röret H, som fyldes med grovstödt smeltet Kalihydrat, og hele Apparatet opstilles paa den Maade, som det sees i Fig. 2. Röret E, saavelsom G, er i Forveien nöiagtig veiet med de deri indeholdte Masser. Derefter begynder man forsigtigt at ophede Röret D, idet man lægger Kul i Ovnen saaledes, at man först opheder den Deel af Röret, som er nærmest ved E, og siden de övrige Dele. Jo langsommere Ophedningen skeer, jo fuldkomnere skeer Iltningen af de organiske Stoffer, og jo nöiagtigere bliver Resultatet. Det dannede Vand absorberes af Chlorcalcium i Röret E, og Kulsyren af Kalioplösningen i G, idet hver Luftboble maa gaae gjennem P, N og M. Naar Luftudviklingen er ophört, absorberes Kulsyren i L af Kalioplösningen, og denne stiger derfor op i denne Deel af Röret. For at forhindre dette, afbryder man Spidsen af Röret D, og suger nu med Munden ved Enden af H. Derved strömmer den Luft, som efter Forsöget fyldte Apparatet, gjennem Kalioplösningen, og Kulsyren absorberes deraf. Vægttilvæxten i E angiver Vandmængden, den i G Kulsyremængden. Röret H forbindes kun med Apparatet, naar det Legeme, som analyseres, indeholder Qvælluft, og tjener da til at optage det Vand og den Kulsyre, som rives med den gjennem G

Plade XIII.

strömmende Qvælluft, og som vilde foraarsage et Vægttab. Af den fundne Kulsyremængde og Vandmængde beregnes nu let Mængden af Kulstof, Brint og Ilt i det Legeme, som analyseres, idet den Mængde Ilt, som Kulsyren og Vandet indeholder, mere end den Mængde, Kobberiltet har afgivet, og hvilken bestemmes ved dettes Vægttab, maa hidröre fra det organiske Legeme. Da Veiningen af Forbrændingsröret för og efter Forbrændingen vanskeligt giver noget nöiagtigt Resultat, paa Grund af den Forandring i Vægt, som Röret let lider ved Glödning, saa bestemmes Iltmængden bedst ved at drage Vægten af Kulstof og Brint fra den Vægt, som det anvendte Legeme havde.

Er det Legeme, som undersöges, flygtigt, men dog i fast Tilstand, er Fremgangsmaaden i Hovedsagen liig den beskrevne, kun at man da maa lægge en större Masse Kobberilte i den aabne Ende af Röret foran det organiske Stof, og at Ophedningen af Röret maa skee meget langsomt.

Er den Substants, som skal analyseres, i flydende Tilstand, saa bringer man den i en lille langagtig Glaskugle af tyndt Glas med en meget fiin Aabning, hvilken Fylding skeer ved at opvarme Kuglen og lade den afkjöle, medens man holder Aabningen under Overfladen af Vædsken, som stiger op deri. Den fyldte og veiede Kugle bringes derpaa ind i Forbrændingsröret, som fyldes vel med Kobberilte og paa den beskrevne Maade sættes i Forbindelse med Luftpompen. Ved Udpompningen udjages nu Vædsken af Forbrændingsröret og blandes med Kobberiltet.

TREDIE INSRTUMENT.

Fig. 4.

Det af Liebig angivne Apparat til qvantitative Analyser af de Stoffer, som indeholde Qvælstof, sees Pl. 13, Fig. 4. A er en Ovn af ildfast Leer, forsynet med 2 Dörre, B og C. Den överste B tjener til Indlægning af Brænde, den nederste C förer ind til Askehullet. Mellem begge ligger en Rist. Over denne Ovn hviler paa 2 Stænger D et Glasrör E af stærkt tungtsmelteligt Glas. Det er ved sin ene Ende ved et Caoutchoucrör forbundet med en lille Retort F og ved den anden ved Hjelp af en Korkprop med et Glasrör G, der atter staaer i Forbindelse med H, hvorfra gaaer et böiet Rör ind under en Glasklokke K, der staaer i et videre Glas L, og er fastholdt i sin Stilling ved en Art Glastragt, der fastklemmes ved Klemmen M. N, O og P ere Stativer, der tjene til at understötte Apparatets forskjellige Dele.

Instrumentets Brug.

Analysen af organiske Stoffer, som indeholde Qvælstof, er forbunden med langt flere Vanskeligheder end Analysen af qvælstoffrie Substantser. Er Mængden af Qvælstof meget ringe, saa frembringer den atmosphæriske Luft i Apparatet store Differentser, da man er nödsaget til at bestemme Qvælstoffet som Qvælluft. Er derimod Mængden af Qvælstof meget stor, saa iltes let en Deel deraf til Qvælstoftveilte, som ved den atmosphæriske Luft i Apparatet forvandles til Salpetersyrling. For at bestemme Qvælstoffet med nogenlunde Nöiagtighed har Liebig angivet et Apparat, der dog langt fra giver saa fuldkomne Resultater, som det til de qvælstoffrie Legemers Analyse angivne, da Dannelsen af Qvælstoftveilte meget vanskelig aldeles undgaaes. Man maa derfor ofte gjentage Bestemmelsen af Qvælstof, og ikke tage et Middeltal af alle Forsögene, men kun af dem, ved hvilke man har erholdt en fuldkommen farvelös Luft, og ved hvilke Qviksölvet under den Klokke, hvori man har opfanget Luften, slet ikke har været angrebet. Man bestemmer Mængden af Kulstof, Ilt og Brint paa den ved det foregaaende Instrument beskrevne Maade.

Man blander det organiske Legeme, som skal analyseres, med en behörig Mængde Kobberilte og sætter derpaa til Blandingen halvt saa meget fiint fordeelt metallisk Kobber, som man har taget Kobberilte. Man kan hertil betjene sig af Kobberilte, som allerede har tjent til en eller to Forbrændinger, og som derfor indeholder en betydelig Mængde metallisk Kobber. Denne Blanding bringes i Forbrændingsröret E (Pl. 13, Fig. 4). Retorten F fyldes med en Oplösning af Kalihydrat, Röret G med smeltet Chlorcalcium, H med befugtet Kalihydrat, istedetfor hvilket man ogsaa kan tage Kalkhydrat; Glasset L og Klokken K fyldes med Qviksölv, saaledes at den atmosphæriske Luft udjages, hvilket kan skee ved at sænke K ned i L, saaledes at Enden af det böiede Rör I bestandig bliver over Qviksölvets Overflade; gjennem dette Rör vil den atmosphæriske Luft undvige. Man forbinder derpaa ved et Caoutchoucrör den anden Ende af I med det korte og smalle Rör, som kommer fra H, og opstiller det hele Apparat paa den Maade, som Tegningen viser. Man opheder nu meget forsigtigt og langsomt Röret E. Det dannede Vand optages af Chlorcalcium i G, den udviklede Kulsyre af Kalihydrat i H, og naar man havde veiet disse Rör förend Forsöget tilligemed de deri værende Masser, og nu veiede dem efter Forsöget, da kunde man deraf faae en nye Bestemmelse af Kulstof- og Brint-Mængden i Legemet, hvilke Stoffer man iövrigt bestemmer ved en særegen Analyse. Qvælluften gaaer gjennem I og samles under Klokken. Naar Luftudviklingen er ophört, vender man den lille Retort F saaledes, at Kalioplösningen flyder ind i Röret E og absorberer al den Kulsyre, som findes i dette Rör; da derved dannes et luftfortyndet Rum, gaaer den Kulsyre, som findes i den övrige Deel af Apparatet tilbage i Röret E og absorberes ligeledes af Kalioplösningen. Har man gjort det böiede Rör I saa langt, at Enden deraf bestandig er over Qviksölvets Overflade i Klokken K, da vil Luften sætte sig i Ligevægt i hele Apparatet, og naar man derefter maaler Volumen af Luft i Klokken K, for deraf at beregne Mængden af Qvælstof i det Legeme, som analyseres, saa frembringer den Mængde atmosphærisk Luft, som fyldte Apparatet, förend Forbrændingen begyndte, ingen Feil i denne Bestemmelse. Förend man foretager denne Maaling, befæster man et lille Stykke Kalihydrat paa Enden af en fiin, udglödet Claveerstræng og förer den ind under Klokken, for at den skal indsuge Fugtighed og Kulsyre af Luften. Först efter nogle Timers Forlöb tager man den ud og bestemmer Volumen af Gas. De Regler, som bör iagttages ved denne Bestemmelse, ere allerede tidligere anförte (§ 7). Men fremfor Alt er det vigtigt, at Klokken er nöiagtigt graderet; thi uden dette giver dog den omhyggeligst foretagne Analyse unöiagtige Resultater.

Plade XIII.

Fig. 4.

FEMTE AFDELING.

Varmen og Ilden.

§ 15.

Naar man nærmer sig et brændende Legeme, modtager man en Fornemmelse, som vi pleie at kalde Varme. Man bör dog vel adskille den ubekjendte virksomme Kraft, som frembringer Varmefornemmelsen, og som vi kunde kalde Varme (calorique), fra denne Fornemmelse selv, hvilken vi kunde kalde Varmhed (chaleur). Ild er den med Udvikling af Lys og Varme ledsagede Forening af tvende modsatte electriske Legemer Ved saadanne Legemers Forening udvikles altid Varme, men kun Lys, naar Legemerne ved den udviklede Varme ophedes til et vist Punkt.

§ 16.

Naar et Legeme bringes i Nærheden af et varmt Legeme, da gjennemtrænges det af Varmen. Delene udvide sig og indtage et större Omfang. Fjernes det derimod fra Varmekilden, da aftager igjen dets udvidede Omkreds; de ved Varmen fra hinanden bragte Dele nærme sig igjen til hinanden. Mangfoldige Experimenter bekræfte denne Varmens udvidende Kraft. En Blære fyldt med lidt Luft udvides og udspændes, naar den bringes over Ilden. En Flaske med koldt Vand vorder fuldere, naar den opvarmes. En Flaske, som Intet indeholder uden Luft, afgiver en Deel af denne som Luftbobler, naar den stilles med sin Munding under Vand og opvarmes; naar den atter afkjöles, træder Vandet ind og fylder den bortgaaede Lufts Plads. I smalle Glasrör, som ende sig i en lille Kugle, og ere fyldte med Qviksölv, Spiritus eller Vand, bemærkes en tydelig Stigning af disse Vædsker, naar de holdes over Ilden. Et Par Instrumenter, hvorved Legemernes udvidende Kraft tydelig vises, skulle her beskrives.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade XIV. Fig. 1.

A (Pl. 14, Fig. 1) er en Stang af Træ, fastgjort i en Fod af Træ eller Metal. Omkring denne slutte Ringene B, C og D, der kunne skydes op og ned og fastholdes paa hvilketsomhelst Sted, man vil, ved Hjelp af Skruer. Til den överste B er fastgjort en lille Stang E, bedst af Træ, paa Enden forsynet med en Krog, hvorpaa hænger en Metalkjæde, som bærer en lille Metalcylinder F af en saadan Tykkelse, at den i kold Tilstand kan gaae gjennem det runde Hul paa Metalpladen G, der er fastgjort til Ringen C. Til den nederste Ring D er fastgjort et lille Træstykke H, hvori er befæstet en Klemme, der kan lukkes ved en Ring, som er indrettet til at skyde frem og tilbage derpaa. Denne Klemme bærer en lille Lampe I. Alle Dele af Stativet gjöres saavidt muligt af Træ, for ikke at aflede Varmen.

Efterat man har skudt Ringen G tilside, saaledes som det sees paa Figuren, opvarmes den lille Cylinder F ved Hjelp af Lampen, og man vil efter kort Tids Forlöb finde den saaledes udvidet, at den ikke mere kan gaae ned i Ringen G.

ANDET INSTRUMENT.

Plade XIV.

A (Pl. 14, Fig. 3) er en Plade, gjort af Træ, for at den ikke skal aflede Varmen. I denne ere fastgjorte 3 Stötter af Metal B, C og D, ovenpaa hvilke löst hviler en Ring af Jern E. I Fig. 2 sees en Cylinder af Jern af en saadan Tykkelse, at den ikke kan gaae gjennem Pladen E, og foroven forsynet med et Skaft, der er gjennemboret med et Hul, saa at den kan ophænges i en Kjæde paa et Stativ, som det ved det foregaaende Instrument beskrevne. Naar dette Instrument skal benyttes til det angivne Brug, da stiller man paa Pladen A en lille Lampe, der snart vil opvarme Ringen E saa stærkt, at Hullet deri ved Udvidelsen bliver saa stort, at Cylindren (Fig. 2) kan gaae derigjennem eller i det Mindste langt dybere ned deri end forhen.

Fig. 3.

Fig. 2.

§ 17.

Instrumenter, som tjene til at vise vigtige Egenskaber ved Varmestraalerne.

Varmens frie Udbredelse skeer ved Straaling. Den Varme, der forlader et Legeme, udbreder sig nemlig tildeels langsomt saaledes, at den opvarmer de Legemer, hvorigjennem den gaaer, i hvilket Tilfælde den kaldes ledet Varme, deels med meget stor Hurtighed saaledes, at den opvarmer fjerne Legemer uden at have opvarmet de mellemliggende. For saa vidt som den udbreder sig paa denne Maade kaldes den straalet Varme. En stor Deel af de Egenskaber, som Varmestraalerne vise, kunne erfares ved Hjelp af Huulspeile.

FÖRSTE INSTRUMENT.

A og B (Pl. 14, Fig. 4) ere tvende paraboliske Huulspeile af Speilmetal, en Composition af een Vægtdeel Tin og 2 Vægtdele Kobber. Denne Legering har en temmelig stor Haardhed, angribes ikke meget af Luften og har et lavt Smeltepunkt, hvorfor den let udstöbes i en bestemt Form. Til Speilenes Bagside ere fastloddede Messingstykkerne C og D, der ved Hjelp af Stifter ere saaledes fastgjorte i de foroven udskaarne Stykker E og F, at de kunne dreies i en vertikal Plan. Messingstötterne E og F kunne skydes op og ned i de hule Stativer G og H og ved Skruer fastholdes paa hvilketsomhelst Sted, man vil. I E og F ere de hule Stænger I og K fastgjorte ved Hjelp af Stifter, der ere forsynede med Skruegænger, hvorom slutte smaa Möttrikker L og M. I de hule Stænger I og K kunne Stængerne N og O skydes frem og tilbage og fastholdes, hvorsomhelst man vil, ved Skruerne P og Q. Stængerne O og N ende sig i Kugler, der ere gjennemborede af Huller, hvorigjennem gaae Stængerne R og S. Stangen R er foroven forsynet med et Kors, hvis Ender ere böiede opad, saa at det kan tjene som Leie for en Kugle T; Stangen S har foroven en lille Ring, hvorpaa kan fastgjöres et Stykke Svamp, saaledes som det sees i Figuren.

Fig. 4

Instrumentets Brug.

Speilene stilles lige over for hinanden, Stængerne E og F hæves eller sænkes i de hule Stativer, indtil deres överste Ender komme til at ligge i samme horizontale Plan. Derpaa dreies Speilene saaledes, at deres Rande komme til at ligge i fuldkommen vertikale og med hinanden parallele Planer. R og S skydes op eller ned, indtil deres överste Ender komme til at ligge i samme horizontale Plan som Speilenes Centra og i Speilenes foci. Disse foci finder man ved at anbringe Flammen af

Plade XIV.

et Lys paa den ene af Stængerne, f. Ex. paa R, og nu skyde N og O frem og tilbage, indtil man træffer et saadant Punkt i deres Stilling mod Speilene, at der paa et Sted foran Speilet B danner sig et tydeligt og livligt Billede af Flammen. Paa det Sted, hvor Flammen staaer foran det ene Speil, er dettes focus; hvor dens Billede dannes foran det andet Speil, er dettes focus. Af de Forsög, som kunne anstilles ved Hjelp af Huulspeile, skulle her anföres de vigtigste.

Forsög, som vise Varmestraalernes Tilbagekastning fra Legemernes Overflader.

Man fastgjör et lille Stykke Svamp paa Enden af Stangen S og lægger en glödende Metalkugle i det böiede Kors paa Stangen R. Efter kort Tids Forlöb seer man, at Svampen ophedes og antændes. At det ikke ere de directe Varmestraaler, som bevirke Antændelsen, beviser man ved at holde et Stykke Svamp nogle Tommer fra Kuglen; det vil da ikke antændes, skjöndt det dog paa dette Sted maa træffes af en langt större Mængde directe Varmestraaler end paa det Sted, hvor det er anbragt; de Varmestraaler, som udsendes af den glödende Kugle, og som træffe Speilet A, tilbagekastes derfra i en Retning, som er parallel med den Linie, som kan tænkes dragen fra det ene Speils Centrum til det andets. Naar de træffe det andet Speil, tilbagekastes de ogsaa derfra og samle sig i dette Speils focus, hvor de antænde Svampen. Dette viser ikke alene, at Varmestraalerne tilbagekastes ligesom Lysstraalerne, men ogsaa, at de tilbagekastes efter de samme Love som disse.

At det ikke alene ere de Varmestraaler, der komme fra et lysende Legeme, saaledes som her den glödende Metalkugle, men at osgaa de, der komme fra mörke Legemer, tilbagekastes, beviser man let ved at variere det anförte Forsög saaledes, at man istedetfor Metalkuglen anbringer et Legeme, der blot er ophedet til kogende Vands Temperatur, i det ene Speils focus og istedet for Svampen i det andet Speils focus den ene Kugle af et Differentialthermometer (§ 19). Man vil da see, at den Kugle af Thermometret, som er i Speilets focus, opvarmes langt stærkere end den anden.

At Mængden af tilbagekastede Varmestraaler beroer paa den tilbagekastende Overflades Beskaffenhed, bevises ved at gjentage de anförte Forsög med mindre blanktpolerede Speile eller med Speile, overdragne med Sod af en stærkt sodgivende Flamme. Man vil da see, at Varmestraalerne tilbagekastes mere fra blanke end fra ublanke Overflader.

Forsög, som viser, at et Legeme afkjöles, naar det modtager færre Varmestraaler, end det giver.

Man lægger i focus af det ene Speil et Stykke Is og stiller i focus af det andet Speil den ene Kugle af et Defferentialthermometer. Efter kort Tids Forlöb vil man see, at denne Kugle afkjöles stærkt. Saavel Thermometerkuglen som Isen udsender Varmestraaler; en ligesaa stor Mængde af de fra Thermometret udsendte Straaler, som Isen modtager, erholder Thermometret af de fra Isen udsendte; men da denne udsender færre Straaler end hiint, saa maa Thermometret naturligviis afkjöles. I de foregaaende Forsög modtog Svampen eller Thermometerkuglen, som anbragtes i det ene Speils focus, flere Straaler, end de udsendte, og opvarmedes derfor, medens de Legemer, som sendte Straaler til dem, afkjöledes.

Forsög, som vise, at Legemernes udstraalende Kraft beroer paa deres Overflades Beskaffenhed.

For at bevise denne Sætning tager man en huul Cubus (Pl. 14, Fig. 5), hvis 4 Sider ere af samme Metal, men af forskjellig Glathed paa Overfladen. Den ene Side er poleret saa blankt som muligt, de andre ere mere eller mindre furede eller stribede i forskjellige Retninger. Denne Cubus er saale-

des fastgjort paa en Stang, at den kan dreies derom i en horizontal Plan og hæves eller sænkes ved Stangens Bevægelse i en huul Fod. Denne Cubus stilles ligeover for det ene Speil i en Afstand af 3 à 4 Fod, saaledes, at dens Centrum ligger i samme horizontale Plan som Speilets Centrum. Ved Hjelp af et tændt Lys, som först stilles paa Cubusens Sted, bestemmes Speilets focus paa den ovenfor beskrevne Maade, og i dette focus stilles nu den ene Kugle af et Defferentialthermometer. Derefter sættes Cubusen igjen paa sit Sted og fyldes med kogende Vand. Dens 4 Sider have da samme Temperatur, og man kan nu efterhaanden dreie dem imod Speilet. Man vil da bemærke meget forskjellig Indflydelse paa Thermometret efter de forskjellige Sider, som vendes derimod, og man vil see, at jo blankere Overfladen er, jo færre Varmestraaler udsendes derfra. Man behöver blot at væde en blank metallisk Overflade, og man vil strax see en betydelig Forandring i dens udstraalende Kraft. Plade XIV.

For ved samme Apparat at pröve den udstraalende Kraft af andre Legemer kan man udskjære meget tynde Plader af disse, og befæste dem paa Cubusens vertikale Sider; de ville derved antage samme Temperatur, som det Vand, der er i Cubusen.

Forsög, som tjene til at vise Varmestraalernes Gjennemgang gjennem Glas.

Til Forsög herover betjente De Laroche sig af Huulspeilene. Han stillede i focus af det ene et meget fölsomt Thermometer, hvis Kugle var sværtet, for at det bedre skulde optage de Varmestraaler, som traf det. I det andet Speils focus stillede han forskjellige Varmekilder, saasom en lille Kasse af Jern, fyldt med Qviksölv, hvis Temperatur angaves ved et Thermometer, som var sat deri, eller en lille sphærisk Kugle af Kobber, hvis Temperatur han til enhver Tid kunde bestemme ved at kaste den i en Masse koldt Vand og bestemme, hvor mange Grader dette blev ophedet, endelig en argandsk Lampe uden Skorsteen og en med Skorsteen.

Först godtgjorde han, at Thermometret i en kort Tid, f. Ex. et Minut, udsat for Virkningen af Varmekilden, opvarmedes i Forhold til den hele Mængde Varme, som traf det. For at godtgjöre denne Lov, lod han den samme Varmekilde virke eet Minut paa Thermometret, idet han först bedækkede den ene Halvdeel af det Speil, i hvis focus Thermometret var, siden den anden Halvdeel og endelig slet ikke bedækkede Speilet. Virkningen ved de 2 förste Forsög var lige stor og ved hvert af dem halv saa stor som den ved det sidste.

Da denne Lov var godtgjort, gik han frem paa fölgende Maade: Han stillede en Metalskjærm mellem de 2 Speile og Varmekilden, der stod i focus af det ene. Derpaa borttog han pludseligt Skjærmen og lod nu Varmekilden i et Minut virke paa Thermometret, hvis Stilling han derpaa bemærkede. Tiden angaves ved et godt Secunduhr. Derpaa bragte han igjen det varmende Legeme til sin oprindelige Temperatur og gjentog de samme Observationer, idet han perpendikulært paa Speilenes Axel stillede en Glasskive, hvorigjennem Straalerne maatte gaae. Derpaa gjentog han 3die Gang det samme Forsög, idet han mellem Speilene stillede en Glasskive, liig den foregaaende, men sværtet med Tusch paa den af dens Sider, som vendte imod det varme Legeme. Den sidst anvendte Skive standsede ved sin Dunkelhed den directe Gjennemgang af Varmestraalerne og lod ikke andre komme til Thermometret end dem, som den selv sendte directe dertil paa Grund af den Opvarmning, som den selv led, og hvilken i det Mindste var ligesaa stor, som den af samme Art, som den gjennemsigtige Glasskive led. Naar man altsaa trak den Virkning, som frembragtes paa Thermometret ved dette sidste Experiment fra den, som frembragtes, da man anvendte den gjennem-

Plade XIV. sigtige Glasskive, saa lærte man derved den Virkning at kjende, som alene hidrörte fra de gjennem Glasskiven directe gaaende Varmestraaler. Naar man sammenligner dette Resultat med det, som frembragtes ved Straalernes Gjennemgang gjennem Luften alene, saa erfarer man, hvor stor en Brök af alle Varmestraalerne, der gaaer gjennem Glasset. Ved at gjentage disse Forsög med Varmekilder af forskjellig Varme fandt De Laroche, at den Brök af alle Varmestraaler, som gaaer gjennem Glas, voxer i Forhold som Varmen kommer fra et varmere Legeme.

De Laroche hekræftede denne Lov paa en anden Maade, idet han ved Skjærme modificerede Varmestraalerne, som kom fra de forskjellige Varmekilder, saaledes, at den Virkning, som frembragtes paa Thermometret ved fri Straaling gjennem Luften var eens for forskjellige Temperaturer af Varmegiveren. Og han fandt da, at den Virkning, som frembragtes ved Straalernes Gjennemgang gjennem Glasskiver, voxede i Forhold til Varmekildens Varme, endskjöndt den directe Virkning gjennem Luften i alle Tilfælde var lige stor.

Ved at gjentage de foregaaende Forsög saaledes, at Varmestraalerne gik gjennem flere Glasskiver efter hinanden, beviste De Laroche, at de Straaler, som ere gaaede gjennem en Skive, lide et forholdsviis langt ringere Tab ved at gaae gjennem en anden Glasskive af samme Beskaffenhed og samme Tykkelse som den förste.

ANDET INSTRUMENT.

Hvor man vil maale Straalevarmens Störrelse, kommer det an paa at opfange Varmen i Overgangspunktet, hvor den gaaer over fra at have været straalet til at blive ledet Varme. Den Modstand, som Glasset paa de sædvanlige Thermometre gjör mod Varmestraalerne og den deraf fölgende langsomme Opvarmning af Qviksölvet, forhindrer os fra ved disse Instrumenter at opdage meget mærkelige Egenskaber ved Varmestraalerne. Man benytter derfor nu Thermoelectriciteten til at maale Straalevarmens Störrelse, og det dertil brugelige Apparat under den Form, som man nu almindeligt giver det, har Melloni först udtænkt. Hoveddelene af dette Instrument er en Sammenstilling af Metaller til at lade Varmen virke paa, eller det egentlige thermoelectriske Apparat, og en Indretning til at maale den frembragte Electricitets Störrelse eller en saakaldet Multiplicator. Disse Deles Indretning og Brug ville blive nöiere beskrevne ved Beskrivelsen af de Instrumenter, som höre

Plade XV. til Electriciteten. Den af Melloni brugte Multiplicator sees Pl. 15, Fig. 2. Omkring en lille Ramme AA (Fig. 2) vikler man en jernfri Kobbertraad, som er overspunden med Silke, og hvis Dele altsaa

Fig. 2. ikke kunne komme i nogen ledende Forbindelse med hinanden. Den electromagnetiske Viser bestaaer af tvende Magnetnaale, hvoraf man paa Tegningen kan see den överste BB. Disse Magnetnaale ere af hærdet Staal, omtrent 2 Tommer lange, hvor de ere tykkest, omtrent 0,3 Linie. Den överste Naal tjener som Viser paa en inddeelt Skive, som i Midten er gjennemboret, for at den lodrette lille Stang, som forener de 2 Magnetnaale, kan gaae derigjennem. Paa den ene Side er Skiven gjennemskaaren fra Centrum til Peripherien, for at den underste Naal kan gaae derigjennem. Den af enkelt Silkeormsspind bestaaende Traad, som bærer den electromagnetiske Viser, hænger paa en lodretstaaende

Fig. 2 og 3. Skrue C (Fig. 2 og 3), hvis Moderskrue D (Fig. 2 og 3) ogsaa paa sin udvendige Side er forsynet med Skruegænger, der passe i en Möttrik EE (Fig. 2), som er fastgjort i den vinkelformigt böiede Messingstang F (Fig. 3), der tilligemed Skruerne C og D er tegnet særskilt i Fig. 3. Skruen C, hvortil Silkeormsspindet er heftet, ender sig forneden i et fiirkantet Stykke, der gaaer gjennem et tilsvarende Hul i den vinkelformigt böiede Messingstang F. Naar man dreier paa Skruen D, da

hæves eller sænkes paa samme Tid Skruen C, uden at den kan dreie sig rundt paa Grund af dens Endes firkantede Form. Ved denne Indretning kan man uden at dreie Naalen sænke den og lade den hvile paa den inddeelte Skive, naar man ikke vil benytte Instrumentet eller flytte det fra et Sted til et andet. Naalen tilligemed den Indretning, hvorved den er ophængt, er indesluttet under en Glascylinder G (Fig. 2), hvorved alt Lufttræk forhindres. Det hele Apparat hviler paa 3 Stilleskruer H (Fig, 2), hvoraf kun de 2 sees i Tegningen, og hvorved det kan stilles ganske horizontalt. Den inddeelte Skive er fastgjort paa en vertikalt staaende Messingstang, som under Apparatet er forsynet med et horizontalt liggende Hjul, der forneden har Tapper. I disse indgriber et Drev, som sidder paa Stangen I. Ved at dreie paa den paa Enden af denne Stang fastgjorte Plade K, kan den inddeelte Skive dreies en Fjerdedeel af Omkredsen, hvorved Nulpunktet let bringes under Naalens Spids. Multiplicatorens Traade ende sig i Hullerne L og M, saa at de komme i Berøring med Stifterne N og O, naar disse nedsættes i Hullerne. Omkring disse Stifter ere viklede Kobbertraade P og Q (Fig. 1 og 2), som staae i Forbindelse med det thermoelectriske Apparat. Plade XV. Fig. 2. Fig. 1 og 2.

Den thermoelectriske Virkning forstærkes, naar man forbinder flere Stykker af Metaller med hinanden og opvarmer hveranden Sammenföining. Dette er endog nödvendigt, naar man vil opdage meget fine Varmegrader. Melloni benyttede hertil smaa Stænger af Wismuth og Antimon af $14\frac{1}{2}$ Linies Længde, $1\frac{1}{7}$ Linies Brede og 0,45 Linies Tykkelse. Disse Stængers Antal var 55, nemlig 27 af Antimon og 28 af Wismuth. De ere saaledes sammenföiede, at den ene Ende af en Antimonstrimmel er forbunden med den ene Ende af en Wismuthstrimmel, og denne atter med Antimon o. s. v. Det Hele er indesluttet i en firkantet Messingcapsel, saaledes, at hveranden Sammenföining ligger sammen i en Plan, der gaaer lidt udenfor Capslen. Igjennem denne gaae 2 Stifter A og B (Fig.4), af hvilke enhver staaer i Forbindelse med en Ende af det thermoelectriske Apparat, saaledes at den ene er forbunden med den ene Ende af den sidste Wismuthstrimmel, den anden med den ene Ende af den sidste Antimonstrimmel. Dette thermoelectrike Apparat sees fra Siden i Fig. 5; C og D ere Endefladerne af de sammenloddede Metalstykker; B den ene af de omtalte Stifter, der ende den thermoelectriske Kjæde; FF er Messingcapslen, som indeslutter Metalstrimlerne. I Fig. 4 sees et Gjennemsnit af Apparatet. Messingindfatningen kan forlænges ved tvende Messingrör, som paasættes ved C og D (Fig. 5), saaledes at de slutte udenom Indfatningen. Af disse sees det ene i Fig. 7; de tjene til at holde de fra Siden kommende Varmestraaler ude. Vil man paa Endefladerne af det thermoelectriske Apparat lade virke en större Mængde Varmestraaler, end der kunne virke ved Paasætning af hine Rör, da paasættes istedetfor dem en kegleformig Capsel, som sees i Fig. 6, hvorved en större Mængde Varmestraaler samles. Saavel Röret i Fig. 7 som Capslen i Fig. 6 kunne lukkes ved Plader A (Fig. 6 og 7), hvorved pludseligt alle Varmestraaler forhindres Adgang til det thermoelectriske Apparat. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 7. Fig. 6 og 7.

Det hele melloniske Apparat, med Undtagelse af Multiplicatoren, sees aftegnet i Fig. 1. AA er det egentlige thermoelectriske Apparat, hvis Indretning nu er tilstrækkelig beskreven. Paa Stifterne A og B (Fig. 4), som ogsaa tildeels kunne sees i Fig. 1, kunne paasættes de böiede Rör B og C (Fig. 1), hvorom ere viklede Kobbertraade P og Q (Fig. 1 og 2), der paa den omtalte Maade staae i Forbindelse med Multiplicatoren. Det thermoelectriske Apparat AA (Fig. 1) er ved Hjelp af en Tap saaledes fastgjort i Messingstangen D, at det kan dreies i en vertikal Plan og fastholdes i hvilkensomhelst Stilling man vil ved en Skrue E (Fig. 1, 4 og 5). Stangen D er til at skyde op og ned i den hule Fod F (Fig. 1), og kan fastholdes ved en Skrue G. H og I ere tvende dobbelte

Plade XV. Skjærme, der ligesom det thermoelectriske Apparat kunne dreies i vertikale Planer, men som ere lodrette paa den Plan, hvori hiint Apparat kan bevæge sig, og som ligeledes kunne skydes op og ned i hule Födder. Hensigten af disse Skjærme er at udelukke alle Varmestraaler fra at virke paa det thermoelectriske Apparat, naar de dreies saaledes, at de ere imellem Varmekilden og dette Apparat. For fuldkommen at kunne opfylde denne Hensigt, ere disse Skjærme dobbelte. K er en Skjærm, der vel kan hæves og sænkes, men ikke dreies; den er forsynet med et firkantet Hul, hvorigjennem Varmestraalerne gaae fra Varmekilden til det thermoelectriske Apparat, medens alle uvedkommende Straaler udelukkes. L er en Plade, hvorpaa de Legemer stilles, hvis Indvirkning paa Varmestraalerne man vil pröve. M er en Plade, hvorpaa Varmekilden stilles; den er forsynet med en opstaaende Stang N, der er huul, saa at deri kan nedsættes en böiet Messingstang O, hvorpaa kan fastgjöres en Spiral af Platintraad, der forstærker Varmen af Spirituslampen S, hvilken var en af de Varmekilder, som Melloni anvendte. TT er et Bræt af stærkt Træ, paa Midten gjennemskaaret efter Længden af en Rende, hvis Sider ere belagte med Metal. Gjennem denne Rende gaae de nederste Stifter af alle de hule Stativer, hvori de forhen beskrevne Dele af Apparatet kunne skydes op og ned. Et Gjennem-
Fig. 4. snit af denne Fod sees i Fig. 4. Den nederste Deel C af de gjennem denne Fod gaaende Stifter er forsynet med Skruegænger, om hvilke slutter en Skrue D, der, naar den fastskrues, trykker imod en gjennemboret Skive G, gjennem hvilken C gaaer. Da denne Skive besidder nogen Elasticitet, saa fastholdes vel derved Stativerne, men de kunne dog skydes frem og tilbage i Renden og deres relative Stilling kan derved forandres.

Instrumentets Brug.

Skal Instrumentet bruges, da sættes Multiplicatoren paa den beskrevne Maade i Forbindelse med det thermoelectriske Apparat. Saasnart dette er i fuldkommen indre Ligevægt, hvilket angives ved fuldkommen Stilstand af Magnetnaalen, saa dreier man ved det beskrevne Drev den inddeelte Skive saa at Naalen kommer til at vise paa 0°. Naar siden den mod det udstraalende Legeme vendte Endeflade af det thermoelectriske Apparat er bleven opvarmet, og man igjen vil oprette Ligevægten, saa skydes Skjærmen H tilside, og man holder Flammen af en Lampe ligeover for den koldere Endeflade, indtil Magneten er kommen paa 0°, hvorpaa man igjen skyder Skjærmen H for og venter fuldkommen Stilstand af Naalen. Varmekilden, hvad enten denne er en Lampe eller et ophedet Legeme, stilles paa Pladen M, og Skjærmen I skydes bort, indtil Naalen kommer i Roe paa en bestemt Grad, f. Ex. 30°. Man sætter da det Legeme, som skal undersöges, saaledes paa Pladen L, at kun de derigjennem gaaende Straaler kunne komme til det thermoelectriske Apparat og iagttager nu, hvilken Stilling Naalen indtager. Smaa Forandringer i denne Fremgangsmaade ved Experimentering med dette Apparat udfindes let. Ved dette Apparat er den Virkning, som ved Varmestraalerne frembringes paa Magnetnaalen, mærkelig efter 6 Secunders Forlöb, og Maximum af Viserens Svingningsbuer opnaaes snart. Da Melloni især har benyttet sit Apparat til at undersöge Legemernes forskjellige Evne til at gjennemtrænges af Varmestraaler, kunde der opstaae den Indvending, at den Virkning, som frembringes paa Magnetnaalen, naar et Legeme bringes mellem Varmekilden og det thermoelectriske Apparat, ikke hidrörte fra de gjennem dette Legeme fra Varmekilden gaaende Straaler, men fra Varmestraaler, som udsendtes fra dette Legeme, efterat det selv var blevet opvarmet. Men man finder, at skjöndt de forskjellige Legemer lade en meget forskjellig Mængde Varmestraaler gaae igjennem sig, saa bruger dog Magnetnaalen stedse den samme Tid for at naae sit Maximum, af

hvilken Natur end det mellemværende Legeme er. Allerede dette viser hiin Indvendings Ugyldighed. Men der opstaaer det Spörgsmaal, om dog ikke en Deel af Virkningen hidrörer fra denne Aarsag, hvorved der især mod Slutningen af Forsöget vilde opstaae en Forögelse af Magnetnaalens Afvigning. Vel er det let at indsee, at denne Virkning i al Fald kun kan være ringe; idet for det Förste den Varmegrad, som kan opvækkes i det mellemkommende Legeme, forholdsviis ikke kan være meget stor, og for det Andet kan kun en meget ringe Deel af de Straaler, som det opvarmede Legeme udsender i alle Retninger, træffe den mod dette Legeme vendte Side af det thermoelectriske Apparat; men man kan ogsaa ved directe Forsög overtyde sig om denne Virknings Ubetydelighed; thi naar man sværter den Side af det mellemkommende Legeme, som vender imod Varmekilden, saa modtager vel dette Legeme megen Varme, men der frembringes dog ingen mærkelig Virkning paa Magnetnaalen, idet de fra Varmekilden kommende Straaler ikke mere trænge gjennem det mellemkommende Legeme, men kun opvarme det. For dog i det Tilfælde, at denne Virkning ikke var ganske umærkelig, at gjöre den saa ringe som muligt, bör man stille det Legeme, hvorigjennem Varmestraalerne skulle gaae, i Midten mellem Varmekilden og det thermoelectriske Apparat. Plade XV.

Som Varmekilder benyttede Melloni i sine Forsög en Olielampe, en Spirituslampe, i hvis Flamme der hængte en Platinspiral, Kobberblik, som ved en Spirituslampe holdtes ved 312° R., og et Kar, som holdtes ved kogende Vands Temperatur.

For at kunne bruge dette thermoelectriske Apparat til Varmemaaling, maa man först söge at bestemme, i hvilket Forhold det Antal Grader, som angives af Magnetnaalen paa Multiplicatoren, staaer til Electricitetens Styrke og til den Varme, hvorved den frembringes. For at bestemme dette kan man gaae frem paa forskjellig Maade; Melloni brugte följgende Fremgangsmaade. Ligeover for hver Ende af det thermoelectriske Apparat stillede han en Varmekilde, og forsögte först, hvad enhver for sig alene formaaede at udrette, og dernæst, hvor stort et Udslag de bevirkede, naar de paa samme Tid virkede paa hver sin Ende. Antager man f. Ex., at den ene Varmekilde paa den ene Side frembragte et Udslag af Magnetnaalen af 16° tilhöire, men den anden et Udslag af 14° tilvenstre, saa vil, naar begge virke paa een Gang, Magnetnaalen gaae 2° fra Nulpunktet. Dette beviser, at Forskjellen mellem 14° og 16° betyder det Samme, som den mellem 0° og 2°. Denne Lighed mellem Magnetnaalens Udslag og Varmegraden bestaaer ikkun ved de lavere Varmegrader indtil 20°. Naar Udslaget bliver större, da finder denne Identitet ikke mere Sted; og Forskjellen opstaaer ved den skjæve Retning, hvorunder Virkningen skeer og ved Uligheden af Afstandene af Naalens Ender fra Traadene. Forsöger man f. Ex. den samtidige Samvirken af 2 Varmekilder, hvoraf den ene, anvendt for sig, frembragte et Udslag af 44°, den anden et paa 42°, saa give de, naar de virke samtidig, et Udslag af 8°. Altsaa er den Kraft, som driver Viseren fra 42° til 44° ligesaa stor, som den, der driver den fra 0° til 8°. Melloni har af saadanne Forsög for sit Instrument beregnet en Tabel, som angiver den til enhver Buegrad svarende Styrkegrad af Varme. For ethvert nyt Instrument maa man beregne en nye saadan Tabel, der vel ikke vil blive meget afvigende fra den foregaaende.

Efterat saaledes Instrumentets Construction og dets Brug ere beskrevne, og de Indvendinger, som kunne gjöres imod Nöiagtigheden af de Resultater, som Forsögene dermed give, ere besvarede, skulle her blot anföres nogle af de Forsög, som lade sig anstille dermed, hvilke skulle tjene som Exempel paa den Fremgangsmaade, som bedst bruges. At anföre alle de Forsög, som lade sig anstille dermed, og disses vigtige Resultater, maa ligge udenfor dette Værks Plan.

Plade XV.

FORSÖG,

som vise, at Legemerne lettere gjennemstraales af Varmestraaler, der komme fra stærkt opvarmede Legemer end af dem, der komme fra svagt opvarmede; og at Gjennemstraalbarheden ikke retter sig efter Gjennemsigtigheden.

Fig. 1. Man stiller paa Pladen M (Fig. 1) et Legeme, ophedet til 80° R., sænker Skjærmen I, lader Varmestraalerne frit virke gjennem Aabningen paa Skjærmen K paa det thermoelectriske Apparat og nærmer eller fjerner Varmekilden saaledes, at den frembringer en Afvigning af Magnetnaalen af f. Ex. 20° fra Nulpunktet. Sætter man derefter paa Pladen L (Fig. 1) en Plade af Steensalt af 0,339 Linies Tykkelse, da vil man finde, at Magnetnaalen nu kun afviger 18,4° fra Nulpunktet. Altsaa er 0,92 af alle de fra Varmekilden kommende Varmestraaler trængte gjennem Steensaltet. Sattes istedetfor en Skive af Steensalt paa Bordet L en Skive af samme Tykkelse af gjennemsigtigt farvelöst Flusspath, da vilde 0,33 af Varmestraalerne gaae gjennem denne. Tager man derimod Skiver af samme Tykkelse af Glas, Bjergchrystal, Kalkspath og Feldspath, da ville disse slet ingen Varmestraaler lade gaae igjennem sig.

Tog man derimod istedetfor en Varmekilde, som kun var ophedet til 80° R, en, som var ophedet til 312° R, da vilde af de derfra kommende Straaler 0,92 gaae gjennem Steensalt. Ligeledes gaaer en Deel af disse Varmestraaler gjennem lige saa tykke Skiver af Flusspath, Glas, Biergchrystal, Kalkspath og Feldspath. Gjennem Skiver af Allun, Gips og Horn ville derimod ingen af disse Varmestraaler gaae, men vel en Deel af de Straaler, som komme fra en Spirituslampe, hvori er ophængt en Platinspiral; hvilke Straaler ligeledes ville gaae gjennem Skiver af de forhen nævnte Legemer, men ikke gjennem Skiver af Is eller Sukker, hvilke derimod ville gjennemtrænges af Straaler, som komme fra en Olielampe.

Ved disse Forsög er det altsaa godtgjort, at de fleste Legemer kunne gjennemtrænges af Varmestraaler, eller at de ere gjennemstraalbare, ligeledes, at Legemerne have en forskjellig Evne til at lade sig gjennemtrænge af Varmestraaler, og endelig, at de fra de stærkere ophedede Varmekilder kommende Straaler maae være af en forskjellig Beskaffenhed fra de, der komme fra de svagere ophedede, siden en större Mængde af de förste end af de sidste i Almindelighed trænger gjennem Legemerne.

FORSÖG,

som vise Vædskers Gjennemstraalbarhed.

Vædsken, hvis Gjennemstraalbarhed skal undersöges, maa naturligviis indesluttes i Kar. I denne Hensigt kan man benytte sig af en Kobberkasse, hvis Endeflader dannes af parallele Glasplader, der tjene Varmestraalerne til Ind- og Udgang. Vædskernes Gjennemstraalbarhed pröves da bedst ved at sammenlignes med en Glasplades af samme Tykkelse. Man stiller f. Ex. Apparatet saaledes, at en Varmekilde frembringer en Afvigning af 30°, hvilket efter Mellonis Tabel, dannet for det af ham brugte Instrument, svarer til en Styrkegrad af 35,3, og nu bringer man mellem Varmekilden og det thermoelectriske Apparat en Glasskive af en saadan Tykkelse, at den frembringer en Afvigning af 19,1° og altsaa lader 0,51 af Straalerne gaae igjennem sig. Man bringer derpaa denne Glasskive i en Kobberkasse af den angivne Construction og stiller Varmekilden saa nær, at den ogsaa nu frembringer en Afvigning af 19,1° fra Nulpunktet. Der kommer da i dette Tilfælde lige saa

mange Straaler gjennem Karret og Glasset, som i foregaaende Tilfælde gjennem Glasskiven alene. Man fylder derefter Karret med den Vædske, som skal undersöges, og bemærker nu, hvor stort et Udslag der frembringes. Plade XV.

Man kan ved smaa Forandringer i den beskrevne Fremgangsmaade med dette Apparat undersöge Varmestraalernes Forhold ved Gjennemgang gjennem Skiver af samme Legeme, men forskjellig Tykkelse, deres Brydning ved Gjennemgang gjennem Prismer, deres Polarisation og flere mærkelige Egenskaber ved dem.

§ 18.

Instrumenter, som tjene til at vise vigtige Phænomener ved Vædskers Overgang til Dampform.

En Vædske koger, naar deraf udvikles Dampe, der danne Blærer, som holde Ligevægt mod Luftens Tryk. Naar Lufttrykket formindskes, maa en Vædske altsaa langt lettere koge.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Den saakaldte Pulshammer bestaaer af et Glasrör, der i begge Ender er udblæst til Kugler, hvoraf den ene strax ganske tilblæses, men den anden udtrækkes i en fiin Spids. Den sees Pl. 14, Fig. 6. Dette Rör fylder man gjennem den fine Spids med Vand paa den Maade, at man opvarmer Kuglen, derved uddriver en Deel af Luften og derpaa stikker Spidsen i Vand, som nu stiger op i Röret, saasnart Luften ved Afkjöling trækker sig sammen. Derpaa stiller man Röret i en skraa Retning med Spidsen opad og lader Vandet koge omtrent en halv Time eller saa længe, indtil den atmosphæriske Luft er uddreven. Kogningen maa vedligeholdes meget regelmæssigt, og alt Lufttræk maa undgaaes, fordi Luften ved Afbrydelse af Kogningen meget let indsuges igjen igjennem Spidsen. Er Vandet under Kogningen formindsket saa meget, at det kun fylder omtrent Halvdelen af Röret, saa smelter man Spidsen til med en Spirituslampe, medens man fjerner den Lampe, som brugtes til at opvarme Kuglen, mere og mere derfra og endelig borttager den ganske, saasnart Spidsen er ganske tilsmeltet. Plade XIV. Fig. 6.

Instrumentets Brug.

Holder man dette Rör i en saadan skraa Stilling med den tilsmeltede Spids nedad, at der i den nederste Kugle bliver et lille lufttomt Rum, som ved Vandmassen er udelukket fra Forbindelse med den övrige for Vand befriede Deel af Röret, saa begynder Vandet at fordunste i dette lufttomme Rum ved Haandens Varme, og den ene Dampboble efter den anden stiger gjennem Vandmassen op i Röret. Hver Boble fortætter sig, förend den naaer Overfladen af Vandet i Röret, hvilken Fortætning er ledsaget med et lille Knald, som fremkommer derved, at Vandet slaaer sammen og udfylder det tomme Rum, som dannes ved Dampblærens Fortætning. Lader man ikke være noget lufttomt Rum i Kuglen, da vise disse Phænomener sig ikke, fordi der ikke er nogen fordampende Overflade, og Haandens Varme da ikke er tilstrækkelig for at bringe Vandet til Kogning.

Sit Navn har dette Instrument faaet deraf, at en hurtigt slaaende Puls i Almindelighed frembringer stærkere Varme og som en Fölge deraf en hurtigere Fordampning end en langsomt slaaende.

Plade XIV. Fig. 7.

Pl. 14, Fig. 7 sees et böiet Glasrör, hvoraf begge Ender ere udblæste til Kugler. Kun den ene Kugle blæses strax til, den anden udtrækkes i en Spids, og ved en Fremgangsmaade, der er fuldkommen analog med den ved foregaaende Instrument beskrevne, fylder man Röret med Vand eller Spiritus, som udkoges vel, indtil al Luft er udjaget, og Vandet ikkun indtager et saa stort Rum, at det fylder Röret og Kuglerne; man tilsmelter derpaa Spidsen under Kogningen. Det Indre af Instrumentet er da ganske befriet fra Luft

Naar man hælder dette Rör saaledes, at al Vandet bringes over i den ene Kugle, derpaa holder det horizontalt med Kuglerne vendte nedad og derefter afkjöler den tomme Kugle, enten ved at stille den i Snee, Is eller en kuldefrembringende Blanding, eller ved at befugte den med Æther, som ved sin Fordampning frembringer Kulde, da vil Vandet i den anden Kugle komme i en kogende Bevægelse. Ved Afkjölingen fortættes nemlig de Dampe, som ere i den afkjölede Kugle, derved opstaaer et tomt Rnm, der hurtigt fylder sig med Dampe fra Vandet, disse Dampe afkjöles paa nye, og en nye Mængde Vand fordamper og fylder Rummet, og saaledes vedbliver Virkningen, indtil al Vandet er bragt over i den Kugle, som afkjöles. Jo stærkere Afkjölingen er, jo raskere skeer Dampfortætningen, og som en Fölge deraf Kogningen.

TREDIE INSRTUMENT.

Fig. 8 og 9.

A (Pl. 14, Fig. 8) er en Glasklokke, der staaer paa Tallerkenen B af en Luftpompe. I denne Tallerken er fastskruet et lille gjennemboret Rör, der sees i större Maalestok Pl. 14, Fig. 9, A. Ved Hjelp af Aabningen i dette Rör communicerer Klokkens Indre med Luftpompens Stövle. Dette Rör A er foroven forsynet med en Plade, som har en opstaaende Rand. Paa denne Plade staaer en Flaske F (Fig. 8 og 9), der indeholder Æther og er overbunden med en Blære. Glasklokken A er foroven aaben og forsynet med et Messinglaag C (Fig. 8), hvori ere 3 Huller. I det ene, der indvendig er forsynet med Skruegænger, er fastskruet en Læderbösse D, for at Röret E af et Lufthermometer (§ 19, Pl. 16, Fig. 8), kan gaae lufttæt derigjennem. I det andet er ligeledes fastgjort en Læderbösse, hvorigjennem gaaer en Stang H. Igjennem det tredie Hul gaaer ligeledes lufttæt et Barometerrör, der er fyldt med Qviksölv og staaer i et Glas I, hvori er Qviksölv. Omkring dette Rör med Qviksölv er skruet et videre Rör K.

Naar Luften udpompes af Glasklokken A, da vil Qviksölvet falde i Barometerröret, men naar man med Stangen H stikker Hul paa den over Flasken F bundne Blære, da fordamper Ætheren hurtigt i det luftfortyndede Rum, Vædsken kommer derved i en kogende Bevægelse, og Qviksölvet trykkes atter op i Röret ved Ætherdampenes Spænding, men paa samme Tid vil Thermometret falde formedelst den ved Ætherens Fordampning frembragte Kulde.

FJERDE INSTRUMENT.

Fig. 10

AA (Pl. 14, Fig. 10) er en Kasse, gjort enten af Blik eller Træ indvendig beslaaet med Bly, saa at den er vandtæt. Til Laaget B af denne Kasse ere fastgjorte tvende vertikalt staaende Træstykker C og D, der foroven bære en langagtig Kasse EE, der ligeledes er belagt med Bly, for at holdes vandtæt. F er en Messingkjedel, der ved en fremstaaende Rand hviler paa Messingcylinderen G, inden i hvilken der er anbragt en lille Lampe, saaledes som det tydeligt sees (Fig. 10). Fra

Kjedlen F udgaaer et Rör H med en ganske fiin Aabning i Spidsen, hvilken dækkes af Pladen I, der nedenunder er belagt med Læder, for ganske at kunne lukke Hullet paa Röret H, og er saaledes bevægelig omkring Tappen K, at det kan hæves i en vertikal Plan. Fra Kjedlen gaaer desuden et Rör L (Fig. 10 og 11) til Messingstykket A (Fig. 11), der forneden er udvidet til en Plade MM (Fig. 10 og 11). I den vertikale Aabning i A slutter en Hane, der er saaledes gjennemboret, at der ved dens Dreining snart aabnes en Vei fra L til Rummet N (Fig. 10 og 11) og snart en derfra til Röret O (Fig. 10 og 11). P (Fig. 10 og 11) er en Stang, som tjener til at dreie Hanen, og Q en Skrue, som kan fastholde denne Hane i hvilkensomhelst Stilling, man vil. RR (Fig. 10 og 11) er et Messingstykke, hvis Form bedst sees i Gjennemsnittet i Fig. 11 og som foroven har en Plade ligesom Pladen M. Denne Plade paa Messingstykket R sees fra oven i Fig. 12. Mellem Pladen M og den paa Messingstykket R staaer en Cylinder af tykt Glas, og disse 2 Plader sammenholdes ved 4 Messingstænger S (Fig. 10 og 11), hvis nederste Ender fastskrues i Möttrikke i de fremstaaende Spidser A (Fig. 12) af Pladen paa R, og hvis överste Ender, der ligeledes ere forsynede med Skruegænger, gaae gjennem lignende Huller i Pladen M. Om disse Ender ere skruede Möttrikke T (Fig. 11). Til den vertikale Deel af Messingstykket R, hvilken er forsynet med et Ventil, er skruet et Rör B (Fig. 11), der gaaer ned i Kassen A (Fig. 10). Den horizontale Deel af Messingstykket R er forsynet med et Klapventil og dertil er skruet et Rör U (Fig. 10 og 11), der atter staaer i Forbindelse med det med O sammenloddede Rör V (Fig. 10 og 11), der gaaer op gjennem Kassen EE (Fig. 10). Forbindelsen af U og V er iværksat paa den for slige Forbindelser sædvanlige Maade, der ovenfor er beskreven. Fra Kassen EE gaaer atter et Rör Z ned til Kassen AA (Fig. 10).

Plade XIV. Fig. 10 og 11. Fig. 12.

Instrumentets Brug.

Man afskruer Proppen K (Fig. 10) og fylder Kjedlen F gjennem den derved fremkomne Aabning halvt med Vand. Ligeledes fyldes Kassen AA (Fig. 10) og Cylinderen N med Vand. Naar derpaa Lampen antændes, bringes Vandet i Kjedlen i Kog. Bliver Dampens Spænding saa stærk, at man kunde frygte Sprængning af Kjedlen, da hæves I og Dampen farer ud gjennem Aabningen paa H. Saasnart Vandet koger raskt, dreies P saaledes, at Dampen kan strömme gjennem Hanen ind i Rummet N, hvor den trykker Vandet op gjennem Rörene U og V. Naar alt Vandet er forjaget fra N, dreies P atter, saa at Veien fra Kjedlen F til N lukkes, hvorimod der aabnes en Vei, saa at nogle Draaber koldt Vand kunne flyde fra Röret O ned i Cylindren N. Den deri værende Damp vil derved fortætte sig og der opstaaer et tomt Rum i N. Vandet i Rörene U og V kan ikke træde tilbage, formedelst Ventilet, hvorimod Vandet fra Kassen AA paa Grund af Lufttrykket hæver Ventilet paa den vertikale Deel af Messingstykket R, og trykkes saaledes ind i N. Naar denne Cylinder er fyldt, dreies atter P; Dampen træder paanye ind og trykker en nye Portion Vand op i U og V. Fra dette sidste Rör flyder det ud i Kassen EE, og derfra atter tilbage til AA gjennem Röret Z, saa at denne Virkning kan vedblive saalænge der er en tilstrækkelig Mængde Vand i Kjedlen, til at producere den nödvendige Qvantitet Damp.

FEMTE INSTRUMENT.

Den papinske Gryde efter Edelkrantz's Construction med tilhörende Dele sees aftegnet Pl. 16, Fig. 1—4. Fig. 1 viser det hele Instrument, Fig. 2 et vertikalt Gjennemsnit af Kjedlen og Fig. 3 en Plan af Laaget. Den egentlige Gryde AA (Fig. 1 og 2) er af stöbt Metal. Til Undersiden af

Plade XVI. Fig. 1—4.

Plade XVI. Grydens överste Deel er ved smaa Skruer B (Fig. 1 og 2) skruet en Ring E, hvis Form tydeligst sees i Gjennemsnittet i Fig. 2. Den överste Aabning af Gryden lukkes ved en Plade D (Fig. 1, 2 og 3) af stöbt Metal. Midt i denne Plade er fastgjort en lille Stift, som gaaer gjennem et Hul paa Midten af Stangen C (Fig. 1 og 3). Enderne af denne Stang naae ud over Pladen og hvile paa Grydens överste faste Ring E. Paa Enden af den Stift, der gaaer gjennem Stangen C, skrues en Möttrik, saa at Pladen D ved denne Indretning klemmes tæt mod Gryden og lukker den ganske. I Pladen D er fastloddet en lille Metalskaal F (Fig. 1, 2 og 3), hvori kan anbringes et Thermometer, der fastgjöres deri ved Hjelp af en gjennemboret Prop G (Fig. 2). Til Pladen D er ligeledes fastloddet et Rör H (Fig. 1 og 2), der inden i Kjedlen selv ender sig i en Kugle. Saavel denne Kugle som den ene Side af Röret H er gjennemboret med Huller. I Röret H slutter et Stempel, som er fastgjort paa en Stang K, der gaaer gjennem det överste Dæksel paa Röret H. Paa Stangen K er fastloddet en Ring L (Fig. 2), saaledes, at naar den hviler paa Dækslet af Röret H, da er Stemplet paa Bunden af dette Rör. Paa Ringen L ligge flere Plader M (Fig. 1, 2 og 4), der ere saaledes udskaarne, som det sees i Fig. 4, at de kunne skydes ind paa Stangen K. Denne Gryde hviler paa en Trefod NN (Fig. 1) og under den er anbragt en Lampe omtrent af samme Construction, som den berzeliuske Spirituslampe.

Instrumentets Brug.

Naar man vil bruge Instrumentet, afskrues den Möttrik, som holder Stangen C (Fig. 2 og 3), denne aftages tilligemed Pladeu D, og Gryden fyldes omtrent halvt med Vand. Man fastgjör da atter Pladen D paa den Maade, som er antydet, og antænder derpaa Lampen. Derved vil Vandet bringes i Kog, og da Dampen ikke kan finde Udgang, vil den trykke paa Vandets Overflade, og dette vil antage en höiere Temperatur end ved dets Kogning under Atmosphærens Tryk, hvilken Temperatur angives af det i Skaalen F anbragte Thermometer. Naar Trykket bliver saa stærkt, at man kunde frygte for, at Gryden skulde sprænges, da hæver Dampen Stemplet i Röret H, og finder nu Udgang gjennem Hullerne paa dette Rör. Jo stærkere Spændingen bliver, jo höiere hæves Stemplet, jo flere Huller blive derved aabnede, og jo större Mængde Damp farer ud. Man har det ogsaa i sin Magt, at bestemme Spændingens Störrelse ved det Antal Plader, som man lægger omkring Stangen K. Jo flere Plader der lægges paa, jo vanskeligere bliver det for Dampen at hæve Stemplet, og jo större Spænding maa den altsaa antage for at kunne frembringe denne Virkning. Naar man vil koge Legemer ved en höiere Temperatur, end Vandet antager ved sin Kogning under Atmosphærens Tryk, da er dette Instrument meget brugbart.

SJETTE INSTRUMENT.

Fig. 5. Den saakaldte Æolipila sees Pl. 16, Fig. 5. Den bestaaer af en Gryde A af stöbt Metal med en lille Aabning foroven, hvori kan fastskrues et Rör B, der i Enden har en fiin Aabning. Til A er fastgjort et lille Metalskaft C, der er forsynet med et Haandgreb D af Træ. Gryden anbringes paa et simpelt Fyrfad.

Naar Röret B afskrues, da kan Gryden gjennem den derved fremkomne Aabning fyldes med Vand. Naar dette bringes i Kog, da finder Dampen kun tildeels en Udgang gjennem Röret B, den antager derfor en höiere Spænding, end om Vandet kun kogte under Atmosphærens Tryk, og farer ud med stor Kraft.

§ 19.

Plade XVI.

Instrumenter, som tjene til at maale Varmen.

Man maaler i Almindelighed et Legems Temperatur efter den Udvidelse, som den Varme, der bringes i Beröring dermed, frembringer derpaa. For at faae et Instrument, som kan tjene til denne Varmemaaling, maa man kjende et Middel til efterhaanden at lade lige store Varmemængder gaae over i et Legeme, og et Legeme, der ved ligestore Varmemængder udvider sig lige stærkt. Men disse Betingelser fordre nödvendigviis et Instrument til at maale Varmen, og det er netop det, man söger. Da man imidlertid har fundet, at Luftarter og ikke mættede Dampe udvide sig lige stærkt under lige Omstændigheder, saa har man anseet det for sandsynligt, at denne Lighed kom af at Udvidelsen af disse var eensformig og deres Capacitet constant.

FÖRSTE INSTRUMENT.

De Varmemaalere, ved hvilke Varmegraden maales ved Luftens Udvidelse, kaldes i Almindelighed Lufthermometre.

Det förste Instrument af denne Art, som opfandtes, var af Drebbel. Det sees Pl. 16, Fig. 7. Et böiet Glasrör AB, foroven forsynet med en Kugle, opvarmes, og Spidsen B sættes i et Kar, som indeholder en eller anden farvet Vædske (hertil kan tages Vand med nogen Salpetersyre, for at det ikke saa let skal fryse, og lidt deri oplöst Messing, hvorved det farves guult). Naar Luften atter afkjöles, stiger en Deel af Vædsken op i Röret. Ved Luftens Udvidelse i Kuglen A ved Varmen trykkes Vandet ned i Röret; ved Kulden stiger det. Drebbel anbragte dette Rör paa en Plade med vilkaarlige Inddelinger. Luftens Tryk virker paa dette Thermometer, og Vandets Stigen og Falden betinges deels deraf, deels af Varmen. En anden Art Lufthermometer erholder man ogsaa, naar man tilsmelter den aabne Kugle paa et sædvanligt Barometer og bestemmer Kogepunktet og Töpunktet derpaa ved den almindelige Fremgangsmaade, som skal vorde beskreven nedenfor ved Qviksölvthermometret. Et saadant Lufthermometer sees Pl. 16, Fig. 8.

Fig. 7.

Fig. 8

En Art af Lufthermometer erholder man, naar man tager et langt Haarrör, i den ene Ende udblæst til en Kugle, fylder Kuglen med tör Luft og bringer lidt Qviksölv i Röret for at afspærre den indesluttede Luft. Ved Varmen vil Luften udvide sig og hæve Qviksölvet, der tjener som Index.

Den sidste Art af Lufthermometre have det Fortrin for den förste, at Qviksölvets Udvidelse ikke behöver at tages i Betragtning, da Qviksölvcolonnen er saa lille, hvorimod denne Indflydelse bliver vigtig ved den förste Art af Lufthermometre, ved hvilke man er fritagen for at tage Hensyn til den Indflydelse, som Luftens forandrede Tryk har paa Angivelserne ved de Lufthermometre, hvis ene Green er aaben. Forandringen i Luftens Volumen, som frembringes ved det forandrede Tryk, beregnes efter den mariottiske Lov.

Man benytter i Almindelighed disse Instrumenter kun til meget fine Varmemaalinger, da de ere meget fölsomme, og til Maaling af lave Varmegrader.

ANDET INSTRUMENT.

Varmegraden maales ogsaa og hyppigst ved Qviksölvets Udvidelse. For at et saadant Qviksölvthermometer skal give nöiagtige Resultater, maa der anvendes megen Omhyggelighed paa dets Construction. Thermometerrörene maae have en eensformig indre Vide, for at lige Længder deraf

Plade XVI.

kunne svare til lige Volumen. For at overbevise sig om, at dette er Tilfældet, bringer man lidt Qviksölv, omtrent saa meget, at det fylder $\frac{1}{2}$ til 1 Linie, ind i Röret og ved en passende Hældning eller ved et lille Tryk paa en Pung af Caoutchouc, som man binder for den ene Ende af Röret, bringer man dette Qviksölv til at bevæge sig i Röret fra den ene Ende til den anden. Dersom det i enhver Stilling indtager et lige stort Rum, er man vis paa, at Röret har lige stor Caliber overalt. Dersom Röret derimod har ulige Vide, og man dog vil benytte det, da maa man calibere det, det vil sige, man maa betegne derpaa de Rum, som svare til lige Volumer. Paa Enden af Röret udblæser man nu en Kugle eller tilsmelter en egen Kugle.

For at bringe Qviksölvet ind i Kuglen opvarmer man den, og bringer derpaa hurtigt Spidsen af Röret ned i et Kar med Qviksölv; naar Luften i Kuglen afkjöles, trykker den atmosphæriske Luft Qviksölvet ind deri. Saasnart man blot har faaet nogle Draaber ned i Kuglen, vender man Röret og opvarmer paany Kuglen, indtil Qviksölvet koger, og Röret fyldes med Qviksölvdampe, hvorved al Luft udjages; og man vender nu atter hurtigt Röret, hvorved der stiger en nye Mængde Qviksölv op deri. Skulde man endnu bemærke den mindste Luftblære i Röret eller i Kuglen, maa man igjen opvarme denne indtil al Luften er udjaget. Man maa iagttage, at den indbragte Mængde Qviksölv ikke bliver for stor, da man maa fordrive en Deel deraf ved Varmen, dersom dette skulde være Tilfældet. Det er nemlig klart, at Qviksölvet ved den höieste Temperatur, som Thermometret skal angive, ikke maa stige ud over Röret og ved den laveste ikke ned i Kuglen. Derefter udtrækker man Röret til en fiin Spids og tilsmelter det derpaa, efterat have opvarmet Kuglen saa stærkt, at en Draabe af Qviksölvet stiger oven ud af Röret.

Graderingen skeer paa följende Maade. For at betegne Nulpunktet stikker man Kuglen og Röret ned i et Kar med Snee eller smaastödt Is, der staaer paa et Sted, hvor Temperaturen er höiere end den, Isen fordrer for at smelte. Saa længe Sneen smelter, holder Thermometret sig stadigt paa det samme Punkt, og man betegner först med Blæk siden med Diamant det Sted, hvor det staaer. For at bestemme Kogepunktet tager man et Kar med lang Hals, hvori er destilleret Vand; man sætter Thermometret deri, saaledes at Kuglen netop kommer under Vandets Overflade, og bringer nu Vandet i Kog. Hele Thermometret, som er omgivet med Damp og fuldkomment eensformigt opvarmet, holder sig stadigt paa samme Punkt, hvilket betegnes paa Röret ligesom Töpunktet. Men da Vandet koger lettere, jo ringere Luftens Tryk er, saa maa Kogepunktet bestemmes ved Luftens Middeltryk, hvilket man antager hos os at være 0,76 Meter (28 Tom. 0,905 Lin. dansk Maal). En Formindskelse af Trykket af 0,027 Meter (11,9 Lin. dansk Maal) gjör Kogepunktet 1° lavere; og herefter beregnes da let, hvor meget der skal lægges til eller drages fra den fundne Status af Qviksölvet i Röret, eftersom Luftens Tryk er ringere eller höiere end 0,76 Meter. Mellemrummet mellem de 2 faste Punkter, som man saaledes har bestemt paa Thermometret, kan man inddele i hvilketsomhelst Antal Grader, man vil; Reaumur inddeelte det i 80, Celsius i 100 og Fahrenheit i 180 Dele. De 2 förste betegnede Isens Töpunkt med 0°; den sidste derimod betegnede dette Punkt med 32°, og 0° satte han derimod ved det Punkt, hvor Thermometret blev staaende, naar det nedsænkedes i en koldgjörende Blanding af Is, Salmiak og Kogsalt. Vandets Kogepunkt blev altsaa paa hans Thermometer betegnet med 212°*).

---

*) Anm. Da saaledes 9° F. svare til 5° C. og 4° R., saa skeer Reductionen af Angivelser efter det ene Thermometer let til saadanne efter et Thermometer med anden Skala efter följende Proportion: 9° F.: 5 C. (eller 4° R.) = a F.: x° C. (eller x° R.). Kun erindres, at naar en fahrenheitsk Grad

Maalestokken kan enten anbringes paa Glasröret selv, hvilket vel sjeldnere er Tilfældet, eller paa en Plade af Glas, Træ, Elphenbeen eller Metal, paa hvilken Thermometret fastgjöres. For at disse Inddelinger kunne have nogenlunde Nöiagtighed, maae de afsættes med en Deelmaskine. Jo snævrere Röret er i Forhold til Kuglen, jo större bliver ogsaa hver Grad, og jo finere Forandringer i Varmegraden kunne bemærkes; men jo mindre Kuglen er, jo hurtigere gjennemvarmes den ved enhver pludselig Forandring i Temperaturen, og jo hurtigere angiver derfor Thermometret enhver Forandring. Thermometre med smaa Kugler og fine Rör angive fine Forandringer og angive dem hurtigt. Men en Qviksölvcolonne i et meget fiint Rör bemærkes vanskeligt, hvorfor man hyppigt anvender Rör, der indeni ere flade, saa at Qviksölvet udbreder sig deri som et fladt Baand (Baandthermometre). Plade XVI.

Man bemærker i Thermometret egentlig ikke Qviksölvets absolute, men kun dets tilsyneladende Udvidelse, nemlig den Forskjel, som findes mellem Udvidelsen af Qviksölvet og af Glasset. Dog er Thermometrets rigtige Angivelser ganske uafhængige af den absolute Udvidelse; thi ved directe Forsög er det beviist, at i Mellemrummet mellem 0° og 100° C. er Udvidelsen af Qviksölv fuldkommen proportional med Udvidelsen af Glas og alle andre faste Legemer, der smelte ved meget höie Varmegrader, hvoraf följer, at de forskjellige Glassorters forskjellige Udvidekraft vel forandrer den absolute Længde af Graderne, men dog saaledes, at disse Grader endnu svare nöiagtigt til de samme Temperaturer, endskjöndt de paa de forskjellige Thermometre kunne have forskjellig Længde.

Et saadant Qviksölvthermometer sees Pl. 16, Fig. 9. Det er fastgjort paa en Metalskala, hvor saavel Fahrenheits som Reaumurs Inddeling er aftegnet; den förste betegnes med Bogstavet F, den sidste med Bogstavet R. Fig 9.

Naar man vil bruge et Thermometer til at maale en Vædskes Temperatur, da kan man ikke bruge et, der er anbragt paa en Plade af Træ, Metal eller saadanne Substantser, der kunne angribes af Vædsken. Man giver da Thermometret en saadan Form, som sees Pl. 16, Fig. 10. AB er et sædvanligt Qviksölvthermometer med temmelig stor Beholder, for at den kan indtage et större Rum i Vædsken og saaledes komme i Beröring med en stor Deel deraf, hvilket er nödvendigt, dersom deri skulde findes Schichter af Vædske med forskjellig Varmegrad. Skalaen er aftegnet paa Papiir, der sammenrulles og indbringes i et videre Rör C. Begge Ender af dette Rör udtrækkes i Spidser, og den ene af disse sammensmeltes med den överste Ende af Thermometerröret. Medens Glasset endnu er varmt og blödt, maa man skyde Röret C op og ned, indtil 0° paa Skalaen kommer til at ligge i samme horizontale Linie, som det paa Thermometret antydede Nulpunkt. Naar dette er opnaaet, böies den anden Ende D af Röret C omkring Thermometret, saaledes som det sees paa Tegningen. Fig. 10.

En anden Form af dette Instrument sees Fig. 11. Uden om et smalt Thermometerrör sættes et videre Rör A, hvis ene Ende er noget indkneben, saa at det paa dette Sted B netop kan slutte omkring det smalle Rör. Her udblæses en Kugle C af begge Rörene, der dele sig lidt ovenfor Kuglen. I Mellemrummet mellem det smalle og vide Rör indlægges en Papiirsstrimmel med Skala, og foroven lukkes det Hele med en Messinghætte D. Denne Form er mindre udsat for at beskadiges end den foregaaende. Fig. 11.

Pl. 16, Fig. 12 viser et Qviksölvthermometer med Skalaen indætset i Glas til at anbringe Fig. 12.

---

skal reduceres til en Varmegrad efter en af de andre Skalaer, maa först 32 trækkes fra den angivne Grad, dersom den er over Töpunktet, eller den maa trækkes fra 32, naar den er under Töpunktet.

Plade XVI. udenfor Vinduet. AA ere Vinduessprosserne. Til disse er den Glasplade, hvorpaa Skalaen er indætset, fastheftet ved Hjelp af Metalstrimlen B og en anden, som gaaer gjennem Vinduessprossen og fastgjöres med Skruen C. Thermometerkuglen ligger paa den Side af Glasset, som vender fra Huset, for at den Varme, som udstraales derfra eller trænger gjennem Revner paa Vinduet, ikke skal indvirke derpaa. Men for tydeligt at kunne iagttage Qviksölvets Stigning i Röret, er dette saaledes böiet, at det gaaer gjennem et Hul paa Glasset og ligger paa den Side ef Glaspladen, som vender mod Huset. En Silkesnor uden Ende gaaer omkring de smaa Metalhjul D og E, og paa denne er fastgjort en lille Viser F af Glas. Paa Hjulet E er fastgjort en lille firkantet Tap, saa at dette Hjul kan dreies ved en Nögle og derved Viseren F hæves eller sænkes ved hver Observation, saa at man kan see, hvor meget Qviksölvet er faldet eller steget siden sidste Observation.

Blandt de forskjellige Legemer, som man har anvendt til Thermometre, er næst efter Qviksölv intet almindeligere anvendt end Alkohol. Hvor betydeligt Alkoholen udvider sig, naar den ophedes, vises ved Knaldperler, der bestaae af meget smaa Glasretorter fyldte med Spiritus. Naar de sættes i
Fig. 13. et brændende Lys, som det sees Pl. 16, Fig. 13, springe de med et lille Knald. I den atmosphæriske Luft koger Alkohol ved 78° C., men naar man lukker Thermometret, saa at der slet ingen Luft bliver deri, da ville de Alkoholdampe, som strax ville fylde den överste Deel af Röret, trykke paa Alkoholen og forhindre den fra at koge. Naar man derfor vil forfærdige et saadant Thermometer, maa man ovenfor Spiritusen lade blive et temmelig betydeligt Stykke af Röret bestemt til at give Plads for denne Udvidelse. Luften kan man fuldkomment udelukke ved at bringe Alkoholen i Kog, hvis Dampe da snart ville udjage Luften, hvorpaa Röret hurtigt lukkes. Dog vil man, ved at sammenligne et saadant Thermometer med et af Qviksölv eller Luft, finde, at Angivelserne deraf kun stemme med disse to sidstes ved meget lave Varmegrader, og til at iagttage saadanne er Spiritusthermometret endog at foretrække for Qviksölvthermometret, da den absolute Alkohol i reen Tilstand ikke fryser ved nogen hidtil bekjendt Varmegrad.

Denne Art af Thermometre tilbyde Luften en stor Overflade at virke paa, naar de gives den
Plade XVII. Form, som sees Pl. 17, Fig. 1, hvor Spiritusbeholderen er snoet spiralformigt. Men desnagtet ville saadanne Thermometre, som have meget store Beholdere, kun meget langsomt vise Forandringerne i
Fig. 1. Lufttemperaturen.

TREDIE INSTRUMENT.

Man har forsögt en Mængde forskjellige Combinationer for at anvende de forskjellige Metaller til Construction af Thermometre. Men alle de Constructioner, som beroe paa et eneste Metals Udvidelse, have kun liden Værdie. De Metalthermometre, som derimod bestaae af 2 eller flere Metaller, fortjene mere Opmærksomhed.

Fig. 4 og 5. Det af vor Urban Jürgensen angivne Metalthermometer sees Pl. 17, Fig. 4 og 5. Fig. 4 viser den forreste inddeelte Skive med Viseren; Fig. 5 Bagsiden af denne Skive, paa hvilken ere fastgjorte de Dele, som egentlig tjene til at vise Varmegraden. Det lukkes ved en rund Skive, der svarer til den forreste i Störrelse, saa at det Hele faaer Udseende af et almindeligt Lommeuhr. AA (Pl. 17, Fig. 5) bestaaer af en Strimmel af Robber og en af Staal, som ere sammenloddede efter deres hele Længde. Den ene Ende deraf er ved B fastgjort ved en Stift, den anden er frie. Robberet, der danner den indvendige Side af den böiede Metalstrimmel AA, udvider sig ved Varmen stærkere end Staalet, og den hele Metalstrimmel maa derfor ved Varmen böie sig mere udad. Men

ligesom Kobberet udvider sig stærkest ved Varmen, saa trækker det sig ogsaa stærkest sammen ved Kulden, hvorfor Metalstrimlen ved Kulden vil böie sig sammen. Omkring en Tap, som er fastgjort paa Enden af den lille Metalplade C, dreier sig Vægtstangen DE, gjennem hvis ene Arm E er skruet en lille Stift, som trykker mod Lamellen AA, og hvis anden Arm D er forsynet med Tænder, der gribe ind i Tænderne paa Hjulet F, der dreier sig omkring en Stift fastgjort i Metalstykket G. Til dette Hjul er Viseren A (Pl. 17, Fig. 4) heftet. Graderne paa den forreste Skive bestemmes ved Sammenligning med et Qviksölvthermometer. For at bringe Vægtstangen DE til at följe Lamellen AA, naar den böier sig udad, anbringer man paa Tandhjulet F en lille Fjeder, hvis ene Ende er fastheftet paa dette Hjul, den anden paa Skiven, og som altsaa söger at dreie dette Hjul i en Retning, modsat den, hvori det dreies ved Sammentrækning af Lamellen AA. Plade XVII. Fig. 4.

FJERDE INSTRUMENT.

Det följsomste af alle Metalthermometre er det af Breguet angivne, som sees Pl. 18, Fig. 4. Det bestaaer af en meget tynd Metalstrimmel, der er rullet som en Spiral. Den er sammensat af en Strimmel af Platin, en af Guld og en af Sölv, som ere sammenloddede. Ved Sölvets og Platinets forskjellige Udvidelse frembringes en forskjellig Snoning af Spiralen. Dette vilde vel ogsaa bevirkes ved de 2 Metaller alene, men Guldet, som ligger imellem dem, tjener til at sammenbinde dem, og da det har en Udvidekraft, som ligger midt imellem Sölvets og Platinets, saa forhindrer det disse Metaller fra at rives fra hinanden. Den ene Ende af Spiralen er fastgjort til Kobberarmen A, den anden er frie og bærer en Viser, som dreies ved Spiralens forskjellige Snoning rundt om en inddeelt Skive, der hviler paa 3 smaa Födder, for at Luften kan frit circulere deromkring. Graderingen kan let skee, naar man ved Sammenligning med et nöiagtigt Qviksölvthermometer bestemmer 2 Punkter derpaa, inddeler Mellemrummet i et tilsvarende Antal Grader og fortsætter disse Inddelinger heelt rundt om Skiven. En Glasklokke bedækker Apparatet, for at beskytte det mod ydre Bevægelse. Plade XVIII. Fig. 4.

FEMTE INSTRUMENT.

Det er ofte vigtigt at kjende Temperaturen paa de Steder, hvor man ikke kan anstille Iagttagelser, eller paa Tider, da man vanskeligt kan observere Thermometret. For at opnaae dette har man indrettet Instrumenter, som angive Maximum og Minimum af Varme, hvorfor disse Instrumenter have været udsatte en vis Tid.

Et saadant Instrument sees Pl. 17, Fig. 2, 3 og 6. Ideen dertil er angiven af Six, Constructionen er forbedret af Bellani. Det bestaaer af et Rör, der er böiet i 3 med hinanden parallelt löbende Grene. Fra A til B er det fyldt med Alkohol, fra B til C med Qviksölv og derfra atter med Alkohol, som tildeels fylder den lille Beholder D. Paa begge Ender af Qviksölvcolonnen flyde smaa Indexer. De ere gjorte af meget tyndt Jern; den underste Ende er ganske flad, saa at de kunne flyde paa Qviksölvet, og paa deres överste Deel ere de forsynede med smaa Börster, der presse mod Rörenes indre Sidevægge og forhindre Index fra at glide ned i Rörene. En saadan Index sees særskilt i Fig. 3. Nu indeslutter man efter Bellanis Angivelse sædvanligviis den lille Jerncylinder i en Cylinder af Glas, om hvilken er befæstet et Haar i Form af en lille Fjeder, saaledes som det sees i Fig. 6, hvor Indexen tilligemed den Deel af Röret, som indeholder den, ere tegnede i naturlig Störrelse. Naar Spiritusen i Röret A trækker sig sammen ved Kulden, da stiger naturligviis Qviksölvet i Röret B og hæver Index, men naar det atter trækker sig tilbage ved Spiritusens Plade XVII. Fig. 2, 3 og 6.

Plade XVII. Udvidelse ved Varmen, da bliver Index hængende ved Haarets Tryk mod Rörets Sider, medens den anden Index i Grenen C hæves. Naar Qviksölvet trækker sig tilbage ved Kulden, da bliver denne Index hængende. Indexen i C angiver altsaa Maximum af Varme, den i B Minimum. Naar Indexerne ere hævede ved Kulden og Varmen, og man vil begynde en nye Observation, da trækker man dem ned med en Magnet.

SJETTE INSTRUMENT.

Plade XVIII. Fig. 1. Det af Rutherford angivne Indexthermometer sees Pl. 18, Fig. 1. Det bestaaer af 2 böiede Thermometre, der ere anbragte paa en Plade. Vædsken i det ene AB er Qviksölv, den i det andet CD er Spiritus rödfarvet med Karmin. Grenene B og D bör staae fuldkomment horizontale, naar Instrumentet bruges, hvorfor Pladen, hvorpaa Thermometrene ere fastheftede, ved Hjelp af Charnieren E kan dreies omkring en Fod F, som sees afbrudt paa Tegningen. I det Indre af Qviksölvthermometret er en lille Cylinder af Jern eller Staal, som tjener som Index; og som kan bevæge sig inden i Röret uden altfor megen Gnidning. Naar Temperaturen stiger, skydes Indexen frem af Qviksölvet, naar den falder, bliver Indexen paa sit Sted; thi Qviksölvet kan ikke trække den med sig, naar det gaaer tilbage. Denne Index angiver altsaa den höieste Temperatur, hvorfor Thermometret har været udsat. I det Indre af Alkoholthermometret er en lille Cylinder af Email, der frit kan flyde i Röret uden at beröre Sidevæggene, og som tjener til Index i dette Thermometer. Naar nemlig Indexen ligger i Spidsen af Alkoholcolonnen, og Temperaturen falder, da maa Indexen fölge Alkoholen i hele dens tilbagegaaende Bevægelse, men naar Temperaturen stiger, gaaer Alkoholen forbi Indexen, der bliver paa sit Sted og saaledes angiver den laveste Temperatur, hvorfor Instrumentet har været udsat. Hvert Thermometer har sin Skala, graderet paa den sædvanlige Maade.

Naar man vil bruge Instrumentet, hæver man först Pladen, hvorpaa Thermometerne ere heftede, saa at den kommer til at staae vertikalt og giver nu nogle svage Stöd til den, saa at Indexen i Qviksölvthermometret falder ned paa Qviksölvcolonnen, den i Alkoholthermometret til Alkoholcolonnens Spids; den förste bliver altid udenfor Qviksölvet, den sidste altid inden i Spiritusen. Derefter bringer man igjen Pladen i den horizontale Stilling og kan nu begynde Observationerne.

SYVENDE INSTRUMENT.

Fig. 2. Leslies Differentialthermometer sees Pl. 18, Fig. 2. For at danne et saadant, tager man 2 Glasrör af ulige Længde, der begge ende sig i hule Kugler. Man indbringer i det længste Rörs Kugle lidt Svovlsyre, rödfarvet ved Karmin, hvorpaa man sammensmelter Rörene og böier dem saaledes som det sees af Figuren. Man varmer derpaa med Haanden Luften i den tomme Kugle A, saa at nogle Blærer deraf gaae over i den anden Kugle B, hvilke ville trykke Vædsken ned, naar Haanden borttages. Naar Ligevægten i Temperaturen da atter oprettes, maa naturligviis Enden af Vædskecolonnen forblive paa samme Sted, hvilken end de 2 Kuglers fælleds Temperatur er. Dette Sted er Nulpunktet af Skalaen. Men naar den ene Kugle opvarmes stærkere end den anden, da maa det större Tryk af den Luft, som den indeholder, sætte Vædsken i Bevægelse og nöde den til at gaae hen mod den koldere Kugle. Det er altsaa kun Temperaturforskjellen, som bliver mærkelig paa dette Instrument og deraf har det faaet sit Navn. For at gradere det, indvikler man den ene Kugle i smeltende Snee eller Is, medens man holder den anden ved en bestemt bekjendt Temperatur f. Ex. ved 20°, og man deler da Mellemrummet mellem det Punkt, hvor Colonnen da staaer,

og Nulpunktet i 20 lige store Dele, hvilken Inddeling kan fortsættes paa begge Sider af de 2 först bestemte Punkter. Röret fastgjöres paa Pladen C, paa hvilken hiin Inddeling afsættes, og denne Plade heftes paa en fast Fod D. Plade XVIII.

Dette Instrument er særdeles skikket til Undersögelse over Straalevarmen ved Hjelp af Huulspeile (§ 17.); thi vilde man dertil benytte et almindeligt Thermometer, da kunde man aldrig være vis paa, at en lille Forandring, der kunde vise sig derpaa, ikke hidrörte fra en Forandring i den omgivende Lufts Temperatur. Denne Uvished kan ikke existere her, naar Kuglen B af Differentialthermometret anbringes i Huulspeilets focus, den anden Kugle A udenfor.

OTTENDE INSTRUMENT.

Rumfords Differentialthermometer (Pl. 18, Fig. 3), er construeret efter samme Hovedprincip som Leslies, men angiver endnu finere Temperaturforskjelligheder end dette. Det bestaaer af et Glasrör ABC, der ved begge Ender er böiet opad og forsynet med 2 Kugler A og B. Et lille Rör D af Glas tilsmeltes til Röret ved et af Böiningsstederne og gaaer derfra skraat nedad. Det tjener til at indbringe i Instrumentet ganske lidet rödfarvet Alkohol, der tjener som Index. Denne Operation er temmelig vanskelig. Först udtrækker man det lille Rör til et Haarrör, og stiller derpaa Instrumentet paa en Fod af Træ flere Timer fuldkomment roligt i et Værelse, hvis Temperatur er eensformig og tempereret. Derpaa stikker man det fine Haarrör ned i en Skaal med rödfarvet Alkohol, bærer nu Instrumentet ind i et koldere Værelse og lader det staae der ganske roligt. Da Luften i Kuglerne afkjöles og trækker sig sammen, saa stiger Alkoholen op gjennem det fine Rör, men da dettes Aabning er meget fiin, saa skeer denne Virkning meget langsomt. Naar Röret D er fyldt, tilsmelter man med Forsigtighed Spidsen af det fine Rör ved Hjelp af et Blæserör. For derpaa at bringe Alkoholen ind i den horizontale Deel af Röret, opvarmer man den Kugle, som er længst borte fra Röret D, idet man holder den aabne Haand nogle Öieblikke i en Afstand af 2 à 3 Tommer derfra, og vender nu pludseligt Instrumentet, saaledes at Röret D kommer opad. Derved kommer der en lille Smule Spiritus fra dette ned i den horizontale Deel af Röret. Man bringer da hurtigt Instrumentet igjen i sin sædvanlige Stilling og lader det henstaae, indtil Temperaturen er bleven constant, da Spirituscolonnen bör staae omtrent midt i Röret. Dersom den er for nær ved en af Kuglerne, da maa man igjen lade den gaae tilbage i Beholderen og gjentage den samme Operation, indtil det lykkes at bringe Spirituscolonnen til at blive stationair i Midten af Röret. Derpaa anbringer man bag ved Röret en Plade med lige store Inddelinger og bemærker det Punkt, hvor Indexen bliver staaende, naar Instrumentet henbringes paa et Sted, hvor Temperaturen er fuldkommen eensformig. Dette Instrument kan være saa fiint, at den blotte Varme af Haanden, naar denne holdes 4 à 6 Fod derfra, kan bringe Indexen til at bevæge sig. Fig. 3.

NIENDE INSTRUMENT.

Til at maale höie Varmegrader ere de forhen beskrevne Varmemaalere ikke skikkede, men dertil bruges de saakaldte Pyrometre, det er Instrumenter, som ere bestemte til at angive de Varmegrader, som overstige Vandets Kogepunkt. Man har især brugt Metallerne til Construction af Pyrometre; men alle disse Instrumenter have 2 Hovedfeil, som ere, först at de ikke stedse komme tilbage til samme Punkt ved samme Varmegrad, fordi Metallet ikke altid udvider sig lige stærkt ved samme Varmemængde, og dernæst, at intet bestemt Forhold finder Sted mellem deres Angivelser og de almindelige Thermometres.

Plade XVII. Imidlertid kunne saadanne Instrumenter være nyttige til Anvendelse ved techniske Arbeider, hvor man ikke söger en nummerisk Angivelse af Temperaturen, men blot stræber efter at frembringe omtrent den samme Varmegrad til visse Virkninger, som man tilsigter.

Et saadant Pyrometer sees Pl. 17, Fig. 7 og 8. Fig. 7 fremstiller det hele Instrument, Fig. 8 en Deel deraf seet fra Siden. AA er en Spirituslampe, forsynet med flere Væger af Bomuldsgarn. B er en Metalstang, hvis Ender gaae igjennem Hovederne C og D paa Stötterne E og F. Igjennem disse Metalhoveder C og D gaae tillige vertikalt staaende Skruer. GG er en Vinkelvægtstang, der kan dreie sig i en horizontal Plan omkring en Tap i Stötten H. I er en Fjeder, der er fastgjort til H, og som trykker mod en lille Stift paa Vægtstangen G. Dennes ene Ende har Form af en Gaffel, hvori er fastgjort en Stift, hvorom den ene Ende af Stangen K dreier sig. Imellem Metalstykket L og Stötten M staaer en Stift, der gaaer gjennem et Hul paa Vægtstangen K, hvis anden Ende er forsynet med en Tandstang, der griber ind i et Drev N (Fig. 7 og 8). Dette Drevs Axe fortsætter sig i en Stang, hvis anden Ende bærer et Tandhjul O (Fig. 7 og 8), der atter griber ind i et Drev P (Fig. 8), paa hvis Axe er fastgjort en Viser Q (Fig. 7 og 8). Paa samme Axe er fastgjort et lille Hjul S (Fig. 8), i hvis Peripherie findes en Skure, hvorom er viklet en Snor, der bærer et lille Lod R (Fig. 7 og 8). Alle de beskrevne Dele ere anbragte paa en Kasse, hvori er en Skuffe, der tjener til Opbevaringssted for Stænger af forskjelligt Metal, hvilke successive kunne indlægges istedetfor Stangen B.

Fig. 7 og 8.

Instrumentets Brug.

Man fastskruer Stangen B i Hovedet C, medens man lader den Spillerum til frit at bevæge sig i Hovedet D. Naar man derpaa antænder Spirituslampens Væger, opvarmes derved Metalstangen B, som udvides ved Varmen. Den Bevægelse, som Metalstangen derved meddeler til Vinkelvægtstangen G, forplantes paa en Maade, som let forstaaes af den beskrevne Indretning af Instrumentet, til Viseren Q, og en lille Udvidelse vil ved Combinationen af Vægtstænger og Drev frembringe et betydeligt Udslag af Viseren. Naar den ene Lampevæge efter den anden slukkes, og Stangen B ved Afkjöling atter trækker sig tilbage, da nöder Fjederen I Vinkelvægtstangen til at följge Bevægelsen af Stangen B. Derved og ved Loddet R maa ogsaa Viseren Q följge denne tilbagegaaende Bevægelse. Ved at indlægge Stænger af forskjellige Metaller istedetfor B kan man pröve Forholdet mellem de forskjellige Stængers Udvidelse ved Varmen, idet man efter et nöiagtigt Uhr observerer, hvor mange Inddelinger paa Skiven, Viseren gjennemlöber i en vis Tid.

Man seer saaledes tydeligt ved dette Instrument den Lov bekræftet, at Legemerne udvide sig ved Varmen, og den mindste Forandring i Metalstængernes Længde bliver mangfoldige Gange föröget, men nöiagtigt at angive Udvidelsens Störrelse er ved dette Instrument yderst vanskeligt, og Aarsagerne til Feiltagelse föröges i samme Grad, som man föröger Mængden af Vægtstænger og Drev; thi det er næsten umuligt at undgaae, at de Stykker, som komme i Beröring med den Stang, som udvider sig, jo ogsaa udvides, og jo mere sammensat Apparatet er, jo vanskeligere bliver det at udfinde Störrelsen af denne Virkning, hvilket dog egentlig er det vigtigste Moment, som skulde bestemmes, da Legemernes Udvidelse ved Varmen er en Sandhed, som viser sig saa ofte i Livet, at den næsten ikke behöver nogen Bekræftelse og derfor saa meget mindre noget directe Experiment.

TIENDE INSTRUMENT.

Plade XVII. Fig. 9.

AA (Pl. 17, Fig. 9) er en Plade af ildfast Leer, paa hvilken er heftet et Metalstykke B, hvori er fastgjort en Metalstang C, hvis anden Ende trykker imod den korteste Arm af Viseren D. Da Leerskiven, hvorpaa Metalstangen C og Viseren D ere fastgjorte, udvider sig mindre ved Varmen end Metallet, saa maa Viseren indtage forskjellige Stillinger efter de forskjellige Varmegrader. Men naar man forsöger at sammenligne Angivelserne med de sædvanlige Thermometres, da viser det sig, hvor usikkre de angivne Varmegrader ere. For at antyde den höieste og den laveste Temperatur, hvorfor dette Instrument har været udsat i en vis Tid, er der paa samme Axe som Viseren D, fastgjort tvende andre Visere E og F, der ere forsynede med 2 smaa Böininger, saa at Viseren D uagtet den lille Stift, som er fastgjort derpaa, kan gaae hen derover. Naar Viseren D derimod, efter at være kommen hen over en af de andre Visere, söger at fortsætte sin Vei, da förer den disse med sig i sin Bevægelse til en af Siderne, men efterlader dem paa deres Sted paa sin Tilbagegang. Af Viserne E og F kan man altsaa erfare de yderste Grændser for Bevægelsen af D. Paa den överste bredere Deel af Leerskiven AA er fastgjort en fremstaaende Ramme G, paa hvilken der kan anbringes en Plade, som ikke sees paa Tegningen, men som ganske aflukker det Rum, hvori de 3 Visere bevæge sig.

Naar man vil bruge Instrumentet, da stiller man de 3 Visere i samme Plan, lukker den Plade, som er anbragt paa Rammen G, og bringer derpaa Instrumentet ind paa det Sted, hvis Varme man vil maale. Naar det siden er afkjölet, iagttager man Stillingen af Viserne E og F, og slutter deraf, at lige Stilling ved forskjellige Forsög angiver omtrent lige stor Varmegrad ved disse.

ELLEVTE INSTRUMENT.

Fig. 10, 11 og 12.

Det af Wedgewood angivne Pyrometer (Pl. 17, Fig. 10, 11 og 12) beroer paa den Egenskab, som Leret har, at trække sig sammen ved Varmen. Denne Sammentrækning er ikke forbigaaende saaledes som de fleste Legemers Udvidelse ved Varmen; det Leer, som een Gang har trukket sig sammen, kan ikke mere vende tilbage til sin oprindelige Form eller sine oprindelige Dimensioner. Naar man derfor har en stor Mængde smaa Cylindre af Leer af den Form, som sees i Fig. 11, der alle ere af samme Leerart, alle gjorte paa samme Maade, nemlig ved at pulverisere, sammenælte og törre Leret ved 80° R., og alle nöiagtig af samme Form og samme Störrelse, saa vil man ved at udsætte flere af dem for forskjellige Temperaturer og siden nöiagtig maale dem, knnne erfare, hvilken af hine Temperaturer, der har været den höieste. I Fig. 12 sees en lille Muffel af ildfast Leer, i hvilken man beqvemt kan indlægge de smaa Leercylindre, naar man indbringer dem paa det Sted, hvis Temperatur man vil pröve. For beqvemt at maale Leercylindrene, efterat de have været udsatte for Varmen, skyder man dem ind i en Rende, som dannes af tvende Stykker Kobber eller Messing, der saaledes ere fastloddede paa en Plade af Kobber eller Messing, at de convergere ganske svagt imod hinanden; man skjærer dem sædvanligviis i 2 Stykker, saaledes at 2 Render med en Metalstrimmel derimellem komme til at ligge ved Siden af hinanden, for derved at gjöre Apparatet beqvemmere. Man inddeler den hele Længde i 240 Dele, som man pleier at kalde Grader. Hver Cylinder, udtörret ved 80° R., maa netop være af en saadan Störrelse, at den kan indskydes i den nederste Ende af den beskrevne Rende. For at gradere Instrumentet og sammenligne dets Angivelser med de almindelige Thermometres burde man i Forveien kjende den Temperatur, som er nödvendig for at bringe de

Plade XVIII.

smaa Cylindre til at passe til de forskjellige Inddelinger, men hidtil kjender man intet Middel til at komme til disse Resultater. Det er kun ved Hjelp af Hypotheser, at man kan bestemme dette Forhold, og naar man siger, at 1° af Wedgewoods Pyrometer svarer til 72° C., da udtrykker man derved kun en Overeenskomst.

TOLVTE INSTRUMENT.

Fig, 5—8.

Det nyeste og bedste Pyrometer er det daniellske (Pl. 18, Fig. 5—8). Det bestaaer af 2 Hoveddele, som Daniell kaldte Registret og Skalaen. Det förste er en langagtig fiirkantet Kasse af den samme Masse, hvoraf Blyantsdigler forfærdiges, nemlig en Blanding af meget ildfast Leer og af fiint pulveriseret Graphit. Naar disse Bestanddele sammenæltes og törres ved en middelmaadig Varme, da udholde de en meget stærk Hede uden at smelte og en hurtig Temperaturvexel uden at springe. I Kassen AA (Fig. 5 og 6) er et rundt $7\frac{1}{2}$ Tommer langt Hul, i hvilket passer en Metalstang, der dog ikke naaer heelt til den överste Deel af Hullet, men ender omtrent en Tomme fra den överste Aabning. Kassen AA har heller ikke den fiirkantede Form paa den överste Ende, men har her et Indsnit, som gaaer omtrent til Centrum af det runde Hul. Omkring den överste Deel af Kassen AA slutter en Ring B (Fig. 5) af Platin, der klemmes fast ved en Kile C (Fig. 5 og 6) af meget stærkt brændt Porcellain og saaledes trykker mod den lille Cylinder D, der ligeledes er af Porcellain, hvilket ikke synderligt udvider sig ved Varmen, og som staaer oven paa den runde Metalstang, der er nedsat i Aabningen i Kassen AA.

Naar det saaledes beskrevne Apparat indbringes paa dette Sted, hvis Varmegrad man vil undersöge, da udvider Metalstangen sig, medens Kassen AA ikke synderligt forandrer sin Form, og derved hæves den lille Cylinder D. Men naar Registret udtages af Heden, da trækker vel Metalstangen sig atter sammen ved Kulden, men Platinringen forhindrer nu D fra at synke, og denne bliver saaledes paa det Sted, hvortil den var hævet ved Varmen.

For at maale, hvor meget Cylindren D er hævet og som en Fölge deraf, hvor höi Temperaturen har været, har man et eget Apparat, den saakaldte Skala, som anbringes paa AA, efterat den er udtagen af Ilden. Denne Skala bestaaer af en Metalplade A (Fig. 7), hvorpaa er fastloddet en anden Plade B (Fig. 7), saaledes at disse tvende Plader danne rette Vinkler med hinanden. Paa Pladen B er atter loddet en anden Plade C ligeledes under en ret Vinkel og en mindre Metalstrimmel F (Fig. 5 og 7) i samme Stilling, saaledes at Mellemrummet mellem C og F netop svarer til Breden af den överste smallere Deel af Registret AA (Fig. 5). Pladen A (Fig. 7) er forsynet med tvende langagtige Huller, hvorigjennem gaae Skruer, hvorved Pladen A kan fastskrues til G (Fig. 5). Den överste Deel af Pladen G er böiet lidt, saa at Enden deraf kommer lige over Aabningen i Graphitkassen AA (Fig. 5), naar den anbringes derpaa, saaledes som det sees i Fig. 5. Igjennem den överste Ende af Pladen G gaaer en Stift, der forener denne Plade med Metalstangen H (Fig. 5), der er nöiagtigt $5\frac{1}{2}$ Tomme lang, og hvis anden Ende bærer en inddeelt Cirkelbue I (Fig. 5), der er

Fig. 5 og 8.

slaaet med en Radius paa 5 Tommer. Ved Punktet M (Fig. 5 og 8), der er nöiagtigt $\frac{1}{2}$ Tomme fra det Punkt, hvor H er fastgjort til Pladen G, er ved Hjelp af en Stift fastheftet til Stangen H en anden Stang KL (Fig. 5 og 8), hvis korteste Arm K, der er $\frac{1}{2}$ Tomme lang, er forsynet med en lille Kile, og hvis længste Arm L, der er 5 Tommer lang og kan bevæges langs op og ned af den inddeelte Cirkelbue, bærer en Nonius. Paa Stangen KL er tillige fastgjort en lille Stift, mod hvilken trykker en Fjeder, som ligger i en Udskjæring i Stangen H og er fastgjort dertil ved en Skrue.

Disse Dele, hvorved Nonius trykkes op mod Nulpunktet af den inddeelte Cirkelbue I (Fig. 5), sees tydeligst paa Fig. 8, hvor en Deel af Stængerne H og KL sees fra Bagsiden i naturlig Störrelse. Plade XVIII. Fig. 5 og 8.

Instrumentets Brug.

Naar man vil anstille en Observation med dette Instrument, nedsættes Metalstangen i Aabningen i Kassen AA (Fig. 5 og 6), oven paa den anbringes Porcellainscylindren D, og Platinringen klemmes fast med Kilen C. Skalaen anbringes da paa Registret, idet man sætter F ovenpaa Indsnittet paa Registret AA. Idet man derpaa holder det Hele i den venstre Haand, stiller man den bevægelige Vægtstang KL saaledes, at Kilen paa K hviler ovenpaa Porcellainscylindren D, mod hvilken den vil trykkes ved Fjedren paa Stangen H. Naar man da med den höire Haand langsomt bevæger Armen H, saa vil Kilen falde ned i en lille Skure, som er paa Porcellainscylindren D. Man observerer da den Grad, som Nonius angiver paa den inddeelte Cirkelbue. En lignende Observation maa anstilles, efterat Registret har været udsat for den Varmegrad, som man vil maale. Det Antal af Grader og Minutter, som Nonius da angiver, vil ved en simpel Beregning af Radiusens og Vinklens bekjendte Længde give Længden af Chorden mellem den förste Stilling af Nonius og den, som den indtager efter Experimentet, eller det Stykke, som Porcellainsproppen er hævet*). Fig. 5 og 6.

Da Instrumentets Skala slet ikke udsættes for Varmen, saa kan ingen Feil i Bestemmelsen af Varmegraden opstaae ved den forskjellige Hedegrad og deraf følgende Udvidelse, hvorfor Metallet paa de ældre Pyrometre er udsat, medens Simpelheden af den Deel af Apparatet, som er udsat for Heden, gjör, at det ikke let beskadiges.

At man kan skjænke dette Instruments Angivelser fuldkommen Tiltro viste Daniell ved en Række af Experimenter, hvorved han sammenlignede de bedste og sikkreste Angivelser over Metallernes Udvidelse med de Bestemmelser over Metallernes Udvidelse mellem Vandets Frysepunkt og Kogepunkt og mellem 200° C. og 300° C., som han havde fundet ved Pyrometret, og han viste derved, at Pyrometrets Angivelser stemte med hine paa en meget lille Störrelse nær, som hidrörte fra Graphitregistrets Udvidelse; og naar han af Experimenter, anstilte med 9 forskjellige Metaller, tog et Middeltal af de derved fundne Störrelser for Graphitregistrets Udvidelse, da afveg den Störrelse for Udvidelsen, som han havde fundet, ved intet af de forskjellige Experimenter mere end $\frac{32}{100000}$ af en Tomme fra hiint Middeltal. Dette maatte fuldkomment bekræfte Pyrometrets Nöiagtighed.

For at undersöge, om forskjellige Arter af Graphit udvidede sig forskjelligt, anstillede Daniell Forsög med Kasser af saadanne forskjellige Arter og fandt virkelig, at de udvidede sig noget forskjelligt, hvorfor det er nödvendigt forud at bestemme Undvidelsen af ethvert Graphitregister.

---

*) Anm. Denne Beregning over Metalstangens Udvidelse skeer let efter følgende Proportion: Radius forholder sig til det Dobbelte af Sinus af den halve Bue, hvilken Sinus findes i en Tabel over de naturlige Sinusser, ligesom 5, der er den Radius, hvormed den inddeelte Cirkelbue er slaaet, forholder sig til Chorden af den aflæste Bue. Naar denne Chorde saaledes beregnes og divideres med 10, da angiver den fundne Störrelse Metalstangens Udvidelse. Antages f. Ex. den aflæste Bue at være 4°, da finder følgende Proportion Sted: 1: 0,03489 × 2 = 5: x; altsaa er x = 0,3489, og Udvidelsen = 0,3489: 10, det er 0,03489.... Men da de 2 efter hinanden følgende Multiplicationer med 2 og 5 ere det samme, som en Multiplication med 10, hvormed siden divideres, saa reduceres den hele Beregning til at söge Sinus af den aflæste Bue og at betragte den som Decimaler af en Tomme.

Plade XVIII. For ved dette Instrument at angive höie Varmegrader i Sammenligning med de almindelige Thermometres Angivelser for lave Varmegrader, maa man for ethvert Register bestemme Udvidelsen af den deri værende Metalstang mellem en bestemt lav Varmegrad og Qviksölvets Kogepunkt, der er fundet at være 280° R., og man kan da siden let af den fundne Udvidelse bestemme den Varmegrad, som har fremkaldt den.

§ 20.

Instrumenter, som tjene til at bestemme Legemernes specifike Varme.

FÖRSTE INSTRUMENT.

For at bestemme den specifike Varme af Luftarter, især saadanne, som udvikles ved Forbrænding, betjener man sig bequemmest af Rumfords Calorimeter (Pl. 18, Fig. 9). AA er en firkantet Kasse af tyndt Kobberblik. Over Bunden af samme löber en af Kobberblik forfærdiget
Fig. 9. parallelipipedisk Canal BB (Fig. 9) i Zikzak tre Gange frem og tilbage, indtil den endelig ved C træder ud af Kassen. D er en Tragt, ligeledes af Kobber, som stikkes ind i den underste Aabning af denne Canal, for at opfange de Luftarter, som skulle undersöges og som udvikles f. Ex. ved Forbrænding af Træ eller Lys, saaledes som det sees paa Tegningen, hvor E forestiller et brændende Lys. Gjennem Röret F stikkes et Thermometer, hvis Beholder er langagtig, for at den kan komme i Berøring med de forskjelligt varme Vandschichter og angive Vandets Middeltemperatur. G er en Aabning, som kan lukkes med en lille Hætte, og hvorigjennem man fylder Kassen AA med Vand. Det hele Apparat anbringes paa en fast Fod H.

Instrumentets Brug.

For at bruge dette Apparat fylder man det med Vand, som er nogle Grader f. Ex. 3° koldere end den omgivende Luft, forbrænder derpaa Brændmaterialet under Tragten, indtil Vandets Temperatur er bleven ligesaa mange Grader höiere end den omgivende Lufts, som det för var lavere, og bemærker nu Mængden af Brændmaterial, som er forbrugt. Da det Metal, hvoraf Apparatet er gjort, ligeledes har optaget Varme, saa maa Vægten af dette Metal reduceres til den tilsvarende Vægt Vand, hvilket skeer ved at multiplicere en lige Vægt Vand med Kobberets specifike Varme, som er $= 0{,}095$. Var f. Ex. Vægten af Vandet i Kassen 10 ℔, og dets Temperaturforhöielse efter det ovenfor Antagne 6°, Vægten af det Metal, hvoraf Kassen er gjort, 1 ℔, og den fortærede Mængde af Brændmaterialet 1 ℔, saa er Vægten af den Mængde Vand, som ved hiin Mængde Brændmaterial er opvarmet 6°, $= 10 + 1 \times 0{,}095 = 10{,}095$ ℔. Hiin Mængde Brændmaterial vilde altsaa være istand til at opvarme 60,570 ℔ Vand 1° eller 0,757 ℔ Vand fra 0° til 80° R.

Naar man saaledes ved dette Forsög hæver Vandets Temperatur ligesaa meget over den omgivende Lufts Temperatur, som det för Forsöget var under den, behöver man ikke at tage Hensyn til det Tab af Varme, som finder Sted gjennem Karrets Sidevægge, idet disse nemlig i den Tid, indtil Vandet antager den omgivende Lufts Temperatur optage ligesaa megen Varme fra Luften, som de i den anden Halvdeel af Experimentet tabe til Luften.

For ogsaa at kunne bringe den Varmemængde med i Beregning, som den Luft, der ved C træder ud af Canalen BB, förer med sig i det Tilfælde, at den endnu er varmere end den omgivende

Luft, saa kan man forbinde den med en lignende Canal, der ligeledes ligger i et Kar, som er fyldt med Vand, og af dette Vands Temperatur kan man da bestemme hiin Varmemængde paa samme Maade som forhen. Denne Correction kan dog falde bort i de Tilfælde, hvor man kun hæver Vandets Temperatur nogle faa Grader over den omgivende Lufts Temperatur, da nemlig den höiere Temperatur, som den Luft, der træder ud af Canalen, muligt kunde have mod Slutningen af Forsöget opveies ved den lavere, som den har i den förste Halvdeel af Forsöget. Et andet lille Tab opstaaer ved Udstraaling af Varme fra det brændende Legeme under Tragten. Dette Tab belöber sig dog neppe til $\frac{1}{30}$ af hele Varmemængden og kan ganske undgaaes, naar man lukker den underste Aabning af Tragten med en gjennemhullet blankt poleret Kobberskaal, hvorpaa det brændende Legeme staaer. Plade XVIII.

ANDET INSTRUMENT.

Til at maale den specifike Varme af de faste eller flydende Legemer benyttes Lavoisiers Calorimeter, som sees Pl. 19, Fig. 1—11. Fig. 1 fremstiller det hele Apparat i Perspectiv, Fig. 2 et vertikalt Gjennemsnit og Fig. 3 en Plantegning deraf, Fig. 4—11 de til Calorimetret henhörende Dele. AA (Fig. 1, 2 og 3) er en Kasse af lakeret Blik. Inden i den er ved flere smaa Blikstrimler B (Fig. 2) fastgjort en anden Kasse C (Fig. 2), hvis nederste Deel er kegleformig, gaaer gjennem den yderste Kasse og er forneden forsynet med en Hane D (Fig. 1 og 2). I Kassen C er anbragt en Rist, der sees særskilt tegnet i Fig. 7 og 8, og af hvis Stænger der sees et Gjennemsnit i Fig. 2. Disse Riststænger ere nemlig fastgjorte i en cylindrisk Ring, om hvis nederste Deel er bundet et Næt af Hestehaar, der bedst sees i Fig. 7. I den överste indvendige Deel af Kassen C (Fig. 2) ere fastgjorte 4 smaa Böiler, i hvilke kunne indstikkes 4 Kroge, der bære den af Staaltraad flettede Kurv F (Fig. 2), der sees særskilt tegnet i Fig. 6. Denne Kurv kan lukkes med et Laag G (Fig. 2 og 5), der dannes af en gjennemhullet cylindrisk Ring, hvori er flettet et Net, ligesom det, der danner Kurven F. Dette Laag er tillige forsynet med en Hank, for at kunne aftages og paasættes. Det hele Apparat kan lukkes med et Laag, der slutter om den yderste Kasse AA og som sees særskilt tegnet i Fig. 4. Fra den yderste Kasse gaaer en Tud H (Fig. 1 og 2), der er forsynet med en Hane. Fig. 9 er en lille Jernring, der kan lægges i Bunden af Kurven F. Fig. 10 forestiller en lille Glasflaske, i hvis överste Aabning kan fastgjöres et Thermometer; Fig. 11 er en lille Beholder af Jernblik, som kan dækkes med et Laag, hvori ligeledes kan fastgjöres et Thermometer. Begge disse 2 til Apparatet henhörende Dele maae have en saadan Störrelse, at de kunne nedsænkes i Kurven F. Plade XIX. Fig. 1—11.

Instrumentets Brug.

Ved det beskrevne Calorimeter söger man at finde Legemernes specifike Varme ved at undersöge, hvor stor en Mændge Is de formaae at smelte. Smeltende Is har nemlig en constant Temperatur, og al den Varme, som meddeles den, bruges til at smelte den. Dersom man altsaa samler det Vand, som er dannet ved denne Smeltning, da vil man være istand til deraf at bestemme Mængden af Varme, som er forbrugt til Smeltningen. Det Legeme, hvis specifike Varme skal undersöges lægges i Kurven F. Dersom Legemet er en varm Metalkugle, da lægges den paa Ringen Fig. 9 i Kurven F; dersom det er pulverformigt eller poröst, saa at det kan indsuge Vand, da lægges det först i Beholderen Fig. 11, og denne nedsættes da i Kurven F; er Legemet en Vædske, da kan enten bruges den samme Beholder til at indeslutte det, eller man kan i dette Tilfælde ogsaa bruge Flasken Fig. 10, hvilket endog er aldeles nödvendigt, dersom det Legeme, som undersöges, er en

Plade XIX.

Syre, som vilde angribe Jernblikket, hvoraf Beholderen Fig. 11 er gjort. Naar man benytter enten Glasflasken Fig. 10 eller Beholderen Fig. 11, da maa man forud have bestemt disses Varmecapacitet ved den Fremgangsmaade, som nu nöiere skal beskrives. I Kassen C lægges fiint pulveriseret Iis, som smeltes ved Varmen fra det Legeme, hvis Capacitet undersöges, og det derved dannede Vand udtappes gjennem Hanen D (Fig. 1 og 2), samles i et nedenunder anbragt Kar og veies siden. I Laaget G (Fig. 1 og 5) lægges ligeledes Iis, og det deraf dannede Vand vil ligeledes flyde gjennem Hanen D. For at forhindre Luftens Varme fra at smelte Isen og saaledes danne en Mængde Vand, som vilde gjöre Undersögelsens Resultater unöiagtige, naar det antoges for at være frembragt ved Varme fra det Legeme, som undersöges, fyldes det yderste Kar AA ogsaa med Iis, Luftens Varme vil da kun formaae at smelte denne Iis og kan ikke indvirke paa Isen i Kassen CC. Det Vand, som dannes ved Smeltning af Isen i Kassen AA flyder ud gjennem Tuden H; dets Mængde er liegyldig, og det behöver derfor ikke at veies. Det Laag, som sees Fig. 4, og hvormed det hele Apparat dækkes, fyldes ligeledes med Iis, der fornyes fra Tid til anden under Forsöget. For at erholde nöiagtige Resultater ved disse Undersögelser, maa man ikke anvende Iis, der har en lavere Temperatur end 0°; thi den Varme, som udvikles af det Legeme, som undersöges, og som bruges til at hæve Temperaturen af Isen til 0°, vil ikke blive mærkelig. Man undgaaer den Feil, som derved kunde opstaae, ved at bruge Iis, som smelter, og ved at foretage Forsöget i en Temperatur, der er nogle Grader over 0°.

Fig. 1 og 2.

§ 21.

Instrumenter, som vise at der bindes Varme ved Legemernes Overgang fra fast til flydende og fra flydende til luftformig Tilstand.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Et Apparat, hvori man beqvemt kan bringe Vand til at fryse ved letoplöselige Saltes Oplösning, sees Pl. 19, Fig. 12 og 13. Fig. 12 forestiller det hele Apparat i Perspectiv, Fig. 13 et vertikalt Gjennemsnit deraf. Det er gjort af lakeret Blik og bestaaer af et Kar AA (Fig. 12 og 13), om hvilket der foroven ved en horizontal Ring B (Fig 13) er fastgjort en vertikalt staaende Ring C (Fig. 12 og 13), saa at der dannes en ringformig Beholder mellem den överste Deel af Karret AA og Ringen C. Inden i Karret AA hænger ved 4 smaa Kroge et ligedannet Kar DD (Fig. 12 og 13). Inden i dette staae 3 mindre Kar. De 2 yderste bestaae af tvende lige höie Cylindre EE og FF (Fig. 13), der forneden ere sammenföiede ved et horizontalt Stykke, men foroven ere aldeles aabne, saa at de danne 2 cylindriske og ringformige Rum. Det tredie Kar bestaaer af tvende særskilte Kar G og HH (Fig 13), hvert forsynet med sin Bund; det mindre er ved Kroge saaledes ophængt i det större, at Afstanden mellem Bundene og Sidevæggene omtrent bliver lige stor. Hele Apparatet kan lukkes med et Laag IKI (Fig. 13).

Fig. 12 og 13.

Instrumentets Brug.

Vandet, som man vil bringe til at fryse, kommes i de ringformige Rum mellem Cylindrene EE og FF og i Karret HH. De Salte, ved hvis Smeltning der skal frembringes Kulde, bringes i meget

fiin pulveriseret Tilstand i Karrene DD og G. Karret AA fyldes med Snee, Is eller meget koldt Vand. Man paasætter derpaa Laaget og bedækker dette med Snee eller Is. Plade XIX.

Man har flere saakaldte Frostblandinger, ved hvilke man kan bringe Vand til at fryse ved en Lufttemperatur, der er over 0°. Saadanne ere f. Ex. en Blanding af 5 Dele fiint pulveriseret Salmiak, 5 Dele Salpeter og 16 Dele Vand til omtrent 10°, eller 10 Dele Salpeter, 32 Dele Salmiak, 57 Dele Chlorcalcium og 4 Dele Vand til 10°, ved hvilken sidste Blanding Bestanddelene afkjöles til — 12°. Ved en Blanding af fiint pulveriseret chrystalliseret Chlorcalcium og Snee kan man bringe Qviksölv til at fryse ved en Temperatur af — 36°.

ANDET INSTRUMENT.

A (Pl. 19, Fig. 14) er en Glasklokke, foroven forsynet med en Messingcharnering, i hvilken kan indskrues en Læderbösse C, hvorigjennem gaaer et Thermometer D. Naar Klokken stilles paa Tallerkenen B af en Luftpompe, og Luften hurtig udpompes, da fordamper Vandet fra en lille Skaal E, som er sat under Klokken, og frembringer ved sin Fordampning Kulde, som viser sin Indflydelse paa Thermometret, der falder. Fig. 14.

TREDIE INSTRUMENT.

Det franklinske Rör, der forhen er omtalt, sees Pl. 19, Fig. 15 anbragt paa et Stativ, saaledes at Axlen A, hvorpaa det er fastgjort, kan bevæge sig paa 2 Tappe, der hvile paa Stötterne B og C. Naar det staaer i den Stilling, som er antydet paa Figuren, og Kuglen D befugtes med Æther eller en anden letfordampelig Vædske, da frembringes ved dennes Fordampning en saa stærk Kulde, at de Dampe af Vand eller Spiritus, hvilke fylde denne Kugle, fortættes, hvorfor Vandet i den anden Kugle damper over i Kuglen D, der derved faaer Overvægt og vipper ned, hvorpaa dette samme Experiment kan gjentages ved at befugte Kuglen E. Fig. 15.

Man kan ogsaa stille dette Apparat bag en Skjærm, som har 2 runde Aabninger af samme Störrelse som Kuglerne og anbragte i en saadan Höide paa Skjærmen, at den Kugle, der er nederst, kommer lige ud for en saadan Aabning. Naar der bag denne Skjærm stilles en Varmekilde, da vil Varmen derfra virke gjennem Aabningerne og træffe den Kugle, som er nederst, og hvori Vandet derfor vil befinde sig. Derved vil Vandet drives op i den överste Kugle, som saaledes faaer Overvægt og vipper ned, hvorpaa den samme Virkning begynder paa den Kugle, der nu er bleven nederst ved den Varme, som kommer fra Varmekilden gjennem den lige for Kuglen anbragte Aabning.

FJERDE INSTRUMENT.

Naar Vand eller et andet flydende Legeme begynder at gaae over fra den flydende til den luftformige Tilstand, da bruges al den Varme, som meddeles det, til at bevirke denne Overgang, og saalænge der derfor er Vædske tilbage, kan Temperaturen ikke stige höiere end til den Varmegrad, som hiin Vædske fordrer for at gaae over til Luftform. Herpaa beroer Muligheden af at koge Vand i en Kasse af Papiir. Et Stativ, der er beqvemt til at foretage denne Kogning ved, sees Pl. 19, Fig. 16. A er en lille Papiirskasse med Vand, B er en Lampe, som fastholdes ved Klemmen C, D er en i en Firkant böiet Metaltraad, som bærer Papiirskassen A. Fig. 16.

Plade XIX.

§ 22.

Instrument, som viser, at der frigjöres Varme ved Legemernes Overgang fra en mindre til en mere tæt Tilstand.

Ligesom Varmen bindes eller gaaer over i en latent Tilstand ved Legemernes Overgang fra en mere til en mindre tæt Tilstand, saaledes gaaer paa den anden Side en Qvantitet Varme over fra latent til fri Tilstand, naar Legemernes Aggregationsform bliver tættere. Naar Kalk læskes, da udvikles Varme derved, fordi Vandet, idet det forener sig med Kalken, gaaer over i en fast Tilstand, ligesaa udvikles der Varme ved Saltenes Chrystallisation, fordi Vandet her ligeledes gaaer over i en fast Tilstand. Den samme Frigjörelse af Varme finder Sted naar en stærk Syre, Svovlsyre eller Salpetersyre, hældes til Vand; thi Syren og Vandet indgaae en Forening og danne et nyt Legeme, der indtager et mindre Rum end de enkelte Bestanddele förend Blandingen, og disse ere altsaa under Foreningen gaaede over i en tættere Tilstand.

Et Instrument, hvorved denne Frembringelse af Varme ved Svovlsyrens Forening med Vand beqvemt kan vises, sees Pl. 19, Fig. 17 og 18. Fig. 17 viser det hele Instrument, Fig. 18 et Gjennemsnit af den överste Deel i forstörret Maalestok. AA (Fig. 17) er en Glasklokke med lang Hals, i hvis Aabning slutter en Korkprop, hvorigjennem gaae tvende med Glasproppe forsynede Glasrör B og C (Fig 18) og et Thermometerrör D (Fig. 17 og 18). Naar man vil bruge Instrumentet, fyldes Kolben med Vand, Thermometret nedsættes deri, og Skyderen E (Fig. 17), der ved tvende smaa Fjedre, som klemme mod de indre Sidevægge af Kolben A, fastholdes paa sit Sted, stilles paa det Punkt af Thermometret, hvortil Qviksölvet stiger ved Vandets Temperatur. Naar man da hælder stærk Svovlsyre gjennem Röret B, vil denne Syre forene sig med Vandet, og den derved frembragte Varme bringer Thermometret til at stige, medens den ved Varmen udvidede Luft finder en Udgang gjennem Röret C.

§ 23.

Instrumenter, ved hvilke der frembringes en höi Varmegrad ved at lede Spiritusdampe fra en Æolipila ind i Flammen af en Olielampe.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade XX. Fig. 1 og 2.

En Smeltelampe af engelsk Construction sees Pl. 20, Fig. 1 og 2. A (Pl. 20, Fig. 1) er en Kasse af Messing med 2 Aabninger foroven, i hvilke 2 smaa Messinglamper B og C (Fig. 1) kunne nedsættes. Paa Kassen A er tillige fastgjort en Stang D (Fig. 1 og 2), der bærer en lille Æolipila E (Fig. 1), hvoraf der sees et vertikalt Gjennemsnit i Fig. 2 og som foroven er forsynet med et Ventil, der bestaaer af en Prop F (Fig. 2), der slutter i en Aabning i E og foroven bærer en Stift G (Fig. 2), som gaaer gjennem et Hul paa Messingpladen H (Fig. 1 og 2), hvilken atter fastholdes mellem de tvende Möttrikke I og K, der ere fastskruede paa Stangen D. L (Fig. 1 og 2) er en Skrue, der lukker den Aabning, hvorigjennem Vædsken, som skal bringes i Kog i Æolipilen, kan nedhældes. I Bunden af E er fastskruet et Rör M (Fig. 1 og 2), der gaaer heelt til den överste Deel af E og er overhvælvet af Huulheden af Skruen N, der er fastskruet i Laaget af E. Röret M er neden under Æolipilen böiet og paa Böiningsstedet forsynet med en Kugle O (Fig. 2). Enden

deraf danner den ene Hemisphære af en Kugeloverflade, og er forsynet med Skruegænger, paa hvilke kunne skrues en anden Hemisphære, hvis forreste Deel er forsynet med en Aabning. Inden i det af disse 2 Hemisphærer dannede Rum ligger en huul Kugle, hvis Bagside er aaben, og som forlænger sig i et Rör P (Fig. 2), der gaaer gjennem Aabningen paa den forreste Hemisphære, og i sin yderste Ende er forsynet med Skruegænger, paa hvilke en Messingspids Q med fiin Aabning kan paaskrues. Ved denne Indretning kan Röret P bevæges, uden at Dampen, som ledes derigjennem fra Æolipila, kan finde nogen anden Udgang end gjennem Röret P og Spidsen Q. Æolipila E hænger ved Hjelp af en fremstaaende Kant, hvormed den er forsynet, foroven i en Messingring R (Fig. 2), som er fastloddet til Ringen S, der kan skydes op og ned ad Stangen D, og fastholdes ved en Skrue T. Plade XX. Fig. 2.

Under Brugen fyldes Lampen B (Fig. 1) med Olie, Lampen C og Æolipilen E med Spiritus. Naar Lamperne da antændes, ville Dampene fra Spiritussen i E fare ud med stor Kraft paa Flammen af Olielampen B. Deels ved den derved foraarsagede Luftström, deels ved Antændelsen af Spiritusdampene, foröges Heden af Flammen i höi Grad. Ved at paaskrue Spidser med Aabninger af forskjellig Vide istedetfor Spidsen Q, kan man modificere Dampstraalens Styrke. Fig. 1.

ANDET INSTRUMENT.

Den af Marquard angivne Smeltelampe, der sees Pl. 20, Fig. 3 og 4, beroer paa samme Princip, som den foregaaende Lampe. Den egentlige Æolipila besfaaer af den kegleformige Kjedel D (Fig. 3) og Röret E (Pl. 20, Fig. 3). Spiritussen bringes i Kog deri ved Varmen fra Lampen C (Fig. 4), der hænger paa den horizontalt liggende Plade B (Fig. 4) i Cylinderen A (Fig. 3 og 4). Gjennem de paa denne Cylinder anbragte Huller bevirkes det Træk, som er nödvendigt for at vedligeholde Forbrændingen af Lampen C. Olielampen F (Fig. 3) er forsynet med 2 Væger G og H (Fig. 3). Den kan hæves eller sænkes lidt ved en Skrue, hvorpaa den er fastgjort, og kan skrues op og ned i Træfoden I (Fig. 3). En böiet Plade K nöder de af Röret E udfarende Dampe til at strömme ind i Flammerne G og H og giver dem en opadgaaende Bevægelse, hvorved Forbrændingen skeer fuldkomnere. Foden I (Fig. 3) staaer paa en Blikplade, forsynet med langagtige Huller, hvorigjennem gaae Skruer, af hvilke kun den ene L sees paa Tegningen; naar disse Skruer lösnes, da kan man flytte Træfoden I frem og tilbage, ved at skyde paa Knapperne M og N, og Olielampen kan derved nærmes til eller fjernes fra Röret E. Fig. 3 og 4.

TREDIE INSTRUMENT.

En fransk Smeltelampe med tilhörende Dele sees Pl. 20, Fig. 5—9. Den beroer paa samme Principer, som den foregaaende, men har kun een Lampe A (Fig. 5), hvori brænder Olie; idet nemlig Kogningen af Spiritusen i Æolipilen B (Fig. 5) vedligeholdes ved den Varme, som udvikles ved Forbrændingen af Olien og Spiritusdampene i Æolipilen B. Denne har en Aabning C, hvorigjennem Spiritus kan nedgydes ved Hjelp af Tragten Fig. 9, som lukkes ved en Skrue C. Ventilet bestaaer af en Prop D (Fig. 6), der er forsynet med en Stift, som gaaer gjennem Fjedren E (Fig. 6) og Metalpladen F (Fig. 6), der fastholdes paa Stængerne G og H (Fig. 6) ved tvende Möttrikke I og K (Fig. 6). Ved at paaskrue forskjellige Spidser, som de der sees i Fig. 7 og 8, istedetfor Spidsen L Fig. 5—9.

(Fig. 5), kan man give Strömmen af Spiritusdampe og Flammen af Olielampen en forskjellig Retning, og istedetfor at lade denne Flamme slaae mod Sidevæggene af en Kasse M (Fig. 5) med Vand eller anden Vædske, som man vil koge, saaledes som det forestilles paa Tegningen Fig. 5, kan man give Flammen en nedadgaaende Retning, og lade den slaae ned paa Overfladen af Vædsken selv, hvorved Kogningen endnu hurtigere bevirkes.

SJETTE AFDELING.

Instrumenter, som tjene til at vise Lysets Egenskaber.

§ 24.

Den Deel af Naturlæren, der handler om Lysets Egenskaber, kaldes *Optiken* (i vidtlöftig Betydning). Den deles i Almindelighed i Optik (i snæver Betydning), der handler om Lysstraalernes retliniede Gang, *Katoptrik*, der handler om Lysets Tilbagekastning fra blanke Overflader og *Dioptrik*, der handler om Lysets Gjennemgang gjennem gjennemsigtige Legemer. Hertil kommer endnu Undersögelserne om Lysets Styrke *(Photometrie)*, *Interferents*, *Böining og Polarisation*.

For at kunne undersöge alle disse Lysets forskjellige Egenskaber udfordres, at man maa kunne forskaffe sig en vilkaarlig Mængde af Lys, og tillige kunne udelukke alt övrigt Lys fra forstyrrende Indvirkning paa Forsögene. Det Lys, man benytter sig af til de fleste optiske Forsög, er Sollyset, hvoraf man altsaa maa kunne tilstede en vilkaarlig Mængde Adgang til de forskjellige Instrumenter, ved hvis Hjelp man vil undersöge dets Egenskaber, samt kunne udelukke alt det övrige.

Man betjener sig til den Ende af et eget Værelse, der kan lukkes fuldkommen tæt, saa at intet Lys udenfra kan trænge ind. Det er i Almindelighed desuden malet ganske sort, for at saa lidt som muligt af det indladte Lys skal kastes tilbage fra Væggene og Loftet. Værelset er imod Syd forsynet med en Aabning, hvori et af följende Instrumenter anbringes, for ved deres Hjælp at indlade forskjellige Mængder af Lys, og give dette visse Retninger i det formörkede Kammer.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade XXI. Fig. 1 og 2.

AB (Pl. 21, Fig. 1) er et Planspeil, der er bevægeligt om en Axe CD. Ved C er denne Axe forsynet med en Skive, i hvis Rand er indskaaren Tænder. I disse Tænder indgriber en Skrue uden Ende, der befinder sig paa Enden af Stilken EF, der ved F gaaer igjennem en cirkelformig Aabning IK i Pladen GH (Fig. 2), og ender sig i Skruehovedet F. De to Standere CL og DM (Fig. 1), der bære Speilet, ere forneden fastskruede til en rund Messingplade LFM, der i Midten har en cirkelformig Aabning N, og i hvis halve Omkreds der er indskaaren Tænder. I disse griber

et Drev, hvis Axe gaaer igjennem Pladen GH, og ender sig paa den anden Side i Skruehovedet C (Fig. 2). Denne Messingplade fastholdes til Pladen GH ved Hjælp af en Messingring IK (Fig. 1), der bedækker den yderste Rand af Pladen LFM, og er fastskruet til Pladen GH med fire Skruer: a. AA (Fig. 2) er et Rör, der er fastgjort til den anden Side af Pladen GH, lige for Aabningen N (Fig. 1), og hvori man kan indskyde andre Rör B med forskjellige Aabninger, eller forsynede med forskjellige Lindser og Glas, som nærmere ville blive beskrevne ved följende Instrument. Plade XXI. Fig. 1 og 2.

Af denne de enkelte Deles Beskrivelse vil det nu være let at indsee, paa hvad Maade dette Instrument anvendes til at lede Solstraalerne ind i det formörkede Kammer.

Hele Instrumentet er nemlig fastskruet til en med tilstrækkelig Aabning forsynet Vinduesskaade ED (Fig. 2), og den Deel, der er afbildet i Fig. 1, befinder sig altsaa udenfor, den i Fig. 2 afbildede, indenfor samme.

Ved Hjælp af Skruen C (Fig. 2) kan man nu dreie Pladen LFM (Fig. 1) og det derpaa befæstede Speil saalænge rundt, indtil at en paa Speilets Midte faldende Solstraale, og den Linie, der kan drages fra Midten af Speilet, igjennem Midten af Aabningen N og Axen af Röret AB (Fig. 2), begge befinde sig i en paa Speilet lodret Plan. Dreies nu tillige ved Hjælp af Skruen F Speilet saalænge om sin Axe CD (Fig. 1), indtil den omtalte indfaldende Straale og Axen af Röret AB (Fig. 2) danne ligestore Vinkler med Speilets Plan, da vil den indfaldende Straale just kastes saaledes tilbage fra Speilet AB (Fig. 1), at den vil gaae langs med Axen af Röret AB ind i det formörkede Kammer.

Da imidlertid den ved dette Instrument i det formörkede Kammer indledede Straale bestandig forandrer sin Stilling, eftersom Solen rykker længere frem paa Himlen, saa maatte man altsaa, for at faae Straalen til i længere Tid at belyse det samme Punkt i Værelset, hvilket ved flere optiske Forsög er af Vigtighed, idelig ved Hjælp af Skruerne forandre Speilets Stilling, uden dog engang derved at opnaae den tilsigtede Stadighed. Man anvender derfor hellere följende Instrument, der förer Navn af *Heliostat*.

ANDET INSTRUMENT.

Heliostaten (Pl. 22, Fig. 1) bestaaer af to plane Speile A og B, der befinde sig paa et Gestel af Jern CDE, der ved Skruerne H, F, K er fastskruet til den udvendige Side af Vinduesskaaden YZ. Gestellet er ikke skruet ganske tæt til Skaaden, men holdes lidt ud derfra ved Skruerne I, G, L, der ikke gaae ind i Træet, men hvile med Enderne derimod, og tjene til at bringe CD i en fuldkommen horizontal Stilling. Speilet A er forbundet med et Uhr X, der dreier det engang rundt i 24 Timer, hvorved bevirkes, at Solstraalerne bestandig falde ind paa, og altsaa atter kastes tilbage fra Speilet A under den samme Vinkel. Disse saaledes bestandig i samme Retning tilbagekastede Straaler opfanges af det andet Speil B, der, omtrent paa samme Maade som ved forrige Instrument, kaster dem ind i det formörkede Værelse. Men da de nu bestandig komme i samme Retning paa B, saa ville de ogsaa bestandig i samme Retning kastes ind i det formörkede Kammer, og altsaa bestandig belyse det samme Punkt. Plade XXII. Fig. 1.

Speilet A, der modtager Straalerne directe fra Solen, er forsynet med en Axe mm′, hvorom det kan dreies, og paa hvis ene Ende m er ved en Klemmeskrue fastgjort en Viser mn, der ved n ender sig i en Nonius. Denne Viser peger paa en i 90 Grader inddeelt Qvadrant, der er fastgjort paa Böilen mC′m′, der bærer Speilet. Böilen mC′m′ er atter fastskruet paa en cirkelformig Messing-

Plade XXII. plade qq′q″, der kan dreie sig om en paa dens Plan lodret Axe CC′. Axen CC′ maa have en saadan Stilling, at den er parallel med Jordens Axe, og maa altsaa danne en forskjellig Vinkel med Horizontallinien, efter den forskjellige geographiske Brede af det Sted, hvor Instrumentet skal afbenyttes. Skiven qq′q″ bliver altsaa parallel med Æqvator, eller parallel med den Cirkel, som man

Fig. 2. kan tænke sig Solen i en Dag at beskrive omkring Jorden I selve Kanten af Skiven qq′q″ (Fig. 2) er fremdeles indskaaret Gænger, hvori en uendelig Skrue hh′ griber fat. Denne Skrue har paa Enden h et Ramhjul, der dreies ved et Drev i (Fig. 1), hvis Axe rr′r″ gaaer igjennem Vinduesskaaden YZ ind i Uhret X, der, som allerede anført, har et saadant Forhold imellem sine Hjul, at det formaaer at dreie Skiven qq′q″ een Gang rundt i 24 Timer.

Plade XXIII. Uhrets indvendige Dele sees Plade 23, Fig. 5, hvor den ene af de Plader, der udgjöre Uhrets Foutteral, tænkes borttaget. Stighjulet A har paa sin Axe et Drev, der griber i Hjulet B, hvilket

Fig. 5. atter umiddelbart med Omkredsen griber i et Drev C, der befinder sig paa den anden Ende af den forhen nævnte Axe rr′r″ (Pl. 22, Fig. 1), der gaaer igjennem Vinduesskaaden ud til Speilet A. Paa Hjulet B (Pl. 23, Fig. 5) befinder sig desuden Skiven D med Spærhagen E, hvorover Snoren gaaer, der ved Enden F bærer et tungere Lod Æ og ved G et lettere Ö (Pl. 22, Fig. 1). s, s′ ere to Skruer, der kunne skrues ud og ind i Rörene t, t′. Disse Skruer, hvorved Uhrets underste Deel stötter sig mod Gestellet uu′ (hvoraf i Figuren kun det Stykke, der vender mod Skaaden, tilligemed Jernbolten u″, hvorpaa Uhret hænger, er antydet med punkterede Linier), tjene til at give Uhret den fornödne lodrette Stilling.

For nu ikke at være nödt til enten altid at maatte sætte Uhret i Gang til en bestemt Tid, eller at maatte sætte det ud af Forbindelse med Speilet, hver Gang man vilde sætte Heliostaten i Gang, hvilket vel kunde skee ved at lösne, ved Hjælp af Skruen a (Fig. 1), en Sammenföining af Axen rr′r″,

Plade XXII. der befinder sig paa dette Sted, men som vilde medföre en större Uleilighed, saa befinder den ene Ende af den uendelige Skrue hh′ (Fig. 2) sig ved h i et bevægeligt Underlag, der ved Hjælp af

Fig. 1 og 2. Vægtstangen b, der har sit Stöttepunkt forneden, kan löftes ud af sin Forbindelse med Randen af Skiven qq′q″. Naar Skruen saaledes er trukken tilbage, kan Skiven, der derved er bleven fri, dreies saalænge, til Nulpunktet paa den fastsiddende Nonius c befinder sig lige for den Afdeling paa Skivens Rand, der antyder det til samme Öieblik svarende Klokkeslet, idet nemlig Skivens Rand er inddeelt i 24 Dele, svarende til Dögnets 24 Timer, og betegnede med 0, 1, 2, 3 o. s. v. til höire, og 0, 11, 10, 9 o. s. v. til venstre, hvilket Alt sees paa Fig. 2. Naar Skiven har faaet denne Stilling, skydes Vægtstangsarmen b tilbage, hvorved Skruen hh′ atter kommer til at gribe ind i Gængerne i Kanten af Skiven, og holdes ind imod denne ved Fjeren dd′, der er fastgjort i d′, og hvis anden Ende stötter sig mod Vægtstangen b.

Af Fig. 2 sees nu, at naar Skiven er stillet paa Nul, hvilket svarer til Kl. 12, saa er Axen mm′ af Speilet A parallel med Skruen hh′ og parallel med Vinduesskaaden YZ (Fig. 1). Er denne nu stillet nöiagtigen i Nord og Syd, saa vil en Plan, lagt igjennem Midten af Axen mm′ lodret paa Speilet, gaae gjennem Nord og Sydpolen; men da Solen paa denne Tid just befinder sig i Syd, saa vil Solens Midtpunkt ogsaa befinde sig i denne Plan. Lysstraalerne, der fra Solen falde paa Speilet A, ville altsaa bestandig kastes tilbage i en Plan, der er lodret paa Speilets Axe. Da fremdeles Solen i en Dag beskriver en Cirkel omkring Jorden, der er parallel med Æqvator; og altsaa en Linie, tænkt fra Solens til Jordens Midtpunkt, danner en uforanderlig Vinkel med Æqvators Plan, saa vil den ogsaa danne en uforanderlig Vinkel med Speilets Plan, da denne er parallel med

Ækvator, idet nemlig Jordens Radius er forsvindende imod Afstanden fra Solen. Lysstraalerne ville altsaa bestandig falde ind paa Speilet under den samme Vinkel i den samme Plan, og altsaa paa enhver Tid af Dagen kastes tilbage til det samme Punkt. Plade XXII.

For at imidlertid de saaledes tilbagekastede Solstraaler just kunne kastes tilbage til Midten af Speilet B, der befinder sig i Forlængelsen af Axen CC′, maa Speilet A endnu have en vis Heldning imod Skiven qq′q″, der er forskjellig for hver Dag, og afhængig af Solens Declination eller Afstand fra Ækvator.

Var Solens Declination f. Ex. Nul, saa vilde Solstraalerne falde parallelle med Skiven qq′q″, eller lodrette paa Axen CC′, og Speilet A maatte altsaa danne en Vinkel af 45° med Skiven, for at kunne kaste Straalerne tilbage efter den forlængede Axe CC′, eller til Midten af Speilet B. Man kan nu altsaa, naar man kjender Solens Declination paa en bestemt Dag, let ved Hjælp af Viseren mn bringe Speilet A i den behörige Stilling, hvilken iövrigt meget let findes ved Forsög, naar man först har givet Skiven qq′q″ den til Klokkeslettet svarende Stilling. For bedre at kunne see at læse paa Inddelingerne af Skiven qq′q″, og bringe denne i sin rigtige Stilling, er Skaaden YZ lige for Inddelingen o forsynet med et Hul M, hvorigjennem man indenfra kan aflæse paa Skiven, og som kan lukkes ved en Klap.

For at kunne meddele Speilet B de fornödne Bevægelser, er det forsynet med en Axe PS′ (Pl. 23, Fig. 3), hvis överste Deel kan dreie sig i Röret P′S′, der ved P′ sidder fast paa Rammen VV′UU′, og ved S′ er forsynet med en Ring, der har en udstaaende Arm T. Ringen kan ved Skruen R′ klemmes fast til Röret, og i Enden af Armen T befinder sig en gjennemgaaende Skrue, der sees ved R (Pl. 22, Fig. 1 og Fig. 2), hvor Speilets Axe er afbildet, seet fra Enden. Axen PQ har ligeledes ved Enden Q en udstaaende, omböiet Arm S (Pl. 23, Fig. 3), hvorimod Enden af Skruen R ligger an. Ved altsaa at dreie Skruen R (Pl. 22, Fig. 1 og 3), trykker denne mod den udstaaende Arm af Axen, og dreier derved Speilet; dreier man Skruen R tilbage, da faaer Speilet Bevægelse i den modsatte Retning, idet nemlig Fjeren P′P″, der trykker med Enden P″ mod den ene Side af Speilets bagerste Deel, altid nöder dette til at ligge an mod Enden af Skruen R. Fremdeles kan Speilet B dreie sig om Axen VV′, ved hvilken det er befæstet til Gestellet DEG. Det dreies om denne Axe ved Hjælp af Skruen U (Pl. 22 Fig. 1) der gaaer igjennem Skaaden YZ, og stöder an mod en ved O paa Rammen OP befæstet udstaaende Arm. Af Fig. 1 sees, hvorledes Speilets Axe gaaer igjennem Skaaden YZ, der lige for Midten af Speilet B er gjennemskaaret med et Hul N, hvorigjennem de tilbagekastede Straaler falde ind i det formörkede Kammer. For at undgaae at noget forstyrrende Lys skulde komme ind igjennem Aabningen for Axen P′Q, er denne, tæt ved Ringen TR′ omgivet ved sort Læder, der er fastgjort til den indvendige Side af Skaaden YZ. Plade XXIII. Fig. 3. Plade XXII. Fig. 3.

Ved altsaa, ved Hjælp af Skruerne R og U, at forandre Stillingen af Speilet B, kan den fra Speilet A tilbagekastede Straale bringes til at falde ind i det formörkede Kammer i en vilkaarlig Retning, naar denne kun ikke har saa stærk Heldning mod Axen TB af Röret ef, at den kommer til at stöde an mod Siderne deraf. Dette Rör tjener til derpaa at skyde forskjellige Laag, der deels ere forsynede med forskjellige större og mindre runde og kantede Aabninger, eftersom man vil have et större eller mindre rundt eller kantet Straalebundt; deels med en höi og smal Ridse, naar man vil have en enkelt Lysstribe. Fig. 4 forestiller et saadant Laag, hvor A og B ere Messingplader, af hvilke den förste A er fastskruet, den anden B ved begge Ender gjennemskaaret med 2 langagtige Huller C og D, hvorigjennem gaae Skruer ind i Laaget. Herved kan altsaa Pladen B nærmes til Fig. 4.

Plade XXII. Fig. 5. og fjernes fra A, og Lysstriben saaledes blive efter Behag smallere eller bredere. Fig. 5 forestiller et andet Laag A, der har en Aabning i Midten, og hvorpaa der henimod Kanten er befæstet en Skive B, der kan dreies om sit Midtpunkt C, og som henimod Omkredsen er gjennemskaaret med Huller af forskjellig Störrelse og Form. Lige for hver Aabning er i Randen af denne Skive udskaaren et Hak, hvori Fjeren D falder ind, naar den tilsvarende Aabning befinder sig ligeover Hullet paa Laaget A. Ved at paaskyde dette Laag og dreie Skiven B i sine forskjellige Stillinger, kan man altsaa faae forskjellige runde og kantede, enkelte eller flere med hinanden parallelle Straalebundter. Naar man derimod til meget fine Forsög ikke kan lade sig nöie med en lille Aabning eller en smal Sprække, men forlanger, at Lyset skal komme fra et eneste Lyspunkt eller Lyslinie, saa skyder man paa Enden af Röret enten Laag med convexe Glas, som Fig. 8 og 9 vise, eller med cylindriske Glas, som de i Fig. 6 og 7 afbildede. Endelig er der endnu paa Skaaden befæstet en bevægelig Arm gh, der bærer en Tallerken i, hvorpaa man kan sætte forskjellige Legemer, igjennem hvilke Lyset skal gaae.

Fig. 8 og 9.

Fig. 6 og 7.

§ 25.

Instrumenter, som tjene til at vise Lovene for Lysstraalernes retliniede Gang og Skyggen.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade XXI. Fig. 4. AB (Pl. 21, Fig. 4) er en smal Træbænk, der efter sin Længde er gjennemskaaret med en Rende, hvori adskillige Metal- og Træplader kunne flyttes frem og tilbage, og fastholdes med en Skrue forneden. Bænken er i begge Ender forsynet med Stokke, der kunne flyttes op og ned i Stativerne CD og EF og fastholdes med Skruer, saa at Bænken derved kan stilles i en hvilkensomhelst Höide. GH er en sværtet Metalplade, gjennemboret med et Hul i Midten, KI en Skjærm af Papiir eller fiint hvidt Töi, og LM (Fig. 5) en sværtet Metalskive, gjennemboret med 5 smaae Huller.

Fig. 5.

For ved dette Instrument at vise Lovene for Lysstraalernes Gang, fastskruer man Pladen GH paa den ene Ende af Bænken. Lader man nu en Lysstraale komme ind gjennem Aabningen paa det formörkede Kammer, og falde paa Pladen GH, da vil en Deel af Lyset gaae gjennem Hullet paa denne Plade, og fortsætte sin Gang bagved Pladen. Stiller man endvidere Skjærmen KI etsteds bagved Pladen, da vil der, naar Lyset kom ind i Kammeret i Retningen AB, vise sig en rund oplyst Plet paa Skjærmen, som vil blive större eller mindre, eftersom man flytter Skjærmen længere fra eller nærmere til Pladen GH. Maaler man nu i hvad Forhold Störrelsen af den belyste Kreds staaer til Afstanden af Pladen, da vil man finde, at naar man f. Ex. gjör Afstanden doppelt saa stor, bliver Diameteren af den oplyste Kreds ogsaa doppelt saa stor, og hele Störrelsen af denne Kreds altsaa 4 Gange saa stor som den, der dannedes i den halve Afstand; flyttes IK tre Gange saa langt bort, bliver den nye Diameter tre Gange, og Kredsen selv ni Gange saa stor; eller overhovedet, at Diametrene af de belyste Flader forholde sig ligefremt som Afstandene; de belyste Flader selv derimod som Qvadraterne af Afstandene.

Den förste Deel af denne Erfaring viser, at de Lysstraaler, der træffe en Flade, danne en Lyskegle, hvis Toppunkt er det lysende Punkt, og hvis Grundflade er den belyste Flade. Den anden Deel viser, at da Lyset udbreder sig paa Flader, der staae i Forhold til Afstandens Qvadrater, saa maa Lysstyrken paa ethvert Punkt forholde sig omvendt som Afstandenes Qvadrater. Borttager man

Pladen GH, og sætter i dens Sted den med 5 Huller gjennemborede Plade LM (Fig. 5), og indretter iövrigt Forsöget som forhen, saa vil man faae 5 belyste Kredse paa den bagved anbragte Skjærm, der hver for sig ville forholde sig som den ene i forrige Forsög frembragte, hvilket altsaa godtgjör, at hvert Punkt i en belyst Overflade træffes af en Straalekegle, der har Punktets Udstrækning til Grundflade og det lysgivende Punkt til Toppunkt, eller Spids. Plade XXI.

Disse Love lade sig paa samme Maade vise ved at anbringe Skjærmen umiddelbart foran Aabningen paa Heliostaten, efterat man paa Röret ef har anbragt det paa Plade 22, Fig. 5 afbildede Laag.

ANDET INSTRUMENT.

Paa et Stativ B (Pl. 21, Fig. 6) er fastgjort en udskaaren Figur D af Pap, som desuden paa forskjellige Steder kan have gjennemskaarne Dele, som her paa Figuren Dödningehovedet og Benene. Stilles foran denne Figur et Lys paa et andet Stativ A, og bagved en Skjærm C, da ville en Deel af de fra Flammen af Lyset udgaaende Straaler hindres af Figuren D i at naae til Skjærmen C, og der vil opstaae en Skygge. Rykkes nu Lyset længere fra eller nærmere til Figuren D, saa vil man see, at Skyggen paa Skjærmen i förste Tilfælde vil blive mindre, og tillige mindre mörk, og i andet Tilfælde större og mörkere, da nu, naar Lyset er nærmere, Rummet udenom Skyggen bliver stærkere belyst og Skyggen derfor, paa Grund af den stærkere Modsætning, synes mörkere. Fig. 6.

Har Lyset en nogenlunde stor Flamme, saa vil man bemærke en lysere Skyggerand omkring den mörkere Deel, nemlig den saakaldte Halvskygge. At denne hidrörer fra Lysgiverens Störrelse, bevises ved, istedetfor fra Lyset A, at lade en Straale falde paa D fra Heliostaten, igjennem mindre og mindre Aabninger, ved Hjælp af Laaget Pl. 22, Fig. 5, og tilsidst igjennem en convex Lindse (Fig. 8 eller 9); man vil da see Halvskyggen blive mindre og mindre, og tilsidst ganske forsvinde.

Af Lysets retliniede Gang fölger, at naar to forskjellige Lys sende Straaler til den samme Aabning, da vil der derigjennem trænge to forskjellige Lyskegler, der hver har Aabningen til Gjennemsnit og det lysende Punkt til Top. Fjernes Lysene mere eller mindre fra Aabningen, da vil det belyste Sted paa en Skjærm bagved Aabningen ogsaa blive mindre eller större, og dersom Lyset flyttedes ud af den rette Linie fra dets forrige Sted til Aabningen, saa vil det belyste Sted bagved ogsaa forandre sit Sted. Dette sees ved fölgende Instrument.

TREDIE INSTRUMENT.

ABCD (Pl. 24, Fig. 1) er en Ramme med fire Ruder, hvorover kan spændes Papiir. Spænder man nu over en af Ruderne et Stykke sort Papir, der enten har en ganske gjennemskaaret, eller med gjennemsigtige Farver tegnet Figur E, og man paa et Stativ HI anbringer foran denne Ramme forskjellige Lys paa et Kors, der kan dreies rundt, saa vil hvert Lys for sig give et belyst Billede af Figuren paa en bagved Rammen ABCD staaende Skjærm KL. Disse Billeder ville vise sig större eller mindre, eftersom det tilsvarende Lys er nærmere ved eller længere fra Rammen ABCD. Dreies nu Korset med Lysene rundt, saa ville Billederne paa Skjærmen forandre deres Sted og tillige deres Störrelse, da Lysene ved Omdreiningen forandre deres Afstand, og det vil see ud, som om Billederne paa Skjærmen anstillede et Væddelöb. Plade XXIV. Fig. 1.

Plade XXIV.

§ 26.

Instrumenter, som vise Lovene for Lysets Tilbagekastning fra blanke Overflader.

Naar en Lysstraale paa sin Vei möder et Legeme, da vil det afhænge af Legemets Natur og dets Overflades Beskaffenhed, om Lyset skal fortsætte sin Vei igjennem samme, eller enten ganske eller tildeels nödes til at vende tilbage ved Overfladen af Legemet. I förste Tilfælde, naar Lysstraalerne kunne gaae igjennem Legemet, kaldes dette gjennemsigtigt eller diaphant, i sidste Tilfælde uigjennemsigtigt eller opakt. Er Overfladen rue og ujevn, da vil Lyset kastes tilbage i alle Retninger, og dette adspredte Lys vil vise Overfladen belyst. Er denne derimod glat og blank, saa vil en indfaldende Lysstraale kastes tilbage i en Plan, lagt igjennem den indfaldende Straale lodret paa Planen, og under en Vinkel med Indfaldsperpendiculairen (den Linie, der i Straalens Indfaldspunkt er opreist lodret paa Overfladen) liig den, som den indfaldende Straale danner med samme Linie. Denne Lov vises ved följende Instrumenter.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Fig. 2. BEF (Pl. 24, Fig. 2) er en Skive, der i sit Centrum er paa den bageste Side forsynet med en fra Skiven lodret udstaaende Tap, der kan dreie sig i et, i den överste tykkere Ende af en rund Stok indboret Hul. Denne Stok kan bevæges op og ned i Stativet AB, og fastholdes paa et vilkaarligt Sted ved Hjælp af Klemmeskruen B. Skiven kan altsaa deels dreies rundt i sin egen Plan, deels om en vertikal Axe BM, og deels sænkes eller hæves til forskjellig Höide. Denne Skive er, som Figuren viser, inddeelt i 4 Qvadranter, og hver af disse i 90 Grader, der i hver to og to hosliggende gaae i modsat Retning. Midt paa Skiven er i Retningen af den samme Diameter, og i ligelang Afstand paa begge Sider af Centrum fastskruet to Render C og D, der staae lodret ud fra Skiven, og vende deres Aabninger imod hinanden. Disse tjene til deri at indskyde enten en plan, og paa den ene Side glatsleben og poleret Metalplade G, eller en cirkelformig böiet Metalplade H, der saavel paa den convexe som concave Side er glatsleben og poleret. Paa et hvilketsomhelst Sted af Omkredsen kan ved Hjælp af en Klemmeskrue, der trykker imod den bageste Side af Skiven, fast-
Fig. 3. gjöres en lodret udstaaende Plade E (Fig. 3), der i Midten er gjennemboret med et Hul, hvori et Laag I kan indsættes og dreies rundt. Dette Laag er atter gjennemboret med 2 Huller K og L, i hvilke der er indsat Ringe, der tjene til deri at indskyde forskjellige, med behörige Indfatninger forsynede convexe og concave Glas. Til Omkredsen kan fremdeles paa samme Maade som Pladen E, nemlig ved Hjælp af en Klemmeskrue, befæstes en lodret udstaaende Ramme F, hvori der er udspændt enten gjennemsigtigt Papir, eller fiint hvidt Töi.

Stilles Instrumentet, efterat man har indskudt Speilet G i Renderne C og D, som Figuren viser, i det formörkede Kammer, saa kan man ved at dreie Skiven BEMF om BM, samt ved at löfte eller sænke den i Stativet AB, bringe den i en saadan Stilling, at den gjennem Heliostaten indkommende Straale, falder parallelt med Skiven, og i Retningen EG paa Pladen E. Lader man for det förste den ene Aabning paa Pladen E, f. Ex. K være lukket, saa vil den indfaldende Straale gaae igjennem Aabningen L, og falde i Retningen EG paa Speilet G; bevæges derpaa Sjærmen F langs med den modstaaende övre Kant af Skiven, da vil der i en vis Stilling vise sig en lys Plet paa Skjærmen, der dannes af de fra Speilet G tilbagekastede Straaler, og læser man nu paa Skivens inddeelte Kant paa hvad Sted Sjærmen F befinder sig, saa vil man see, at den nöiagtig svarer til

det samme Antal Grader som E, hvorved altsaa vises, at Lysstraalerne ere kastede tilbage fra Speilet under samme Vinkel mod samme, hvorunder de faldt ind. Plade XXIV.

Borttages nu det Laag, der i forrige Forsög lukkede Aabningen K, saa ville igjennem Aabningerne K og L to parallelle Straaler falde paa Speilet G. Enhver af disse ville nu tilbagekastes aldeles som den ene Straale i forrige Forsög, og maaler man Afstanden imellem de to belyste Kredse paa Skjærmen F, saa finder man denne at være den samme som imellem Aabningerne K og L, hvilket altsaa viser, at Straalerne efter deres Tilbagekastning have vedligeholdt deres Afstand og indbyrdes parallelle Retning.

For at undersöge, hvorledes divergerende Straaler ville forholde sig ved at kastes tilbage, indskydes i den ene Aabning paa Pladen E, f. Ex. i K, en concav Lindse, der giver de parallelt indfaldende Straaler en divergerende Retning. Borttager man nu et Öieblik Speilet G, og anbringer Skjærmen F ved det samme Antal Grader paa den nederste Deel af Skiven, som för paa den överste, altsaa i den forlængede Retning EG, da ville Straalerne, der komme igjennem Aabningerne K og L, fortsætte deres Vei uhindret til Skjærmen F. Af de tvende paa denne Skjærm dannede lyse Pletter, vil nu den, der hidrörer fra Straalerne gjennem K, være större end den anden, da Straalerne, ved at gaae igjennem den concave Lindse, ere blevne divergerende; denne forstörrede Lysplets Diameter maales, saavel som dens Afstand fra den anden.

Sætter man derpaa atter Speilet G ind paa sin Plads, og bringer Skjærmen F tilbage til sin forrige Stilling, da vil man finde, at de nu ved Tilbagekastning dannede Lyspletters Störrelse og Afstand nöiagtigt er den samme som ved det directe Lys, hvilket altsaa viser, at divergerende Straaler ved Tilbagekastning fra et plant Speil aldeles ikke forandre deres indbyrdes Retning og Divergens.

Ved istedetfor den concave Lindse at anbringe i Aabningen K en convex Lindse, der bringer de gjennemgaaende Straaler til at convergere, og forresten gaae frem aldeles paa samme Maade som ved det concave Glas, erfarer man, at ogsaa convergerende Straaler ved Tilbagekastning fra et plant Speil aldeles ikke forandre deres indbyrdes Retning og Convergens.

For fremdeles ved Forsög med dette Instrument at vise Lovene for Lysets Tilbagekastning fra concave og convexe Overflader, borttages Speilet G, og i dets Sted indsættes det krumme Metalspeil H i Renderne C og D. Vendes det for det förste saaledes, at den concave Side er opad, og dreies Laaget I (Fig. 3) saaledes, at Lysstraalerne igjennem K og L, hvorfra imidlertid de i forrige Forsög brugte Lindser ere borttagne, falde ind paa Speilet i en Linie, parallel med Skiven BEMF, altsaa i Retningen af Speilets Krumning, da vil man, naar man opfanger de tilbagekastede Straaler paa Skjærmen F, overbevise sig om Fölgende: Fig. 3.

1. Naar kun den ene Aabning, f. Ex. K er aaben, da vil Straalen ogsaa ved dette Speil kastes tilbage under den samme Vinkel imod Indfaldsperpendiculairen, hvorunder den faldt ind.
2. Naar begge Aabninger lade Lyset fri Gjennemgang, og ere stillede paa den nysbeskrevne Maade, da ville Lyspletterne paa Skjærmen F deels være blevne smallere paa den ene Kant end Aabningerne K og L, deels have en mindre Afstand fra hinanden end de samme Aabninger, hvilket altsaa beviser, at naar parallelle Straaler tilbagekastes fra en concav Overflade, blive de convergerende.
3. Naar man i en af Aabningerne indskyder et concavt Glas, og altsaa lader divergerende Lys falde paa Speilet, saa ville Straalerne ved Tilbagekastningen blive mindre divergerende, hvilket

Plade. XXIV.

man erfarer ved at foretage Forsöget paa samme Maade, som angaves for divergerende eller convergerende Straaler ved det plane Speil.

4. Anbringer man i en af Aabningerne istedetfor det concave, et convex Glas, hvorved man altsaa bringer convergerende Straaler til at falde paa Speilet, da vil man, ved Hjælp af samme Fremgangsmaade, erfare, at de efter Tilbagekastningen ere blevne endnu stærkere convergerende.

Vender man Speilet H om, saa at den convexe Side vender opad, for derved at undersöge Lovene for Lysets Tilbagekastning fra en convex Overflade, da erfarer man ved aldeles lignende Forsög:

1, at ogsaa i dette Tilfælde Lysstraalerne falde ind og tilbagekastes under samme Vinkel mod Indfaldsperpendiculairen;

2, at parallelt indfaldende Straaler blive efter Tilbagekastningen divergerende;

3, at convergerende Straaler blive mindre convergerende, og divergerende Straaler blive endnu stærkere divergerende.

Af de ved dette Instrument beviste Love for Lysstraalernes Tilbagekastning fra plane og krumme Overflader lade alle Tilbagekastningsphænomener ved plane, concave, convexe og paa enhver anden Maade krummede Speile sig med Lethed forklare.

Saaledes indsees det let, at naar en lysende Gjenstand sender Straaler til et Planspeil, der kaster dem tilbage, da vil et Öie, der modtager dem, see Gjenstanden i Forlængelsen af Lysstraalernes Retning, og ligesaalangt bagved Speilet, som den lysende Gjenstand befinder sig foran samme.

Danner Gjenstanden en Vinkel med Speilet, da vil den danne en dobbelt saa stor Vinkel med sit Billede i Speilet.

Paa disse Egenskaber ved de plane Speile grunde sig följende Instrumenter.

ANDET INSTRUMENT.

Fig 4. ABCD (Pl. 24, Fig. 4) er en fiirkantet Kasse af Træ, der gaaer noget spidsere til foroven, og hvis ene Side CDEF er aaben, for at Lyset kan trænge ind i Kassen. Fra den nederste Kant AE paa den forreste Væg hælder sig en Flade AEG over imod den bageste Væg. Denne Flade har en ophöiet Rand paa hver Side, og er desuden, som Figuren viser, forsynet med Lister, der ere paalimede i Zigzag, saaledes, at en Kugle, der lægges paa den överste Liste, kan löbe ned af denne, derfra paa den anden, fra Enden af denne ned paa den tredie, og saa fremdeles, til den naaer Bunden af Kassen i Punktet E. GH er et plant Speil, der med sin underste Kant stötter sig til den överste Rand af Fladen AEG, og med sin överste Kant ligger an imod den forreste Væg i BF. Dette
Fig. 5. Speil sees særskilt aftegnet i Fig. 5. Midt for Speilet er paa den forreste Væg indskaaret et fiirkantet Hul I.

Seer man nu igjennem dette Hul ind i Speilet GH, da vil man deri see Billedet af Fladen AEG. Lægger man dernæst en Kugle paa den överste Liste ved G, da vil dens Billede i Speilet vise sig i det underste Hjörne tilhöire. Idet nu Kuglen löber ned af Fladen AEG, vil dens Billede vise sig paa Steder, der ere længere og længere borte fra den underste Kant af Speilet, og saaledes vil det for den, der seer ind i Speilet, see ud, som om Kuglen tvertimod Tyngdens Love löb op af den brudte Skraaplan paa Fladen AEG.

TREDIE INSTRUMENT.

Plade XXIV.

Vinkelspeilet.

ABC (Pl. 24, Fig. 6) er en Skive af Mahognitræ, der ved **B** er retvinklet, og hvis ene Side **AC** har Krumning af en Cirkelbue, og langs med denne er inddeelt i 90 Grader, som Figuren viser; den er desuden paa de to rette Sider **AB** og **BC** forsynet med en opstaaende Kant. **ADEB** og **EBFC** ere to plane Glasspeile, der i Linien **EB** ere forbundne med hinanden ved Hængsler. Stilles altsaa Speilet **ADEB** lodret paa Pladen **ABC**, og langs med Kanten **AB**, da kan man ved Hjælp af Hængslerne ved **EB** stille det andet Speil **EBFC** under en hvilketsomhelst Vinkel med det förste, hvilken Vinkel ligefrem angives ved de afskaarne Grader paa Pladen **ABC**. Fig. 6.

Seer man nu ind i den af Speilene dannede Vinkel, da vil man bemærke, at den mellemliggende Deel af Pladen **ABC** viser sig som fuldstændig Cirkelflade, hvis Centrum er i **B**, og som er inddeelt i saamange Sectorer, som Antallet af de ved Speilet **BEFC** afskaarne Grader er indeholdt i 360 Grader, eller hele Cirkelens Peripherie. Var **BEFC** f. Ex. stillet saaledes, at det afskar 60 Grader, da vil man see en i $\frac{360}{60} = 6$ ligestore Sectorer inddeelt Cirkelflade. Var, saaledes som Figuren fremstiller, det afskaarne Stykke 90 Grader, saa vilde Cirkelen vise sig deelt i 4 Qvadranter: **ABL**, **LBM**, **MBC** og **ABC**. Dette Phænomen följer ligefrem af de forhen anförte Love, idet hvert Punkt af Pladen **ABC** vil vise sig lige saa langt bagved Speilet, som det befinder sig foran; og da her den sig speilende Gjenstand danner en ret Vinkel med Speilet, saa vil den danne to rette Vinkler med sit Billede i Speilet; altsaa vil Billedet vise sig som en Forlængelse af Gjenstanden. Sætter man fremdeles en eller anden Ting, som f. Ex. et lidet Træhuus paa Pladen **ABC**, imellem Speilene, da vil dette ogsaa afbilde sig aldeles symmetrisk i hver af de tidligere omtalte Cirkelsectorer, under den Forudsætning, at det afskaarne Antal Grader var et heelt Antal Gange indeholdt i 360 Grader, eller var en aliqvot Deel af Cirkelens Omkreds. I modsat Tilfælde vil derimod Figuren tabe mere eller mindre i sin Symmetrie, eftersom der bliver et större eller mindre Stykke over et heelt Antal Sectorer.

En ligesaa simpel som overraskende Anvendelse af Vinkelspeilet er det följende af Brewster i Aaret 1814 opfundne Instrument.

FJERDE INSTRUMENT.

Kaleidoskopet.

ABCD (Pl. 23 Fig. 1) er et Stativ af Messing, der ved Hjælp af Skruerne **EFG** kan stilles lodret. Paa Armene **C** og **D** af dette Stativ ligger et Rör **III**, der i den ene Ende ved **I** er lukket med et Endestykke, der har et lidet rundt Hul i Midten, og som i den anden Ende har en Ring **HL**, der kan dreie sig paa Röret. For at tilveiebringe denne Omdreining, er Ringen forsynet med en opstaaende Rand, hvori er indskaaren Tænder; i disse Tænder griber et Drev **K**, hvis Axe ender sig i en firkantet Tap, der kan dreies rundt ved Hjælp af en paaskudt Nögle. Denne Ring er forsynet med to Bunde af plant Glas, af hvilke det, der er nærmest ved Enden **H**, er matslebet, saa at det kun lader Lys, men ikke Billedet af nogen udvendig Gjenstand komme ind i Röret. Ringen med sine Glasbunde danner altsaa en gjennemsigtig Kapsel, hvori man lægger forskjellige smaae, farvede, gjennemsigtige Ting, som Glasperler og Strimler, o. s. v. I den övrige Deel **IL** af Röret ere indskudte to lange smalle Stykker Glas, der ere sværtede paa den ene Side, nemlig den der vender udad, og hvis

Plade XXIII. Fig. 1.

Plade XXIII. indvendige Flader tjene som Speile; de ere stillede saaledes imod hinanden, at deres ene Kant stöder sammen, og de andre to Kanter ere holdte ud fra hinanden ved mellemskudte Proppe. Fig. 2, der Fig. 2. forestiller et Gjennemsnit af Röret, viser dette, idet a og b ere Speilene og c en af Proppene, der holde disse i deres Stilling. Vinkelen m, som Speilene danne med hinanden, er tillige afpasset saaledes, at den enten udgjör $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{8}$, eller overhovedet en hvilkensomhelst anden lige Deel af 360°. Ved det Instrument, som Figuren forestiller, er Vinkelen $\frac{1}{8}$ eller 45°, af Grunde, som siden skulle blive anförte.

Stiller man nu Instrumentet saaledes, at der falder Lys ind af Enden H, da ville de gjennemsigtige Gjenstande, der befinde sig i Kapselen HL, blive belyste, og sende Lysstraaler til Vinkelspeilet ab i Röret LI. Rummet imellem Speilene, og de Gjenstande, der befinde sig ligefor dette Rum, ville altsaa vise sig saaledes gjentagne, som ved Vinkelspeilet er forklaret, og de i Kapselen uordentligt imellem hinanden liggende Smaating ville vise sig aldeles symmetrisk fordeelte paa en Cirkelflade. Fig 8, 9 og 10. Fig. 8, 9 og 10 forestiller dette tydeligere, idet AB og AC ere Speilene, ED og DF Gjenstandene, der speile sig. For ikke at gjöre Figurerne mere indviklede end nödvendigt, er der kun forestillet 2 af disse. Fig. 8 viser, hvorledes Gjenstandene danne en Krands rundt om Cirkelen, naar Instrumentet er dreiet saaledes, at Vinklens Aabning vender nedad, og altsaa Gjenstandene samle sig der; af Fig. 9 sees, at der dannes en Stjerne omkring Centrum, naar Toppen af Vinklen vender nedad; Fig. 10 viser, hvorledes Figuren bliver mere regelmæssig, naar Vinkelen udgjör $\frac{1}{8}$ af Cirkelens Pheripherie, end naar den, som ved Fig. 8, udgjör $\frac{1}{6}$. Da iövrigt Gjentagelserne voxe i samme Forhold som Speilenes Heldningsvinkel bliver mindre, saa giver man Speilene sjelden en större Heldningsvinkel end 60° eller 45°; dog gjör man paa den anden Side heller ikke Vinkelen altfor liden, da derved Antallet af de sig speilende Gjenstande bliver altformeget formindsket.

FEMTE INSTRUMENT.

Det uendelige Gallerie.

Plade XXV. ABCD (Pl. 25, Fig. 1, a) er en stor fiirkantet Kasse, hvoraf den ene Sidevæg i Figuren forestilles borttaget. Begge Enderne AB og CD ere indvendig beklædte med Speilglas, af hvilke Fig. 1. a og b. det ved CD maa have et Indsnit foroven ved E, paa hvilket Sted Kassen selv ogsaa er gjennemskaaren. De to lange Sider AD og BC ere forsynede med Tegninger, der enten forestille Stykker af et Gallerie, en Række Træer, eller deslige; Bunden er ligeledes beklædt med Papir, der er tegnet som Gulv med Fliser (saaledes som Fig. 1, b viser), eller som grön Jord, hvis Tegningerne paa Siderne skulle forestille en Allee, og saa fremdeles. Kassen er foroven bedækket med et gjennemsigtigt Laag, der dog kun maa tilstede det nödvendige Lys, men ikke Billedet af udvendige Gjenstande Adgang til Kassen; den maa derfor bestaae af Glas, enten overtrukket med Flor, eller bedre med Oliepapir. Anbringer man nu Öiet i E, da vil man see de paa Sidevæggene og Bunden afbildede Gjenstande gjentage sig i det uendelige, idet nemlig disse kastes tilbage fra det ene Speil til det andet, fra dette atter til det förste og saaledes fremdeles, saalænge indtil Billederne ved et stort Antal Tilbagekastninger tabe saa meget i Lysstyrke, at de ikke længere kunne gjöre et tilstrækkeligt Indtryk paa Öiet. Forestillede altsaa Tegningerne paa Sidevæggene Stykker af et Gallerie eller en Allee, o. s. v., saa ville disse vise sig som fortsatte i det Uendelige. Da Billederne for hver ny Tilbagekastning tabe i Lysstyrke, og altsaa hvert nyt Billede bliver svagere, saa vil dette ogsaa bidrage betydeligt til at forhöie Virkningen af Indtrykket, idet Afstanden bestandigen derved synes at voxe.

SJETTE INSTRUMENT.

Plade XXV.

Det magiske Perspectiv,

eller *Hevels Polemoscop* bestaaer af to Rör **AB** og **CD** (Pl. 25, Fig. 2, a), der ere fastgjorte i et böiet, fiirkantet Træstykke **GEFH**. Dette er huult, og indvendigen forsynet med fire Planspeile, saaledes som Gjennemsnittet Fig. 2, b viser; de to af disse Speile, **ab** og **gh** befinde sig ligefor Aabningerne **A** og **D**, og ere stillede under en Vinkel af 45 Grader mod den indfaldende Straale; de andre to **cd** og **ef** befinde sig i Hjörnerne **E** og **F**, og disse ere respective parallelle med de foregaaende. En Lysstraale, der kommer ind ved **A** vil altsaa lide de Tilbagekastninger, som Figuren viser, og komme til Öiet i **D** efter Retningen: **iD**, og altsaa paa dette gjöre et Indtryk, som om den kom ubrudt fra **A**. Fig. 2, a. Fig. 2, b.

Holdes en Gjenstand foran **A**, da vil et Öie, der seer ind ad Aabningen **D**, blive den vaer; men skyder man nu en Skive af Metal, Træ, eller en anden uigjennemsigtig Materie imellem **B** og **C**, da vil dette aldeles ikke forhindre Iagttageren i at see den foran **A** værende Gjenstand, saa at en Uvidende vil troe at kunne med denne Kikkert see igjennem Metal eller Træ.

Paa de forhen beviste Love for Lysets Tilbagekastning fra plane Speile, grunder sig det Phænomen, at en paa en vis Maade fortrukken Figur kan vise sig som regelmæssig, ved at sees ved Hjælp af Tilbagekastning fra Planspeile, der have forskjellige Stillinger mod hinanden. Disse Phænomener, saavelsom andre lignende, der fremkomme ved forskjelligen krummede Speile, före Navn af de *katoptriske Anamorphoser.*

SYVENDE INSTRUMENT.

AB (Pl. 25, Fig. 3) er et tresidet Prisma af Speilmetal, der er forsynet med en Fod ved **A**, hvorpaa det kan staae, og en Indfatning foroven ved **B**, med en Knap, hvorved det kan löftes iveiret. Sættes dette Prisma saaledes paa en Tegning, der bestaaer af to Dele **C** og **D**, der have en Heldning mod hinanden, som Figuren viser, og anbringes Öiet lige for den skarpe Kant **E** af Prismet, saa ville Grundlinierne af Tegningens to Halvparter vise sig som horizontale, og de Straaler, der fra den yderste Deel af Tegningen sendes til Speilet, ville ikke kunne træffe Öiet, hvorved Tegningen faaer et ganske andet Udseende, saaledes som Figuren viser. Fig. 3.

OTTENDE INSTRUMENT.

ABCD (Pl. 25, Fig. 4) er en fiirsidet Pyramide af hvidt Speilmetal, der er fuldkommen blank poleret. Sættes dette paa den Maade, som Figuren viser, imellem de fire afsondrede grönne Pletter **E**, **F**, **G** og **H**, der ere tegnede paa et tykt Stykke Papir **MN**, og anbringes Öiet lodret over Pyramidens Top **D**, da ville de fire enkelte Pletter samle sig saaledes, at de fjerneste Dele af Tegningen afbildes nærmest ved Axen af Pyramiden, og saaledes forestille et Klöverblad **I**. Fig. 4.

Af disse fortrukne Figurer kan naturligviis haves en uendelig Mangfoldighed til at forestille de forskjelligste Gjenstande.

Ved Forsögene med det Pl. 24, Fig. 2 beskrevne Instrument er viist, at naar Straaler faldt paa et Speil, der var concavt i een Retning, da ville Straalerne i denne Retning blive mere convergerende end de vare för Tilbagekastningen. Heraf udledes let, at naar Speilet var ligemeget concavt i alle Retninger, da ville Straalerne ogsaa blive ligestærkt convergerende i alle Retninger, og följelig

Plade XXV. samle sig i et Punkt foran Speilet, der vil ligge i forskjellig Afstand fra dette, eftersom Straalerne förend Tilbagekastningen vare convergerende, parallelle eller divergerende. I det Tilfælde, hvor de indfaldende Straaler vare parallelle, kaldes det Punkt, hvor de efter Tilbagekastningen forene sig, Focus eller Brændpunkt. Omvendt ville altsaa Straaler, der fra dette Punkt gik divergerende ud til de forskjellige Punkter af Speilet, kastes saaledes tilbage, at de efter Tilbagekastningen blive indbyrdes parallelle. Vare Straalerne förend Tilbagekastningen convergerende, da ville de efter samme blive mere convergerende, altsaa samle sig i et Punkt, der ligger nærmere ved Speilet, end Brændpunktet, og omvendt: befandt sig i dette Punkt en lysende Gjenstand, da ville Straalerne derfra efter Tilbagekastningen blive divergerende, altsaa Forlængelsen deraf sammenlöbende til et Punkt bagved Speilet, hvor Billedet af Gjenstanden vil vise sig opret. Ere endelig de Straaler, der falde paa Speilet, divergerende, da ville Straalerne enten samle sig i et Punkt, der er længere bortfjernet fra Speilet end dets Focus, og hvor der da vil danne sig et omvendt Billede af Gjenstanden, eller slet ikke löbe sammen, idet de efter Tilbagekastningen enten kunne blive parallelle eller divergerende.

Ligeledes findes let, ved at udstrække de forhen anförte Forsög med et Speil, der var convext i een Retning, og plant i den anden, til Speile, der ere ligemeget convexe i alle Retninger, följgende Lov for de convexe Speile: at naar en lysende Gjenstand sender enten parallelle eller divergerende Straaler til de forskjellige Punkter af Speilet, da ville disse efter Tilbagekastningen blive divergerende eller mere divergerende. Deres Forlængelser ville altsaa samle sig i et Punkt, der ligger nærmere bagved Speilet, end Gjenstanden befinder sig foran, og der danne et i alle Retninger formindsket
Fig. 5. opret Billede af Gjenstanden. Et saadant convext Speil findes afbildet i A, Pl. 25, Fig. 5, med et hostegnet Gjennemsnit B, der viser Speilets Krumning.

Med Hensyn til Speile, der ere krummede i een Retning og plane i den anden, hvoraf A,
Fif. 6. Pl. 25, Fig. 6 forestiller et, der er plant i horizontal og concavt i vertikal Retning, og B et Gjennemsnit af samme, da följer ligefrem af de forhen anförte Forsög, at et saadant Speil vil i horizontal Retning vise en Gjenstand, der befinder sig foran samme, i uforandret Störrelse, derimod i vertical Retning enten opret og forstörret, naar Gjenstanden er imellem Brændlinien og Speilet, eller omvendt, og enten större eller mindre end Gjenstanden, eftersom denne befinder sig kortere eller længere udenfor Brændlinien af Speilet.

Var Speilet convext i vertikal Retning, da vil en Gjenstand vise sig opret og formindsket i denne Retning, medens den horizontale Udstrækning deraf bliver uforandret.

Alle disse Love for forskjelligen krummede Speile lade sig med Lethed bevise, ved at anbringe et brændende Lys i forskjellige Afstande foran Speilet, og opfange Billedet af Flammen, i de Tilfælde, hvor det danner sig foran Speilet, paa en Skjærm af hvidt Papir.

Til end ydermere at eftervise adskillige af de her anförte Love, tjene desuden följgende Instrumenter.

NIENDE INSTRUMENT.

Fig. 7. ABCD (Pl. 25, Fig. 7) forestiller en stor fiirkantet Kasse, der indvendig er malet sort, for at hindre Indblandning af fremmed Lys. Paa den bageste Væg i denne Kasse er der ophængt et Huulspeil, hvis Krumningsradius er halvanden Gang saa lang, som Afstanden mellem Kassens forreste og bageste Væg. I den forreste Væg CD er udskaaret et saa stort Hul GH, at et Öie i P derigjennem kan see selve Speilet. Anbringes nu inden i Kassen, umiddelbart under Aabningen GH, en

Gjenstand, som f. Ex. en Blomst, i omvendt Stilling, og denne ved en i Kassen anbragt Lampe belyses saa stærkt som muligt, dog saaledes, at Lampen ikke kan kaste noget Lys paa selve Speilet, saa ville de fra Gjenstanden udgaaende, og i Speilet tilbagekastede Straaler samle sig etsteds udenfor Kassen, og danne et i Luften svævende, opretstaaende Billede ON af den i Kassen ophængte Gjenstand. Stiller man nu lodret under det Sted, hvor Billedet danner sig, et Stativ LM, med en ledig Urtepotte N, saa bliver Phænomenet saa meget desmere overraskende, da Iagttageren vil troe at see en virkelig Blomst i Potten; men vil han bryde den, saa griber han naturligviis i Luften. Plade XXV.

TIENDE INSTRUMENT.

AB (Pl. 25, Fig. 8) er et cylindrisk Speil af hvidt Speilmetal, der forneden er forsynet med en Indfatning, der tjener som Fod for Speilet, og foroven med en lignende, forsynet med en Knap, for derved at löfte Speilet. MN er et Stykke tykt Papir, hvorpaa befinder sig en anamorphotisk Tegning, der ved at kastes tilbage fra Cylinderspeilet faaer en regelmæssig Form. Saaledes viser den paa Figuren forestillede, langtrukne Tegning BC sig ved Tilbagekastning som et Dödningehoved. Fig. 8.

ELLEVTE INSTRUMENT.

A (Pl 25, Fig. 9) er et kegleformigt, med runde, ophævede Rifler forsynet Speil, der ligesom det foregaaende er af hvidt Metal. Sættes dette midt paa Papirskiven BCDE, og anbringes Öiet lodret over Speilets Top, da ville de fire adskilte Dele af Tegningen, B, C, D og E samle sig til at danne en eneste Figur F, saaledes som det följer af de anförte Love for Lysets Tilbagekastning fra krumme Overflader. Fig. 9.

Saadanne anamorphotiske Tegninger kunne naturligviis, ligesom de til de plane Speile henhörende, varieres i det Uendelige.

§ 27.

Instrumenter, som tjene til at vise Lovene for Lysstraalernes Brydning.

Naar en Lysstraale paa sin Vei möder et gjennemsigtigt Legeme, da vil den fortsætte sin Vei derigjennem, men herved gjöre en Undtagelse fra den tidligere anförte Lov for Lysstraalernes retliniede Gang, idet den nemlig ved Indtrædelsen i det nye Legeme afviger mere eller mindre fra den hidtil fulgte rette Linie, undtagen naar Lysets Retning var lodret paa Begrændsningsfladen af det nye Legeme, i det Punkt, hvor den træffer samme, da den i dette Tilfælde vil fortsætte sin Vei uden at böie af fra den forhen fulgte retliniede Gang. Denne Sætning, saavelsom de övrige Love for Lysets Brydning ved Overgangen fra et Medium til et andet af en forskjellig Tæthed, godtgjöres ved följende Instrument.

FÖRSTE INSTRUMENT.

AB (Pl. 25, Fig. 10) er en Skive af Metal, der staaer lodret paa Foden C. Dens Rand er inddeelt i 360 Grader paa den Maade som Figuren viser, saa at Inddelingen begynder fra begge Endepunkter af den horizontale Diameter, og fortsættes til 90 Grader til begge Sider. HI og HL ere to om Midtpunktet H bevægelige Radier, hvoraf den förste HI er forsynet med to, lodret paa Fig. 10.

Plade XXV. dens Flade staaende Opstandere, der begge ere gjennemborede med et lidet Hul i Retningen af Diameteren, og i lige Afstand fra IH; den anden Radius HL er ligeledes forsynet med en paa samme Maade gjennemboret Opstander L. Den inddeelte Skive sættes i et Glaskar DE, hvilket fyldes til Höiden FG, der er den Linie, hvori Centrum H af Skiven befinder sig, med en eller anden Vædske, hvis Brydningsforhold man vil undersöge.

Önskede man f. Ex. at erfare, hvorledes Lysstraalerne brydes, ved at gaae over fra Luft til Vand, saa fylder man Glasset DE til den omtalte Höide H med Vand, efter at have stillet Radien HL paa et vilkaarligt Antal Grader, som f. Ex. 60. Derpaa dreier man Radien IH saalænge, indtil man igjennem Hullerne paa Standerne I og K, seer Aabningen paa L. Naar dette er opnaaet, vil man finde, at IH og HL ikke ligge i een ret Linie, hvilket vilde finde Sted, naar der intet Vand var i Glasset DE; men at Radien IH afskjærer omtrent 50 Grader. Lyset har altsaa, ved at gaae over fra Vandet til Luften, afveget omtrent 10 Grader fra den lige Vei, og Forholdet imellem Vinkelen AHI (Indfaldsvinkelen) og MHL (Brydningsvinkelen) er altsaa ved Overgangen fra Vand til Luft omtrent som 4 til 3, naar Straalen danner en Vinkel af 60 Grader med Begrændsningsfladen.

Havde man derimod fra Begyndelsen af stillet Radien HL under en anden Vinkel, da vilde man have fundet, at Forholdet imellem Vinklerne AHI og MHL ikke længere var det samme; men ved at sammenligne med hinanden et större Antal af lignende Forsög under forskjellige Indfaldsvinkler, finder man, at Forholdet imellem Sinusserne af disse Vinkler bestandig er det samme. Dette Forhold, nemlig Sinus af Indfaldsvinklen divideret med Sinus af Brydningsvinklen, kaldes Brydningsexponenten, og bliver altsaa, saalænge de brydende Medier ikke forandres, for enhver Indfaldsvinkel en uforanderlig Störrelse.

Havde man stillet Armen HL lodret, altsaa i Retningen HM, saa maatte man dreie Armen IH til Stillingen AH for at kunne see Aabningen i L, hvorved altsaa bevises, at naar Lysstraalen falder lodret paa de to Materiers Adskillelsesflade, saa lider den aldeles ingen Brydning.

Ved at anstille Forsögene paa aldeles lignende Maade med forskjellige Vædsker, beviser man, at Lysstraalerne ved at gaae over fra et tyndere til et tættere Medium i Almindelighed brydes til Indfaldsperpendiculairen, og altsaa omvendt, ved at gaae over fra et tættere til et tyndere, fra Indfaldsperpendiculairen; i förste Tilfælde bliver altsaa Brydnindsexponenten större, i sidste Tilfælde mindre end een.

Af denne Hovedlov for Brydningen följe umiddelbart alle de specielle, der kunne forekomme ved Glas eller andre gjennemsigtige Legemer af forskjellig Form, saasom ved polyedriske, convexe og concave Glas, o. s. fr.

Et Exempel paa en ret overraskende Anvendelse af den förste Form af Glas giver följende Instrument.

ANDET INSTRUMENT.

Det dioptriske Paradox.

Plade XXVI. Fig. 1. ABCD (Pl. 26, Fig. 1) er en fiirkantet Mahognikasse, hvori kan indlægges forskjellige Tegninger. Paa den ene Side af denne Kasse er befæstet et Stativ EFG, der ved G bærer et Rör GH, hvilket befinder sig ligeover Midten af ABCD, og er forsynet med et Glas, slebet i Form af en Pyramide, saaledes som I viser. Heldningen, som denne Pyramides Sideflader have mod dens Grundflade, maa være saaledes afpasset, at Straalerne fra den Krands, der er afbildet rundt omkring

Tegningen, netop kunne brydes saa stærkt, at de træffe sammen i Öiet ved H. Ifölge Glassets Form ville derimod de Straaler, der komme fra Midten af Tegningen, ikke kunne brydes saaledes, at de komme til Öiet. Plade XXVI.

Tegnes nu paa de Steder i Omkredsen af en indlagt Papirsplade, der befinde sig lige for de forskjellige Sideflader af Glaspyramiden I, en passende Deel af den Gjenstand, man vil have forestillet, og seer man derpaa gjennem Röret HG, da ville disse forskjellige Dele stöde sammen, og danne en sammenhængende Figur, der vil vise sig som lodret under Röret HG, altsaa paa Midten af Pladen. Vilde man gjöre dette Phænomen endnu mere skuffende, da kan man udfylde Kanten af Pladen, paa de Steder, der ikke befinde sig ligefor en af Sidefladerne, med saadanne Figurer, der kunne give det Hele Udseende af en uvæsentlig Forziring, og desuden paa Midten af Pladen tegne en hvilkensomhelst anden Figur, da hverken denne eller de udfyldende Figurer i Kanten, kunne komme til at sende Straaler til Oiet, og derved blive synlige, altsaa heller ikke i mindste Maade forstyrre den tidligere fremkomne Figur. Var der f. Ex. midt paa Pladen afbildet et gjennemskudt Hjerte, da vil det, naar Tegningen i Kanten er afpasset derefter, ved at see igjennem HG, kunne synes forvandlet til Klöverknegt o. s. v.

ANDET INSTRUMENT.

A (Pl. 26, Fig. 2 og 3) ere to Glas, det ene, der forestilles ved Fig. 2, convext paa begge Sider, det andet, i Fig. 3 afbildede, concavt paa begge Sider, saaledes som Gjennemsnittene C vise. Disse Glas ere befæstede i Stativer B, hvori de kunne skydes op og ned; tillige ere de saaledes fastgjorte paa en Böile af Stativet, at de kunne dreie sig om en horizontal Axe DE. Disse Glas tjene til at bevise Lovene for Lysstraalernes Brydning igjennem convexe og concave Glas, paa samme Maade, som de forhen omtalte Speile Pl. 25, Fig. 5 og 6 tjente til at vise Lovene for Lysets Tilbagekastning. Anbringer man nemlig et af disse Glas foran Aabningen paa Heliostaten, da overbeviser man sig, ved at stille en hvid Skjærm i forskjellige Afstande bagved Glasset, let om, at ved det convexe Glas A, Fig. 2, de indfaldende parallelle Straaler samle sig i eet Punkt i en vis Afstand fra Glasset, som kaldes dets Focus eller Brændpunkt; at derimod ved det concave Glas de belyste Kredse blive större og större, jo længere Skjærmen bortfjernes fra Glasset; at altsaa Straalerne, ved at gaae igjennem dette Glas, blive divergerende. Fig. 2 og 3.

Fremdeles bevises, ved at anbringe et brændende Lys i forskjellige Afstande foran og en Skjærm bagved Glassene, at de saaledes indfaldende divergerende Straaler

1, ved det convexe Glas brydes saaledes, at de enten atter samle sig i eet Punkt i kortere eller længere Afstand bagved Glasset, blive parallelle, eller divergerende, eftersom Lyset befandt sig længere eller kortere udenfor Focus, i dette Punkt, eller imellem dette og Speilet. I förste Tilfælde vil der i de forskjellige Punkter, hvor Straalerne atter samle sig, dannes et omvendt Billede af Gjenstanden.

Overhovedet ville altsaa divergerende indfaldende Straaler efter Brydningen i et covext Glas blive mindre divergerende.

2, at ved det concave Glas de indfaldende, divergerende Straaler for enhver Afstand af det lysgivende Legeme blive endnu mere divergerende, altsaa ikke danne noget Billede bagved Glasset.

At det ved det convexe Glas, Fig. 2, virkeligen er de igjennem Glasset gaaende Straaler, der danne Billedet bagved samme, og hvorledes hver af de gjennem de forskjellige Punkter af Glasset kommende Lysstraaler bidrage til at danne Billedet bagved, vises, naar man, efterat Lyset og Skjær-

Plade XXVI. men ere bragte i saadanne Afstande fra Glasset, at det forhen omtalte omvendte Billede har dannet sig, hænger over Glasset A en af de i Fig. 4, 5, 6 og 7 afbildede Blændninger, der bestaae af Blik-

Fig. 4, 5, 6 og 7. skiver, som deels ere uigjennemborede eller gjennemborede med eet eller flere Huller, deels lige saa stor eller mindre end Glasset A, og som alle ere forsynede med en Krog, hvorved de kunne ophænges over Indfatningen af Glasset.

Hænges nemlig den i Fig. 4 afbildede uigjennemborede Plade, der har samme Störrelse som Glasset, over dette, da vil man see Billedet paa Skjærmen forsvinde, hvorved den förste Sætning bevises, at det just var de gjennem Glasset gaaende Straaler, der danne Billedet. Hænges derimod over Glasset en af de andre Plader, af hvilke den i Fig. 5 forestillede kun lader Lys komme igjennem paa ni forskjellige Steder, den i Fig. 6 afbildede kun lader Lys komme igjennem Midten, og den i Fig. 7 forestillede kun lader en ringformig Deel af Glasset blive ubedækket, saa vil man see, at Billedet derved ingen Forandring lider i Henseende til Störrelse og Sted (naar Glasset kun udgjör en liden Deel af den Kugle, hvorefter det er slebet), idet nemlig kun Lysstyrken bliver mindre, fordi der kommer Lys fra færre Punkter. Flytter man fremdeles, naar Pladen Fig. 5 hænger over Glasset A, Skjærmen nærmere til eller længere fra, saa vil man see Billedet dele sig i ligesaa mange særskilte belyste Steder, som der er Huller paa Pladen, hvorved altsaa godtgjöres, at de igjennem ethvert Punkt af Glasset gaaende Straaler danne hver for sig, uafhængige af de övrige, et Billede paa det samme Sted bagved Glasset.

Til at vise, hvorledes convergerende Straalers indbyrdes Retning forandres ved at brydes igjennem convexe og concave Glas, anvendes följende Instrument.

TREDIE INSTRUMENT.

Fig. 8. AB (Pl. 26, Fig 8) er et Stativ, der ved B har en Hængsel, hvorved det bærer et langagtigt Træstykke CD, der efter Længden er gjennemskaaret med en Rende. I denne kunne Glassene G og H paa deres Stativer E og F bevæges frem og tilbage ved Hjælp af Skruerne C og D, der gaae igjennem Endestykkerne af Renden, og hvis Ender ere fastgjorte i Stativerne E og F. Ved denne Indretning kan man altsaa, formedelst Skruerne C og D, efter Behag nærme eller fjerne Glassene G og H til eller fra hinanden. Af disse er G et convext Glas, og H enten convext eller concavt, idet dette nemlig er saaledes befæstet i Stativet F, at det kan tages ud, og et andet sættes i Stedet. Stativet F bærer desuden en lang Arm IK, der er forsynet med 2 Led, for at kunne gives forskjellige Stillinger, og som ved K ender sig i en lille Ramme. Har man indsat i Stativet F et convext Glas, da kan man give Instrumentet en saadan Stilling, at et Straalebundt fra Heliostaten falder lodret paa Glasset G. Disse Straaler ville ifölge det Foregaaende blive convergerende til Glassets Brændpunkt, hvor de ville forene sig, og derfra atter gaae divergerende ud. Anbringer man altsaa Glasset H imellem G og dettes Brændpunkt, da vil det træffes af convergerende Straaler, hvis Brydning gjennem H man undersöger ganske paa samme Maade som för, idet man anbringer en hvid Skjærm bagved Instrumentet, hvorpaa man opfanger de brudte Straaler. Borttager man nemlig et Öieblik Glasset H, og stiller Skjærmen i det Punkt, hvor de igjennem G brudte Straaler samle sig, saa har man herved Maalet for deres Convergens; indsættes derpaa atter Glasset H, saa vil man finde, at Skjærmen ikke længere staaer i Straalernes Foreningspunkt, men at man maa flytte den nærmere til Instrumentet for at Straalerne atter kunne komme til at danne det mindst mulige Billede paa Skjærmen, hvilket altsaa viser, at convergerende Straaler blive ved Brydning igjennem et convext Glas endnu mere convergerende.

Man kunde ogsaa istedetfor Skjærmen anvende et Stykke Fyrsvamp, der anbringes i Rammen R paa Armen IK. Ved at indsætte et concavt Glas i Stativet F, istedetfor det convexe H, og iövrigt indrette Forsöget omtrent paa samme Maade, da vil man overbevise sig om, at convergerende Straaler blive ved Brydning igjennem et concavt Glas endnu mindre convergerende. Plade XXVI.

Dette Instrument kan ogsaa tjene til at oplyse Theorien af de forskjellige Sammenstillingsmaader af Lindser i de forskjellige Microscoper og Kikkerter, ved at anbringe i Stativerne Glas med forskjellige Brændvidder, og give dem forskjellige Afstande fra hinanden. Man kan da enten benytte et Straalebundt fra Heliostaten, idet man i Almindelighed let ved Hjælp af de i Luften svævende Stövgran vil kunne kemærke Straalens Vei; eller et brændende Lys, naar man vil bestemme paa hvilke Steder der danne sig omvendte eller opretstaaende Billeder.

§ 28.

Instrumenter, som tjene til at vise Lysstraalernes Farver.

Sollyset bestaaer ikke, som man ved förste Öiekast skulde antage, af hvidt Lys, men af utallige Straaler, der have forskjellig Brydbarhed, og forskjellig Farve. Dette vises ved tölgende Instrument.

FÖRSTE INSTRUMENT.

AB (Pl. 26, Fig. 9) er et Stativ, der ved B har en Tap, hvorpaa Böilen CBD kan dreie sig. Denne Böile bærer et ligesidet Glasprisma, der paa Enderne er forsynet med Indfatninger og derfra lodret udstaaende Tappe i Forlængelsen af Prismets Axe. Disse Tappe gaae igjennem Huller paa Enderne af Böilen CBD, hvorved Prismet altsaa kan dreies saavel om en horizontal Axe CD, som om en vertical BA. For ved Hjælp af det saaledes beskrevne Prisma at vise de vigtigste Egenskaber ved de farvede Straaler, anstilles följende Forsög. Fig. 9.

FÖRSTE FORSÖG.

Stilles dette Instrument saaledes, at det træffes af en igjennem Heliostaten indfaldende Straale, og dreies saalænge om sin Axe, indtil de udgaaende Straaler danne samme Vinkel med den tilsvarende Side af Prismet, som de indfaldende, da ville Straalerne, efter de almindelige Love for Lysets Brydning, blive brudte saavel idet de træde ind i Glasset, som idet de atter gaae derfra ud i Luften.

Vare nu de fra Solen kommende Lysstraaler alle lige brydbare, da vilde de vedligeholde deres parallelle Stilling, og paa en bagved opstillet Skjærm af hvidt Papir, EF, danne et rundt, hvidt Solbillede. Dette vil imidlertid ikke finde Sted, men der vil danne sig et aflangt Billede GH med parallelle Sidelinier og afrundede Ender; dette Billede er fremdeles heller ikke hvidt, men bestaaer af flere Farver, der gaae umærkeligen over i hinanden, og af hvilke man har skjelnet mellem syv Hovedfarver, der efter den Orden, hvori de sees fra nedenaf opad, ere: rödt, orange, guult, grönt, blaat, indigo, og violet. Havde der kun været disse 7 forskjellig farvede og forskjellig brydbare Straaler i Sollyset, saa maatte man have faaet 7 adskilte runde Solbilleder, hvert med sin Farve; da dette nu ikke finder Sted, men meget mere Sidevæggene blive parallelle, saa viser dette, at der maa være et uendeligt Antal af forskjellig farvede Solbilleder, der tildeels dække hinanden, og saaledes frembringe det prismatiske Farvebillede.

Plade XXVI. For at give dette Farvebillede den störst mulige Tydelighed, gaaer man saaledes tilværks.

ANDET FORSÖG.

Man anbringer paa Aabningen af Heliostaten det paa Plade 22, Fig. 4 afbildede Laag, saaledes, at Sprækken staaer verticalt. Det igjennem denne indtrængende Lys lader man falde paa et verticalt staaende Prisma, som man til den Ende stiller paa den ene Ende paa Tallerkenen i, Pl. 22, Fig. 1, og dreier det saalænge, indtil det har den för omtalte Stilling, hvorved de indfaldende Straaler danne samme Vinkel med den tilsvarende Side af Prismet, som de udgaaende. Endelig opstiller man paa et Stativ en achromatisk Kikkert saaledes bagved Prismet, at de brudte Straaler falde paa dennes Objectiv, og man vil da see Farvebilledet, ikke alene med samme Farver, i samme Orden som för, kun nu i Udstrækningen fra venstre til höire, istedetfor för fra neden af opad; men tillige fuldt af et uendelig stort Antal af parallelle, mörke Striber, hvoraf de mærkeligste ere afbildede Pl. 28, Fig. 1. Frauenhofer, der först opdagede disse, har betegnet dem med Bogstaver, der siden i Almindelighed anvendes for at benævne disse Striber, og hvoraf de vigtigste findes anförte paa Figuren. Fig. 2 forestiller det samme Farvebillede, hvor de omtalte Striber ere udeladte, men som er schatteret efter den forskjellige Lysstyrke paa de forskjellige Steder i det prismatiske Farvebillede, idet denne nemlig forholder sig som de til hvert Sted svarende Ordinater i den i Fig. 3 afbildede krumme Linie. Man seer altsaa heraf, at noget af den orange og hele den gule Deel af Farvebilledet, nemlig Afstanden imellem Striberne D og E, har den störste Lysstyrke.

Plade XXVIII. Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

At disse Striber virkeligen ere eiendommelige for Sollyset, og ikke hidröre fra det Legemes Natur, hvorigjennem Brydningen skeer, bevises let ved at lade Lyset gaae igjennem Prismer af forskjellig Materie, og med forskjellige Vinkler, idet nemlig Stribernes Antal og indbyrdes Stilling derved bliver uforandret.

Til desto större Beqvemmelighed kan Prismet være indfattet i sin behörige Stilling i en Messingring, der ligefrem kan paaskydes paa Enden af den til Forsöget anvendte achromatiske Kikkert, saaledes som det er afbildet Pl. 28, Fig. 4, hvor A er Prismet, BC Messingringen, hvortil Prismet er befæstet ved to Skruer DE, en ved hver Ende af samme, og som ved D ere forbundne med et smalt Tværstykke, der er forsynet med en Fure, hvori Prismets Rand hviler.

Fig. 4.

TREDIE FORSÖG.

Plade XXVI. Fig. 10. Bringes Stativet AB (Pl. 26, Fig. 10) med det horizontale Prisma CD i samme Stilling som ved förste Forsög foran Aabningen paa Heliostaten, og stiller man derpaa et andet Stativ LM, der paa Böilen IMK bærer et, det förste aldeles lignende, men vertikalt staaende Prisma KI, bagved det forrige, da kan man, ved at löfte eller sænke Prismet i Stativet, samt ved at dreie det om sin Axe KI, bringe det i en saadan Stilling, at de Lysstraaler, som ved Gjennemgangen igjennem CD ere blevne eengang brudte, alle træffe det andet Prisme saaledes, at Indfaldsvinklen er lüg Udfaldsvinklen. Opfanger man nu disse to Gange brudte Straaler ligesom ved forrige Forsög paa en hvid Skjærm EF, da finder man, at der endnu danner sig et Farvebillede med de samme Afvexlinger af Farver, nemlig rödt nederst og violet överst, men at det istedetfor den verticale har antaget en skraa Stilling HG, hvilket altsaa tydeligen viser den nöie Sammenhæng, der finder Sted mellem Brydbarhed og Farve, idet nemlig de forskjelligen brydbare Straaler altid svare til bestemte Farver, saaledes at de röde ere de mindst og de violette de meest brydbare Straaler i Sollyset.

FJERDE FORSÖG.

Plade XXVII. Fig. 1.

Lader man endnu stedse, ligesom hidindtil, en Lysstraale fra Heliostaten gaae igjennem Prismet CD (Pl. 27, Fig. 1), og derved deles i de omtalte farvede Straaler, men stilles nu bagved Prismet et convext Glas G, der kan löftes og sænkes i Stativet EF, og tillige dreies om en horizontal Axe, saa kan man træffe Stedet og Stillingen af Lindsen G saaledes, at alle de igjennem Prismet brudte Straaler træffe samme. Herved ville disse Straaler, der ved Brydningen vare blevne divergerende, ifölge Lindsens Egenskab at samle Straalerne, bringes til at convergere til et Punkt bagved Lindsen, forudsat, at denne er stillet i en Afstand fra Prismet, der er större end dens Brændvidde. Anbringer man derpaa en Skjærm i forskjellige Afstande bagved Lindsen, da vil man see, at saalænge den befinder sig imellem Lindsen og Straalernes Foreningspunkt, viser der sig et större eller mindre, forskjelligen farvet Billede paa Skjærmen, indtil den er kommen i dette Punkt, hvor der vil vise sig et fuldkommen hvidt, rundt Solbillede, hvorved altsaa godtgjöres, at de forskjelligen farvede Straaler af det prismatiske Solbillede atter ved at forenes frembringe hvidt Lys.

Borttager man nu, ved Hjælp af en liden nigjennemsigtig Plade I, en eller anden Deel af de farvede Straaler, förend de træffe Lindsen, da vil man see, at Solbilledet, endskjöndt Skjærmen H endnu stedse befinder sig i Straalernes Foreningspunkt, ikke længere vil vise sig hvidt, men af forskjellig Farve, eftersom man havde borttaget den ene eller anden Deel af de farvede Straaler.

FEMTE FORSÖG.

Fig. 2.

Lader man endnu Prismet CD (Pl. 27, Fig. 2) blive i samme Stilling, hvori det var bragt ved de forrige Forsög, men anbringer en Skjærm DF, der er gjennemboret med 7 Huller, der befinde sig i een ret Linie, saalangt bagved Prismet, at Afstanden mellem de yderste af de brudte Straaler er lig Afstanden imellem de yderste Huller, saa vil man paa en anden Skjærm, opstillet bagved denne, bemærke syv adskilte runde Solbilleder, hvert af sin Farve. Stopper man successive eet eller flere af Hullerne, saa vil naturligviis de til disse svarende farvede Kredse forsvinde fra Skjærmen.

Lader man saaledes kun det underste Hul blive aabent, hvorved altsaa kun de röde Straaler fortsætte sig bagved Skjærmen, da kan man paa forskjellig Maade undersöge disses Egenskaber. Saaledes vises Uforanderligheden af deres Farve ved at anbringe et andet Prisma GH i samme Stilling som det förste CD, bag ved Skjærmen EF, og opfange de saaledes anden Gang brudte Straaler paa en uigjennemboret Skjærm IK, der kan löftes og sænkes i Stativet L. Det herved fremkomne belyste Sted vil endnu vise sig rödt, og kun forandret med Hensyn til Udstrækningen. Anbringer man fremdeles i Stativet L andre Skjærme af forskjelligen farvet Papir, saa vil man desuagtet endnu bestandig see det belyste Sted rödt, kun med mere eller mindre intensiv Farve, eftersom Farven af den anvendte Skjærm er mere eller mindre skikket til at tilbagekaste röde Straaler.

SJETTE FORSÖG.

Fig. 3.

Lader man Lyset fra Heliostaten falde paa et Prisma CD (Pl. 27, Fig. 3), hvis ene Vinkel er ret og de to andre hver 45 Grader, og som er stillet saaledes, at den Side, der staaer ligeoverfor den rette Vinkel, vender nedad; og har man tillige bragt Prismet i en saadan Höide, og givet Speilet af Heliostaten en saadan Stilling, at Straalen falder lodret ind paa den ene af Prismets ligestore Sider, da vil den gaae ubrudt frem til dens underste Side, hvor den vil brydes paa sædvanlig Maade, og danne paa en bagved anbragt Skjærm EF det bekjendte prismatiske Farvebillede.

Plade XXVII. Men dreier man nu Prismet CD langsomt i Retningen fra höire til venstre efter Figuren, da vil man komme til en vis Stilling af Prismet (naar nemlig Straalerne komme til at danne en Vinkel af omtrent 50 Grader med den underste Sideflade), hvorved den violette Deel af Farvebilledet paa Skjærmen EF forsvinder; dreier man endnu lidt videre, da forsvinde de blaae, derpaa de grönne, og saa fremdeles. Derimod vil man til samme Tid bemærke, at en Deel af Lysstraalerne nu trænge ud af den anden af de ligestore Sideflader af Prismet; og lader man denne Deel, for nærmere at undersöge dens Beskaffenhed, gaae igjennem et andet Prisma HI, og opfanger de brudte Straaler paa en Skjærm KL, da finder man, at det Billede, som danner sig herpaa, just bestaaer af de Farver, der vare forsvundne fra Billedet paa Skjærmen EF. Men denne anden Deel af Straalerne, der danner Billedet paa KL, er fremkommen ved total Tilbagekastning fra den underste Flade af Prismet CD, idet Straalerne træffe samme under en saadan Retning, at Sinus af Brydningvinklen bliver större end Radius, eller större end een, og följelig Straalen maa vende tilbage i det gamle Medium. Da nu de Straaler, der brydes stærkest, först ville opnaae denne Heldning, saa ville ogsaa disse först lide den totale Reflection, hvilket ogsaa fuldkomment stadfæstes ved Forsöget.

Da Öiet ifölge sin Natur ikke længere kan skjælne Omkredsen af en Gjenstand, naar denne bevæger sig med en Hastighed af omtrent 200 Grader i en Secund, og slet ikke mere bliver selve Gjenstanden vaer, naar dens Hastighed voxer til 265 Grader, saa ville Lysindtryk, der följge paa hinanden med en stor Hurtighed, ikke hver for sig kunne bemærkes af Öiet, men de ville frembringe et Totalindtryk, der bliver en Resultant af alle de enkelte. Herpaa grunder sig följgende Instrument.

ANDET INSTRUMENT.

Fig. 4. AB (Pl. 27, Fig. 4) er en Skive af stivt Papir, igjennem hvis Midte C gaaer en Stilk, lodret paa Skiven. Denne Skive er inddeelt i Sectorer, der have följgende Forhold til hele Cirkelfladen: r = $\frac{1}{9}$, o = $\frac{1}{16}$, g = $\frac{1}{10}$, gr = $\frac{1}{9}$, b = $\frac{1}{10}$, i = $\frac{1}{16}$ og v = $\frac{1}{9}$, og som ere bemalede med de syv Hovedfarver i det prismatiske Farvebillede i den Orden, hvori de her ere anförte, nemlig r med rödt, o med orange, g med guult, o. s. v., hvilket ogsaa Bogstaverne antyde.

Dreies nu denne Skive, der altsaa aldeles har Form som en saakaldet Spindekone, hurtigt omkring paa sin Spids, da vil man ikke skjelne nogen af de 7 enkelte Farver, men disse ville endnu, ligesom da de farvede Straaler fra Prismet bleve samlede med en convex Lindse, frembringe Totalindtrykket af hvidt Lys.

TREDIE INSTRUMENT.

AB er en Skive ligesom den foregaaende, der ligeledes er forsynet med en lodret gjennemgaaende Stift. Denne er derimod paa den ene Halvpart A malet blaae, paa den anden B, guul, den vil da, naar den omdreies, vise sig som grön. Havde den været malet halvt röd, og halvt guul, da vilde den have viist sig som orangefarvet ved Omdreiningen. En saadan Skive, bemalet paa forskjellig Maade, kan altsaa tjene til at lære at kjende Forholdene af de enkelte Farver i de forskjellige Farveblandinger.

§ 29.

Plade XXVII.

Instrumenter, som tjene til at vise Lysets Doppeltbrydning, Interferents og Böining.

Falder en Lysstraale paa en Kalkspath, der er et gjennemsigtigt, hvidt, krystalliseret Legeme, da vil den i de fleste Tilfælde ikke alene lide den Brydning, der hidindtil er viist at finde Sted ved en Lysstraales Overgang fra et gjennemsigtigt Medium til et andet, men den vil ved Indtrædelsen i Krystallen dele sig i 2 Straaler, hvoraf den ene retter sig efter de forhen omtalte Love for Brydningen, og kaldes den sædvanligen brudte Straale, den anden derimod afviger fra disse, og kaldes den eiendommeligen brudte. Om disse to forskjelligen brudte Straalers Tilværelse overbeviser man sig let, ved enten at lade en Lysstraale falde igjennem en lille Aabning af Heliostaten paa en saadan Krystal, hvor man da vil see den ved Indtrædelsen at dele sig i to Straalebundter, som siden særskilte ville trænge ud paa den anden Side, eller ved at see igjennem Krystallen paa en fiin Spidse, som da derved vil vise sig doppelt.

For nærmere at undersöge Omstændighederne ved denne doppelte Brydning, gaaer man frem paa fölgende Maade.

FÖRSTE INSTRUMENT.

FÖRSTE FORSÖG.

Da en Kalkspath AG (Pl. 23, Fig. 6) let lader sig flække i forskjellige Retninger, saa spalter man den saalænge, indtil den har Form af et Rhomboeder, saaledes som Figuren viser. Dette Rhomboeder, der udgjör Krystallens Grundform, har to ligeover for hinanden staaende Hjörner, H og B, der ere dannede af tre stumpe Vinkler, hver paa 105° 5′; de övrige 6 Hjörner: A, C, D, E, F og G ere derimod dannede enten af een spids og to stumpe, eller af een stump og to spidse Vinkler. En Linie HB, der er draget imellem de to stumpe Hjörner H og B, kaldes Krystallens Hovedaxe, og et Snit, lagt igjennem HB og Hjörnerne D og F, kaldes dens Hovedsnit. Tegner man dernæst paa et Stykke hvidt Papir en retvinklet Triangel ABC, Fig. 7, hvis ene Cathet BC er meget lille i Forhold til den anden AC, hvilken sidste tillige inddeles i lige store Dele; og lægges Krystallen ovenpaa dette Papir, da vil man see Trianglen ABC doppelt, saaledes som Fig. 7 viser, idet nemlig Billedet ABC hidrörer fra de sædvanligen og A′B′C′ fra de eiendommeligen brudte Straaler. Dreier man nu Krystallen rundt, saa vil man see, at Billedet A′B′C′ vil dreie sig rundt om ABC, saaledes, at ved en vis Stilling af Krystallen, vil A′C′ falde i Forlængelsen af AC, hvilket finder Sted, naar AC er parallel med Hovedsnittet HFBD; er derimod AC lodret paa dette Snit, da vil Billedet A′B′C′ have sin störste Afstand fra ABC. Af det Punkt F, hvor Siden A′C′ skjærer Hypothenusen AB, lader i ethvert Tilfælde Forflytningen af den eiendommelig brudte Straale, saavel i Retningen CA, som CB, sig let beregne.

Plade XXIII. Fig. 6. Fig. 7.

Ved at anbringe Öiet i forskjellige Stillinger over Krystallen overbeviser man sig fremdeles om, at den Vinkel, som den eiendommelig brudte Straale danner med den sædvanlig brudte, er foranderlig efter den mere eller mindre skraae Retning, hvorunder Lysstraalen træffer Krystallen.

ANDET FORSÖG.

Bortsliber man af en saadan Krystal Hjörnerne B og H, saa at der istedetfor disse fremkomme Flader lodrette paa Axen HB, og lægger nu Krystallen paa en af disse Flader over Triange-

Plade XXIII. Fig. 7.

len ABC Fig. 7, saa bemærker man, at en lodret indfaldende Straale aldeles ikke brydes, og at den skraat indfaldende vel endnu lider Dobbeltbrydning, men at nu den eiendommelig brudte Straale for enhver Indfaldsretning danner den samme Vinkel med den sædvanlig brudte.

TREDIE FORSÖG.

Fig. 6 og 7.

Anbringes Krystallen Fig. 6, ligesom i förste Forsög, over Trianglen ABC (Fig. 7); men lægger man en anden aldeles lignende Krystal atter ovenpaa denne, saa at Straalerne fra Trianglen ABC maae gaae igjennem begge Krystaller, förend de naae til et Öie, der befinder sig ovenfor, da vil man finde, at

1, naar Hovedsnittene i begge Krystaller ere parallelle med hinanden, saa ville de igjennem den förste Krystal sædvanlig brudte Straaler ogsaa blive sædvanlig brudte igjennem den anden; de igjennem den förste eiendommelig brudte, ville lide samme Slags Brydning i den anden; der vil altsaa endnu kun vise sig to Billeder;

2, naar Hovedsnittene ere lodrette paa hinanden, da vil den i den förste Krystal sædvanlig brudte Straale blive eiendommelig brudt i den anden, og omvendt, den i den förste eiendommelig brudte blive i den anden sædvanlig brudt; man vil altsaa ogsaa i dette Tilfælde kun faae to Billeder;

3, naar Hovedsnittene have en hvilkensomhelst anden Stilling imod hinanden, da vil enhver af Straalerne fra den förste Krystal lide den doppelte Brydning i den anden, og der vil altsaa vise sig 4 Billeder, der dog ikke ville have lige Intensitet, uden naar Hovedsnittene danne en Vinkel af 45° med hinanden.

At Doppeltbrydningen har sin Grund i en ulige Spænding imellem Legemets mindste Dele, vises ved följende Instrument, idet man ved ulige Sammentrykning af forskjellige Dele af et enkeltbrydende Legeme kan bringe dette til at bryde Lyset doppelt.

ANDET INSTRUMENT.

Fig. 4, a.

ABCD (Pl. 23, Fig. 4, a) er en stærk Ramme af Jern, hvori et löst Tverstykke aa kan skydes frem ved Hjælp af Skruerne b, b, b, b. I Midten af denne Ramme er indlagt 16 retvinklede, ligestore Glasprismer, med den bredeste Side imod hinanden, og forresten i en saadan Stilling, som

Fig. 4, b.

Gjennemsnittet Fig. 4, b fremstiller. Disse Prismer ere forbundne med hinanden ved en Fernis, og ulige lange, saa at nemlig hvert andet er længere, og hvert andet kortere. For at tilstede Lyset Gjennemgang igjennem disse Prismer ere Sidevæggene AB og CD af Rammen gjennembrudte ved E og F ligefor Prismerne, saaledes, som det er forestillet i Fig. 4, b. Har man nu lösnet Skruerne b, b, b, b, da ere Prismerne usammentrykkede, altsaa i deres naturlige Tilstand, og man vil, naar man igjennem EF seer imod en foran anbragt spids Naal eller Aabningen paa Heliostaten, kun see denne enkelt. Skrues derimod Skruerne b, b, b, b fastere til, da vil hvert andet Prisma, der er længere, sammentrykkes efter Længden, medens de mellemliggende kortere beholde deres naturlige Spænding; man vil derfor blive to Billeder vaer af den foranholdte Naal, eller af Aabningen, der ville fjerne sig desto længere fra hinanden, jo större Spænding man tilveiebringer, ved efterhaanden at skrue Skruerne b, b, b, b stærkere til.

En ny Undtagelse fra den tidligere beviste Lov for Lysstraalernes retliniede Gang finder Sted, naar de enten gaae forbi Kanterne af et Legeme, eller ledes igjennem en meget fiin Aabning. Straa-

lerne ville nemlig i begge disse Tilfælde afvige fra deres retliniede Gang, og deles i farvede Straaler. Denne Afvigelse kaldes Lysets Böining, til hvis Undersögelse og Fremstilling följende Instrumenter tjene.

TREDIE INSTRUMENT.

ABCD (Pl. 29, Fig. 9) er en firkantet Ramme af Træ, der paa Sidestykket CD har to Tappe E og F, hvorved den kan sættes fast i et Stativ. Omtrent i Midten af Rammen er imellem Sidestykkerne AB og CD fastgjort en smal Metalstrimmel ab. Fra denne Strimmel af og hen til Endestykket BD ere Sidestykkerne indvendigen forsynede med Render, hvori Metalpladen G kan skydes frem og tilbage ved Hjælp af Stilken GH. Denne Plades Kant er nöiagtig afslebet, saa at den, naar den er skudt hen til ab, slutter saa nöie til denne, at der intet Lys kan trænge sig imellem dem. Plade XXIX. Fig. 9.

Stiller man nu dette Instrument, efterat have trukken HG tilbage fra Beröring med ab, paa et Stativ forved Aabningen paa Heliostaten, paa hvilken man har anbragt det Pl. 22, Fig. 4 afbildede Laag, saaledes, at Sprækken staaer verticalt, og lader det igjennem samme indtrængende Lys falde paa Metaltraaden ab, saa vil man, naar man i nogen Afstand bagved anbringer en hvid Skjærm, bemærke, at den paa Skjærmen dannede sædvanlige Skygge af Traaden ikke alene paa Kanterne udefter er begrændset af farvede Striber, men at der ogsaa indefter i selve Skyggen har dannet sig farvede Lysstriber, alle parallelle med den skyggegivende Traad. Dette Phænomen er afbildet Pl. 29, Fig. 4. Skyder man nu Pladen G langsomt henimod ab, saa vil man see, at i det Öieblik, hvor disse beröre hinanden, og Lyset altsaa kun kan komme forbi den ene Kant af ab, saa forsvinde ikke alene de Farvestriber, der befandt sig paa den Side af Skyggen, hvorfra nu Lyset afholdes, men ogsaa de Striber indeni Skyggen, der befandt sig paa den anden Side, hvor Lyset endnu har fri Tilgang. Fig. 4.

Herved erfares altsaa, at de udvendige Farvestriber dannes ved hver enkelt Kants Indvirkning paa de forbigaaende Lysstraaler, imedens de indvendige derimod fremkomme ved en Samvirken af begge Kanter.

Naar Forsöget anstilles paa denne Maade, da faaer man Striberne inden i Skyggen tydeligst fremstillede; Striberne udenfor Skyggen tabe derimod særdeles meget i Tydelighed, idet de falde i det af det directe Lys stærkt beskinnede Rum. Disse udvendige Striber vise sig derimod tydeligere, naar man lader Lyset fra den smalle Aabning af Heliostaten falde paa en anden, endnu smallere og ligeledes vertical Sprække, hvorigjennem det da vil böies, og frembringe paa en bagved anbragt Skjærm en hvid Stribe, der paa begge Sider er begrændset af Farvebilleder, der blive mindre og mindre intensive, jo længere de fjernes fra den hvide Stribe, og hvori det violette er nærmest ved Midten, derpaa blaat, grönt og tilsidst rödt. I det andet Farvebillede paa begge Sider fra inden af mangler det violette Lys, i det næste det violette og blaae, og saa fremdeles.

Særdeles pragtfulde Phænomener frembringes ved Lysets Böining igjennem fine Gittere eller flere smaa Aabninger; hertil betjener man sig af följende Instrument.

FJERDE INSTRUMENT.

AB (Pl. 28, Fig. 6, a) er en Messingring, der paa Enden har 6 udstaaende Tappe, C, C, C, C, D, D, der ere forsynede hver med to Indsnit i forskjellige Afstande fra Enden af Ringen, og hvoraf de 4, C, C, C, C ere anbragte lige langt fra hinanden paa Omkredsen; de to andre D, D derimod staae nærmere ved hinanden, saaledes som Fig. 6, b viser. Denne Ring tjener til at skydes paa Enden af den tidligere omtalte achromatiske Kikkert, og de udstaaende Tappe til at fastholde en Plade XXVIII. Fig. 6, a. Fig. 6, b.

Plade XXVIII. Fig. 5. firkantet Plade af Messingblik, Pl. 28, Fig. 5, der er gjennemskaaren med et firkantet Hul i Midten, hvorover befinder sig en Glasplade E, som er fastskruet dertil ved Hjælp af Messingstykkerne C og D. Denne Glasplade er forgyldt paa den ene Side, og paa denne Forgyldning er der raderet parallelle Striber, overmaade nær ved hinanden; (Fraunhofer har forfærdiget saa fine, at der paa en saadan Plade befandt sig 3601 Linier, der kun havde omtrent $\frac{1}{10000}$ Tommes Afstand fra hinanden). Herved træder altsaa denne Glasplade istedetfor et meget fiint Gitter af parallelle Traade, idet Lyset kun kan trænge igjennem paa de Steder, hvor Guldet er bortraderet. Lader man nu Lys falde igjennem den smalle Aabning af Heliostaten paa den med dette Gitter forsynede Kikkert, saa vil der vise sig en smal hvid Lysstribe, der paa begge Sider er begrændset af et mörkt Rum; derpaa et intensivt Farvebillede, med violet inderst og rödt yderst; udenfor disse atter to mörke Rum, men smallere end de förste; dernæst et nyt, mindre intensivt Farvebillede, der nu umiddelbart fölges af et tredie og Fig. 7. saa fremdeles. Pl. 28, Fig. 7 forestiller en Afbildning heraf, hvorpaa tillige er angivet de mörke Linier, der vise sig i disse Lysstriber, ligesom i det prismatiske Farvebillede, og som bevise, at Lyset i dem er homogent. Borttager man Gittret Fig. 5 fra Enden af Kikkerten, og indskyder i dets Sted imellem Tappene C, C, C, C, D, D, Fig. 6, b, en af de paa Pl. 29, Fig. 6, 7 og 8 afbildede Plader af Messingblik, hvoraf den förste er gjennemboret med 2 fine Huller tæt ved hinanden, den anden med 3, og den tredie med 4, da vil man igjennem Kikkerten see et af de i Fig. 2, 3, eller 5 forestillede Billeder, af hvilke Fig 2 svarer til Pladen med to Huller, Fig. 5 til den med 3 og Fig. 3 til den med fire Huller. Ved disse Figurer forestille de lysere Pletter Farvebilleder, der ere desto mere intensive, jo nærmere de ere Midten, og blive svagere udefter; de inderste Lyspletter ere ganske hvide. Endnu pragtfuldere Farvebilleder erholdes, naar Lyset gaaer igjennem flere firkantede Aabninger med skarpe Hjörner, men disse lade sig ikke vel afbilde paa et lidet Rum.

Plade XXIX. Fig. 2, 3, 5, 6, 7 og 8.

Naar Lyset enten bliver saaledes brudt, eller tilbagekastet, at Lysstraaler, der kun have en ringe Hældning imod hinanden, og som have gjennemlöbet ulige lange Veie, træffe sammen, da ville de indvirke paa hinanden (interferere), saa at Straaler, hvis Veiforskjellighed er lig et lige Antal Gange en vis meget lille Störrelse, som man f. Ex. kunde kalde m; altsaa hvis Veiforskjellighed er $= 0m, 2m, 4m$, o. s. v. saa ville de forstærke hinandens Virkning, eller interferere lysende; er deres Veiforskjellighed derimod $= m, 3m, 5m$, o. s. v. da ville de ophæve hinandens Virkning, eller interferere formörkende. Störrelsen m er forskjellig for de forskjelligen farvede Straaler, nemlig for de röde = 152 Milliondele af en Linie; for de gule = 130, for de grönne = 116, for de blaae = 108, for de indigo = 95 og for de yderste violette Straaler = 87 Milliondele af en Linie. Heraf fölger, at dersom man ikke anvender eensfarvet Lys, da ville paa et vist Sted, hvor f. Ex. de röde Straaler formörke hinanden, de övrige Straaler ikke have det nödvendige Forhold imellem Længderne af deres Veie for at kunne ophæve hinanden, og man vil saaledes her faae en grön Stribe, saa at man, ved at bruge hvidt Lys til Interferentsforsög, vil faae farvede Striber, istedetfor ved homogent Lys afvexlende lyse og mörke Striber.

For at frembringe disse Farvestriber, der skyldes Lysets Interferents, anvender man fölgende Instrument.

FEMTE INSTRUMENT.

Fig. 1. ABC (Pl. 29, Fig. 1) er et tresidigt Prisma, der ved B har en meget stump Vinkel, hvilken, for at frembringe Phænomenet saa smukt som muligt, maa være forskjellig for de forskjellige Arter af Glas, og som iövrigt kun findes ved Forsög.

Man anbringer nu paa Heliostatens Rör et af de Pl. 22, Fig. 6 og 7 afbildede Laag, og opstiller det omtalte Prisma ABC (Pl. 29, Fig. 1) med den stumpe Vinkel vendt imod Aabningen paa Heliostaten, da ville Straalerne, der ved at brydes igjennem Prismet have gjennemlöbet ulige Veie, stöde sammen etsteds bagved Prismet, og der virke interfererende paa hinanden. Anbringer man derpaa bagved Prismet den oftere omtalte achromatiske Kikkert, saa viser Lyslinien fra Heliostaten sig doppelt, og imellem Billederne seer man flere farvede Striber, der ere parallelle saavel indbyrdes som med de to Billeder af Lyslinien. Plade XXIX. Fig. 1.

Paa Lysets Interferents grunder sig ogsaa de tynde Legemers Farve, idet Lyset deels gaaer ligefrem igjennem, deels lider een eller flere Tilbagekastninger inden i Legemet, inden de trænge ud; det vil da afhænge af Legemets forskjellige Tykkelse, om Straalerne af den ene eller den anden Farve skulle interferere formörkende ved Gjennemgang eller ved Tilbagekastning. Var Legemets Tykkelse f. Ex. 76 Miliondele af en Linie, saa ville de röde Straaler, hvoraf den ene er gaaet lige igjennem, den anden har lidt een Tilbagekastning, ved Gjennemgangen interferere formörkende; de tilbagekastede röde Straaler ville derimod interferere lysende. Heraf följer, at Legemet, naar man seer igjennem det, vil vise sig grönt, naar man derimod seer lige derpaa, vise sig rödt. Til nærmere at undersöge Lovene for tynde Legemers Farve tjener följende af Newton först anvendte Instrument, der ogsaa efter ham förer Navn af *Newtons Farveglas.*

SJETTE INSTRUMENT.

ABC (Pl. 28, Fig. 8) ere to Glas; det underste plant, det överste planconvext, hvis convexe Side er slebet efter en meget stor Radius, og som med denne Side hviler paa det underste plane Glas. Disse to Glas kunne ved Skruerne GD, E og FH holdes sammen og skrues fast til hinanden, hvilke Skruer tillige tjene som Fod for Instrumentet. Plade XXVIII. Fig. 8.

Holder man nu Öiet lodret over dette Instrument, saa at det altsaa modtager Indtrykket af de tilbagekastede Straaler, da vil man see en Mængde Farveringe, adskilte ved mörke Mellemrum, saaledes som Plade 28, Fig. 9 forestiller; nemlig i Midten en ganske sort Kreds; paa denne följer en Farvekreds a, hvori Farverne fra indenaf udad ere: blaat, hvidt, guult, orange, rödt; i den anden Ring b ere Farverne: violet, blaat, grönt guult, orange, rödt; i den tredie Ring c: purpurrödt, indigoblaat, blaat, grönt, rödt, blaalig rödt; i de följende Ringe d, e, f o. s. v. blive Farverne mere og mere blandede og mindre intensive, ligesom ogsaa de mörke Mellemrum blive smallere og smallere udefter. Fig. 9.

Seer man derimod tvers igjennem Apparatet, da vil til enhver mörk Ring i det tilbagekastede Lys svare en Farvering i det gjennemgaaede, og omvendt: der, hvor der för viste sig en Farvering, vil der nu sees en mörk Ring; Farverne i de ved det gjennemgaaede Lys frembragte Lysringe ville være complementære til dem, der viste sig ved det tilbagekastede Lys. Ved complementære Farver forstaaer man nemlig saadanne, der udfylde hinanden til hvidt; saaledes er rödt og grönt, orange og blaat, guult og violet complementære Farver.

Her er det imellem Glassene værende Luftlag det Legeme, der paa Grund af sin forskjellige Tykkelse frembringer Farverne; udfylder man derimod Rummet imellem Glassene med en eller anden Vædske, saa kan man derved erfare de Forandringer, der ere afhængige af det brydende Mediums forskjellige Natur, og man vil da finde, at kun Farvernes Intensitet og Ringenes Diameter herved lide nogen Modification, at derimod den Orden, hvori Farverne följe hinanden, bliver aldeles uforandret.

§ 30.

Instrumenter, som tjene til at maale Lysets Styrke.

Det er allerede ved et tidligere anfört Forsög godtgjort, at Belysningen aftager som Qvadraterne af Afstandene fra Lysgiveren voxe; og ligeledes har man funden, at Mörkheden af den Skygge, som et Legeme kaster paa en Flade, staaer i Forhold til dennes Belysningsgrad. Disse Sætninger har man gjort til Grundlag for forskjellige Instrumenter til at maale Lysets Styrke, der gaae ud paa at faae forskjellige Lysgivere til at frembringe samme Virkning paa et vist Sted, og da af deres Afstande fra dette Sted at beregne deres lysende Evne.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Rumfords Lysmaaler eller Photometer bestaaer af en paa en Fod lodret staaende rund Stok
Plade XXIX. A (Pl. 29, Fig. 10), der kaster Skygge paa en bagved anbragt Skjærm BC.

Fig. 10. Vil man nu bestemme Forskjellen imellem den lysende Evne af to forskjellige Lys, f. Ex. et Voxlys og et Tællelys, IG og FH, da anbringes de foran Stokken A, saaledes, at der dannes to særskilte Skygger D og E paa Skjærmen BC. Lysenes Stilling maa fremdeles være saadan, at Skyggerne dannes saa nær ved hinanden som muligt, uden at de dog gaae over i hverandre, da Öiet derved lettere kan med Nöiagtighed anstille Sammenligning imellem deres Mörkhed. I Almindelighed ville nu disse Skygger, naar Lysene saaledes ere henstillede paa Træf, ikke være lige mörke; man maa derfor flytte Lysene saalænge frem eller tilbage, indtil Skyggerne vise sig aldeles eens. Naar denne Lighed er tilveiebragt, saa kan man altsaa slutte, at da begge Lysene frembringe samme Virkning paa det samme Punkt, saa maa deres Lyseevner forholde sig som Qvadraterne af deres Afstande fra Stedet for den lige Virkning. Var f. Ex. Afstanden af I fra Skjærmen BC = 6 Fod og Afstanden af H fra BC = 4 Fod, saa vilde Styrken af Lyset I forholde sig til Styrken af H som 6^2 til 4^2 eller som 36 til 16, eller som 9 til 4; Lyset I vil altsaa lyse $2\frac{1}{4}$ Gange saa stærkt som Lyset H.

ANDET INSTRUMENT.

Ritchie's Photometer grunder sig paa samme Princip som det nysomtalte, kun med den Forskjel, at her ikke anvendes Skygger, men to Flader, hvoraf hver kun kan beskinnes af den ene Lysgiver, og som bringes til lige Belysning ved at sætte Lysgiverne i forskjellige Afstande derfra. Instru-
Fig. 11, a. mentet bestaaer nemlig i en aflang Trækasse ABCD (Pl. 29, Fig. 11, a), der indvendigen er sværtet sort. Midt i den överste Flade er udskaaret et firkantet Hul G, og lodret under dette befinder sig to skraatstaaende Flader, der danne ligestore Vinkler med Bunden af Kassen, og stöde sammen for-
Fig. 11, b. oven i en skarp Kant. Disse Flader, hvis Stilling tydeligere sees af Gjennemsnittet Fig. 11, b, ere paa de Sider, der vende ud ad imod Enderne af Kassen, beklædte med hvidt Papir. Anbringes nu de Lys, hvis Lyseevne man vil pröve, hver foran sin Ende af Kassen, og forandrer man deres Stilling saa længe, at et Öie, holdt lodret over Aabningen G, seer begge Flader lige stærkt belyste, saa slutter man ligesom ved forrige Instrument, at Lyseevnen af de respective Lys forholder sig som Qvadraterne af Lysenes Afstande fra Midten af Kassen ABCD.

§ 31.

Instrumenter, som tjene til at vise Lysets Polarisation.

Naar en Lysstraale enten 1. kastes tilbage fra visse Legemer under en vis Vinkel, eller 2. brydes under en vis Vinkel gjennem flere Plader af et gjennemsigtigt, ukrystalliseret Legeme, eller 3. brydes igjennem et krystalliseret Legeme, da vil den have faaet en ny Egenskab med Hensyn til en gjentagen Gjennemgang eller Tilbagekastning fra et andet Legeme, hvilken Egenskab man kalder dens Polarisation.

Grundlovene for denne nye Egenskab hos Lyset vises ved følgende Instrument, *Fresnel's Polarisationsinstrument.*

FÖRSTE INSTRUMENT.

AB (Pl. 30, Fig. 1) er et Messingstativ, der paa sin överste Ende har en under en ret Vinkel udstaaende Arm. Denne Arm tjener til Axe for en bevægelig Cirkel CDE, der altsaa kan dreies i en vertical Plan omkring Centret M. Denne Cirkel er fra Punktet D af inddeelt til begge Sider i 180 Grader. Paa samme Axe, hvorom Cirkelen dreier sig, ere ogsaa anbragte, foran denne, to bevægelige Arme MP og MN, der bære to, i begge Ender aabne Rör af Messingblik, PQ og NO. Af disse Rör er det ene PQ fastskruet til Armen MP; det andet NO er derimod fastgjort til sin Arm paa en bevægelig Maade, ved Hjælp af to Tverstykker ST og UV (Fig. 2), der kunne dreie sig om Punkterne S, T, U og V; derved kan altsaa Stillingen af Röret NO forandres i en hvilkensomhelst Retning. Armene MP og MN ere fremdeles paa den bageste Side forsynede med et omböiet Messingstykke, der gaaer ud over Cirkelen CDE, og har en gjennemgaaende Skrue, hvorved Armen kan befæstes til et vilkaarligt Sted af Cirkelen, saaledes som det sees ved X (Fig. 2). For at kunne aflæse ved hvilken Afdeling af Cirkelen Midten af Rörene befinde sig, ere Armene gjennemskaarne med et Hul paa det behörige Sted foran Cirkelen. Plade XXX. Fig. 1. Fig. 2.

Paa Kanten af dette Hul er ved a trukket en Inddelingsstreg lige for Midten af Rörets Aabning. Endvidere er der paa den ene Radius af Cirkelen CDE, ved Hjælp af Skruen L, fastgjort en firkantet Messingramme FG, hvori er indlagt en paa den underste Side sortmalet Glasskive, der kan bringes i den behörige Stilling, parallel med Cirkelens Axe, eller lodret paa dens Plan, ved Hjelp af Skruerne H, I og K, der gaae igjennem Bunden af Rammen FG, og paa hvis Ender Glaspladen hviler.

Fig. 3, 4, 5 og 6 forestille endelig adskillige Stykker, der ere bestemte til at paaskydes paa begge Ender af Rörene PQ og ON. Fig. 3 og 4 bestaae nemlig hver af en Ring bc, der passer paa Rörene PQ og NO, og som paa den nederste Rand har Inddelinger fra 0 til 360 Grader, saaledes, at Nulpunktet befinder sig midt imellem de to Standere d, der ere fastskruede paa begge Sider af Ringen, og som bære en Messingramme hi, tilligemed en derpaa fastsiddende Skive fg. Denne Ramme med Skive kan dreies om en Axe, paa hvis Ender er en udstaaende Knap e, for ved dens Hjelp at foretage Omdreiningen. Skiven er paa den halve Omkreds inddeelt i 2 Gange 90 Grader, saaledes som Figuren viser, saa at man derpaa kan læse hvor stor en Vinkel Rammen danner med Axen igjennem Rörene PQ eller NO, naar Ringen er paaskudt paa et af disse. I Rammen hi befinder sig enten som i Fig. 3 en, paa den fra Ringen bortvendte Side sortmalet Glasplade, der fastholdes ved Skruerne k og l, eller flere gjennemsigtige Glasskiver (8 til 10), saaledes som Fig. 4 forestiller, der ere fastholdte i deres Ramme paa samme Maade, som den malede Glasplade. Rammen i Fig. 3 Fig. 3, 4, 5 og 6.

Plade XXX. behöver kun at være aaben ind imod Röret; den i Fig. 4 maa derimod være aaben paa begge Sider, for at tilstede Lyset Gjennemgang igjennem Glasskiverne. Fig. 5, a og 6, a ere Laag, der ligeledes passe paa Rörene PQ og NO, og hvoraf det i Fig. 5 afbildede har i Bunden et Hul, hvorover er spændt et Traadkors; det andet, som Fig. 6 viser, har et mindre Hul i Bunden, men tillige indvendig en til Bunden fastloddet Ring, der er concentrisk med den ydre, og tjener til deri at befæste forskjellige Krystaller, hvorigjennem man vil lede polariseret eller upolariseret Lys. Denne indvendige Ring sees i Fig. 6, b, der, ligesom Fig. 5, b, forestiller Laaget seet fra den aabne Ende. Disse Laag ere, ligesom Ringene med Glaspladerne, langs med Kanten af den aabne Ende inddeelte i 360 Grader.

Fig. 5, a og 6, a.

Fig. 6, b og 5, b.

For ved Hjelp af dette Instrument at vise de vigtigste Phænomener ved Lysets Polarisation, ere följende de vigtigste Forsög.

FÖRSTE FORSÖG.

Man stiller Rörene PQ og NO omtrent i den Stilling, som Figuren viser, nemlig saaledes, at Mærket a staaer paa den 55de Grad, da ville Lysstraalerne fra en helst noget skyfuld Himmel, der falde igjennem Röret PQ, træffe Glasspeilet FG under en Vinkel imod samme af 35 Grader, og altsaa efter den almindelige Lov for Lysets Tilbagekastning fortsætte deres Vei fra Speilet op igjennem Röret NO. Disse Straaler ville imidlertid, ved at kastes tilbage under denne bestemte Vinkel, som man kalder Glassets fuldkomne Polarisationsvinkel, for en Deel have faaet nye Egenskaber.

For at undersöge disse, paaskyder man paa den nederste Ende af Röret NO, nemlig ved N et Laag som Fig. 6, med et lidet Hul, og paa den överste Ende ved O paaskydes det i Fig. 3 afbildede Endestykke. Man bringer nu for det förste dette Speil til at være parallelt med Speilet FG, ved at dreie det om sin Axe e, indtil Inddelingsstregen ved d viser paa 35 Grader; de igjennem Aabningen ved N kommende polariserede Straaler ville da kastes tilbage fra det andet Speil ved O, og anbringer man Öiet paa det behörige Sted under Speilet, saa at det kan træffes af de tilbagekastede Straaler, da vil man tydeligen i Speilet see Aabningen ved N. Dreier man nu Ringen be langsomt rundt paa Röret NO, og flytter tillige Öiet saaledes, at det bestandigen har den Stilling, hvori det skulde træffes af de fra Speilet hi tilbagekastede Straaler, da vil man bemærke, at Billedet af Aabningen ved N bliver svagere og svagere, indtil det aldeles forsvinder, naar Omdreiningen belöber sig til 90 Grader, hvilket aflæses ved Hjælp af Inddelingerne paa den underste Kant af Ringen, og Stregen m. Fortsætter man paa samme Maade Omdreiningen endnu videre, da vil man see, at Billedet atter vil begynde at vise sig, naar man er kommen forbi 90 Grader og blive mere og mere lyst, indtil det ved 180 har opnaaet sin störste Lysstyrke. Dreier man endnu videre, da vil man see det samme Phænomen gjentage sig, idet nemlig Lysstyrken atter tager af indtil Omdreiningen belöber sig til 270 Grader, hvor Billedet anden Gang vil være forsvunden, og derpaa igjen tage til, indtil man kommer tilbage til den oprindelige Stilling, hvor Lysstyrken atter vil have et Maximum.

ANDET FORSÖG.

Borttager man det i forrige Forsög anvendte Endestykke, og anbringer i dets Sted paa Röret ved O det i Fig. 4 afbildede med Glasskiverne, samt anstiller Forsöget aldeles som det foregaaende, da vil man for det förste, naar man anbringer Öiet ligesom forhen, iagttage aldeles det samme Phænomen som för. Gjentager man derpaa Forsöget endnu engang, men holder nu Öiet i Forlængelsen af Axen af Röret NO, hvorved altsaa Öiet kommer til at modtage Indtrykket af de Straaler, der ere

Fig. 4.

gaaede igjennem Glasskiverne, da vil man bemærke, at ved de Stillinger af Skiverne, hvor Billedet forhen viste sig lysest, vil det nu være aldeles forsvundet, og omvendt, hvor man för ikke bemærkede noget Billede, vil det nu vise sig lysest; i alle de mellemliggende Stillinger, hvor Styrken af de tilbagekastede Straaler var aftagende, vil den for de gjennemgaaende være tiltagende, og omvendt. Plade XXX.

TREDIE FORSÖG.

Borttager man atter Endestykket Fig. 4, og sætter i dets Sted paa Enden O af Röret NO et Laag, som det i Fig. 6 afbildede, i hvis indvendige Ring er indsat en Kalkspath, da vil man, ved iövrigt at indrette Forsögene ligesom de foregaaende, bemærke, at naar Krystallens Hovedsnit er parallelt med den Plan, hvori den indfaldende polariserede Straale er tilbagekastet fra Speilet FG, da seer man kuns eet Billede af Aabningen ved Enden N af Röret; dreier man derpaa Laaget rundt, da vil det andet Billede ogsaa komme frem, og blive stærkere og stærkere, indtil Dreiningen belöber sig til 45°, ved hvilken Stilling begge Billederne ville have samme Intensitet, indtil man ved 90 Graders Dreining atter kun vil see eet Billede. Dette Phænomen vil ved fortsat Omdreining gjentage sig paa lignende Maade 4 Gange, saa at man nemlig ved 90°, 180°, 270° og 360 vil faae kuns et enkelt Billede, ved alle mellemfaldende Stillinger derimod to Billeder, der ville have lige Intensitet ved 45°, 135°, 225° og 315°. Disse 4 enkelte Billeder ville imidlertid ikke hidröre fra den samme Slags Straaler, men de, der vise sig ved 0° og 180 Graders Omdreining ville være dannede af de sædvanligen brudte Straaler; de andre to derimod af de eiendommelig brudte. Fig. 4. Fig. 6.

FJERDE FORSÖG.

Ved at lösne Skruen L, borttager man derpaa aldeles Rammen FG med den deri værende Glasplade; fremdeles bringer man Röret NO i en saadan Stilling, at det ligger i Forlængelsen af PQ og följeligen afskjærer 145 Grader af den inddeelte Cirkel. Man paaskyder dernæst paa Röret PQ ved P den i Fig. 4 afbildede Ring med Glasskiverne, og paa Röret NO ved N det samme Laag som ved de foregaaende Forsög, samt ved O den i Fig. 3 afbildede Ring med den malede Glasplade. Fig. 4. Fig. 3.

Ved denne Stilling af Instrumentet ville de Straaler, der komme igjennem Röret PQ, træffe de ved P anbragte Glasskiver under en Vinkel af 35° mod Overfladen af Glasset, hvorved de ville blive fuldkommen polariserede. Disse gjennemgaaede, polariserede Straaler ville nu fortsætte deres Vei igjennem Aabningen af Laaget ved N, igjennem Röret NO og til det ved O anbragte Speil. Ved at dreie dette rundt, vil der nu vise sig samme Pkænomen som ved förste Forsög, kun med den Forskjel, at i dette Tilfælde Billedet vil have sin mindste Lysstyrke, naar Glaspladen ved O er parallel med Skiverne ved P, eller har faaet en Dreining af 180 Grader fra denne Stilling, derimod sin störste Intensitet, naar Pladen har faaet en Dreining af 90° eller 270° fra den parallelle Stilling.

FEMTE FORSÖG.

Ved istedetfor Ringen med Glaspladen, Fig. 3, at anbringe ved O en anden Ring med Glasskiver, ligesom den i Fig. 4 forestillede, bemærker man, ligesom ved det andet Forsög, at for de Stillinger, hvor det tilbagekastede Billede har den störste Intensitet, ville de gjennemgaaede Straaler have deres mindste Intensitet, og omvendt. Fig. 4.

Plade XXX.

SJETTE FORSÖG.

Fig. 6. Endelig kunde man ogsaa istedetfor Speilet eller Glaspladerne anbringe ved O Laaget Fig. 6 med en Doppeltspath, hvorved man vil faae aldeles samme Resultat, som ved det tredie Forsög, kun med den Forskjel, at af de enkelte Billeder, der ved 4 Stillinger af Krystallen frembringes, ville de to, der sees ved de Stillinger, hvor Krystallens Hovedsnit gjör en Vinkel af 0° eller 180° med Straalernes Indfaldsplan paa Glasskiverne ved P, være dannede af de eiendommelig brudte Straaler, de to andre Billeder derimod, der svare til Omdreininger af 90° eller 270°, ville hidröre fra de sædvanligen brudte Straaler.

Endnu staae de Phænomener tilbage, der vise sig, naar Lyset polariseres ved at gaae igjennem en Doppeltbryder; disse fremstilles ved at anstille Forsögene paa följende Maade.

SYVENDE FORSÖG.

Rammen FG, der ved den forrige Forsögsrække var borttaget, lader man ogsaa ved disse Forsög blive borte, og böier desuden Röret PQ ned til en omtrent vertical Stilling, for at det ikke skal være til Hinder, da det ikke anvendes til disse Forsög. Man paaskyder nu det oftere omtalte Laag, Fig. 6, med den sig deri befindende Doppeltspath paa Enden N af Röret NO, hvilket endnu, ligesom ved de forrige Forsög, befinder sig i en saadan Stilling, at det afskjærer 145 Grader af den inddelte Cirkel CDE. Ved denne Stilling af Instrumentet ville de Straaler, der komme parallelt med Rörets Retning ind igjennem Aabningen ved N, efterat have lidt Brydning igjennem Doppeltspathen, fortsætte deres Vei gjennem Röret og falde paa det Endestykke, der er skudt paa Enden O. Anbringer man altsaa paa denne Ende for det förste Ringen Fig. 3 med Glaspladen, da vil man bemærke, at naar Kalkspathens Hovedsnit er parallelt med den Plan, hvori den derigjennem polariserede Straale falder ind paa Speilet hi, da seer man kun eet Billede af Aabningen ved Tilbagekastning fra hi. Dreier man derpaa Ringen med Speilet rundt, ligesom ved de foregaaende Forsög, da vise sig samme Række Phænomener som ved tredie Forsög er beskrevet, idet man nemlig först naar man begynder at dreie vil faae to Billeder, der ved 45 Graders Dreining erholde samme Intensitet; derpaa atter efter 90 Graders Omdreining et enkelt Billede, og saa fremdeles. Om disse enkelte Billeder, der vise sig ved Omdreiningen af 0°, 90°, 180° og 270°, gjælder det samme som om dem, der fremkom ved tredie Forsög, at nemlig de, der svare til Vinklerne 0° og 180°, hidröre fra de sædvanligen brudte Straaler; de andre to derimod fra de eiendommeligen brudte.

Fig. 3.

OTTENDE FORSÖG.

Fig. 4. Ombytter man derpaa Ringen Fig. 3 med Fig. 4, og anbringer Öiet först saaledes, at det modtager de fra den forreste Glasskive tilbagekastede Straaler, da vil man naturligviis bemærke de samme Phænomener som i foregaaende Forsög; stiller man derefter Öiet saaledes, at det træffes af de gjennemgaaende Straaler, da vil man endnu see aldeles det samme Phænomen, kun med den Forskjel, at af de fire enkelte Billeder ville de, der svare til Dreiningsvinklerne 90° og 270°, alene bestaae af de sædvanligen brudte Straaler; de andre to derimod, der fremkomme ved Dreiningsvinklerne 0° og 180°, ville hidröre fra de eiendommeligen brudte Straaler. Altsaa ville, naar Hovedsnittet er parallelt med de polariserede Straalers Indfaldsplan paa Glasskiverne, alle de sædvanligen brudte Straaler kastes tilbage, og alle de eiendommeligen brudte gaae igjennem; er derimod Indfaldsplanen perpendiculair paa Hovedsnittet, da vil det Modsatte finde Sted, nemlig de eiendommelig brudte Straaler ville kastes

tilbage, og de sædvanlig brudte gaae igjennem; i alle mellemfaldende Stillinger ville begge Slags Straaler deels kastes tilbage og deels gaae igjennem, saaledes som det följer af de anförte Forsög. Plade XXX.

NIENDE FORSÖG.

Endeligen kunde man endnu istedetfor Ringen med Glasskiverne ogsaa paa Enden O af Röret anbringe et Laag med Hul, hvori befandt sig en Doppeltspath, aldeles ligt det, der sidder paa den anden Ende N; man vil da bemærke ganske de samme Phænomener, som ere anförte i § 29, tredie Forsög med det förste Instrument.

Ved at sammenligne Resultaterne af alle disse Forsög, vil man let overbevise sig om:

1, at Lysets Polarisation bestaaer i en forandret Beskaffenhed af Straalens Sider, idet nemlig dens Forhold bliver forskjelligt, eftersom den vender sin ene eller anden Side imod det Legeme, hvorigjennem den skal brydes, eller hvorfra den skal tilbagekastes;

2, at det Lys, der er polariseret ved Tilbagekastning fra en Glasplade, viser samme Egenskaber, som de igjennem en Kalkspath sædvanligen brudte Straaler, og at de ved Brydning igjennem Glasskiver polariserede Straaler have samme Egenskaber som de eiendommeligen brudte Straaler;

3, at Forskjellen imellem disse to Slags polariserede Straaler bestaaer deri, at deres Polarisationsplaner danne en Vinkel af 90^0 med hinanden.

TIENDE FORSÖG.

Bringer man atter Instrumentet aldeles i den under andet Forsög angivne Stilling, da vil, som dengang blev anfört, naar Glasskiverne vare parallelle med FG, alle Straaler kastes tilbage, og ingen gaae igjennem; ved en Omdreining af 90 Grader derimod ingen kastes tilbage, men alle gaae igjennem. Borttager man nu Laaget ved N, anbringer deri en ikke altfor tyk Doppeltbryder, f. Ex. et Glimmerblad, og bringer det paa sin Plads igjen, uden at Stillingen af nogen af Instrumentets övrige Dele er forandret, saa erfarer man, naar Skiverne hi ere parallelle med FG:

1, at der viser sig saavel ved Reflexion som ved Gjennemgang eet Billede af Aabningen, hvilket altsaa godtgjör, at de igjennem Doppeltbryderen gaaede polariserede Straaler derved ere blevne afpolariserede;

2, at disse Billeder vise sig farvede; nemlig det Billede, der er dannet af de tilbagekastede Straaler, vil have den complementaire Farve af det, der er dannet ved Gjennemgang; Farverne selv ville derimod være afhængige af Glimmerbladets Tykkelse.

Dreier man nu Laaget ved N langsomt rundt, da vil man finde, at Farvernes Intensitet i disse Billeder ville under Omdreiningen forandre sig paa följende Maade. Naar Glimmerbladets Hovedsnit er parallelt med den Plan, hvori Lysstraalerne ved Tilbagekastningen fra FG ere polariserede, da ville Billederne vise sig saa godt som uden Farver. Begynder man derpaa Omdreiningen, da vil Intensiteten af Farverne voxe, indtil Omdreiningen belöber sig til 45 Grader; fra dette Punkt af vil Intensiteten atter aftage, indtil den anden Gang bliver Nul, naar Omdreiningen udgjör 90 Grader. Dette Phænomen vil gjentage sig aldeles paa samme Maade ved hver af de andre tre Fjerdeparte af en heel Omdreining, hvoraf altsaa sees, at Billedernes Farver ville have störst Intensitet, naar Hovedsnittet af Doppeltbryderen danner en Vinkel af 45^0 med Polarisationsplanen; mindst derimod, naar Hovedsnittet enten er parallelt med eller lodret paa Polarisationsplanen. Lader man nu Glimmerpladen blive staaende i en af de Stillinger, hvor Farverne have störst Intensitet, og antager

Plade XXX. man, at Pladens Tykkelse er saadan, at det Billede, der er dannet ved Tilbagekastningen, er rödt, og det andet grönt, da kan man, ved at dreie det andet Polarisationsspeil ved O, undersöge i hvad Forhold Farverne staae til Polarisationstilstanden af de tilsvarende Straaler. Man vil nemlig see, at ved denne Omdreining ville Billederne ikke alene efterhaanden forandre deres Intensitet, men ogsaa deres Farve, saaledes, at naar Omdreiningen belöber sig til 90 Grader, ville de tilbagekastede Straaler vise sig grönne og de gjennemgaaende röde, hvorved altsaa godtgjöres, at de complementairt farvede Straaler ere modsat polariserede.

Disse Farvephænomener vise sig hyppigen, naar Lyset, men især det polariserede Lys gaaer igjennem tynde Plader af doppeltbrydende Krystaller. I Særdeleshed vise de sig smukke, naar man lader en convergerende Straalekegle af polariseret Lys gaae igjennem en Krystalplade, der er sleben med Flader, lodrette paa Axen for den doppelte Brydning. Til at fremstille disse Phænomener paa en særdeles beqvem Maade tjener följende Instrument.

ANDET INSTRUMENT.

Plade XXX. Fig. 3 og 4. A, B (Pl. 30, Fig. 3 og 4) ere to runde Skiver af Messing, der rundtomkring i Kanten have en inddreiet Fure. I disse Furer ligge to Ringe, der ere dannede af begge Enderne af en temmelig tyk Metaltraad, der tillige paa Midten er omböiet et Par Gange, som Figuren viser. Ved Metaltraadens Fjerkraft ville altsaa Skiverne A og B holdes tæt sammen; men kunne, naar man holder Instrumentet ved FG, og klemmer Haanden lidt sammen, gaae ud fra hinanden, saaledes som Fig. 4 viser. Disse Skiver A og B ere ikke hele, men aabne i Midten, og udfyldte i denne Aabning med en Prop C af samme Tykkelse som Ringen. I et Hul i Midten af disse Proppe er der atter indlagte to Plader D af Turmalin, der ere slebne saaledes, at deres störste Flader ere parallelle med Doppeltbrydningsaxen. HI (Fig. 5) er endelig en Prop af samme Störrelse som en af Ringene A eller B, i hvis Midte der i et dertil udskaaret Hul er indlagt en af de doppeltbrydende Krystaller, der ere slebne med Flader lodrette paa Axen, og igjennem hvilke man vil lede polariserede Straaler, for at frembringe Farvephænomenerne. Af saadanne Proppe haves flere med forskjellige Krystaller.

Fig. 5.

Holder man dette Instrument saaledes, at Lyset falder paa Skiven A, da ville Lysstraalerne, der gaae igjennem den deri indfattede Turmalinplade, polariseres i en Plan igjennem dennes Axe. Naar altsaa Axen af den anden Turmalinplade i Ringen B er parallel med denne Plan, da ville de polariserede Straaler gaae igjennem, og et Öie bagved B vil see Pladerne gjennemsigtige, med den Krystallen eiendommelige grönbrune Farve; dreier man derimod Skiven B rundt i Ringen, saa at Axen af Turmalinpladen i B er lodret paa Straalernes Polarisationsplan, da ville de polariserede Straaler ikke kunne gaae igjennem, og for et Öie, der seer igjennem Instrumentet, ville Pladerne nu vise sig aldeles uigjennemsigtige.

Indskyder man derpaa, efterat have aabnet Tangen lidet, som i Fig. 4, en af Propperne HI, Fig. 5, imellem Skiverne A og B, saa vil denne ved Fjerkraften af Metaltraaden FG holdes fast; og seer man nu atter igiennem Tangen, da vil der vise sig et smukt Farvephænomen, forskjelligt for de forskjellige Doppeltbrydere, der befinde sig imellem Turmalinpladerne. De igjennem den förste Turmalinplade polariserede Straaler ville nemlig, ved at gaae igjennem den indlagte doppeltbrydende Krystal, for en Deel afpolariseres, og derved atter blive istand til at gaae igjennem den anden Turmalinplade.

Havde man f. Ex. indskudt en paa den omtalte Maade behörigen sleben Plade af Kalkspath,

da vil der vise sig et Phænomen, der er afbildet paa Pl. 30, Fig. 7; nemlig en Mængde Farveringe, liig dem, der viste sig ved Newtons Farveglas, men som her ere gjennemskaarne af et aldeles mörkt Kors ABCD. Farverne i Rummene a ere indvendig guult, og paa Kanten af den förste mörke Stribe rödt; i den förste Ring b, ligesom i enhver af de följgende, ere Farverne fra indenaf udefter: grönt, guult og rödt. Plade XXX. Fig. 7.

Dreier man Krystallen rundt imellem Skiverne A og B, da vil Phænomenet aldeles ikke lide nogen Forandring, saalænge Turmalinpladernes Stilling bliver den samme. Dette vil altid være Tilfældet, naar den Krystalplade, der anvendes til Forsöget, henhörer til dem, hvis Krystallisationsform lade sig henföre til Romboedret, eller den ligesidede, fiirkantede Pyramide, hvilke Krystaller kun have een enkelt optisk Axe, der falder sammen med Krystallens Hovedaxe.

Dreier man derimod Skiven B med Turmalinpladen rundt, da vil, ganske i Overeensstemmelse med det under forrige Instrument anförte tiende Forsög, Farverne efter en Fjerdedeel Omdreining være gaaede over til de supplementaire, saa at det mörke Kors ABCD nu vil være bleven lyst, og Farveringene i det forrige Billede være blevne til mörke Mellemrum, saaledes som Fig. 9 forestiller. Fig. 9. Denne Overgang vil imidlertid ikke skee pludselig, men lidt efter lidt, idet nemlig Korset först begynder at udbrede sig, derpaa skiller sig ad i mörke Striber, og endelig aldeles gaaer over til Lys. Fig. 8 forestiller Phænomenet, naar Turmalinpladen i B er midt imellem de to Stillinger, der svare til Fig. 7 og 9, altsaa har faaet en Omdreining af 45 Grader. Fig. 8.

Ere de anvendte Krystaller derimod saadanne, der have to optiske Axer, og ere de slebne saaledes, at deres Flader staae lodrette paa den Linie, der halverer Vinkelen, som de to optiske Axer danne med hinanden, da ville Phænomenerne deels blive forskjellige, eftersom Axerne danne en större eller mindre Vinkel med hinanden, deels forandre sig, naar man dreier Krystallen, efter at have bragt den imellem Turmalinpladerne paa samme Maade som för. Pl. 30, Fig. 10 og 11 viser Phænomenet, Fig. 10. og 11. naar Krystallen er en brasiliansk Topas, hvis optiske Axe danner en stor Vinkel med hinanden, idet Fig. 10 svarer til den Stilling af Krystallen, hvor en Plan, lagt igjennem de to Axer er parallel med de indfaldende Straalers Polarisationsplan, og Fig. 11 til den Stilling, hvor disse to Planer ere lodrette paa hinanden, og Krystallen altsaa har faaet en Omdreining af 90 Grader.

Er den Vinkel, som de optiske Axer danne med hinanden, mindre, som f. Ex. ved en Krystal af Salpeter, da vil Phænomenet vise sig saaledes, som det er forestillet paa Pl. 31, Fig. 6, naar Plade XXXI. Planen igjennem Krystallens Axer er parallel med de indfaldende Straalers Polarisationsplan. Dreier man derpaa Krystallen langsomt rundt, da vil man see, at Korset ABCD först vil skille sig ad i Fig. 6. Midten, saaledes som Fig. 7 viser. Ved fortsat Omdreining ville bestandig Grenene AD og BC Fig. 7. dreie sig videre i samme Retning, hvori hele Krystallens Omdreining skeer, indtil de, efter en Omdreining af $22\frac{1}{2}$ Grad, indtage en Stilling, som i Fig. 8, og efter en Omdreining af 45 Grader ville Fig. 8. de have den Stilling, som Fig. 9 angiver, og Krumning efter en Hyperbel. Fortsætter man Omdreiningen videre, da ville Grenene ogsaa vedblive at dreie sig omkring Punkterne E og F, indtil efter 90 Graders Omdreining Figuren vil see ligesaadan ud som i Fig. 6, för Omdreiningen begyndte. Fig 9.

Doppeltbrydende Krystaller ere imidlertid ikke de eneste Legemer, der ved polariserede Straalers Gjennemgang vise Farver; ogsaa andre gjennemsigtige Legemer, som Glas, der ordentligviis ikke ere doppeltbrydende, kunne ved ulige Opvarmning eller Afkjöling, eller ved Sammenpresning komme til at frembringe lignende Farvephænomener. Saaledes kan man opvarme en Glasplade, ved at holde et Stykke varmt Jern til dens ene Kant; bringes den da, imedens den endnu er i Beröring med Jernet,

Plade XXXI. imellem Turmalinplader, da vil den vise farvede Striber, saalænge Varmen ikke endnu har fordeelt sig eensformigen i hele Pladen; saasnart dette derimod er skeet, forsvinde strax Farverne. Paa samme Maade kan man ved Afkjöling frembringe lignende Farvephænomener. Bringer man en Glasplade, der i sin naturlige Tilstand ingen Farver viser, i en lille Presse, sammenpresser den derved paa de to Kanter, og bringer den saaledes i Polarisationsinstrumentet, da vil man see, at den nu viser Farver; saasnart man derimod lösner Skruen, hvormed den var sammenpresset, forsvinde Farverne. Heraf indsees, at disse Farvephænomener kun ere betingede af en ulige Spænding imellem Legemernes mindste Dele. Man kan derfor ogsaa frembringe en blivende Spænding i en Glasplade, naar man opheder den til Rödglödning, og derpaa pludselig afkjöler den; saadanne hurtigen afkjölede Glasplader ville da vise særdeles smukt farvede Phænomener.

Til at fremstille disse tydeligt er især följgende Polarisationsinstrument af *Nörremberg* meget hensigtsmæssigt.

TREDIE INSTRUMENT.

Fig. 1. Paa den överste Flade af Foden AB (Pl. 31, Fig. 1) er fastskruet et, i en Messingramme indfattet almindeligt Glasspeil C med Metalbelægning. I denne Ramme ere fremdeles fastgjorte to Standere DE og FG, der foroven sammenholdes ved et Tverstykke EG. Dette Tverstykke er i Midten gjennemboret med et rundt Hul, hvori en cylindrisk Ring RS, der bærer et Speil T under en Vinkel af 35 Grader imod Axen igjennem Ringen, lader sig dreie rundt. Speilet T bestaaer af en Glasplade, der paa den bageste Side er sortmalet, for at der ikke skal dannes to Billeder af de skraat indfaldende Straaler; ved det andet Speil C var dette derimod unödvendigt, da Straalerne bestandig falde lodret ind derpaa; man anvender derfor med Forsæt Metalbelægningen, da denne tilbagekaster en större Mængde Straaler, end Glasoverfladen alene. Ringen RS er fremdeles forsynet med en udstaaende Spids, der peger paa en, paa Tverstykket EG anbragt inddeelt Cirkel, hvorved man kan aflæse, hvorstor en Omdreining man har foretaget med Speilet T. Standerne DE og FG bære fremdeles: 1, en Glasskive K, der er bevægelig om en horizontal Axe LL′, og som dreies omkring denne ved Hjælp af Knappen L; 2, en Messingring MN, der ved Hjælp af Klemmeskruen Q kan fastholdes i en vilkaarlig Höide, og som foroven bærer to smaae Standere, hvorpaa er fastgjort en i en Messingring indfattet Glasskive, der tjener til derpaa at lægge forskjellige Legemer, hvorigjennem det polariserede Lys skal gaae, og endelig 3, et convext Glas H, der kan skydes ud og ind i Stykket H′, hvortil det befæstes ved Skruen a, samt löftes op og ned, og befæstes paa et hvilketsomhelst Sted af den nederste Deel af Standeren FG, ved Hjælp af Klemmeskruen I. Denne Lindse tjener til at gjöre de polariserede Straaler convergerende, förend de gaae igjennem en paa Speilet C lagt doppeltbrydende Krystal.

For at benytte dette Instrument til at fremstille de Farvephænomener, der vise sig ved hurtig afkjölede Glasplader, lægger man en saadan paa Speilet C, og bringer Glasskiven K i en saadan Stilling, at den danner en Vinkel af 35 Grader med en paa Speilet C opreist perpendiculair Linie. Speilet T kan for det förste stilles saaledes, at det er parallelt med Glasskiven K; i dette Tilfælde
Fig. 2. fremstiller Fig. 2 den indbyrdes Stilling af Instrumentets Dele. Af de Straaler, der fra et lyst Sted S falde paa Glasskiven, ville kun de, der falde ind under en Vinkel af 35 Grader imod Skiven, kastes tilbage efter den paa C lodrette Linie KC, ved hvilken Tilbagekastning under Glassets fuldkomne Polarisationsvinkel disse Lysstraaler ere blevne polariserede. Efter Tilbagekastningen fra K gaae de

altsaa igjennem den paa Speilet C placerede, hurtig afkjölede Glasplade D til Speilet C, hvor de tilbagekastes under samme Vinkel, og altsaa gaae anden Gang igjennem Pladen D til Glasskiven K, igjennem hvilken kun de Straaler, der ved Gjennemgangen igjennem D ere blevne afpolariserede, kunne gaae; de derimod, der endnu komme polariserede til K, ville der lide Tilbagekastning, ifölge det under förste Instrument anförte andet Forsög. Disse igjennem K gaaede Straaler ville nu uforandret fortsætte deres Vei igjennem Glasskiven P, der ogsaa, da den ikke benyttes til disse Forsög, kunde ganske dreies tilside, saaledes som det allerede i Figuren er antaget at være skeet med det convexe Glas H (Fig. 1). Endelig ville Straalerne træffe Speilet T under samme Vinkel af 35°, hvorved de, i Overeensstemmelse med det under förste Instrument anförte tiende Forsög, ville deles i farvede Dele, idet Straaler af visse Farver ville gaae igjennem, dersom T bestod af flere Glasskiver, eller absorberes i dette anförte Tilfælde, hvor T er en malet Glasplade; og Straalerne af de til disse complementaire Farver ville kastes tilbage i Retningen TÖ, hvor de kunne modtages af et Öie i Ö. Plade XXXI.

Fig. 10 forestiller Phænomenet, naar Instrumentets Dele have den anförte Stilling, og en qvadratisk Glasplade er lagt saaledes paa Speilet C, at dens to Kanter ere parallelle med de indfaldende Straalers Polarisationsplan. Dreier man Pladen omkring, da vil, naar den har faaet $\frac{1}{16}$ af en heel Omdreining, og de to Kanter altsaa danne en Vinkel af $22\frac{1}{2}$ Grad med Polarisationsplanen, Phænomenet have forandret sig saaledes, som Fig. 12 viser. Ved en Omdreining af 45 Grader vil det see ud som Fig. 13 viser; ved $67\frac{1}{2}$ Grads Omdreining atter som Fig. 12, og ved 90 Grader vil den ganske være kommen tilbage til sin förste Skikkelse i Fig. 10. Fig. 11 viser, hvorledes Figuren bliver, naar Glaspladen ikke omdreies, men derimod det överste Polarisationsspeil T, bringes i en Stilling, der er 90 Grader forskjellig fra den förste, hvorved altsaa de Straaler, der för kastedes tilbage, nu ville absorberes, og omvendt, de för absorberede Straaler nu kastes tilbage; Figuren vil altsaa, som det följer af det forhen anförte tiende Forsög, vise sig med complementaire Farver. Fig. 14 og 15 vise de Figurer, der fremkomme ved en rectangulair Glasplade, nemlig Fig. 14, naar det överste Polarisationsspeil T er parallelt med K, som i Fig. 2; Fig. 15, naar det har en Stilling lodret derpaa, som i Fig. 1, medens Pladens to længste Kanter i begge Tilfætde ere parallelle med Straalernes Polarisationsplan. Andre Figurer ville danne sig, naar Pladerne have andre Former, som runde, trekantede, o. s. v. Fig. 10. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 11. Fig. 14 og 15.

Angaaende Figurerne 10 til 15 maa bemærkes, at de Dele af Figurerne, der ere mörkest schatterede, forestille aldeles mörke Steder; de Dele, der slet ikke ere schatterede, vise hvidt Lys, hvorimod de mindre stærke Schatteringer svare til farvede Steder, nemlig de lyseste til de intensiveste Farver, guult og rödt; de mörkere til de mindre intensive, blaat og violet.

§ 32.

Instrumenter, som tjene til at oplyse Öiets Natur.

FÖRSTE INSTRUMENT.

NO (Pl. 21, Fig. 7) er en firkantet Metalplade, der forneden har en Tap med en Skrue, hvorved den kan befæstes paa den paa Pl. 21, Fig. 4 afbildede, og i § 25 beskrevne Bænk. Denne Plade er gjennemboret med to Huller, hvori der ere indloddede to Rör P og Q. I den ene Ende af disse Rör ere fastgjorte to convexe Glas af ligestor Krumning, og i den anden to plane, men forskjelligt farvede Glas; i det ene Rör f. Ex. et rödt, i det andet et grönt. Plade XXI. Fig. 7.

Plade XXI. Man fastskruer denne Plade paa Bænken Fig. 4, og lader et Straalebundt fra Heliostaten falde paa de to Rör P og Q, idet Pladen er vendt saaledes, at de convexe Lindser vende imod Heliostaten. Holder man da kort bagved denne Plade Skjærmen IK, da vil der paa samme vise sig to smaae farvede Kredse, den höire f. Ex. röd, den venstre grön, naar det röde Glas befandt sig i det höire Rör, og det grönne i det venstre. Bortfjerner man derpaa Skjærmen IK længere, da ville Billederne efterhaanden blive större og krydse hinanden. Paa dette Sted, hvor de farvede Kredse dække hinanden, vil man faae en graaagtig Farve. Anbringer man nu Skjærmen GH kort foran IK, saa at Hullet paa denne befinder sig paa et Sted, hvor der vilde vise sig graat Lys, da vil man atter paa Skjærmen IK bagved bemærke to farvede Kredse, en röd og en grön, men den röde vil nu være til venstre, den grönne til höire, idet Straalerne nemlig have krydset hinanden i Aabningen paa GH, og derved vise sig paa Skjærmen IK i omvendt Orden. Ved dette Forsög forestiller Hullet paa Skjærmen GH Öieaabningen, der træffes af forskjelligen farvede Straaler, og Skjærmen IK Nervehinden, hvorpaa Gjenstandene afbilde sig; og man seer altsaa heraf tydeligen, hvorledes Gjenstandene, sende Straaler til Öiet, komme til at afbilde sig i omvendt Stilling paa Öienættet.

ANDET INSTRUMENT.

Det kunstige Öie.

Plade XXXII. Fig. 1. Dette bestaaer af et rundagtigt huult Legeme A (Pl. 32, Fig. 1) af tyndt Metal, der befinder sig paa et Stativ BC, og er forsynet med 2 Huller lige for hinanden, i Retningen af en horizontal Diameter. I det ene af disse Huller er der indloddet et Rör D, hvori et andet Rör EF kan skydes frem og tilbage; i det andet Hul er indskruet et convext Glas af 5 til 6 Tommers Brændvidde. I den Ende af Röret EF, der gaaer ind i D, befinder sig et plant Glas, der paa den Side, der vender mod A, er matslebet. Endelig er der paa Stativet BC befæstet en udstaaende Stift G, der bærer en Ramme med to Glas: H og I, af hvilke det ene H er convext, det andet I concavt; denne Ramme kan dreies rundt paa Stiften G. K og L vise Stillingen af de omtalte Glas i Instrumentet, af hvilke K forestiller den forreste Deel af Öiet, der tjener til at bryde Lyset, og L Öienættet, hvorpaa Gjenstandene afbilde sig.

Anbringer man dette Instrument foran en velbelyst Gjenstand, da vil denne sende Straaler til Lindsen K, og ifölge de hidtil anförte Love for convexe Glas, vil der danne sig bagved denne et omvendt Billede af Gjenstanden. Bringer man nu Röret EF i en saadan Stilling, at den matslebne Glasplade L befinder sig paa det Sted, hvor Billedet danner sig, da vil man, ved at see ved F ind i Röret EF, see et tydeligt Billede af Gjenstanden paa Pladen L. I denne Stilling svarer Instrumentet til det, som finder Sted ved det sunde Öie, hvor den forreste Deel af Öiet har en saadan Form og Beskaffenhed, at Straalerne fra et Punkt, der befinder sig i den tydelige Seevidde, forene sig paa Nervehinden til klart Billede. Er nu Öiets ydre Convexitet, eller de sig i samme befindende Vædskers Brydningsevne större, da ville Straalerne forene sig förend de naae Nervehinden, hvilket finder Sted hos den Nærsynede. Dette Tilfælde fremstilles paa Instrumentet, ved at trække Röret EF længere ud af D, ved hvilken Stilling Öiet ved F vil see Billedet paa Pladen L utydeligt. Dreier man derpaa Rammen med Glassene H og I i en saadan Stilling, at det concave Glas I befinder sig ligefor Aabningen af Instrumentet, da ville Straalerne fra Gjenstanden, der nu först maa gaae igjennem denne Lindse, og derved blive mindre convergerende, forene sig i et Punkt længere bagved Glasset K, hvorved altsaa Billedet paa Pladen L kan erholde den forrige Tydelighed, naar man har afpasset

Udtrækningen derefter. Er derimod Öiets Convexitet (som hos adskillige gamle Folk), eller Öievædskernes Brydningsevne mindre end ved det sunde Öie, da vil Foreningspunktet af Straalerne fra Gjenstanden först falde bagved Nervehinden. Efterligner man dette Tilfælde, ved at skyde Röret EF længere ind, end det först befandt sig, da vil man ogsaa bemærke, at Billedet paa Pladen L derved har tabt i Tydelighed. Bringer man derpaa den convexe Lindse H imellem Instrumentet og Gjenstanden, da ville Straalerne fra denne, ved at gaae igjennem H, blive mere convergerende, og altsaa forene sig i et Punkt nærmere bagved Glasset K, end förend H bragtes derimellem; er Störrelsen af Indskydningen af Röret EF altsaa rigtig afpasset, saa vil man atter herved kunne faae et tydeligt Billede paa Pladen L. Plade XXXII.

Ved Forsögene med dette Instrument indsees altsaa tydeligen, hvorfor Nærsynede maae bruge concave Briller, og Langsynede eller gamle Folk derimod convexe Briller.

§ 33.

Instrumenter, som tjene til at frembringe enten förstörrede Billeder af tegnede, eller formindskede Billeder af virkelige Gjenstande.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Perspectivkassen.

Denne bestaaer i en stor Kasse ABCDEF (Pl. 32, Fig. 2), i hvis forreste Sidevæg, hvoraf i Figuren kun et Stykke er afbildet, er indfattet tre convexe Lindser G, H og I, af en temmelig stor Brændvidde. Paa den bageste Væg i Kassen, og ligefor disse Lindser kan i en dertil anbragt Ramme indskydes forskjellige Prospecter af Egne, Byer o. s. v., der ere perspectivisk tegnede, og colorerede. I lige Linie med den överste Kant af det saaledes anbragte Prospect er tæt bagved den forreste Væg befæstet et smalt Bret med flere Lys, der tjene til stærkt at belyse Billedet paa den bageste Væg. Fig. 2.

Seer man nu igjennem en af Lindserne G, H eller I ind i Kassen, da vil det bagved anbragte Billede vise sig opret og forstörret, idet det nemlig er stillet indenfor Lindsernes Brændpunkt. Da Kassen nu fremdeles er malet sort indvendig, saa vil Öiet ikke modtage Indtryk af nogen anden Gjenstand, end denne ene, hvorved det vil forekomme Iagttageren, som om han virkeligen befandt sig midt i den Egn, der viser sig for ham.

ANDET INSTRUMENT.

En anden Construction af Perspectivkassen forestiller Pl. 32, Fig. 3, a. ABCD er nemlig en Fig. 3, a. firkantet, temmelig höi Kasse, der bagtil er aaben fra E til A, og i hvis överste Deel er anbragt et, under en Vinkel af 45° stillet, plant Speil EGFC, hvilket, saaledes som Figuren viser, stötter sig med sin nederste Kant imod den bageste Væg og med den överste mod den forreste Væg, langs med Kanten GC. Ligefor dette Speil er i den forreste Væg af Kassen indsat et convext Glas H af en temmelig stor Brændvidde. EIF er en tæt under Speilet anbragt Blændning, der kun har et firkantet Hul i Midten, af samme Störrelse som de perspectiviske Tegninger, der skulle vise sig for Beskueren, og hvoraf Fig. 3, b, c og d forestille tre. Denne Blændning tjener til at forhindre Straaler fra Siden af Kassen, og fra den hvide Kant af Tegningerne fra at falde paa Speilet EGCF. Fig. 3, b, c og d. Fremdeles er der i forskjellige Afstande fra Speilet, paa de indvendige Sider af Kassen, anbragt

Plade XXXII. Lister, nemlig ved a, b, c, d og e, til derpaa at lægge et Bret, paa hvilket det Billede, der skal fremstilles, befinder sig i en saadan Stilling, at det stöder med sin överste Deel imod den forreste Væg; Billedet belyses endeligen behörigt ved bagved Kassen anbragte Lys. Det belyste Billede vil altsaa, ifölge de i § 26 anförte Love for Tilbagekastningen fra plane Speile, vise sig for et Öie ved H i en opret Stilling; og sees det desuden der igjennem den convexe Lindse, da vil det tillige vise sig forstörret, desto mere, jo dybere det er anbragt nede i Kassen, der dog ikke maa være höiere, end at jo Afstanden fra Lindsen H til Speilet, lagt til Afstanden fra dette til Bunden af Kassen, er mindre end Lindsens Brændvidde.

TREDIE INSTRUMENT.

Camera obscura.

Dette Instrument tjener især til at fremstille Billedet af en Egn saa klart og tydeligt paa et passende Sted, at det kan eftertegnes. Det bestaaer af en stor firkantet Kasse ABCDE (Pl. 32, Fig. 4. Fig. 4), hvis ene Side, nemlig den bageste, har en temmelig stor Aabning, der kan lukkes ved Dörene F og G. Den överste Flade CDE af denne Kasse er gjennemskaaret med et firkantet Hul, hvori er fastgjort en mindre firkantet Kasse HI. I denne befinder sig et plant Speil, der har en Hældning af 45° imod den forreste Side af Kassen, i hvilken der, midt for Speilet, er udskaaret et rundt Hul. I dette Hul er fastgjort et Rör, hvori et andet Rör, i hvis yderste Ende er indskruet en convex Lindse K, kan skydes ud og ind. Ovenfor Dörene F og G er paa den bageste Side befæstet et mörkt Gardin, hvorunder den kan sidde, der benytter Instrumentet, saaledes som det tydeligen sees ved et följende Instrument af samme Slags, Pl. 33, Fig, 2, og som tjener til at forebygge, at noget andet Lys end det, der kommer igjennem Lindsen K, skal trænge ind i Kassen ABCDE.

Falder der nu fra en fjern Gjenstand, f. Ex. fra de forskjellige Dele af et Landskab, Straaler paa Lindsen K, da vil der, hvis intet var i Veien for at Straalerne kunde fortsætte deres Gang bagved Lindsen, danne sig et omvendt Billede af denne Gjenstand et Sted tæt indenfor Lindsens Brændpunkt, idet Straalerne antages at falde næsten parallelt ind paa denne. Men da nu Straalerne, efter Gjennemgangen gjennem Lindsen, træffe det skraae Speil förend de kunne komme til at danne et Billede, saa ville de her kastes tilbage, men uden at deres indbyrdes Retning derved forandres, og Billedet vil saaledes danne sig etsteds i Kassen, hvis Lindsens Brændvidde ikke er större end Kassens Höide. Er denne nu rigtigt afpasset, da kan det Sted, hvor Billedet danner sig, just blive Kassens Bund; Gjenstanden vil saaledes tydeligen vise sig paa et der henlagt Stykke Papir, og vil let kunne eftertegnes paa samme.

Komme Straalerne derimod fra et Punkt, der er nærmere ved Instrumentet, da ville de forene sig i en större Afstand bagved Lindsen, og saaledes træffe Papiret förend deres Forening, hvorved Billedet vilde blive utydeligt. Man maae derfor i dette Tilfælde föröge Afstanden imellem Bunden af Kassen og Lindsen K, ved at trække det Rör, hvori denne befinder sig, længere ud.

FJERDE INSTRUMENT.

Fig. 5. En forandret Construction af samme Instrument er forestillet Pl. 32, Fig. 5. Ved dette befinder nemlig Speilet og Lindsen sig i en paa den ene Side aaben Kasse GH, der kan bevæges op og ned i en om samme passende Ramme i den överste Deel af den store Kasse AK, ved Hjælp af en Skrue F, der med et paa dens anden Ende værende Drev griber ind i en Tandstang, som befinder

sig i den ene Sidevæg af Kassen GH, saaledes, som det sees paa Figuren. Herved beholde Lindsen og Speilet bestandigen samme indbyrdes Afstand, imedens man altid, ved enten at löfte eller sænke begge, kan bringe Straalernes Foreningspunkt til at falde paa Bunden af Kassen. Stillingen af Speilet og Lindsen med Hensyn til de indfaldende Straaler, er ogsaa forandret saaledes, at Gjenstanden her sender Straaler til Speilet a, hvorpaa de, efter Tilbagekastning herfra, gaae igjennem Lindsen b ind i Kassen. Dette Camera obscura har fremdeles ikke saa stor en Aabning paa Siden, som det forrige, idet Tegneren ikke behöver at have Hovedet og den överste Deel af Kroppen inde i Kassen, hvorved denne kan være betydeligen mindre. Paa den forreste Side af Kassen er nemlig gjort et aflangt Indsnit, paa hvis överste og underste Kant ere limede to Lister, imellem hvilke Brettet DE kan skydes til begge Sider. I dette Bret er atter indskaaret et mindre, aflangt firkantet Hul, hvorom der er anbragt en ophöiet Ramme BC, hvis yderste Rand er indhulet og beklædt med Flöiel; imod denne Ramme lægger Tegneren den överste Deel af sit Ansigt, saa at han kan see igjennem Hullet ind i Kassen. Nedenunder denne Aabning befinder sig en anden, större, af samme Brede som Kassen, paa hvis Kanter der er fastgjort en Pose af ferniseret Töi, hvorigjennem Tegneren stikker sin Arm, og som kan snöres sammen om denne ved A. Hele Instrumentet er fremdeles forfærdiget med böielige Kanter, saa at det kan foldes sammen og nedpakkes i den underste Deel af Kassen LMN, hvorved det bliver meget let transportabelt. Plade XXXII.

FEMTE INSTRUMENT.

Endnu en tredie Construction af samme Instrument er först angivet af *Chevalier*, og afbildet Pl. 33, Fig. 2. Istedetfor Speilet og den convexe Lindse, som anvendtes ved de forrige, sees her et eneste Prisma A, der paa den Side, der vender imod Gjenstanden, der skal afbilde sig, er convext, paa den Side, der vender imod Aabningen N ind i Kassen, er concavt, og paa den tredie Side plant, og forsynet med en Belægning. Prismet er med sin ene Ende befæstet i en Messing Indfatning abc, der i Midten har en, igjennem Sidevæggen af Kassen BCDE gaaende Tap, der udenfor Kassen ender sig i en Knap, ved Hjælp af hvilken Prismet kan dreies rundt om en horizontal Axe, saa at derved Gjenstande, der ligge höiere eller lavere, kunne komme til at sende Straaler ind i Kassen. Da endvidere det Rör, der fra den överste Kasse BCDE gaaer ind i den store, er rundt, saa kan Kassen BCDE tillige dreies rundt om en vertical Axe, og derved Gjenstande, der ligge noget længere til höire eller venstre, bringes til at afbilde sig i Kassen, uden at denne selv behöver at flyttes. Forestiller SA Retningen af Straalerne fra en fjern lysende Gjenstand, da ville disse, ved at gaae igjennem den convexe Side af Prismet, blive convergerende; ved den plane Side be ville de derpaa kastes tilbage, og atter, ved at gaae ud af den concave Side blive noget mindre convergerende. Den forskjellige Krumning af Prismets to Sider tjener til at rette den Feil, der ellers fremkommer ved Billedet, som en Følge af at det danner sig paa en Plan, istedetfor paa en huul Kugleoverflade. Ved denne, saavelsom ved den foregaaende Indretning af Camera obscura vender tillige Tegneren Ryggen til den Gjenstand, der skal afbildes, hvorved han kommer til at see det i Kassen dannede Billede opret, hvilket derimod ikke var Tilfældet ved det först beskrevne. Plade. XXXIII. Fig. 2.

Da Billederne, der danne sig ved dette Instrument, ere smukke, af meget livlige Farver, og tillige tage Deel i alle de Bevægelser, som de Gjenstande, der afbilde sig, i samme Öieblik ere underkastede, saa anvendes det, foruden til Afkopiering, ofte blot til morende Underholdning.

Plade XXXII.

SJETTE INSTRUMENT.

Fg 6. Et Instrument, der paa eengang tjener til at tydeliggjöre Indretningen og Virkningen af Perspectivkassen og Camera obscura, er afbildet Pl. 32, Fig. 6. Dette bestaaer nemlig af to Rammer **ABCD** og **EFGH**, hvis Hjörner **C** og **E** samt **D** og **F** ere forbundne med hinanden ved Hængsler, saa at de kunne gives en hvilkensomhelst Heldning imod hinanden. I den förste af disse Rammer er indfattet et convext Glas **Q**, i den anden et plant Speil. Paa denne sidste Ramme befinder sig fremdeles, tæt ved Hjörnerne **E** og **F**, to udstaaende Tappe, hvorved det med Lindsen forbundne Speil hviler paa en i Stativet **MN** befæstet Ramme **LKI**. Hele Instrumentet kan tillige löftes og sænkes i Stativet **MN**.

Lægger man nu ved den Side af Instrumentet, hvor Speilet befinder sig, paa Foden **N** en Tegning **PO**, med den överste Deel vendt ind til Stativet, og löfter man Speilet **EFGH** op under en Vinkel af 45 Grader, idet Rammen **ABCD** bestandig, ved Hjælp af Hængslerne ved **C** og **D**, og sin egen Vægt, hænger verticalt, da vil Instrumentet, naar Öjet anbringes foran **Q**, forestille Indretningen af Perspectivkassen, og ved at löfte eller sænke det i Stativet **MN**, saa at Tegningen **PO** snart befinder sig udenfor og snart indenfor Lindsens Brændpunkt, godtgjör man let Betingelserne for de Stillinger af Delene, hvorved Instrumentet svarer til sin Hensigt. Lægger man istedetfor Tegningen **PO** et Stykke hvidt Papir paa samme Sted, og stiller Instrumentet saaledes, at en eller anden stærkt belyst Gjenstand befinder sig foran Lindsen **Q**, og sender Straaler til denne, da forestiller Instrumentet Indretningen af Camera obscura, og man viser atter, ved at löfte eller sænke det i Stativet **MN**, at den nödvendige Betingelse for Billedets Tydelighed er, at Papiret hvorpaa dette danner sig, befinder sig nöiagtig i en Afstand fra Lindsen, lig dennes Brændvidde.

SYVENDE INSTRUMENT.

Camera clara.

Fig. 7. Aldeles grundende sig paa samme Principer, og i det Væsentlige af samme Indretning som de foregaaende, er det Pl. 32, Fig. 7 afbildede Instrument, som man har givet Navn af Camera clara, og som ligeledes tjener til at afkopiere forskjellige Gjenstande. Det bestaaer af en fiirkantet Kasse **HIKLMN**, der ved Enden **HIK** er aaben. I denne Aabning passer et fiirkantet Rör **EFG**, der ved en deri befæstet Tandstang **V**, og et Drev **O**, der griber ind deri, og ender sig udenfor Kassen i en fiirkantet Tap, hvorpaa man sætter en Skruenögle, kan bevæges ud og ind i Kassen **HIKLMN**. I dette Rör **EFG** kan ligeledes et andet fiirkantet Rör **ABCD** skydes ud og ind; dette er ved den udvendige Ende lukket med en Bund, hvori befinder sig et convext Glas **T**. Ligefor dette er ved den modsatte Ende af den store Kasse stillet et plant Speil **PQLM**, under en Vinkel af 45 Grader mod Rörenes Axe. Lodret ovenover dette Speil er atter anbragt en convex Lindse, og ovenover den igjen, i den överste Flade af Kassen, et matslebet Glas **U**. Stillingen af Glassene sees tydeligen i det ovenover selve Instrumentet tegnede Rids. **RS** er en Skjærm, der kun tjener til at afholde en Deel af det mest directe Lys fra at falde paa Glasset **U**, og forstyrre det der frembragte Billede.

Stilles Instrumentet saaledes, at den Gjenstand, man vil have fremstillet, befinder sig ligefor Lindsen a, da ville Straalerne, efter at være brudte igjennem denne, falde paa Speilet b, hvorfra de ville kastes igjennem den anden Lindse c, og ovenfor denne forene sig til et Billede, der opfanges paa det matslebne Glas d. Virkningen af Lindsen a og Speilet b er aldeles den samme som ved förste Instrument; Lindsen c tjener til at forkorte Brændvidden, og altsaa formindske Instrumentets Dimen-

sioner; Billedet bliver ogsaa derved mere levende, men af mindre skarpe Omrids. For ved Hjælp af dette Instrument at kopiere en Gjenstand, pleier man at afridse den paa Glasset med Rödkridt, og siden at overföre dette Rids paa Papir, ved at trykke dette fast imod Glasset. Derved vil Gjenstanden paa Papiret faae sin rigtige Stilling, idet nemlig paa Glaspladen de Dele afbilde sig paa den höire Side, der i Virkelighed befinde sig paa den venstre, og omvendt. Da imidlertid det udvendige Lys svækker det paa Glaspladen frembragte Billede meget, saa fremstiller det sig langtfra ikke saa smukt og levende som ved Camera obscura; derimod kan man ved dette lettere erholde et Rids, medens Tegneren ved hiint ofte har ondt ved at skjelne de af ham selv trukne Linier, af Mangel paa tilstrækkeligt Lys i Kassen. Plade XXXII.

OTTENDE INSTRUMENT.

Camera lucida.

Et stort Fortrin for de hidtil anförte Instrumenter, deels med Hensyn til Lethed, saavel i at afridse det frembragte Billede, som til at transporteres fra Sted til andet, deels med Hensyn til Vilkaarligheden af Billedets Störrelse, har et af *Wollaston* i Aaret 1807 opfundet Instrument, som han har kaldet camera lucida. Pl. 33, Fig. 3, a, forestiller et saadant, der bestaaer af et fiirsidigt, retvinklet Prisma G, hvori den ligeoverfor den rette Vinkel staaende stumpe holder 135°, og begge de to andre spidse hver 67½ Grad. Dette Prisma befinder sig i en Messingindfatning, saaledes, at den ene Side G af Prismet er aldeles blottet, og i Indfatningen paa de to andre Sider, nemlig ved H, er der gjort Indsnit i Midten, saaledes som Fig. 3, b viser, der forestiller Prismet med sin Indfatning seet ovenfra. H er en Plade af Messingblik, der er fastskruet til den överste Flade abcd af Indfatningen, og som paa Midten har et Hul, hvilket under Brugen af Instrumentet maa befinde sig lige over Kanten af Prismet, men som i Fig. 3, b er dreiet noget tilside, for at vise Formen af, og Stedet for Indsnittet i den överste Flade af Indfatningen. Plade XXXIII. Fig. 3, a. Fig. 3 b.

Denne Indfatning er fremdeles forsynet med en i Forlængelsen af Prismets Axe udstaaende Stift ef, hvilken indstikkes i et Hul, der befinder sig i den överste Ende af Messingstangen EF. Denne er i E ved en Hængsel forbunden med Skruen DEC, der tjener til at befæste hele Instrumentet paa Kanten af et Bord. Ved denne Befæstningsmaade kan altsaa Prismet dreies om sin Axe, og Stangen EF gives en hvilkensomhelst Heldning imod Bordpladen; lodret under Prismet lægges paa Bordet et Stykke hvidt Papir.

Har nu Instrumentet den i Figuren angivne Stilling, og forestiller SG en Straale fra et lysende Punkt foran Instrumentet, da vil denne, efter to indvendige Tilbagekastninger fra Prismets Sider, saaledes som Figuren viser, gaae ud igjen af Prismet tæt ved Kanten H, efter Retningen FH. Et Öie, som befinder sig ved H, vil altsaa see det lysende Punkt i Forlængelsen af HF eller i Punktet P paa Bordet. Da de tilbagekastede Straaler træde ud af Prismet meget nær ved Kanten, saa vil en Linie fra Punktet P, der gaaer forbi Prismet, endnu kunne træffe Öiet; dette vil altsaa tillige kunne see en i Punktet P holdt Blyantsspids, og man vil saaledes paa Papiret kunne afridse den Gjenstand, hvis Billede viser sig der. Da Öiet i H egentligen, ifölge Lovene for Tilbagekastningen, seer Billedet af Gjenstanden ligesaalangt neden under Prismet, som Gjenstanden selv befinder sig foran, saa vil man faae Billedet saa mange Gange lineairt formindsket, som Afstanden imellem Bordet og Prismet er indeholdt i Afstanden mellem dette og Gjenstanden. Ved altsaa enten at flytte Instrumentet nærmere til eller længere fra Gjenstanden, eller ved at give EF forskjellig Heldning, og derved altsaa Prismet

Plade XXXIII. forskjellige Afstande fra Bordet, har man det i sin Magt at bringe Störrelsen af Billedet i et hvilketsomhelst Forhold til Gjenstanden. Ved at dreie Prismet om Tappen ef, kan man fremdeles bringe Gjenstande, der ligge höiere eller lavere, end i en fra Prismet uddraget horizontal Linie, til paa den behörige Maade at sende Straaler paa dette. Pladen H tjener til at lette Öiet i at antage den behörige Stilling, da nemlig en Deel af Pupillen skal befinde sig over Prismet, og den anden Deel udenfor sammes Kant. Er Billedet af Gjenstanden, og Blyanten, hvormed man foretager sig Afridsningen, lige stærkt belyste, da vil Öiet, naar Hullet paa Pladen H befinder sig midt over Kanten af Prismet, modtage lige stærke Indtryk fra begge; er dette derimod ikke Tilfældet, da kan man, ved at dreie Pladen H saaledes, at en större eller mindre Deel af Aabningen befinder sig over Prismet, bringe det derhen, at begge vise sig tilstrækkelig tydelige.

Den störste Vanskelighed ved dette Instrument er den, at man med det halve Öie skal see gjennem Prismet, og med den anden halve Deel udenom; og endskjöndt de Fleste ingen Vanskelighed finde deri, gives der dog Mange, der aldeles ikke kunne bringe det derhen, og for hvem altsaa Instrumentet er for störstedelen ubrugeligt. Denne Vanskelighed er undgaaet ved följende af Amici opfundne Instrument *(Amici's camera lucida)*, der uden Spörgsmaal er det forrtinligste af alle de til Gjenstandes Afkopiering angivne Instrumenter.

NIENDE INSTRUMENT.

Fig. 4, 5 og 6. Dette Instrument, der er afbildet Pl. 33, Fig. 4, 5 og 6, er kun deri forskjelligt fra det forrige, at istedetfor det fiirsidige Prisma befinder sig her en Glasplade og et Metalspeil, saaledes forbundne, som Fig. 5 viser. HK er nemlig en temmelig tyk Glasplade med fuldkommen parallelle Sidevægge. For at tilveiebringe denne nöiagtige Paralellisme, slibes et tresidigt Prisma MHL, doppelt saa bredt, som man vil have Glaspladen; dette Prisma skjæres derpaa midt igjennem, og de to Halvparter lægges sammen, som Figuren viser; ved derpaa at skyde Prismet LKH langsomt hen ad LMH i Retningen LH, kan man ved Forsög finde den Stilling, hvorved Fladerne LM og KH ere fuldkommen parallelle. Bagved denne Plade er anbragt et Metalspeil INMG, hvis speilende Flade IN danner en Vinkel af 45 Grader med Glaspladen. Begge Dele ere befæstede i den angivne Stilling i en Messingindfatning, der er aaben foroven fra I til K, og paa den forreste Side fra K til H. Paa den ene Side af Indfatningen befinder sig en udstaaende Tap, der tjener til derved at befæste samme i Stativet, paa aldeles lignende Maade, som ved forrige Instrument. Fig. 6 viser denne omtalte Deel af Instrumentet, seet ovenfra, og taget ud af sin Forbindelse med Stativet EF. Dette bestaaer tillige her af et Rör, hvori den Messingstang, der bærer den överste Deel af Instrumentet, kan skydes ud og ind, hvilken Indretning iövrigt ligesaagodt kan anbringes ved Wollaston's Instrument.

Sender nu en Gjenstand S (Fig. 5) Straaler til den forreste Side KH af Glaspladen, da ville disse, som Figuren viser, gaae igjennem denne til Speilet IN; derfra ville de kastes tilbage til den anden Side LN af Glaspladen, hvorfra de atter ville kastes tilbage til Punktet O. Et Öie, der befinder sig i dette Punkt, vil altsaa see Gjenstanden i Forlængelsen af Straalerne, nemlig i S′, og er der nu lodret under O paa Bordet AB (Fig 4) henlagt et Stykke Papir, da vil Öiet baade see Gjenstanden afbildet paa Papiret, og tillige modtage directe Straaler fra dette, igjennem Glaspladen HMKL, hvorved Gjenstanden med Lethed vil kunne eftertegnes paa Papiret.

TIENDE INSTRUMENT.

Plade XXXIV.

Tryllelygten.

Tryllelygten, den magiske Lygte, *(Laterna magica)* er et Instrument, der ved Hjælp af convexe Glas fremstiller et forstörret Billede af forskjellige enten gjennemsigtige, paa Glas malede Figurer, eller af uigjennemsigtige Gjenstande. Den tjener i Almindelighed kun til Underholdning og Tidsfordriv, og bestaaer af en fiirkantet Kasse Pl. 34, Fig. 1, der kan lukkes aldeles tæt, og i hvis överste Flade, der har Form af et Tag, er et böiet Rör, for at bortlede Rögen fra den Lampe, der anbringes i Kassen. I den forreste Væg er indsat et Rör HI, der bestaaer af flere Stykker, hvilke kunne bevæge sig ud og ind i hinanden ved Hjælp af en Svingel med et Drev K, der er fastgjort paa det ved Kassen nærmeste Rör, og som griber ind i en Tandstang. Denne sidder med sin ene Ende fast i det yderste Rör I, og ved altsaa at dreie Svingelen rundt, enten tilhöire, eller tilvenstre, kan man enten forkorte eller forlænge Röret HI. Dette har fremdeles ved L en udvidet fiirkantet Deel, der er aaben paa begge Sider, og tjener til deri at indskyde forskjellige Glasstykker, hvorpaa de Gjenstande, som man vil have fremstillet, ere malede med gjennemsigtige Farver. Umiddelbart forved dette Sted befinder sig, i den faste Deel af Röret, et convext Glas M, saaledes som det sees i det Gjennemsnit af Röret, der er afbildet i Fig. 2. I det yderste Rör I befinder sig ligeledes et convext Glas N, saalangt fra Lindsen M, at det endnu ved Rörets længste Udtrækning befinder sig indenfor dennes Brændpunkt. Disse to convexe Glas ville altsaa virke som een enkelt Lindse med foranderlig Brændvidde, eftersom Röret er trukket længere eller kortere ud. Endelig er inden i Kassen anbragt en argandsk Lampe, forsynet med et Huulspeil, der er slebet efter en Parabel. Et saadant Speil har nemlig den Egenskab at kaste alle de fra Brændpunktet udgaaende Straaler tilbage parallelle med Parabelens Axe. Lampens Stilling maa være saadan, at Flammen befinder sig i Forlængelsen af den gjennem Rörene HI gaaende Axe. Da det ved disse Fremstillinger kommer meget an paa at skaffe de Billeder og Gjenstande, der skulde afbilde sig, saa stærkt belyste som muligt, hvorved Lampen bliver til et væsentligt Stykke, saa er et Gjennemsnit af denne afbildet Pl. 35, Fig. 2, der, ifölge det, der paa sit Sted er sagt om Lamper, vil være tilstrækkeligen forstaaelig af Tegningen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Plade XXXV.

Fig. 2.

Man stiller nu Lampen paa ovennævnte Maade inden i Kassen og tillukker Dören, samt indskyder i Aabningen ved L paa en saadan Maade et Glasstykke, hvorpaa der med gjennemsigtige Farver er tegnet en eller anden Figur, som f. Ex. en Mand, og hvis Grund iövrigt er udfyldt med uigjennemsigtig sort Farve, at Manden vender Hovedet nedad og Benene opad; Lampen vil da, ifölge det paraboliske Speils omtalte Egenskab, sende en Mængde parallelle Straaler ind i Röret HI. Derved vil den i Aabningen F anbragte Figur blive stærkt belyst, og de derfra udgaaende Straaler ville nu, ved at gaae igjennem Glassene M og N (Fig. 2) brydes saaledes, at der danner sig et omvendt Billede af den omvendte Gjenstand, altsaa et opret Billede af Gjenstanden etsteds i Forlængelsen af Rörenes Axe, der vil være nærmere ved eller fjernere fra Instrumentet, eftersom man, ved at skyde Röret I længere ud eller ind, bringer Gjenstanden til at befinde sig længere eller kortere udenfor Brændpunktet af Glassene. Anbringer man nu en Skjærm paa det Sted, hvor Billedet danner sig, da vil Figuren vise sig derpaa med de samme Farver, hvormed den er tegnet paa Glasset, og desto större, jo længere det danner sig fra Instrumentet, eller jo nærmere man har bragt Glassene til hinanden. Da Billedets Belysning imidlertid tager af som Afstandenes Qvadrater voxe, saa indseer man, at man kun kan forstörre Billedet inden visse Grændser.

Plade XXXIV. Ved at gjöre enkelte Dele af de gjennemsigtige Figurer bevægelige, og paa en passende Maade at forbinde dem med Staaltraade, kan man, imedens Figuren befinder sig paa sit Sted i Instrumentet, bringe den til at forandre Stilling, hvorved Fremstillingerne blive mere skuffende. Fig. 4 og 5. Fig. 4 og 5 forestille to saadan indrettede Figurer; ved nemlig at skyde Stiften ved T frem og tilbage, ville de Smaae i Fig. 4 gynge, og Manden i Fig. 5 bevæge Armene.

Da Billedets Störrelse er afhængig af dets Afstand fra Instrumentet, saa indsees, at man ved at skyde Instrumentet, der til den Ende, som Figuren viser, er forsynet med 4 Hjul, nærmere til eller fjerne det længere fra Skjærmen, kan lade Billedet blive mindre eller större, naar man tillige forandrer Glassenes Stilling saaledes, at Billedet bestandigen beholder den fornödne Tydelighed. Opfanges det desuden, istedetfor paa en hvid uigjennemsigtig Skjærm, paa en gjennemsigtig, af dertil præpareret fiint Netteldug forfærdiget Skjærm, som Fig. 3 forestiller, saa ere de paa denne Maade udförte Fremstillinger bekjendte under Navn af *Phantasmagorier*.

Idet Billedet, naar Instrumentet skydes frem og tilbage, bliver mindre og större, saa vil det for en Tilskuer, der befinder sig paa den anden Side af Skjærmen, see ud som om Gjenstanden fjernede eller nærmede sig; kun maa det bemærkes, at da Billedet, naar det bliver mindre, vinder i Lysstyrke, istedetfor at det tvertimod, som længere bortfjernet, skulde vise sig mindre belyst, saa maa man raade Bod herpaa ved at svække Lyset, eftersom man rykker Instrumentet nærmere til Skjærmen. Dette opnaaes ved at anbringe foran Enden I af Rörene en Ramme, hvori man kan skyde en Glasstrimmel frem og tilbage, der er mindre og mindre gjennemsigtig henimod den ene Ende.

Naar saadanne Phantasmagorier, hvilket oftest er Tilfældet, ere bestemte til som Skuespil at forevises offentligen, da maa de tre Bevægelser, nemlig af Vognen frem og tilbage, af Rörene ud og ind, og af Glaspladen ved I til begge Sider, paa det nöiagtigste skee samtidigen, og derfor udföres af et eget Maskinerie, der maae være afpasset efter Glassenes Brændvidde, og som sættes i Bevægelse til den ene eller anden Side, eftersom Vognen trækkes frem eller tilbage. Gjennemsigtige, paa Glas malede Figurer ere imidlertid ikke de eneste, der kunne fremstilles forstörrede ved Tryllelygten, men ogsaa uigjennemsigtige Gjenstande kunne paa en lignende Maade bringes til at afbilde sig. Fölgende Instrument fremstiller en hertil tjenende Modification af den magiske Lygte.

ELLEVTE INSTRUMENT.

Plade XXXV. ABC (Pl. 35, Fig. 1) forestiller den underste og en Deel af den forreste Væg af en Kasse, aldeles lig den, hvoraf forrige Instrument bestod. I den forreste Væg befinder sig et Rör HI, kvori Fig. 1. to andre IK og KL lade sig skyde ud og ind; i disse er der anbragt to convexe Glas, nemlig et i Röret IK ved I og et i Enden af Röret KL ved L, saaledes som Gjennemsnittet Fig. 3 viser. Disse Glas ere mindre convexe, end de i forrige Instrument, saa at deres forenede Brændpunkt omtrent falder midt i Kassen. Tæt bagved dette Punkt anbringes Gjenstanden, der skal fremstille sig, i omvendt Stilling, nemlig hængende paa et Stativ, saaledes som Brystbilledet D. Dette belyses saa stærkt som muligt ved Hjælp af den ved forrige Instrument omtalte argandske Lampe EF, med para-
Fig. 2. bolisk Huulspeil, og hvoraf Fig. 2 viser Gjennemsnittet; den anbringes umiddelbart bagved den forreste Væg BC, ved Siden af Aabningen, hvori Röret HI befinder sig.

Idet saaledes den belyste Gjenstand befinder sig tæt udenfor Brændpunktet af Lindserne ved I og L, saa ville, ligesom ved forrige Instrument, de Straaler, der fra Gjenstanden gaae ind i Rörene HL, brydes saaledes igjennem Lindserne, at de ville danne et omvendt Billede af Gjenstanden i en

Afstand fra Instrumentet, der er större eller mindre, eftersom Gjenstanden befinder sig kortere eller længere udenfor Brændpunktet af Lindserne, hvilket atter afhænger af, om man nærmer Glassene mere til, eller fjerner dem længere fra hinanden, samt om man skyder dem begge mere eller mindre dybt ind i Röret HI. Störrelsen af Billedet afhænger atter af Afstanden, saaledes, at den forholder sig til Afstanden fra Lindserne, som Störrelsen af Gjenstanden D til dens Afstand fra samme. Det saaledes dannede omvendte Billede af den omvendte Gjenstand, altsaa opretstaaende Billede, kan nu enten, ligesom ved forrige Instrument, opfanges paa en Skjærm, eller ved dette endnu bedre paa Rög, naar Gjenstanden, der frembringer Billedet, er ophöiet, saaledes som Büsten D, og Billedet deraf altsaa ikke ligger i een Plan, idet nemlig de forskjellige Dele af Gjenstanden have forskjellige Afstande fra Glassenes Focus, og följeligen Straalerne derfra ogsaa ville forene sig i forskjellige Afstande fra Glassene. En saadan Rög kan tilveiebringes paa flere Maader; hyppigst frembringer man den, ved at ströe almindelig Rögelse paa et Fyrfad med Glöder, der er anbragt lodret under det Sted, hvor Billedet danner sig. Fig. 4 viser en anden Gjenstand til at fremstille ved dette Instrument, og Fig. 5 Maaden, hvorpaa den Skjærm, paa hvilken den er ophængt, ved en Skrue M er fastgjort til Stativet G, saa at den kan löftes eller sænkes, indtil Gjenstanden befinder sig midt for Aabningen med Rörene HL. Da fremdeles Gjenstandene ved dette Instrument ikke ere indskrænkede til et saa fladt Rum, som ved det forrige, saa kunne de lettere forfærdiges med forskjellige Indretninger, hvorved de kunne undergaae adskillige Forandringer, imedens de vise sig. Saaledes viser Fig. 6 et Billede, der forestiller en Liigkiste, hvorpaa Laaget, idet man langsomt slipper Traaden N, lukker sig op, og hvori en Beenrad, hvis ene Haand er fastgjort til Laaget, til samme Tid reiser sig iveiret. Fig. 7 viser en Indretning, der tjener til at forestille en Procession. Paa den forreste Skjærm ABC er nemlig afbildet Indgangen til et Kapel, hvis Dör F er aaben; bagved denne Aabning er anbragt en Cylinder D, der kan dreies om sin Axe ved at trække i en Traad E, der er viklet om denne Axes nederste Deel. Paa Cylinderen er malet de forskjellige Figurer, der skulle sees passere forbi den aabne Dör; og iövrigt er Cylinderen, saavelsom alt, hvad der paa deslige Figurer ikke maa afbilde sig, sortmalet.

Plade XXXV.

Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

§ 34.

Mikroskoper.

Mikroskoper ere Instrumenter, der tjene til at vise meget smaae Gjenstande forstörret; de deles i to Hovedslags: *enkelte Mikroskoper*, hvor Forstörringen tilveiebringes ved een enkelt Lindse, eller ved to, der ere saaledes stillede, at de virke som een enkelt; og *sammensatte Mikroskoper*, hvor Forstörringen bevirkes ved flere Lindser (dioptriske), eller ved en Forbindelse af Lindser og Speile (katoptriske Mikroskoper).

Af et fortrinligt Mikroskop udfordres:

1, at det skal fremstille Gjenstanden saa stærkt forstörret som muligt;
2, at man skal kunne oversee saa stor en Deel af samme som muligt paa eengang;
3, at Gjenstanden desuagtet skal vise sig tilstrækkelig lys, og
4, at det forstörrede Billede skal være saa meget som mueligt fri for Farvning og Afvigning formedelst Glassenes Figur.

Följende Instrumenter forestille nogle af de bedre Constructioner til disse forskjellige Öiemeeds Opnaaelse.

Plade XXXII.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Fig. 8.

En ret beqvem Indretning af et enkelt Mikroskop er afbildet Pl. 32, Fig. 8. BCDE er nemlig en Messingramme, der ved C sidder fast i et Skaft A, hvorved Instrumentet under Brugen holdes. Ved E er denne Ramme gjennemboret med et Hul, hvori der er skaaret Skruegænger, for deri at indskrue en Messingindfatning F, hvori der befinder sig en lille planconvex Lindse G. Af Stykkerne F haves forskjellige, med Lindser af större og mindre Brændvidde, og de indskrues saaledes, at den udvidede og noget udhulede Side vender mod Öiet, da den tjener til at afholde andre Lysstraaler, end de igjennem Lindsen G kommende, fra Öiet ved F. Paa det nederste Stykke BC af Rammen er fremdeles ved Hjælp af en Hængsel ved N befæstet et andet Messingstykke BL, hvorpaa der forneden er fastskruet en Fjeder, der ligger an imod DC, og hvorpaa der ved L befinder sig en udstaaende Stift LM med udskaarne Skruegænger, der gaaer igjennem et Hul paa Stykket DC, og er paa den anden Side af samme, ved M, forsynet med en Skruemöttrik. Ovenfor L er fremdeles ved en Tap, der gaaer igjennem et Hul paa den överste Ende af BL, fastgjort en udstaaende Ramme PQL, der kan dreie sig rundt omkring Tappen ved L. Igjennem to Huller paa denne Ramme, ved P og Q, gaaer en Messingstilk IH, der paa Enden I bærer en Gaffel med fine Spidser, og ved H en lille Tang, der kan skrues sammen ved Hjælp af en Skrue. Denne Gaffel og Tang tjener til derpaa at stikke og fastholde de Gjenstande, som man vil betragte igjennem Mikroskopet. Istedetfor Gaffelen I kan ogsaa paa denne Ende af Stilken fastskrues en Ramme K, der tjener til deri at indskyde to Glasstrimler, hvorimellem saadanne Gjenstande befinde sig, der ikke vel kunne fastholdes ved Hjælp af Gaffelen eller Tangen. O er en Tang til at tage fat ved de smaae Gjenstande med.

For at benytte dette Instrument, skruer man Indfatningen F, med Lindsen G, i Hullet ved E, og dreier Objectbæreren HI om Tappen ved L, saa at den af Enderne, hvorpaa Objectet befinder sig, er överst. Ved at skyde Stilken HI op eller ned i Hullerne ved P og Q, kan man fremdeles bringe Objectet til at befinde sig midt for den i E indskruede Lindse, og ved at lösne Skruen M, eller skrue den fastere til, kan man nærme eller fjerne Objectet fra Lindsen i E, saaledes, at det faaer den for Öiet passende Afstand, der i Almindelighed er Focus af Lindsen, da de fleste Öine ret vel kunne samle parallelle Straaler paa Öienættet. For Kortsynede, der kun see tydeligt, naar Straalerne komme noget divergerende i Öiet, maa Objectet være lidt indenfor Focus, for Langsynede derimod vel endogsaa lidt udenfor. Holder man nu Instrumentet ved Haandtaget A saaledes, at der falder saa stærkt Lys som muligt paa den Side af Objectet, der vender imod Lindsen i E, hvis dette er opakt, eller paa den modsatte Side, dersom det er gjennemsigtigt, og befinder sig imellem Glassene i Rammen K, saa vil det saaledes belyste Object sende divergerende Straaler til E. Traf Straalerne her umiddelbart paa Öiet, da vilde dette ikke kunne samle de stærkt divergerende Straaler til et Billede, og man vilde ikke kunne see Gjenstanden tydeligt; gaae de derimod först igjennem Lindsen i E, hvorved de brydes saaledes, at de komme parallele, eller næsten parallele til det, tæt bagved F anbragte Öie, da vil dette see Gjenstanden tydeligt, og saamange Gange lineairt förstörret, som dens Afstand fra Lindsen i F er indeholdt i den tydelige Seevidde, der i Almindelighed anslaaes til 8 à 10 Tommer. Var altsaa Brændvidden af Lindsen G een Tomme, da vilde Objectet vise sig med en 64 à 100 Gange större Overflade, end naar den saaes uden Mikroskop.

ANDET INSTRUMENT.

Plade XXXII. Fig. 9.

En anden Indretning af det enkelte Mikroskop, der dog kun tjener til at forstörre gjennemsigtige Gjenstande, er afbildet Pl. 32, Fig. 9. AB er nemlig et Rör, der er gjennemskaaret langs med begge Sider, som Figuren viser, og kun heelt ved begge Ender og paa Midten. Denne midterste Ring FG er forsynet med et Haandtag EF, og indvendig udskaaret med Skruegænger, hvori et andet Rör C kan skrues frem og tilbage. Til Enden af dette Rör stöder en Ring D, der holdes imod hiint ved en Spiralfjeder, hvis ene Ende er fastgjort ved A. I Enden B er fremdeles indskruet et convext Glas b af en stærk Krumning, der kun tjener til at samle de Straaler, der skulle belyse Objectet; og ved A er indskruet en Indfatning med en mindre convex Lindse a, der ligesom Lindsen ved forrige Instrument, tjener til at forstörre Objectet. Bringes nemlig dette, der befinder sig i en Ramme imellem to smalle Glasplader, ind imellem Röret C og Ringen D, da kan man, ved at skrue Röret C frem eller tilbage i Ringen FG, bringe Objectet i den rigtige Afstand fra Lindsen ved A. Holder man da Instrumentet med Enden B imod et stærkt Lys, da ville de Straaler, der falde paa Glasset B, blive convergerende, og derved stærkt belyse Objectet imellem C og D. Det saaledes belyste Object vil nu sende Straaler igjennem Lindsen ved A til et tæt bagved denne anbragt Öie, hvorved det vil vise sig paa samme Maade, og i samme Forhold forstörret, som ved forrige Instrument.

TREDIE INSTRUMENT.

Plade XXXVI. Fig 3.

Til de enkelte Mikroskoper henhörer endnu Solarmikroskopet, der er afbildet paa Pl. 36, Fig. 3. Dets enkelte Dele ere aldeles ikke forskjellige fra det Forriges, Pl. 32, Fig. 9, naar dette nemlig ved B skrues fast i Enden af det Pl. 21, Fig. 1 og 2 afbildede Instrument til at lede Solstraalerne ind i det formörkede Kammer. Her er kun Samleglasset for Straalerne anbragt i det vide Rör, for at det kan være större, og derved samle flere Straaler. Stedet, hvor det befinder sig, er tilkjendegivet ved det lodret nedenunder aftegnede Gjennemsnit D. A er saaledes det Rör med Skruegænger, hvorved man bestemmer Objectets Sted, der her ikke, som ved forrige Instrument, tör være i eller indenfor Focus af Forstörringslindsen C, men tæt udenfor dette Punkt. B er den Ramme, hvori Objectet befinder sig, og som er indskudt imellem Enden af Röret A, og den paa Enden af Spiralfjederen værende Ring.

Idet nu altsaa Solstraalerne kastes tilbage fra Speilet E, og ind i Röret, ville de, ved at gaae igjennem Samleglasset ved D, blive convergerende, og Objectet i B vil saaledes træffes af en stor Mængde Straaler, og blive stærkt belyst. Da nu Objectet befinder sig udenfor Brændpunktet af Lindsen C, saa ville de fra Gjenstanden, igjennem Lindsen C gaaende Straaler, bagved denne danne et omvendt forstörret Billede af Gjenstanden, aldeles paa samme Maade, hvorpaa den malede Figur afbildede sig ved den magiske Lygte. Billedet opfanges, ligesom ved hiin, paa en Skjærm, ligesom ogsaa alt, hvad der ved hiint Instrument er anfört om Billedets Dannelse, Störrelse og Lysstyrke, ligeledes gjælder for det her fremstillede Billede.

FJERDE INSTRUMENT.

Fig. 1.

Pl. 36, Fig. 1 viser et af Ramsden, efter en af de simpleste Constructionsmaader forfærdiget sammensat Mikroskop. I Röret ABC befinder sig nemlig ved A en lille biconvex Lindse (Objectivglasset), ved B en större planconvex (Collectivglasset), og i den överste Ende C atter en lille biconvex

Plade XXXVI.

Lindse (Ocularet). Collectivglasset og Ocularet ere hver for sig indfattede i egne Rör, der kunne skydes ud og ind i hinanden og i Röret BB′. Stillingen og Formen af Glassene er antydet ved de paa Siden af Figuren tegnede Gjennemsnit af disse, a, b og c. Paa Pladen DE, der har en rund Aabning i Midten, er Objectet anbragt paa följende Maade: dersom det for det förste er gjennemsigtigt, da indsættes i Hullet paa DE en Messingring, der har 4 lodret opstaaende Stifte. Op og ned paa dem glider en i Midten gjennemboret Metalplade, under hvilken der befinder sig en Spiralfjeder, der bestandigen trykker den op imod en anden, ligeledes i Midten gjennemboret Metalplade H, der er fastgjort paa de överste Ender af Stiftene. Imellem disse to Plader indskydes Objecterne, der ere indlagte i Huller i en Ramme IK, imellem to Glasstykker. Den fornödne Belysning tilveiebringes ved et nedenunder anbragt Huulspeil L, hvilket i M er befæstet til Stativet NO, der bærer hele Instrumentet, saaledes, at det ved at dreies om en Tap ved M, og tillige om en horizontal Axe, kan bringes i en saadan Stilling, at Dagslyset, eller et andet stærkt Lys, der falder derpaa, kan kastes concentreret tilbage til Objectet ved H. Til at bringe dette i den behörige Afstand fra Objectivglasset ved A, tjener deels Klemmeskruen G′, ved Hjælp af hvilken Objectbæreren DE kan befæstes i en vilkaarlig Höide paa Stativet; deels, efter at denne er befæstet, og til mindre Forandringer, Skruen G, ved hvis Omdreining Objectbæreren kan bevæge sig langsomt op og ned, og altsaa let bringes i den Stilling, hvorved Objectet viser sig tydeligst. Da enkelte gjennemsigtige Objecter ville vise sig utydelige, naar de træffes af de fra Belysningsspeilet L mere skraat kommende Straaler, saa anvender man ved disse et kegleformigt Rör R, der kan befæstes nedenunder Aabningen paa DE, og som kun tilsteder de fra Speilet L mere directe kommende Straaler Adgang til Objectet. Ere de gjennemsigtige Gjenstande, som man vil betragte, Vædsker, da indesluttes de i et Rör U, der ligeledes indskydes imellem Pladerne paa DE.

Ere Objecterne derimod uigjennemsigtige, da borttages fra Pladen DE den forhen beskrevne Ring med Pladerne H, og i et Hul paa den ene Side af DE indsættes Tappen T af Stykket ST, hvis överste Deel S bestaaer af et Rör, hvori Stilken S′T′ kan skydes frem og tilbage, saa at Objectet — der enten befinder sig indklemt i Tangen ved T′, eller stukket paa Spidsen ved S′, eller lagt paa en, paa Stilken SS′ paaskudt lille Cylinder, hvis ene Ende, hvorpaa lyse Objecter lægges, er sort, den anden, til mörke Objecter, er hvid — kan bringes midt under Objectivglasset ved A. Belysningen af Objectet tilveiebringes i dette Tilfælde ved en biconvex Lindse F, der kan dreies om en horizontal Axe, og skydes op og ned igjennem Hullet ved E, hvorved den kan erholde en saadan Stilling, at derved Solstraalerne eller Dagslyset kan falde concentreret paa Gjenstanden. For endnu stærkere at belyse denne, paaskydes paa AB fra neden af et Rör PP′, der ved P′ ender sig i et lille concavt Sölvspeil, med et Hul i Midten. Dette Speil, der altsaa, naar det er paaskudt paa AB, omgiver Enden A, og vender sin Aabning nedad, tjener til at opfange de Straaler, der fra Speilet L gaae udenom Objectet, og kaste dem tilbage paa samme. Det kaldes efter Opfinderen et Lieberkühnsk Speil. Q forestiller endelig den Indfatning, hvori Objectivglasset befinder sig; af disse haves forskjellige, med Lindser af större eller mindre Brændvidde.

For at benytte dette Instrument, bringer man nu, ved Hjælp af Skruerne G′ og G det ved Speilet L eller Lindsen F paa ovenomtalte Maade velbelyste Object til at befinde sig lidt udenfor Brændpunktet af Objectivet a. De fra samme udgaaende Straaler ville altsaa, ved at gaae igjennem a brydes saaledes, at de ville danne et omvendt forstörret Billede af Objectet et Sted bagved a; men förend Straalerne naae dette Sted, træffe de Collectivlindsen b, der gjör dem mere covergerende,

saa at Billedet nu vil danne sig i en kortere Afstand fra a, og blive noget mindre, end det ellers vilde have været Tilfældet. Dette bagved Collectivglasset b dannede Billede, betragtes nu igjennem Ocularet c, der saaledes virker som et enkelt Mikroskop, og följelig maa stilles i en saadan Afstand fra Billedet, at dette befinder sig i Brændpunktet deraf. Objectivglasset tjener altsaa til at danne et omvendt, forstörret Billede af Gjenstanden; Collectivglasset til, paa Bekostning af Billedets Störrelse, at udvide Synsmarken (den Deel af Gjenstanden der oversees paa eengang), og Ocularet endelig til atter at forstörre dette Billede. Plade XXXVI.

FEMTE INSTRUMENT.

En anden Construction af et sammensat Mikroskop af *Delabarre* er afbildet Pl. 36, Fig. 2. Fig. 2. Dette Instruments Forskjellighed fra det forrige bestaaer i det Væsentlige deri, at Collectivet og Ocularet kunne bestaae af flere Lindser, istedetfor at disse ved det forrige kun bestode af en enkelt Lindse. Man har nemlig 5 Lindser af forskjellig Brændvidde, der ere afbildede ved E, og betegnede ved Tallene 1, 2, 3, 4 og 5; af disse kunne een eller flere over hinanden indskrues, saavel paa Collectivets Sted i den nederste Ende af Röret B, som paa Ocularets Sted i den överste Ende af C. Röret C kan iövrigt skydes frem og tilbage i B, og dette ligeledes i D eller A, idet D ogsaa ganske kan borttages. Ved F er ligesom ved forrige Instrument indskruet en Indfatning med en lille biconvex Objectivlindse, af hvilke ogsaa haves 5 forskjellige, af större eller mindre Brændvidder. Da flere tæt ovenpaa hinanden skruede Lindser, som i E, virke som en enkelt, men mere convex, saa indsees, at naar der til Collectiv indsættes flere Lindser, da bliver Gjenstanden mindre forstörret, men Synsmarken udvidet; indskrues derimod flere Lindser over hinanden paa Ocularets Sted, da bliver Objectet derved mere forstörret. Blandt de Combinationer af Lindserne, som Erfaring har lært at være de fordeelagtigste, baade med Hensyn til Klarhed og Störrelse, ere: Lindserne 4 og 3 i C, og 5 i B, eller 3, 2 og 1 i C, og 5 i B. Naar Lindserne 1 eller 2 sættes i B, da borttager man Stykket D af Röret. Man anvender i Almindelighed kun een Lindse til Collectiv, da man ellers vilde faae en altfor ubetydelig Forstörring; derimod fra 1 til 4 Lindser over hinanden til Ocular. De övrige Dele af Instrumentet ere aldeles liig de ved forrige Instrument beskrevne. Saaledes er I et Huulspeil til at belyse Objectet, H et biconvext Samleglas til samme Öiemeed, GK Objectbæreren, der ved K har en Skrue med Drev, hvilket griber ind i en i Stativet befæstet Tandstang, hvorved Objectet kan nærmes til eller fjernes fra Objectivet i F; Röret AC er befæstet paa en horizontal Arm ML, der kan skydes frem og tilbage i den överste Ende af Stativet, og fastholdes ved Klemmeskruen N; derved kan Instruments Rör altid bringes til at være lodret over Objectet. Rammerne med de gjennemsigtige Gjenstande indstikkes under Fjedrene g og h paa Objectbæreren GK, og Lyset kan for de forskjellige Gjenstande modereres, ved at lægge en bredere eller smallere Ring, enten som den i O forestillede over Samlelindsen H, eller som den i P afbildede over Speilet I. Til uigjennemsigtige Gjenstande kan i Hullet f indsættes et Stykke, aldeles ligt ST (Fig. 1) med en Tang T′, en Spids og en Fig. 1. Cylinder S′, og den nödvendige Belysning tilveiebringes i dette Tilfælde ved at paaskrue det lieberkühnske Speil Q (Fig. 2) paa Indfatningen F af Objectivet. Stillingen af Objectbæreren og Speilene er iövrigt Fig. 2. ganske den samme som ved forrige Instrument.

Plade XXXIII.

SJETTE INSTRUMENT.

Fig. 1. Ogsaa de katoptriske Mikroskoper ere i den nyere Tid blevne betydeligen fuldkommengjorte. Et af de fortrinligste Instrumenter af denne Slags har Amici angivet, og Goring endnu forbedret; det förer Navn af *Amici's katoptriske Mikroskop*, og er afbildet paa Pl. 33, Fig. 1. I den nederste Ende A af Instrumentet AF befinder sig, istedetfor ved de foregaaende en convex Lindse, et lille Huulspeil a, der er slebet efter en Ellipse. Et saadant Speil har nemlig den Egenskab at kaste de fra det ene Brændpunkt udgaaende Straaler tilbage til det andet Brændpunkt, hvor der altsaa vil danne sig et forstörret Billede af Gjenstanden. Dette Billede betragtes da, ligesom ved de forrige Mikroskoper, igjennem et Ocular, der her bestaaer af to planconvexe Lindser c og d, der virke som en enkelt, og ere, i en uforanderlig Afstand fra hinanden, anbragte i et eget Rör, der kan skydes op og ned i den videste Deel ED af det underste Rör. Da man imidlertid ikke vel vilde kunne anbringe Objectet i det nærmeste Brændpunkt af Speilet, uden at borttage en altfor stor Deel af de tilbagekastede Straaler, og heller ikke vilde kunne tilstrækkeligen belyse et paa denne Maade stillet Object, saa anvender man et lille Planspeil b, der har en Heldning af 45 Grader mod Axen af Speilet a til at lede Straalerne fra Objectet ind paa samme. Derved kommer Objectet til at befinde sig i s udenfor Instrumentets Rör, der fölgelig maa have en Aabning ved B ligefor det plane Speil, saaledes som Figuren viser. C er en Skrue, der igjennem en Sprække paa Röret gaaer ind i det Stykke, der bærer Planspeilet b, og som tjener til at löfte eller sænke dette, og befæste det paa et saadant Sted, at det altid kan befinde sig lige for Objectet. Diameteren af Planspeilet b maa ikke være större end $\frac{1}{3}$ af det elliptiske Speils Aabning, for ikke at borttage formange Straaler, og gjöre Billedet altfor mörkt. De övrige Dele af Instrumentet ere iövrigt aldeles liig de ved de forrige Instrumenter beskrevne, eller forstaaes umiddelbart af Figuren, der nemlig viser, hvorledes Röret AF paa dets Arm PQ, Objectbæreren GH paa dens Arm ON, og Belysningsspeilet K paa Armen ML, hver for sig kunne skydes op og ned af Stangen paa Stativet RS. Objectbæreren GH kan fremdeles, ved at skydes frem og tilbage paa Armen ON, bringes i en vilkaarlig Afstand fra Röret AF.

For altsaa at benytte Instrumentet, indsætter man et Object i Objectbæreren, og bringer denne i en saadan Stilling imod Röret, at Afstanden fra Objectet s til det plane Speil b, lagt til Afstanden fra dette til det elliptiske Speil a er lidt större end dette sidstes Brændvidde. I dette Tilfælde ville, som ovenfor omtalt, Straalerne fra Objectet ved Tilbagekastningen fra b og a danne et forstörret Billede i s′, hvilket da atter forstörres ved Oculargласsene c og d. Dette Instrument fremstiller Gjenstandene, selv ved meget store Forstörringer, tydelige og farvefrie, men temmelig mörke, idet nemlig fra selv det bedste Speil tilbagekastes færre Straaler, end der gaae igjennem en Lindse af samme Aabning.

Ved alle disse hidtil anförte Instrumenter anvendes i Almindelighed enten Sollyset eller Dagslyset; men man har ogsaa Mikroskoper, der i Særdeleshed ere indrettede til Lampebelysning. Af disse er fölgende *(Adams Lampemikroskop)* et af de fortrinligste.

Plade XXXVII.

SYVENDE INSTRUMENT.

Fig. 1. Fig. 3. Dette Instrument bestaaer af en stor firkantet Kasse ABCD (Pl. 37, Fig. 1) af en pyramidalsk Form, og hvoraf Fig. 3 viser et Gjennemsnit. I den smalle Ende af denne Kasse er fastskruet et Rör HI, i hvis yderste Ende I atter indskrues enten et större Convexglas i en Indfatning, som

Fig. 5 viser, eller en mindre Lindse, indfattet som i Fig. 6. I den brede Ende er indskudt en Plade Ramme, hvori der befinder sig to, ganske tæt ved hinanden staaende, store, biconvexe Lindser a og b (Fig. 3), og bagved disse enten i Furen c eller d en Ramme med et matslebet Glas, saaledes som det sees paa Figuren. Under Kassen er fremdeles fastgjort et Rör VU, hvori et andet Rör VX kan skydes ud og ind. Paa Enden X af dette er befæstet en Opstander XY, der ved Y bærer en Ring, liig Indfatningen til et Glas, men som kun er gjennemboret med et Hul. Stykket XY er gjennemskaaret paa langs med en Rende, hvorigjennem den Skrue X gaaer, der holder det fast til Röret VX. Herved kan altsaa denne Arm altid stilles saaledes, at Hullet ved Y befinder sig i Forlængelsen af Axen igjennem Kassen; denne kan fremdeles ved Hjælp af Skruen G bevæges frem og tilbage paa Tverstangen KK′ af Stativet EF. Paa den anden Ende af denne Tverstang befinder sig en Opstander KPO, der ved P har en stor rund Aabning, og paa hvis överste Deel kan paaskydes enten Pladen LL′, som i Fig. 1, eller, naar denne er borttaget, Stykket Fig. 4. Den förste tjener til derpaa at befæste uigjennemsigtige Objecter; idet disse nemlig ere satte fast, f. Ex. med Vox eller deslige, paa et smalt Bret MN, der indsættes imellem to udstaaende Stykker m og n (Fig. 2) forneden, og en bevægelig Liste foroven. Denne Liste befinder sig paa Enden af Stiften L, der ved Hjælp af Spiralfjederen o bestandig trykker sig fast imod MN. Belysningen af disse uigjennemsigtige Objecter tilveiebringes ved Hjælp af en meget tyk planconvex Lindse T (Fig. 1) og et Huulspeil S, der begge kunne skydes frem og tilbage, hver paa sin Ende af Tverstykket QR, og begge befinde sig i lige Höide med Aabningen P. Anbringes nu en stærktlysende argåndsk Lampe Z i Brændpunktet af Lindsen T, da ville de fra Lampen udgaaende Straaler, efter Gjennemgangen igjennem T, blive parallelle, og saaledes træffe Huulspeilet S, hvorfra de atter ville kastes convergerende tilbage til det for paa Brettet MN værende Object.

Plade XXXVII. Fig. 5 og 6. Fig. 4. Fig. 2.

For gjennemsigtige Objecter, der befinde sig indlagte i en Ramme (Fig. 9) mellem Glasplader, anvendes det i Fig. 4 afbildede Stykke, der aldeles ligner det, der benyttedes ved Solarmikroskopet. I Röret fe befinder sig nemlig ved h to bevægelige Plader, der kunne skrues frem og tilbage i Röret ved Hjælp af Skruen g, og hvorimellem Rammerne Fig. 9 med Objecterne indskydes; ved e er en biconvex Sammellindse og ved f et Hul. Pladen LL′ (Fig. 1) borttages da, og Röret ef (Fig. 4) anbringes istedetfor den paa Standeren KO, idet nemlig Tappene i og k passe i to Huller paa denne Stander. Belysningen tilveiebringes i dette Tilfælde ved at löfte Lampen Z saa höit iveiret paa sit Stativ, at den befinder sig lige for Sammellindsen e (Fig. 4), der vil bringe Straalerne til at falde convergerende paa det ved h indskudte Object. Endelig kan man endnu, istedetfor i Rammen Fig. 9, eller paa Brettet MN (Fig. 2), anbringe Objecterne paa et af de i Fig. 7 eller 8 afbildede Stykker, der med deres Stilke kunne indstikkes i Hullet O paa Standerne KL′. Fig. 7 er den ved de foregaaende Instrumenter omtalte Stift med en Tang paa den ene, og en Spids paa den anden Ende; Fig. 8 er et krumt Stykke Messingblik, forsynet med Baand, hvorpaa man kan fastbinde en lille levende Fisk, for at see Blodcirculationen i dens Hale.

Fig. 9. Fig 7 og 8.

Befinder der sig nu paa Stativet KL′ (Fig. 1) og i Forlængelsen af Axen igjennem Röret HI et eller andet, paa en af ovennævnte Maader velbelyst Object, da vil dette sende Straaler til Lindsen ved I, som, naar Objectet befinder sig tæt udenfor Brændpunktet af denne, efter Brydningen ville forene sig, og danne et omvendt forstörret Billede af Gjenstanden etsteds i Forlængelsen af Axen igjennem Röret HI. Men förend denne Forening af Straalerne finder Sted, træffe de Lindserne a og b (Fig. 3), hvorved Billedet vil danne sig nærmere ved end ellers, nemlig ved d eller c, eftersom man har indskruet et

Plade XXXVII. svagere eller stærkere Objectivglas i I, eller ved Hjælp af Skruen G har bragt Objectet til at befinde sig kortere eller længere udenfor Brændpunktet af Lindsen ved I. Man kan nu betragte det frembragte Billede paa to Maader: enten kan man nemlig opfange det paa den matslebne Glasplade, som man indskyder ved c eller d, hvor det i det forekommende Tilfælde danner sig, hvilket især er beqvemt, naar man vil afridse den forstörrede Gjenstand, aldeles i Overeensstemmelse med camera clara; eller man kan borttage Glaspladen, og anbringe Öiet foran Aabningen ved Y (Fig. 1) og derigjennem ligefrem betragte det dannede Billede.

Endnu anföres her vel ikke upassende följgende Instrument, som tjener til at skjære tynde Skiver af Træ, Planter o. s. v. tvers paa Fibrerne, for under Mikroskopet at undersöge deres indvendige Bygning.

OTTENDE INSTRUMENT.

Plade XXXVI. Fig. 4. Fig. 6. ABCD (Pl. 36, Fig. 4) er et lidet Bord, hvis Blad BC bestaaer af en glat Metalplade. I denne er der udskaaret tre Huller: et trekantet G tæt ved den forreste Rand, og noget længere ind, til hver Side af dette, to smalle reetangulaire Huller I og H, saaledes som det sees i Fig. 4 og i Fig. 6, der forestiller Bordpladen seet fra den underste Side. Lodret under Hullet G er paaskruet en trekantet Ramme, hvis indvendige Huulhed danner en Fortsættelse af Hullet G. I denne Ramme indsættes en Pind af det Træ, hvoraf man vil have skaaret en Skive, saaledes, at den stötter sig med sin nederste Ende imod en bevægelig Plade M, der kan skydes op og ned i Rammen ved Hjælp af den deri befæstede Skrue F, saaledes som det sees i Gjennemsnittet Fig. 5. Naar Pinden ved Hjælp af Skruen F er skudt med Enden saa höit op over Bordpladen, som man vil have Skiven tyk, da skrues den ganske fast i denne Stilling ved Klemmeskruen L. Til nu at afskjære denne opstaaende Ende af Pinden, tjener en meget skarp Kniv N, der med sin Eg ligger ganske tæt til Bordpladen; den har paa sin underste Flade to udstaaende Tappe, der gaae igjennem Hullerne I og H, og i hvis nederste Ender ere indskruede Skruerne P og Q (Fig. 6), der tjener til at forhindre Kniven fra at löfte sig op fra Bordpladen. Skyder man altsaa denne Kniv, ved Hjælp af Knappen O (Fig. 4), frem i Retningen III, saa vil den afskjære det Stykke af Pinden, der befandt sig over Bordpladen.

Fig. 5.

§ 35.

Kikkerter og Teleskoper.

Disse deles ligesom Mikroskoperne i dioptriske, der kun bestaae af Lindser, og katoptriske, der bestaae af Metalspeile og Lindser; de förste kaldes ogsaa, naar de have en betydelig Störrelse, Refractorer, de sidste Reflectorer. Navnet Teleskop er egentlig et almindeligt Navn for alle disse Instrumenter; dog synes det hyppigst at bruges om de katoptriske (Speilteleskoper), og dem, der anvendes til astronomisk Brug; de mindre Instrumenter benævnes derimod i Almindelighed: Kikkerter. Enhver dioptrisk Kikkert har altid et Glas, Objectivet, der modtager Straalerne fra Gjenstanden, og danner deraf et omvendt Billede, og et andet, Ocularet, der tjener til at bringe Straalerne fra dette Billede parallelle i Öiet. Ved större Instrumenter indskydes imellem disse endnu andre Lindser, der tjene til at vende Billedet om, og rette de Feil, der hidröre fra Glassenes Form og Straalernes forskjellige Brydbarhed, hvilke Feil i Almindelighed kaldes den sphæriske og chromatiske Afvigning. Följgende ere nogle af de vigtigste og fortrinligste Constructioner af Kikkerter og Teleskoper.

FÖRSTE INSTRUMENT.

Plade XXXVIII

ABC (Pl. 38, Fig. 1) forestiller den saakaldte Komediekikkert eller *galilæiske Kikkert.* Den bestaaer af et Rör AB, der kan skydes ud og ind i et andet BC. I dette sidste befinder sig ved C et biconvext Glas b (Objectivet), der danner et omvendt Billede af Gjenstanden. Imellem dette Billede og Objectivet befinder sig et, i Enden A af Udtrækket AB anbragt concavt Ocular, a, i en Afstand fra det Sted, hvor Billedet skulde danne sig, lig det concave Glasses Brændvidde. Straalerne blive altsaa ved Gjennemgangen igjennem Ocularet brudte saaledes, at de gaae parallelle ud, og et Öie ved A, der modtager dem, vil see et tydeligt og opretstaaende Billede af Gjenstanden. Rettes Kikkerten derimod paa en Gjenstand, der er f. Ex. længere bortfjernet, da vil Billedet danne sig i en kortere Afstand fra Objectivet C, og man maa derfor skyde Udtrækket AB længere ind, for at bringe Ocularet i den rette Afstand fra Billedet; saa at Straalerne endnu kunne brydes til at blive parallelle; ligeledes maa man for tydelig at see en nærmere Gjenstand trække Udtrækket længere ud. Fig. 1.

Ved en saadan Kikkert med concavt Ocular, kan imidlertid ikke tilveiebringes nogen betydelig Forstörring, og Synsmarken bliver ogsaa temmelig lille. Den tilveiebragte Forstörring findes ved at dividere Objectivets Brændvidde med Ocularets, idet da Qvotienten angiver, hvormange Gange Gjenstanden er bleven forstörret. Skal Forstörringen derimod overskride 10 til 15 Gange, saa anvender man följende Construction.

ANDET INSTRUMENT.

I Röret AB (Pl. 38, Fig. 2, a), der paa en bevægelig Maade, som Figuren viser, er befæstet paa Stativet ED, befinder sig ved A en biconvex Objectivlindse, og i Udtrækket BC ere anbragte tre biconvexe Glas, der hver to og to have en Afstand fra hinanden, lig Summen af deres Brændvidder; det ene af disse befinder sig lidt indenfor Aabningen ved C. Falde nu Straaler fra en Gjenstand s, saaledes som det ovenfor Figuren tegnede Rids af Glassene Fig. 2, b viser, paa Objectivet a, da ville de, som flere gange anfört, forene sig i b, og der danne et omvendt Billede af Gjenstanden. Befinder nu dette Billede sig i Brændpunktet af Lindsen c, hvilket altid kan tilveiebringes ved at trække Röret BC, hvori Lindserne c, d og f ere anbragte i en uforanderlig Afstand fra hinanden, længere ud, eller skyde det længere ind, saa ville Straalerne fra Billedet b, efter Gjennemgangen igjennem c blive parallelle, og disse parallelle Straaler ville atter, ved at brydes igjennem d, danne i dennes Brændpunkt et omvendt Billede e af det förste Billede b, altsaa et opretstaaende Billede af Gjenstanden s. Straalerne fra dette Billede e, der ifölge den angivne Afstand af Lindserne befinder sig i Brændpunktet af Ocularet f, ville altsaa ved Gjennemgangen igjennem dette blive parallelle, og kunne saaledes modtages af et Öie i g. Ogsaa ved denne Kikkert findes Forstörringen ved at dividere Brændvidden af Objectivet a med Brændvidden af Ocularet f. Fig. 2, a. Fig. 2. b

Da imidlertid de ved disse Kikkerter frembragte Billeder baade lide af Farvning formedelst den chromatiske Afvigning og Utydelighed formedelst den sphæriske Afvigning, saa bliver det altid en vigtig Gjenstand for Optiken at angive Midler til at hæve disse Feil, eller dog idetmindste at bringe dem til et Minimum. Den sphæriske Afvigning lærte man först at gjöre umærkelig, ved saameget som muligt at udelukke Randstraalerne ved Blændninger, og ved at anvende planconvexe eller undertiden concav-convexe Lindser istedetfor biconvexe, saaledes at de efter Reglen vende deres convexe Side imod Gjenstanden; den chromatiske Afvigning derimod blev det anseet for et uoplöseligt Problem

Plade XXXVIII. at raade Bod paa, indtil i Aaret 1757 först Dollond lærte at forfærdige achromatiske Lindser, ved Sammenföining af to eller tre Lindser med forskjellig Krumning og af forskjellige Glasarter, nemlig i Almindelighed Kronglas og Flintglas. Han fandt nemlig, at to Prismer af forskjelligt Glas, f. Ex. af de to nævnte Glasarter, hvis Vinkler vare saaledes afpassede, at de bröde Lys af en vis Farve lige stærkt, dog ikke gave lige lange Farvebilleder, og at altsaa de forskjelligen farvede Straaler ikke brödes i samme Forhold i begge Prismerne. Gik Lyset altsaa igjennem to Prismer af disse forskjellige Arter af Glas, hvoraf det ene f. Ex. vendte sin brydende Vinkel opad, det andet nedad, saa vilde man kunne træffe Forholdet imellem deres Vinkler saaledes, at de forskjelligen farvede Straaler gik parallele ud. Dette vises ved fölgende Instrument.

TREDIE INSTRUMENT.

Fig. 3. Det achromatiske Prisma (Pl. 38, Fig. 3) bestaaer af tre enkelte Prismer ABC, DEF og GHI, af hvilke altid den skarpe Kant af det ene vender imod den brede Kant af det andet, og som ere forbundne med hinanden ved Hængsler. Af disse Prismer ere de to yderste, ABC og GHI, af Kronglas, det midterste, DEF, derimod af Flintglas. Seer man igjennem hvert enkelt af disse Prismer, saa vil man, som bekjendt, see Gjenstandene med farvede Kanter. Lægger man to og to sammen, f. Ex. ABC og DEF, da vil Farvningen derved endnu ikke være bleven hævet; bringer man derimod alle tre Prismer i Beröring med hinanden, da vil man derigjennem see Gjenstandene aldeles farvefrie, naar nemlig Prismernes Vinkler ere saaledes afpassede, at begge Kronglasprismerne og Flintglasprismet hver for sig give lige lange prismatiske Farvebilleder. Naar den samme Betingelse kun er opfyldt, kan man ogsaa faae achromatiske Prismer ved Sammensætning af eet Kronglasprisma og eet Flintglasprisma. Da fremdeles det af et Prisma dannede Farvebillede bliver længere eller kortere, eftersom Straalerne falde ind paa samme under forskjellige Vinkler, saa vil man ogsaa, ved at give to Prismer af samme Slags Glas en vis Heldning imod hinanden, kunne opfylde Betingelsen af de lige lange Farvebilleder, og Brewster har i den nyeste Tid viist, at man ogsaa igjennem saadan stillede Prismer seer Billederne uden Farver.

Paa lignende Maade, som man ved to eller tre Prismer af forskjelligt Glas og deraf afhængige Vinkler kan danne et farvefrit Prisma, saaledes kan man ogsaa, ved at forbinde enten et biconvext Kronglas med et plan-concavt eller convex-concavt Flintglas af större Brændvidde, eller to biconvexe Kronglas med et concavt Flintglas i Midten, frembringe farvefrie eller achromatiske Lindser.

En Kikkert, der har et saadant achromatiseret Objectiv, kaldes en achromatisk Kikkert, hvilken fremdeles er indrettet som fölgende Instrument viser.

FJERDE INSTRUMENT.

Fig. 4. I Röret BC (Fig. 4) befinder sig ved B det omtalte achromatiske Objectiv, der sees i Gjennemsnit ved b; og i Udtrækket AC befinder sig Ocularet, der her bestaaer af fire plan-convexe
Fig. 6. Lindser c, d, e og f (Fig. 6), af hvilke e og f tjene til at vende det af Objectivet dannede Billede om, og d til at achromatisere Lindsen c, hvorigjennem det opretstaaende Billede betragtes; ved g og h befinde sig Diaphragmer til at afholde fremmede Straaler fra at træffe Lindserne, og forstyrre Billedet. Har Ocularet denne Indretning, da kaldes Instrumentet en Jordkikkert; borttager man derimod dette sammensatte Ocular, og indsætter i dets Sted det i a (Fig. 5) forestillede, der bestaaer af to tæt ved hinanden staaende planconvexe Lindser, hvorigjennem man betragter det, af Objectivet

umiddelbart dannede omvendte Billede, saa har man Instrumentet indrettet til en saakaldet astronomisk Kikkert, der altsaa giver et omvendt Billede af Gjenstanden, og hvis Forstörring findes ligesom ved de forrige. Bevægelsen ud og ind af Udtrækket AC (Fig. 4) tilveiebringes ved en Skrue D, og Stillingen af Kikkerten i en vertical Plan ved Skruerne E og F, idet nemlig EF er et Rör, der kan skydes ud og ind i Röret FG, og EH er en Tandstang, der ved det paa Skruen E anbragte Drev atter kan bevæges ud og ind i Röret EF. Plade XXXVIII. Fig. 4.

Da det undertiden ved Brugen af en Kikkert kan være önskeligt hurtigt at kunne frembringe en anden Forstörring, saa betjener man sig af et paa följende Maade indrettet Objectiv.

FEMTE INSTRUMENT.

ABCDEF (Pl. 38, Fig. 7) er en huul Terning af tyndt Metal, i hvis fire Sider ere udskaarne runde Huller, og paa hvis to andre ligefor hinanden staaende Sider ere i Midten udstaaende Tappe, hvoraf den ene sees ved I. Ved disse Tappe, og saaledes, at den kan dreies derom, er denne Terning befæstet i en dertil passende firkantet Ramme, der befinder sig i Fortsættelsen af et Rör GH med indskaarne Skruer, hvorved dette Objectiv skrues fast tit Enden af Kikkerten. Af Sidefladerne i denne Ramme ere de to, hvorigjennem Tappene gaae, faste, og den forreste af dem, IGH, forsynet med en cirkelformig Rende; igjennem denne gaaer en i Terningen befæstet Stift K, ved Hjælp af hvilken Omdreiningen foretages. De to andre Sideflader GAB og HFD ere kun befæstede forneden, og kunne, idet man omdreier Terningen, vige ud til Siderne, som Figuren viser; de tjene til efter Omdreiningen at fastholde denne uden at vakle. Er der nu i de to Huller, der i Figuren vende nedad, indsat Objectivglas af forskjellig Styrke, saa kan man, blot ved at dreie Terningen om ved Hjælp af Knappen K, bringe efter Behag det ene eller andet Objectiv for Aabningen af Kikkerten. Fig. 7.

SJETTE INSTRUMENT.

Pl. 39, Fig. 10 forestiller en af Dollond forfærdiget Doppeltkikkert, til at see i med begge Öinene paa eengang. Den bestaaer af to enkelte achromatiske Kikkerter AB og CD, der have samme Indretning som den nys omtalte, og paa Pl. 38, Fig. 4 afbildede, samt ligestor Forstörringsevne. For at kunne benytte et saadant Instrument, indsees, at man for det förste maa kunne skyde Udtrækkene samtidigen ud eller ind, eftersom man betragter en nærmere eller fjernere Gjenstand, hvilket skeer ved Hjælp af Skruen G, der befinder sig i en paa begge Udtrækkene fastgjort Ramme, og som er forsynet med et Drev, hvormed den griber ind i en paa Röret BL befæstet Tandstang, saaledes som det sees i Fig. 11. Fremdeles maa man kunne: Plade XXXIX. Fig 10. Fig. 11.

2, gjöre en lille Forandring i Stillingen af det ene Ocular, da det undertiden er Tilfældet, at man er mere kortsynet paa det ene Öie, end paa det andet; dette skeer ved Hjælp af Skruen H med et Drev;

3, maa man kunne bringe Enderne C og A af Kikkerterne hver lige for sit Öie, hvilket tilveiebringes derved, at de forreste Ender af Kikkertrörene ligge i en Ramme PQR, der er fast forbundet med Underlaget for Kikkerterne. I denne Ramme kan Röret AB löftes eller sænkes ved Hjælp af Skruen E, og Röret CD bevæges tilhöire eller tilvenstre ved Hjælp af Skruen F. Endelig maa man

4, kunne bringe Rörene i Retningen af Öieaxerne, hvilket skeer ved Hjælp af Skruen I, idet nemlig de yderste Ender af Kikkerterne ogsaa befinde sig i en paa Underlaget lodret opstaaende Ramme STU, hvori Enden B er fastgjort, og D kan bevæges til höire eller venstre, ved Hjælp af en deri

Plade XXXIX. befæstet Skrue M′, der gaaer igjennem Rammen, og dreies rundt ved et paa Enden af Stilken IK
Fig. 12 og 13. værende Kamhjul, saaledes som Fig. 12 viser seet ovenfra, og Fig. 13 seet fra Enden. Ovenpaa begge Rammerne PQR og STU befinde sig desuden ved L og M Scalaer med Noniusser, hvorpaa man kan aflæse, hvorstor en Vinkel Rörene danne med hinanden. Maaden, kvorpaa Instrumentet stilles op og ned i en vertical Plan ved Hjælp af den forskydelige Arm OF, er aldeles den samme, som ved den Pl. 38, Fig. 4 afbildede achromatiske Kikkert.

SYVENDE INSTRUMEMT.

Paa den ovenfor under tredie Instrument anförte Sætning, at to Prismer af samme Slags Glas, der ere stillede saaledes, at det enes skarpe Kant stöder til det andets brede, og som have en vis Heldning imod hinanden, kunne ophæve hverandres Farveadspredning, forbundet med den Erfaring, at en Gjenstand, der sees igjennem et Prisme med en saadan Stilling, at de indfaldende og udgaaende Straaler danne ligestore Vinkler med Prismets Sideflader, sees med uforandret Störrelse, men at Gjenstanden derimod, naar den indfaldende Straale danner en mindre Vinkel med den Deel af Sidefladen, der vender imod den brydende Kant, vil vise sig forstörret i en Retning, lodret paa den brydende Kant, har *Brewster* grundet en ny Indretning af Kikkert til smaae Forstörringer, som
Plade XXXIII. han har givet Navn af *Teinoskop*. Dette Instrument er afbildet Pl. 33, Fig. 7, og bestaaer af et
Fig. 7. firkantet Rör, hvori fire Prismer befinde sig i en saadan Stilling, som Figuren viser. Af disse tjener det förste, **ABCD**, hvis brydende Kant er horizontal, til at forstörre Gjenstanden i vertical Retning; det andet **EFGH**, hvis skarpe Kant er vendt imod det förstes brede, til at ophæve de ved det förste frembragte Farver; ligeledes det tredie, **IKLM**, hvis brydende Kant er vertical, til at forstörre Gjenstanden i horizontal Retning, og det fjerde, **LMNO**, til atter at achromatisere dette. Et Öie, der seer igjennem dette Rör, vil altsaa see Gjenstandene forstörrede baade i horizontal og vertical Retning, samt frie for Farver. Da dette Instrument imidlertid kun kan give en ringe Forstörring, saa kan det ikke anvendes uden i de Tilfælde, hvor man kan nöies med en saadan, f. Ex. til Theaterkikkert, hvor det da har det Fortrin for de almindelige Kikkerter med Lindser, at Prismernes indbyrdes Stilling ikke behöver at forandres, da disse intet Brændpunkt have, og Instrumentet altsaa uforandret kan henvendes fra en fjern Gjenstand til en nær, og dog give tydelige Billeder af begge.

Förend man havde lært at forfærdige achromatiske Lindser, var den eneste Maade at forskaffe sig farvefrie Billeder paa ved större Instrumenter den, at anvende Speile til Objectiv; og selv efterat Speilteleskoperne i den nyere Tid for en stor Deel ere blevne fortrængte af de langt bekvemmere achromatiske Kikkerter, saa maa man dog til de allerstörste Instrumenter endnu tage sin Tilflugt til Speilene, da man idetmindste hidindtil har fundet uoverstigelige Vanskeligheder ved at forskaffe sig ret store homogene Flintglasstykker. Fölgende ere to af de bedste Constructioner af katoptriske Teleskoper.

OTTENDE INSTRUMENT.

Plade XXXVIII. *Newtons* Teleskop er afbildet Pl. 38, Fig. 8; det bestaaer af et stort ottekantet Trærör, hvis
Fig. 8. Fig. 9. ene Ende B er lukket med en Bund; den anden A er derimod aaben; af dette Rör viser Fig. 9 et Gjennemsnit. I den lukkede Ende ved B befinder sig et Huulspeil, af samme Diameter som Röret; ved den aabne Ende A har Röret derimod paa Siden et rectangulairt Hul, hvis underste Kant er

forsynet med Tænder, og hvori en Plade CC′ kan skydes frem og tilbage ved Hjælp af Skruen D, der med et Drev griber ind i Tænderne paa Kanten af Aabningen. Denne Plade er gjennemskaaret med et rundt Hul, over hvilket der paa den yderste Side befinder sig et Rör C med et biconvext Glas; paa den indvendige Side er der, tæt ved Hullet, en udstaaende Arm c (Fig. 9), der bærer et lidet, plant Metalspeil b, der er stillet under en Vinkel af 45 Grader med Axerne igjennem Rörene AB og C, og saaledes, at begge disse Axer gaae igjennem Midten af Speilet; ved at dreie Skruen D kan man altsaa forlænge eller forkorte Afstanden imellem Speilene b og a. Plade XXXVIII.

Falder ved dette Instrument Straaler fra en fjern Gjenstand paa Speilet a, da ville disse kastes tilbage, saa at de danne et omvendt Billede af Gjenstanden et Sted i Rörets Axe. Förend Billedet imidlertid danner sig, opfanges de tilbagekastede Straaler af Planspeilet b, hvorfra de atter kastes saaledes tilbage, at Billedet nu kommer til at danne sig i Axen af Röret C, hvor det betragtes igjennem Ocularlindsen i dette Rör. Hvorledes Instrumentet bringes i den rigtige Stilling for at modtage Straaler fra en vis Gjenstand, indsees tydeligt af Fig. 8. Röret AB er nemlig understöttet paa to Steder. Henimod den lukkede Ende B hviler det paa en Ramme, i hvilken der er fastgjort en Tridse Z; fra denne gaaer en Snor over Tridserne ved Y og I, langs ned ad Stolpen IL af Stativet, om Tridsen P, og endelig omkring en Bom, der ved Hjælp af Svingelen Q kan dreies rundt; Tridserne ved Y og Z ere tolöbne, for at gjöre Bevægelsen tilstrækkelig langsom. Henimod den aabne Ende, ved O, hviler Röret paa et Underlag, der deels kan bevæges til begge Sider ved Hjælp af en Svingel T med en uendelig Skrue, deels löftes op og ned ved Hjælp af Svinglerne S og R. Ved et paa S anbragt Drev, der griber i en Tandstang, bevæges nemlig den överste Deel OX op og ned i Stolpen XU, og paa samme Maade bevæger atter denne sig op og ned i Röret UV ved Hjælp af Svingelen R. Hele Stativet LMNIK befinder sig desuden paa Ruller, for let at kunne omdreie Instrumentet i horizontal Retning. Da det, ifölge Öiets Stilling paa Siden af Instrumentet, vilde være meget vanskeligt, uden andre Hjælpemidler, at faae en Gjenstand i Teleskopet, saa er der ovenpaa dets Rör fastgjorte to Standere G og H, hvorpaa der ligger en mindre dioptrisk Kikkert, en saakaldet Söger, hvis Axe er parallel med Axen af Röret AB. Fig. 8.

Man stiller nu Instrumentet saaledes, at Gjenstanden viser sig i Sögeren, den vil da tillige sende Straaler paa den behörige Maade ind i Röret AB, og sees af et Öie ved C, naar man, ved Hjælp af Skruen D, har stillet Planspeilet b saaledes, at Billedet danner sig i Brændpunktet af Ocularlindsen i C. For at kunne stille Sögeren saaledes, at dens Axe er parallel med Teleskopets, er den ene af Standerne, hvorpaa den hviler, bevægelig saavel til Siderne, som op og ned, ved Hjælp af Skruerne G og G′, saaledes som det indlyser af Fig. 10, hvor dette Stativ er særskilt afbildet. Forstörringen af dette Teleskop findes, ved at dividere Brændvidden af det store Speil med Brænvidden af Ocularet. Fig. 10.

NIENDE INSTRUMENT.

En for mindre Teleskoper meget beqvem Construction er afbildet Pl. 39, Fig. 1, og et Gjennemsnit deraf i Fig. 3. Dette Instrument bestaaer af et Rör DB, i hvis ene Ende ved D er indskruet et mindre Rör AD, og hvis anden Ende er aaben. I Enden D befinder sig ligesom ved forrige Instrument et concavt Speil a, men som er gjennemboret ved et Hul i Midten, ligefor Röret AD. Paa Siden af Röret DB er dette fremdeles henimod Enden B gjennemskaaret med en Rende, hvori en Plade kan bevæges frem og tilbage, ved Hjælp af Skruen D. Denne Plade har en ud- Flade XXXIX. Fig. 1. Fig. 3.

Plade XXXIX.

staaende Arm, der strækker sig til midt i Röret, og bærer paa Enden et lidet convext Speil b. I Röret AD befinder sig, bagved Aabningen i Speilet a, to planconvexe Lindser c og d. Straalernes Vei i dette Instrument er nu följende:

De fra en Gjenstand igjennem Enden B kommende Straaler kastes tilbage fra Speilet a, og danne et omvendt Billede af Gjenstanden et Sted i Axen af Röret. Har man nu ved Hjælp af Skruen D bragt Speilet b i en saadan Stilling, at det befinder sig imellem Speilet a og det Sted, hvor Billedet vilde danne sig, og i en Afstand foran dette, lidt större end Brændvidden af Speilet b, da ville Straalerne fra a, ved atter at kastes tilbage fra b, danne et opretstaaende Billede af Gjenstanden i Brændpunktet af Ocularlindserne c og d, hvorigjennem man altsaa vil see Gjenstanden opret og forstörret.

For at kunne meddele Instrumentet de fornödne Bevægelser, er Röret DB fastgjort paa en Halvcirkel, med indskaarne Tænder i Kanten, der ved en igjennem dens Centrum O gaaende Axe er befæstet i to paa Stykket PQ staaende Standere. Paa Enden Q har Stykket PQ en opstaaende Deel, hvortil der med en Hængsel er forbunden en Plade FG. I Midten af denne befinder sig en uendelig Skrue IK, og i den löse Ende af samme en Skrue E, ved hvis Hjælp Pladen FG kan löftes op og ned, og saaledes Skruen IK efter Behag bringes til eller ud af Indgribning i Tænderne paa Halvcirkelen MN. For altsaa at bevæge Kikkerten i en vertical Plan, bringer man först Skruen IK ud af Indgribning i Cirkelen, og foretager da Omdreiningen med Haanden, indtil den har en omtrent rigtig Stilling; derpaa skruer man Skruen E til, og fortsætter nu Stilningen af Instrumentet ved Hjælp af Skruen IK. Hele denne hidtil beskrevne Deel af Instrumentet befinder sig fremdeles paa en under Stykket PQ fastgjort Tap, der gaaer ned i Stötten af Stativet L. Paa den överste Ende af dette Stativ er en udstaaende Arm, igjennem hvilken gaaer en Skrue H, der atter med sin yderste Ende er befæstet i Enden Q af Stykket PQ, saaledes som det sees i Fig. 2, og ved Hjælp af hvilken man altsaa kan dreie Instrumentet omkring i en horizontal Plan.

Fig. 2.

For lettere at kunne finde Gjenstanden, er ovenpaa Röret DB anbragt ved R en Plade med et Hul, og ved S et Sigtekorn.

Endelig befinder der sig tæt ved Enden B af Röret en opstaaende Ring, i hvis Omkreds der er indskaaren Tænder. Ved Hjælp af denne befæstes til Enden af Teleskopet följende Instrument, der tjener til at maale den synlige Diameter af Gjenstandene, og som förer Navn af *Skruemikrometer*.

TIENDE INSTRUMENT.

Dette Instrument bestaaer af et Objectivglas, der er gjennemskaaret til to Halvparter A og B (Pl. 39, Fig. 4). Hver af disse befinde sig i sin Indfatning, og ere saaledes befæstede paa en Plade CDEF (idet de nemlig med deres yderste Kanter gaae ind under to opstaaende Rande CD og EF af Pladen) at de, ved Hjælp af Skruer, der forneden ved K og L gaae igjennem to paa den bageste Side af Indfatningerne udstaaende Stykker, kunne bevæges op og ned. Disse Skruer gaae igjennem et paa Pladen CDEF befæstet huult Endestykke GH, hvori der befinde sig flere Hjul, ved hvilke Skruerne ere saaledes forbundne, at den ene gaaer samtidigen ligesaa langt op, som den anden gaaer ned. Fig. 5 viser dette Stykke, med de deri værende Hjul, naar den forreste Dækflade tænkes bortTaget, Fig. 6 naar den underste Flade tænkes borte, og Fig. 7 samme i uforandret Tilstand, seet nedenfra. Forbindelsen mellem Hjulene er denne: Knappen I befinder sig paa et huult Rör, der gaaer igjennem den underste Flade GH (Fig. 5 og 6) og er forsynet med et Drev a, der griber ind i

Fig. 4.

Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

et Hjul b. Paa Axen af dette befinder sig atter et Drev c, der griber ind i et Hjul d, hvilket, tilligemed Hjulet e befinder sig paa Tappen til Skruen N. Hjulet e griber atter umiddelbart med sin Omkreds ind i det ligestore Hjul f, der sidder fast paa Skruen M; de to Skruer, der ved M og N ere fastgjorte i Pladen CDEF, dreie sig altsaa samtidigen, ligemeget, og i modsatte Retninger. Paa den underste Side af Hjulet d er graveret en inddeelt Cirkel, og ligefor denne er i Pladen GH udskaaret en cirkelformig Aabning (Fig. 7) hvorigjennem man kan see et Stykke af den inddeelte Cirkel. Paa Röret I befinder sig desuden en Viser, der peger paa en paa Pladen GH anbragt, inddeelt Cirkel. Paa Pladen d læser man altsaa hvor stort et Antal af hele Omdreininger, og ved Hjælp af Viseren af I, hvorstor en Brök af en Omdreining hver Skrue har gjort, hvoraf, da man kjender Skruegangenes Höide, umiddelbart följer, hvor stor Afstand der er imellem Centrerne af de to Halvlindser A og B. Fig. 8 og 9 vise Instrumentet i sin Forbindelse med Teleskopets Rör, nemlig Fig. 9 seet bagfra, og Fig. 8 seet fra Siden. Bag paa Pladen CDEF er nemlig et Drev, der griber ind i Tænderne af den omtalte Ring paa Enden af Teleskopet, og hvis Axe ender sig i et Skruehoved k (Fig. 8); desuden fastholdes Instrumentet til Ringen, ved Hjælp af de to paaskruede Stykker h og i (Fig. 9). Ved Hjælp af dette Drev kan altsaa Mikrometeret dreies rundt paa Enden af Teleskopet, saa at Skillelinien imellem Halvlindserne A og B kan faae en hvilkensomhelst Stilling, hvorved man saaledes kan maale Diameteren paa en hvilkensomselst Kant. Plade XXXIX. Fig. 8 og 9.

Befinder dette Instrument sig paa den omtalte Maade paa Enden af Teleskopet, da vil hver Halvlindse for sig danne et Billede af Gjenstanden, der ville falde sammen til eet, naar hines Centrer falde sammen, men fjernes desto længere fra hinanden, jo længere Afstanden mellem Centrerne bliver. Bringer man nu ved Hjælp af Skruen I Glassene A og B i en saadan Stilling, at de to dannede Billeder netop berøre hinanden, da kan man let trigonometrisk beregne den tilsyneladende Diameter af Gjenstanden i Minutter og Secunder, idet den dertil svarende Vinkel er lig den, som to Linier fra Centrerne af A og B til det Sted, hvor Billedet danner sig, gjöre med hinanden. Da man nu kjender Afstanden imellem Centrerne af A og B, ved at aflæse de foretagne Omdreininger paa Skiverne (Fig 7), og Afstanden fra Ocjectivet til Billedets Sted, hvilken aflæses paa en ved C (Fig. 1) anbragt Nonius, saa kan man deraf let finde den sögte Vinkel. Fig. 7. Fig. 1.

ELLEVTE INSTRUMENT.

Langt beqvemmere i Henseende til Bestemmelsen, saavel af de sete Gjenstandes Diameter, som deres Afstand, er följende af *Rochon* angivne Mikrometer, der grunder sig paa Lovene for Doppeltbrydningen. Plade XXXIII.

Lægges nemlig to ligestore tresidige Prismer af Kalkspath saaledes ovenpaa hinanden, som det er forestillet Pl. 33, Fig. 9, af hvilke det ene BCD er slebet saaledes, at Hovedaxen er lodret paa den överste Flade BD, altsaa parallel med de fra et fjernt Punkt S indfaldende Straaler; det andet ABC derimod er slebet saaledes, at Hovedaxen er lodret paa Fladen ABC, altsaa parallel med Kanten C, da ville de fra S kommende Straaler gaae aldeles ubrudte igjennem den förste Krystal til s, s′ o. s. v.; ved Indtrædelsen i den anden Krystal ville de derimod dele sig i to: en sædvanlig brudt, sO, s′O″, o. s. v., en anden eiendommelig brudt sO′, s′O, o. s. v. Af disse forskjelligen brudte Straaler ville altid to stöde sammen i et hvilketsomhelst Punkt O, og et Öie som befandt sig der, vilde see to Billeder af Gjenstanden, et i S og et i S′, der ville staae desto længere fra hinanden, jo nærmere Öiet kommer til Krystallerne. Fig. 9.

Plade XXXIII. Fig. 8.

Anbringes nu en saadan sammensat Doppeltkrystal i Röret BD af en achromatisk Kikkert AB (Fig. 8), nemlig etsteds imellem Objectivet a og det af de fire Lindser c, d, e og f sammensatte Ocular, paa en saadan Maade, at den kan skydes frem og tilbage i Renden FG, saa vil man i Kikkerten see to Billeder af en betragtet Gjenstand, der ville dække hinanden, naar Doppeltprismet befinder sig ved E, og fjerne sig videre fra hinanden, jo længere man, ved Hjælp af et udstaaende Skruehoved, som det sees ved C, skyder det hen imod Enden B. Ved en vis Stilling af Prismet ville de to Billeders Kanter berøre hinanden, og man kan da ligefrem paa de, paa begge Sider af Randen FG gjorte Inddelinger aflæse, enten paa venstre Side (efter Figuren) hvormange Minutter og Secunder Gjenstandens tilsyneladende Diameter udgjör, indtil 40 Minutter, eller paa höire Side hvormange Gange den virkelige Diameter er indeholdt i Afstanden. Kjender man altsaa den ene af disse to sidste Störrelser, saa kan man ved en simpel Multiplication eller Division finde den anden. Saae man f. Ex. igjennem Kikkerten paa et opmarscherende Regiment, og havde bragt Prismet i en saadan Afstand, at Födderne af det ene Billede af forreste Geleed berörte Hovederne af det andet, og man antager at Prismet da f. Ex. befandt sig ligefor den Inddelingsstreg, der angiver 3 Minutter, saa kunde man finde den omtrentlige Afstand af Regimentet, ved at multiplicere en Mands Middelhöide, som omtrent kan anslaaes til $5\frac{1}{2}$ Fod, med det Tal, der befandt sig lige ud for Prismet (i det anförte Tilfælde 1146) hvorved altsaa Afstanden blev omtrent en Fjerdingvei.

Fig: 1. B

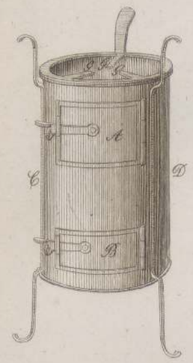


Fig: 7. C



Fig: 6. A

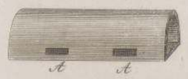


Fig: 4. A

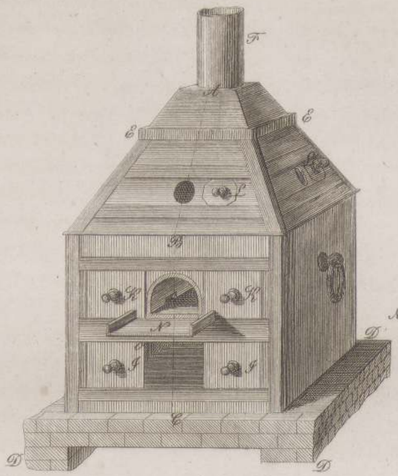


Fig: 5. A

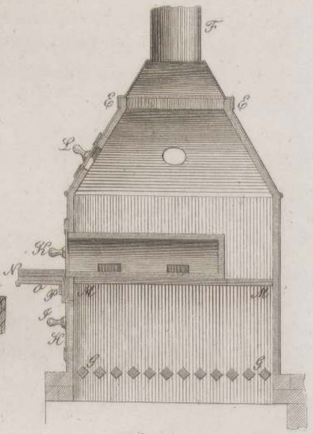


Fig: 8. C2



Fig: 9. C2



Fig: 12.



Fig: 10. IN

Fig: 3. A

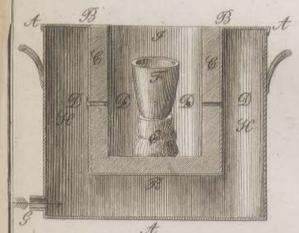


Fig: 2. A

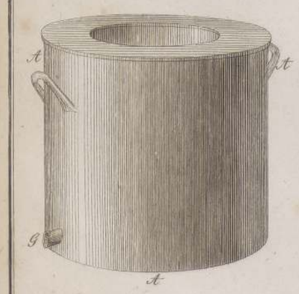


Fig: 11. IN

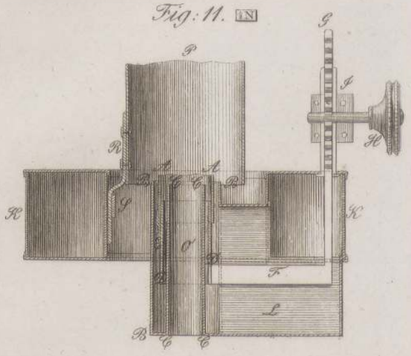


Fig. 1. A

Fig. 2. A

Fig. 3. A

Fig. 4. A

Fig. 5. A

Fig. 6. A

Fig. 7. A

Fig. 8. C

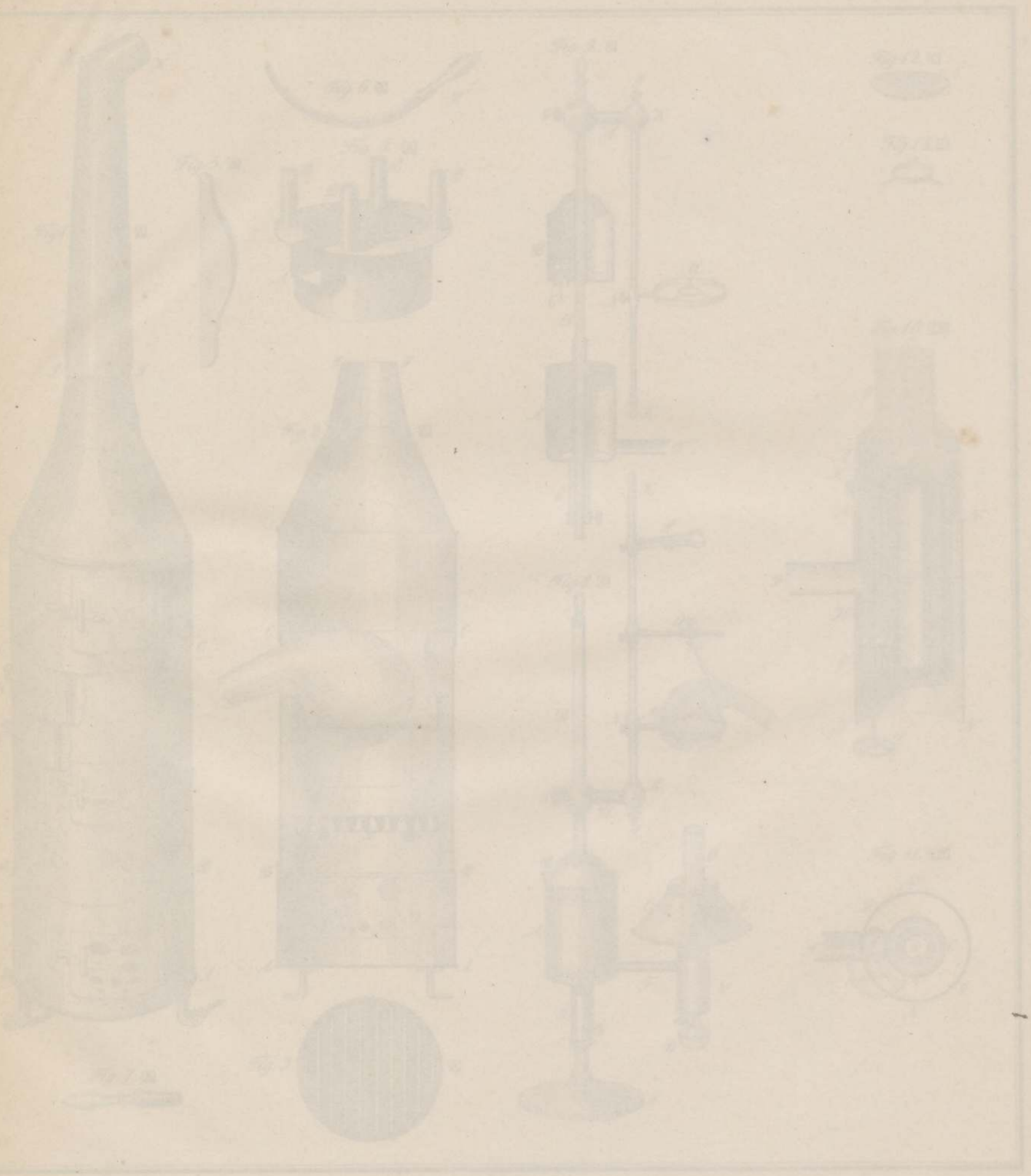
Fig. 9. C

Fig. 10. N

Fig. 11. N

Fig. 12. C

Fig. 13. C



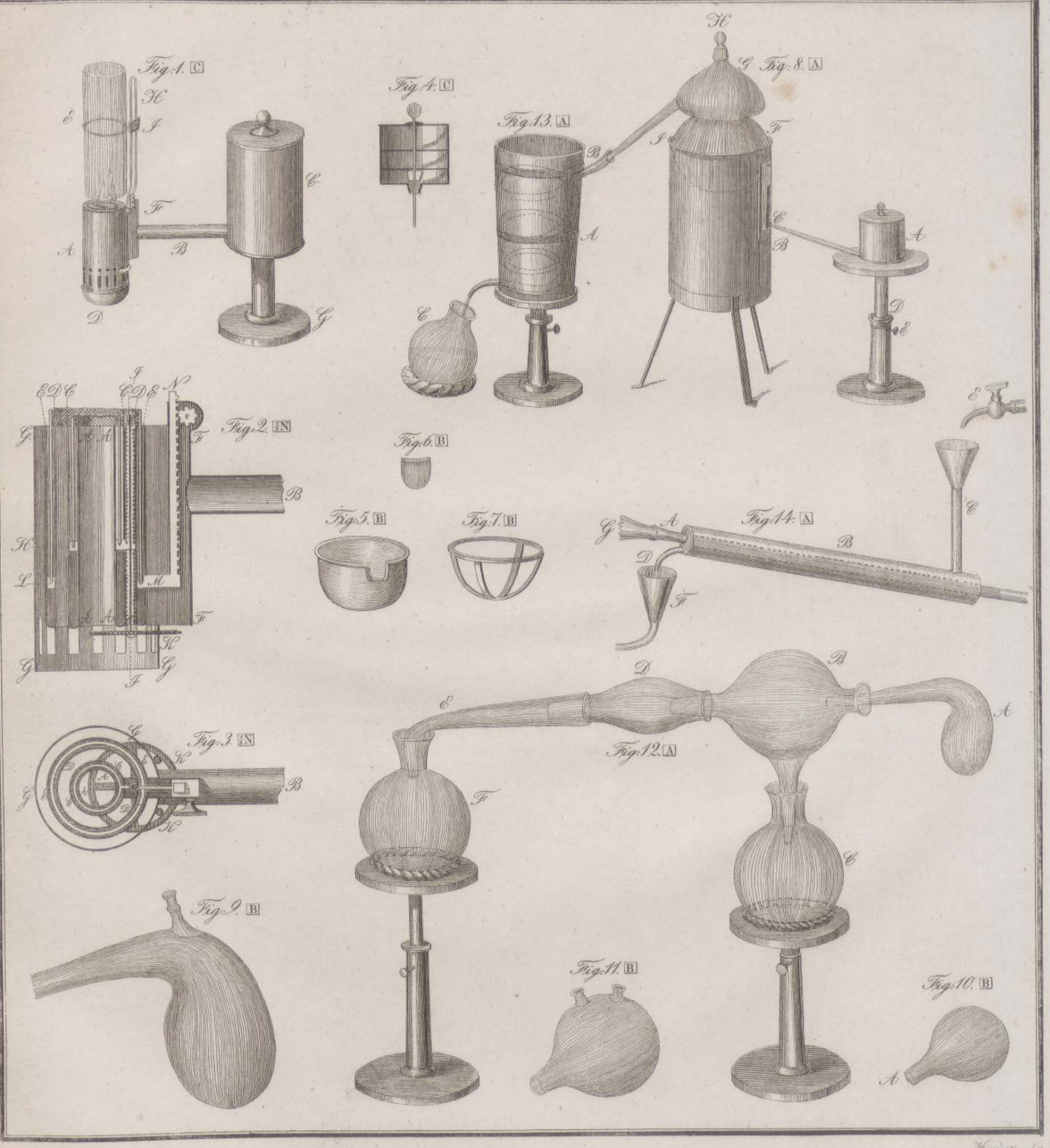
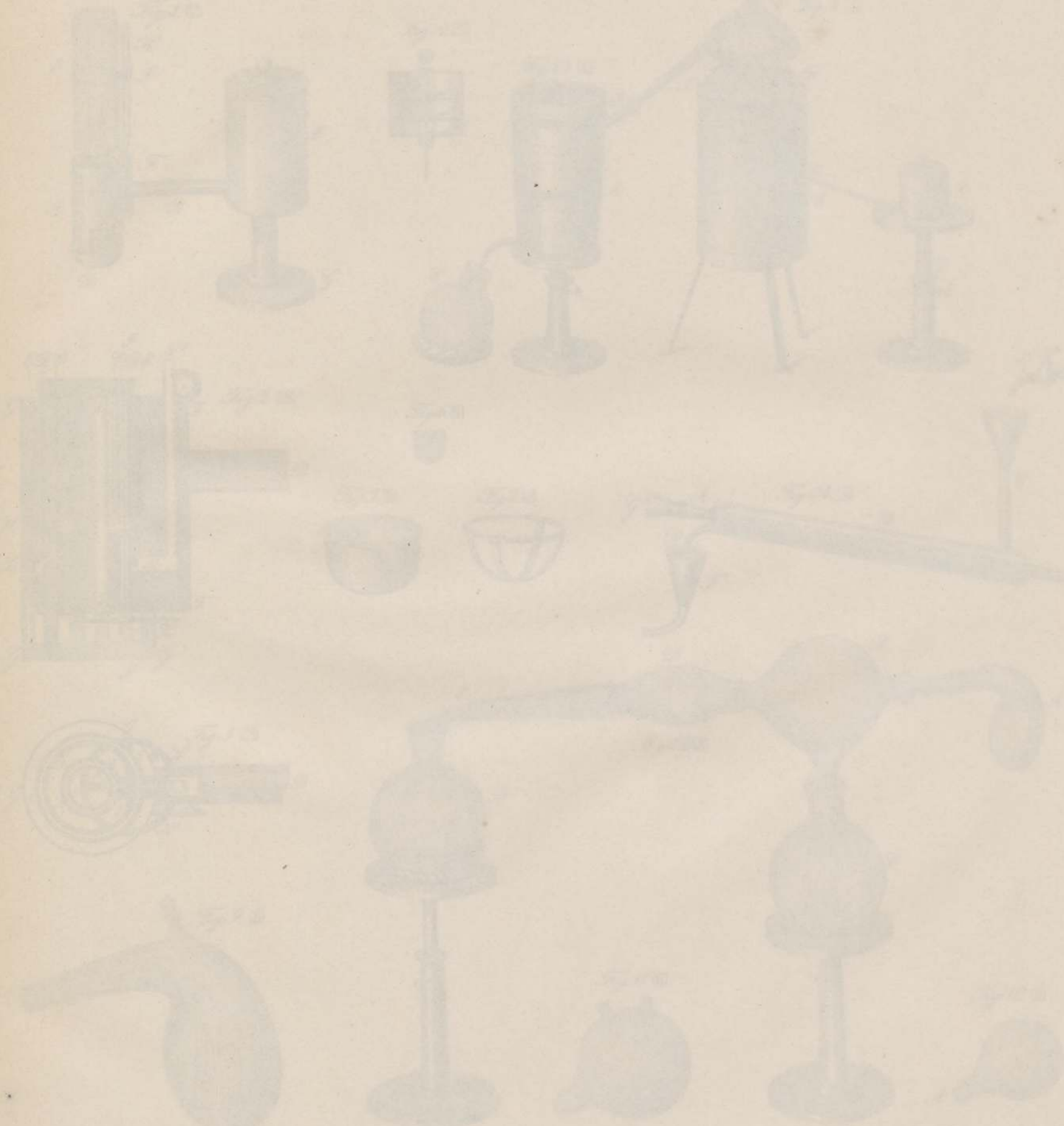


Fig. 1. C
Fig. 2. N
Fig. 3. N
Fig. 4. C
Fig. 5. B
Fig. 6. B
Fig. 7. B
Fig. 8. A
Fig. 9. B
Fig. 10. B
Fig. 11. B
Fig. 12. A
Fig. 13. A
Fig. 14. A



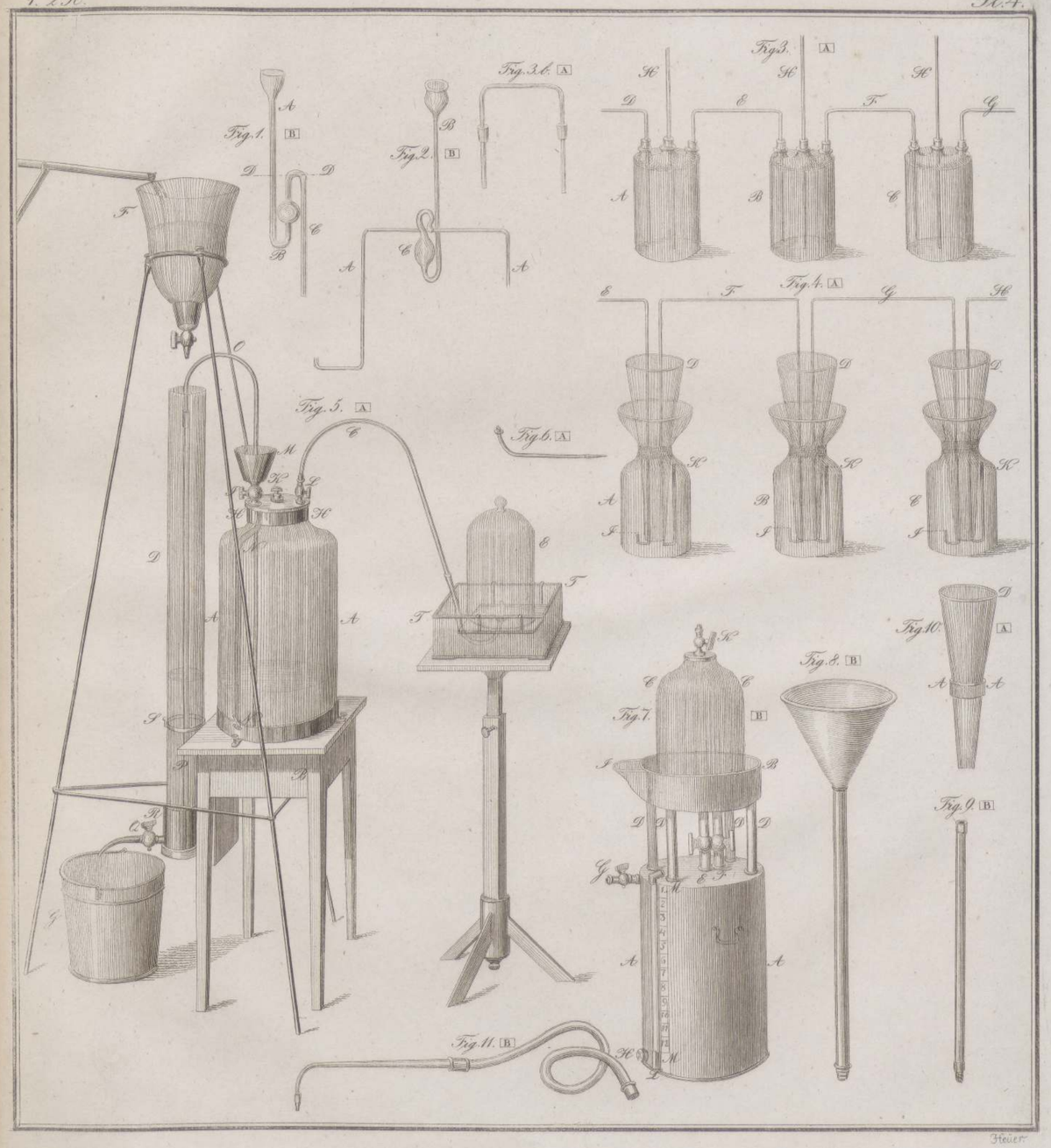
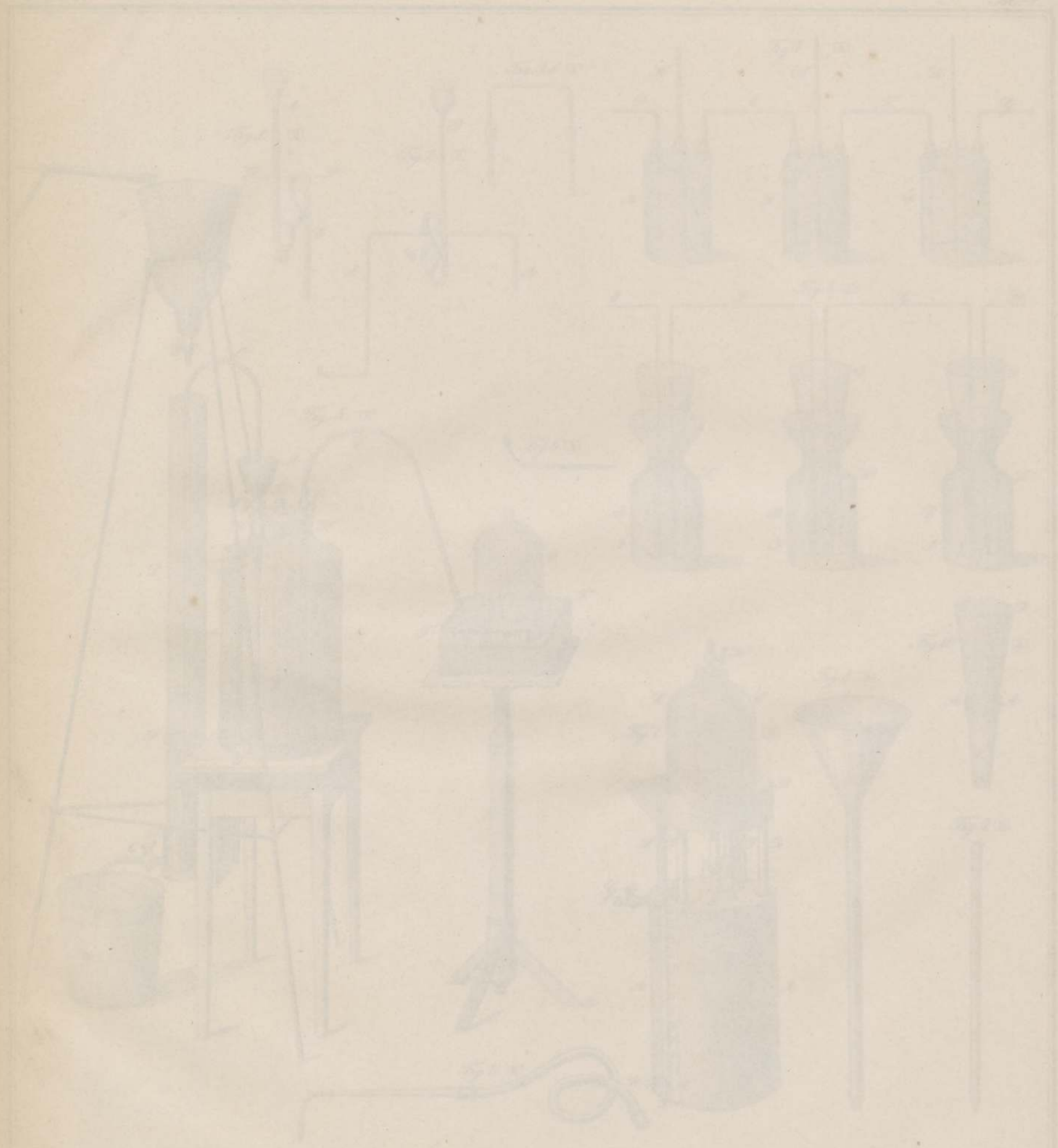


Fig. 1. B
Fig. 2. B
Fig. 3. A
Fig. 3.b. A
Fig. 4. A
Fig. 5. A
Fig. 6. A
Fig. 7. B
Fig. 8. B
Fig. 9. B
Fig. 10. A
Fig. 11. B
Steuer



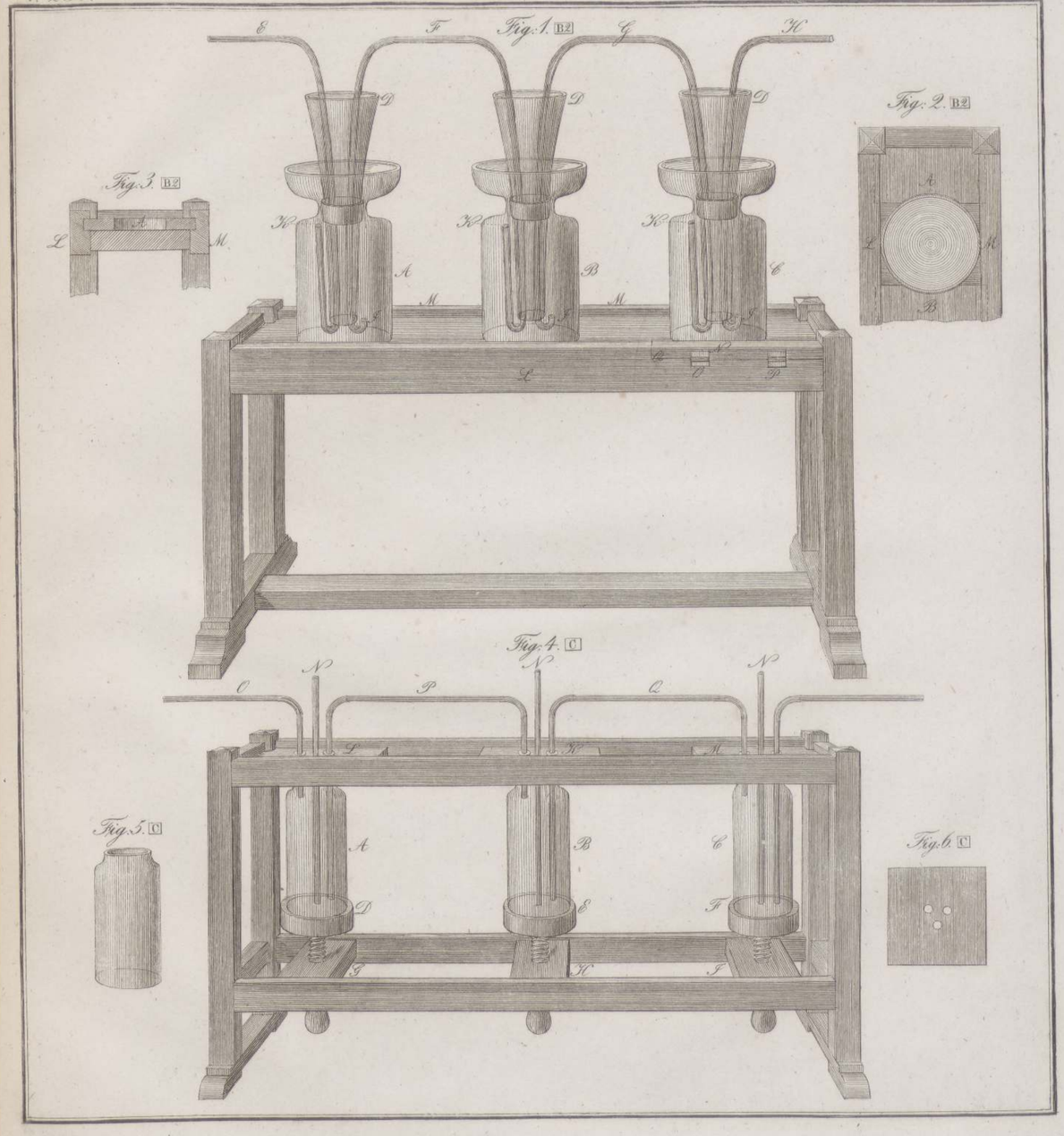


Fig. 1. B 2
E
F
G
H
D
K
A
B
C
M
L
Fig. 2. B 2
Fig. 3. B 2
Fig. 4. C
N
O
P
Q
Fig. 5. C
Fig. 6. C

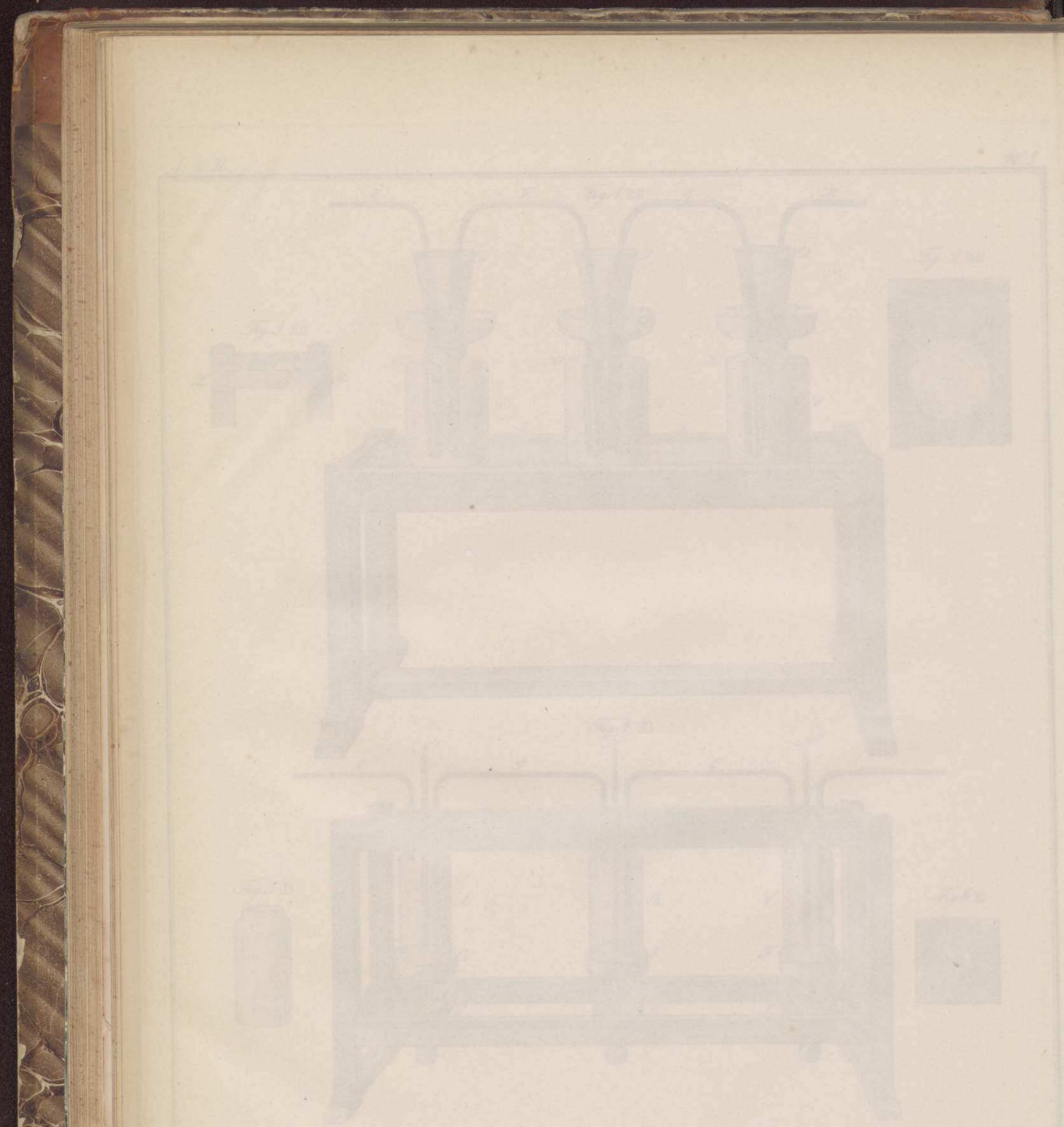


Fig. 1. 4N

Fig. 2. 4N

Fig. 3. 4N

Fig. 4. 4N

Fig. 5. 4N

Fig. 7. A

Fig. 9. C

Fig. 8. C

Fig. 13.

Fig. 6. N

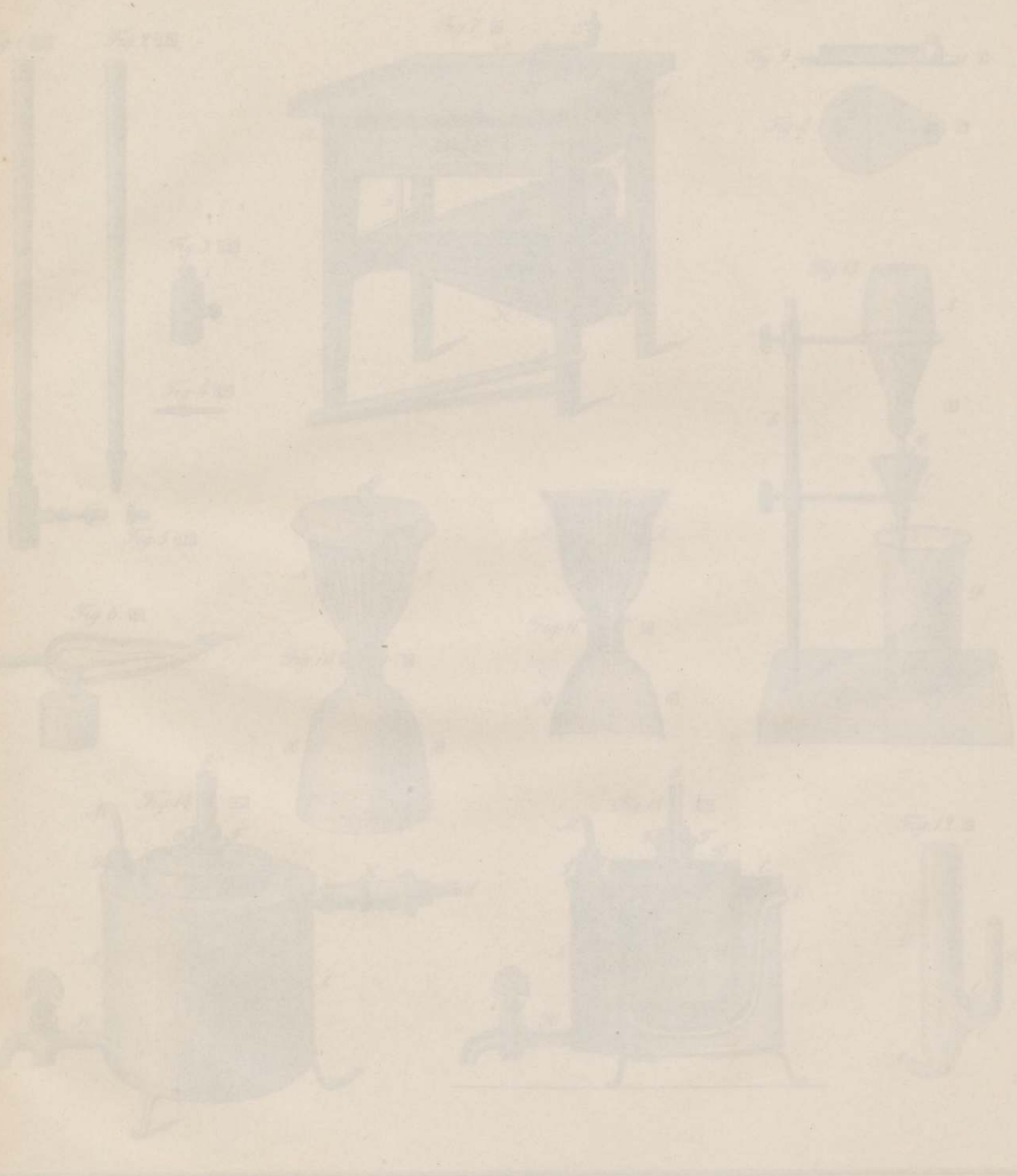
Fig. 10. D

Fig. 11. B

Fig. 14. C2

Fig. 15. C2

Fig. 12. N



Pl. I.

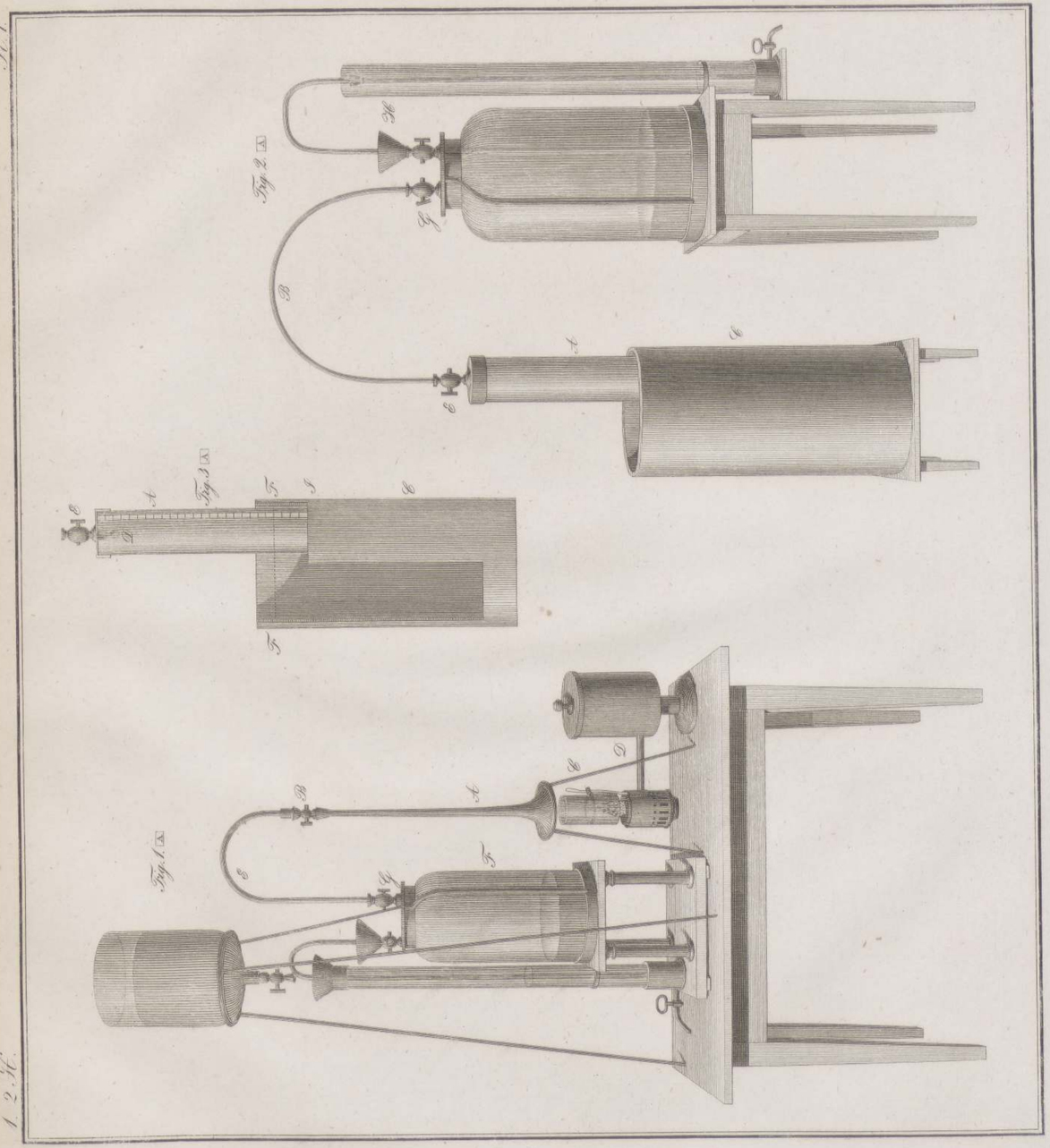


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1.

1. 2. 3.



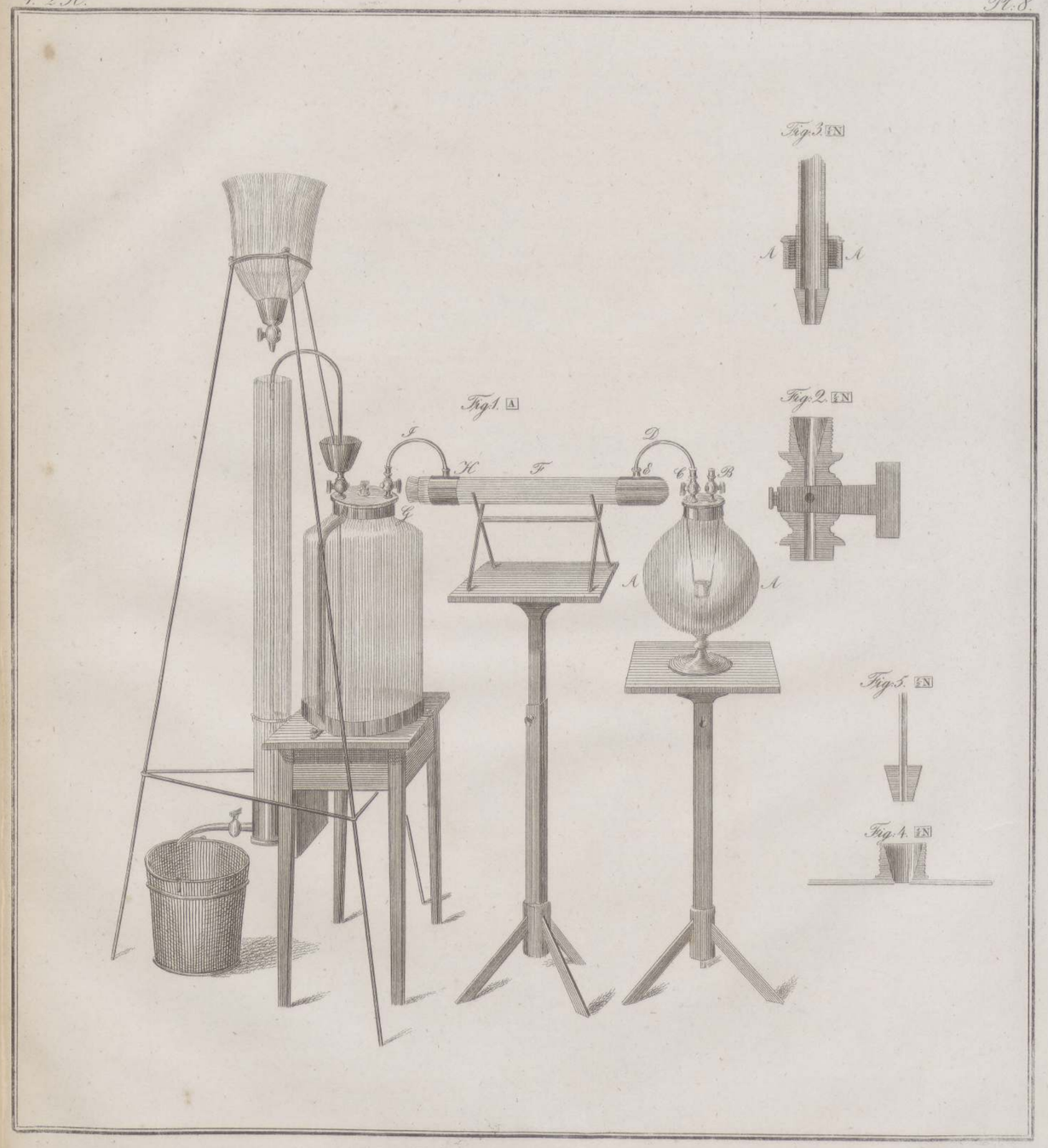
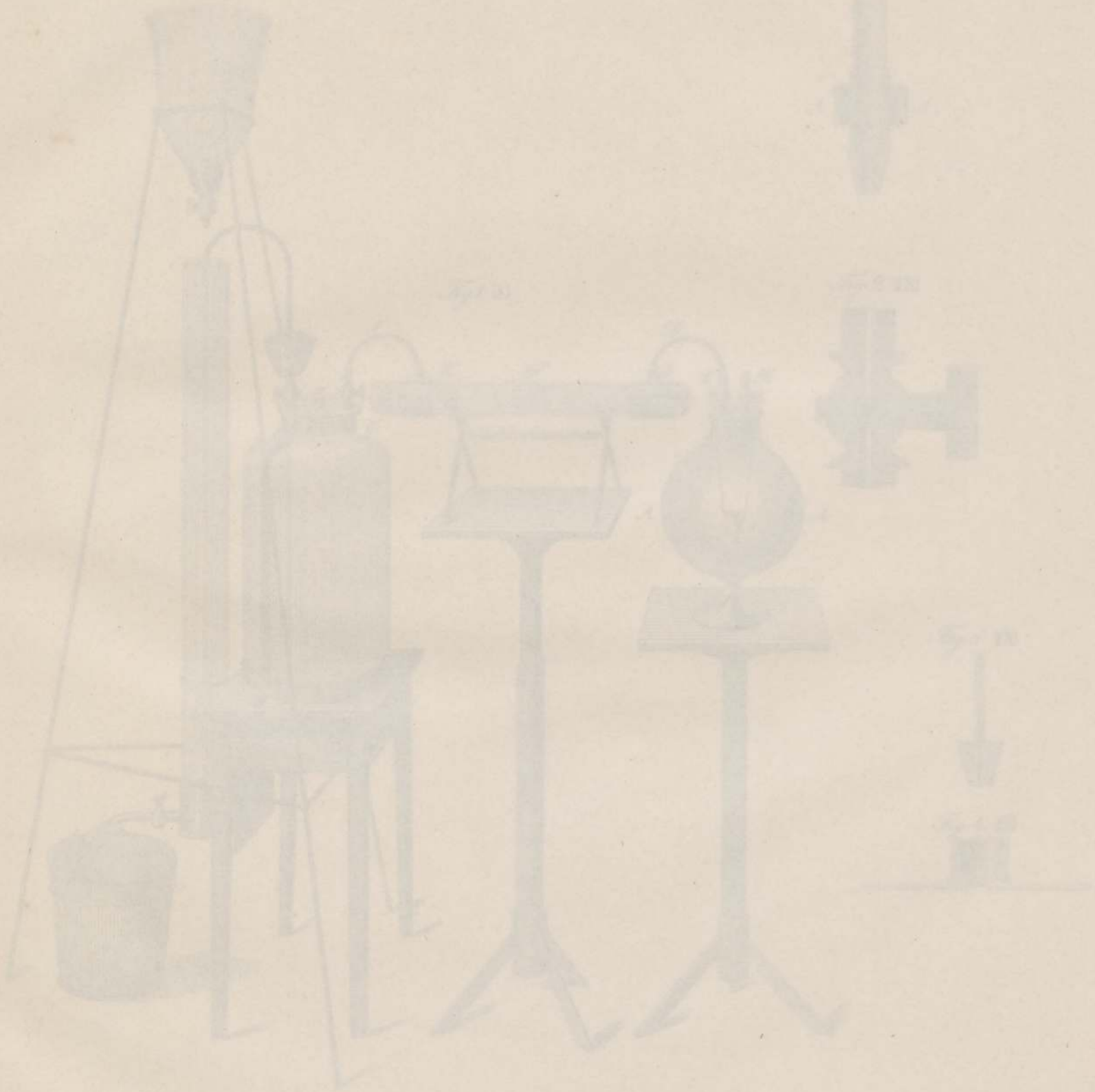
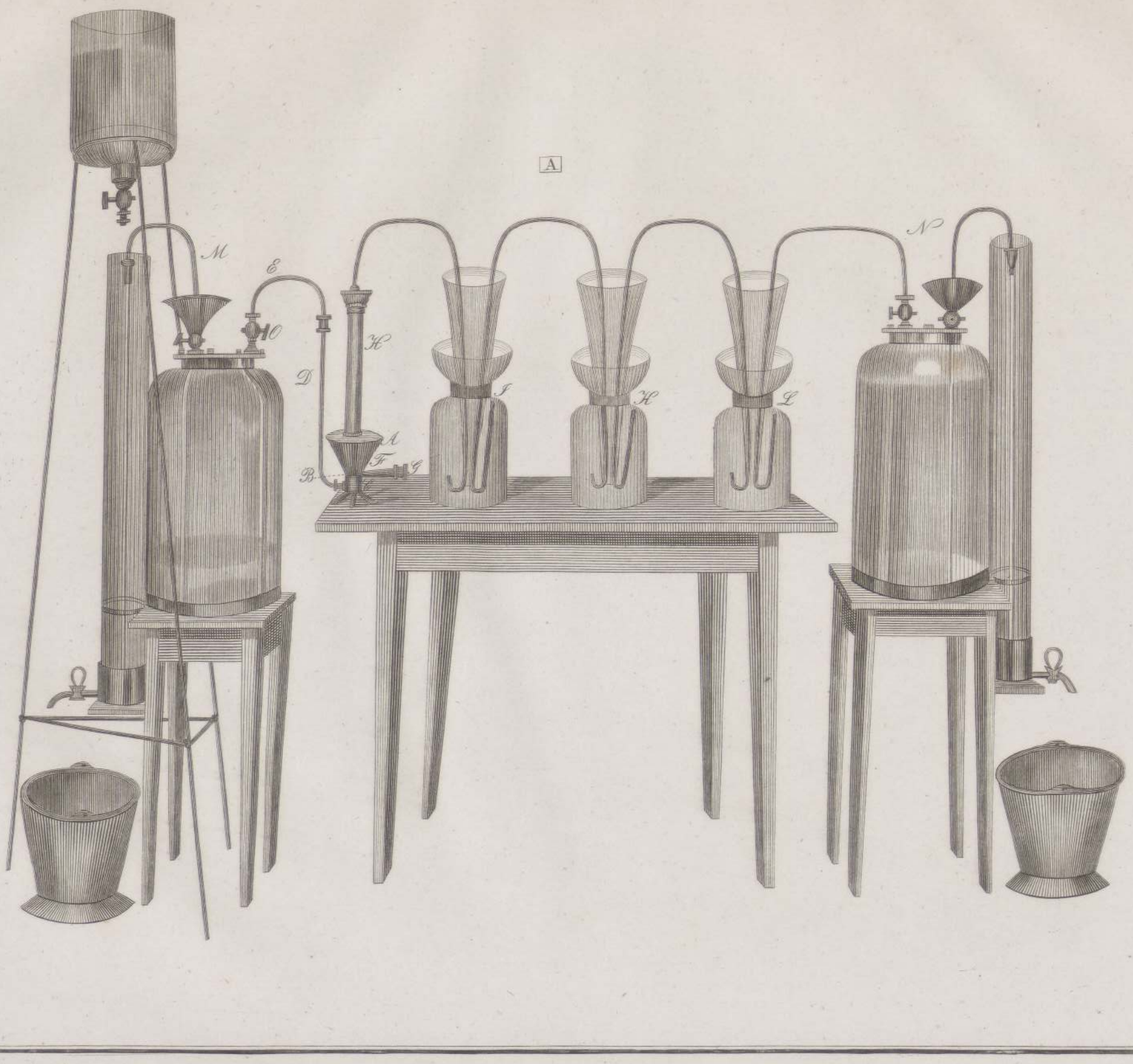


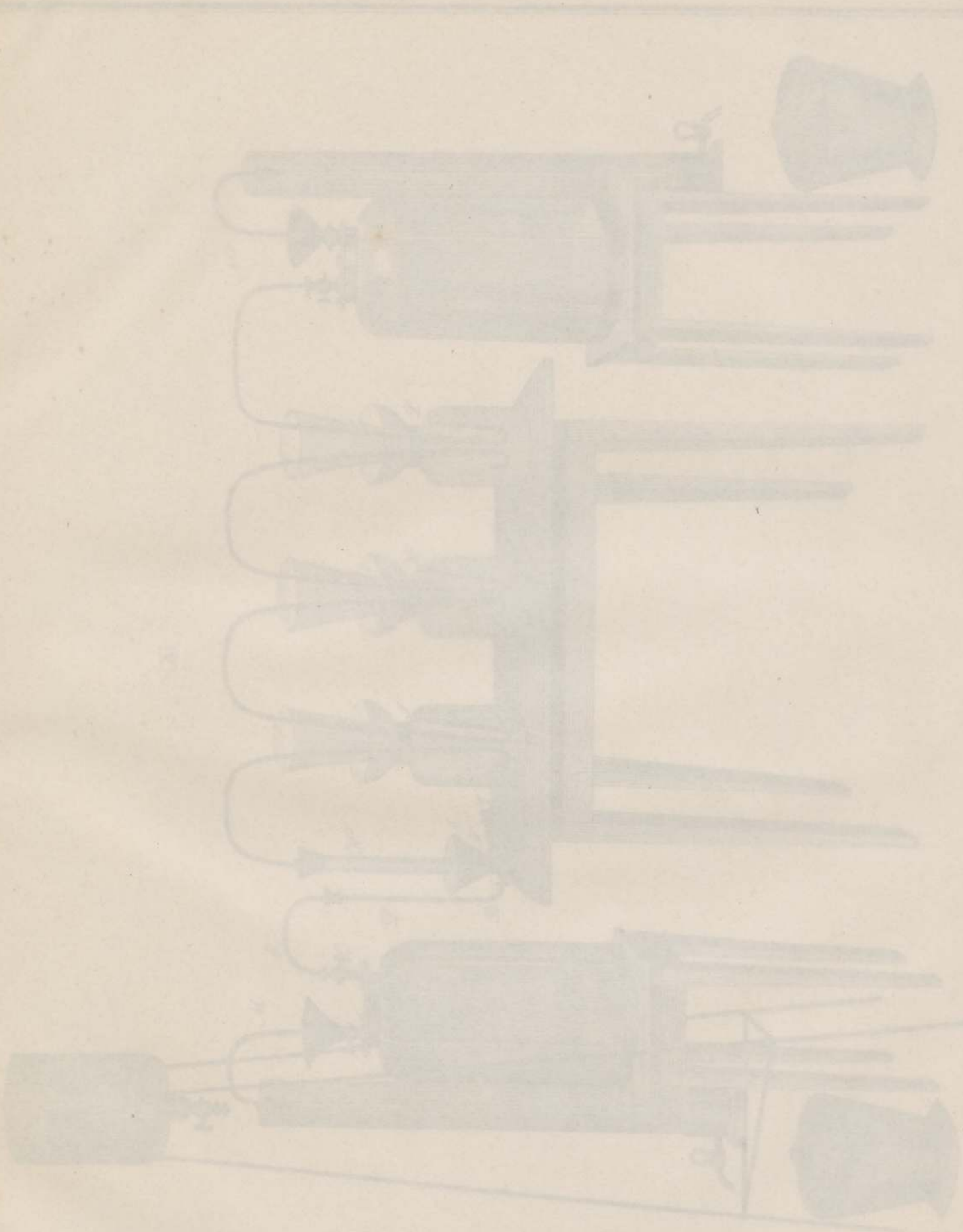
Fig. 3. 4 N
A
A
Fig. 1. A
Fig. 2. 4 N
I
H
F
D
E
C
B
G
A
A
Fig. 5. 4 N
Fig. 4. 4 N



1. 2 K.

Pl. 9.





№ 110

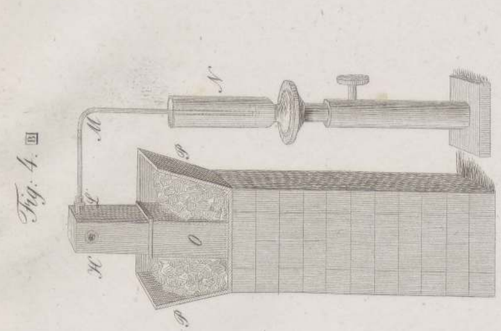


Fig. 4. ⊟

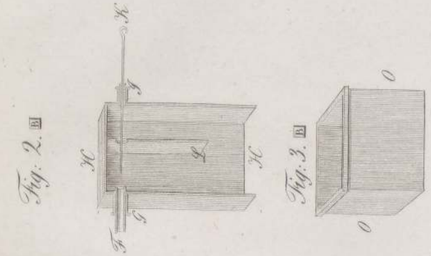


Fig. 2. ⊟

Fig. 3. ⊟

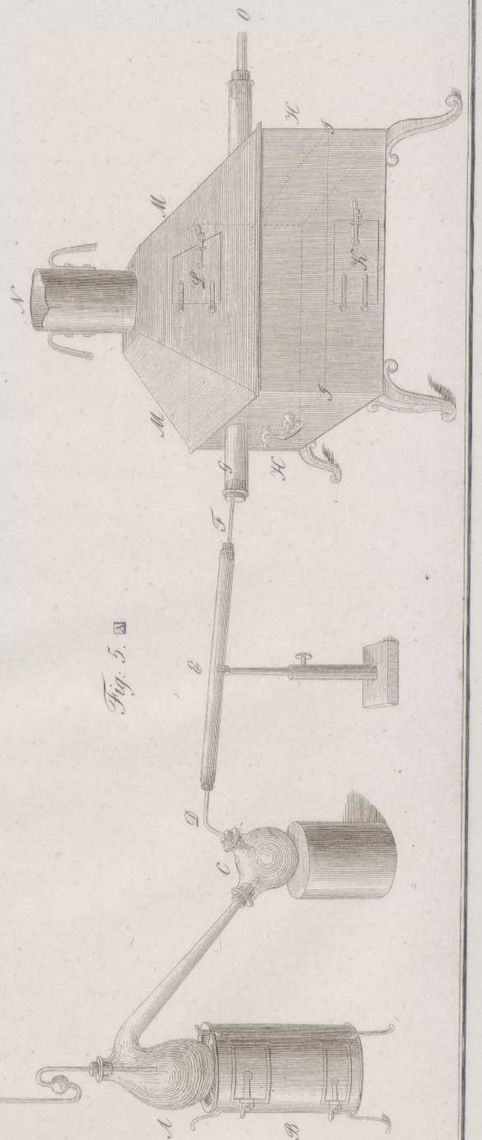


Fig. 5. ⊠

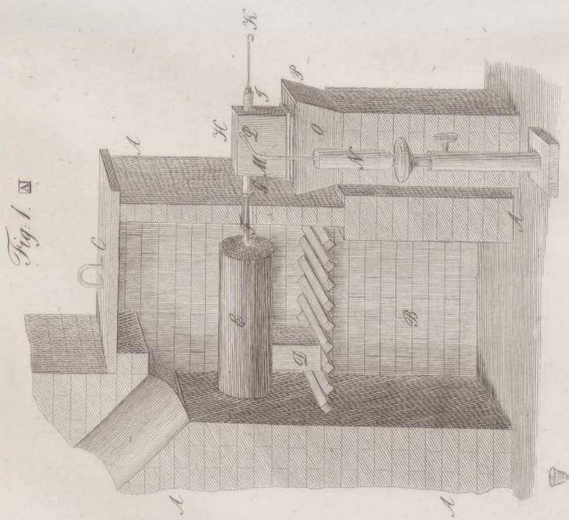
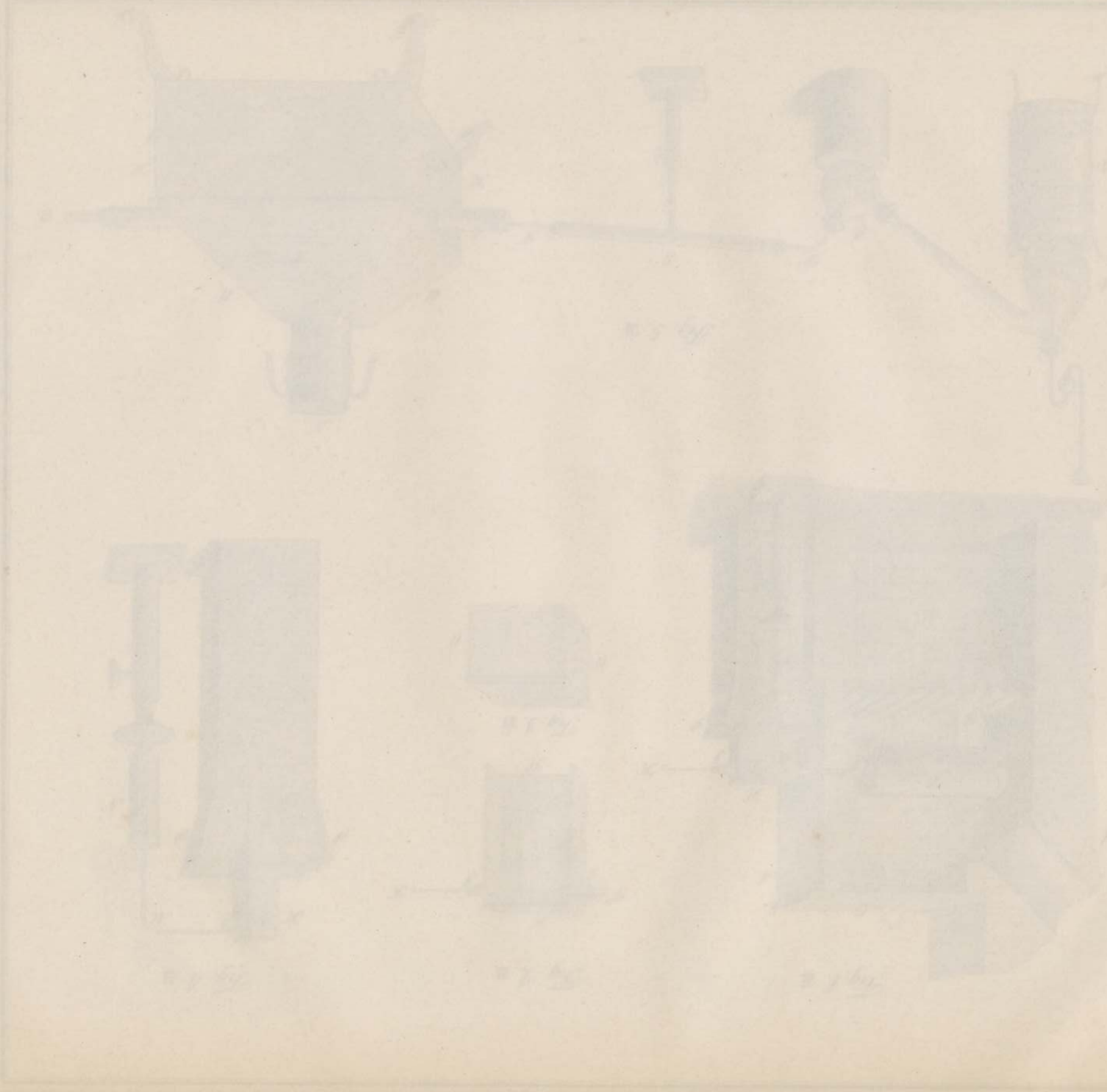
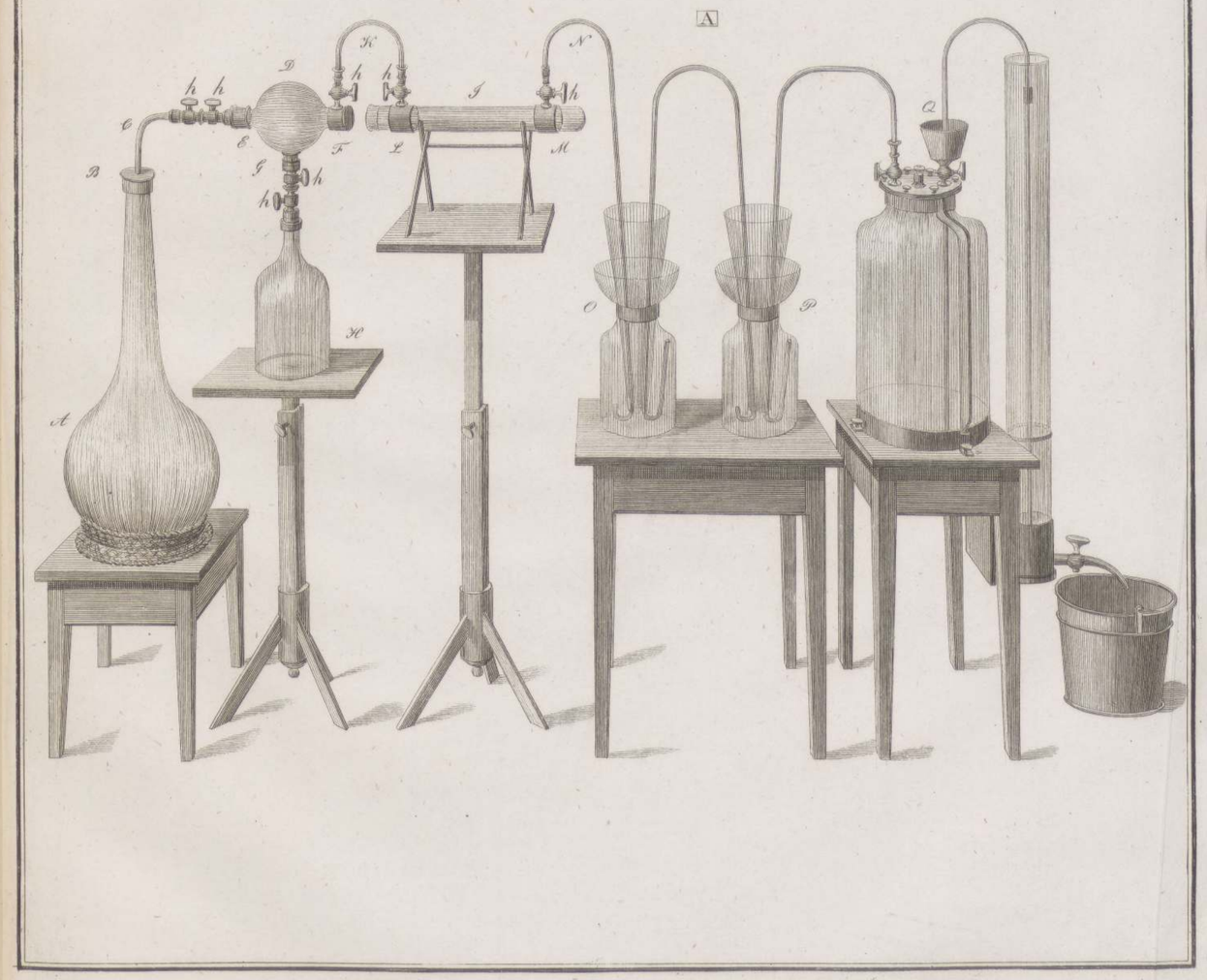
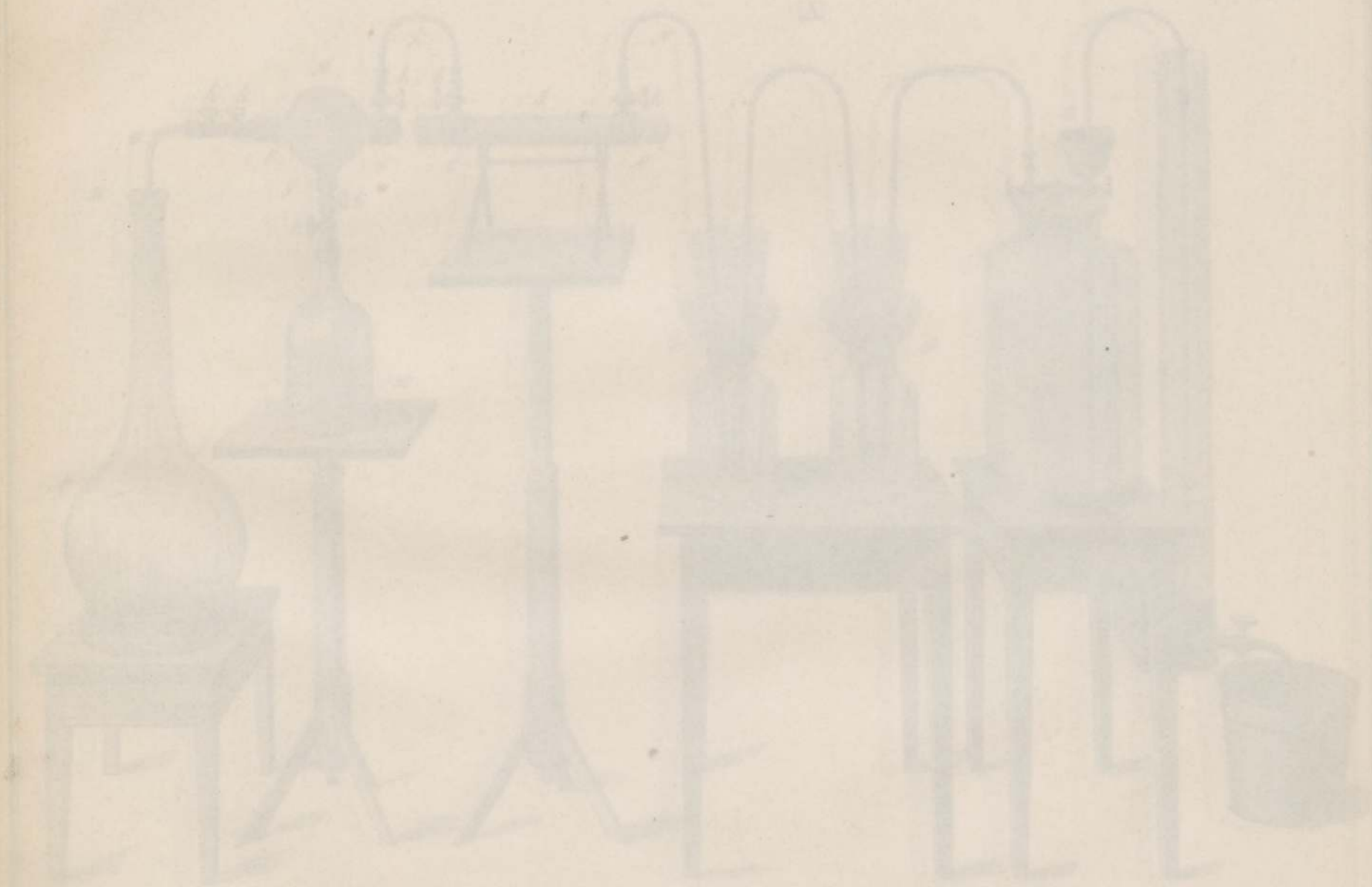


Fig. 1 ⊠

1. 2 M.




A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
h



Pl. 12.

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 2.

Fig. 3

1. 2. M.

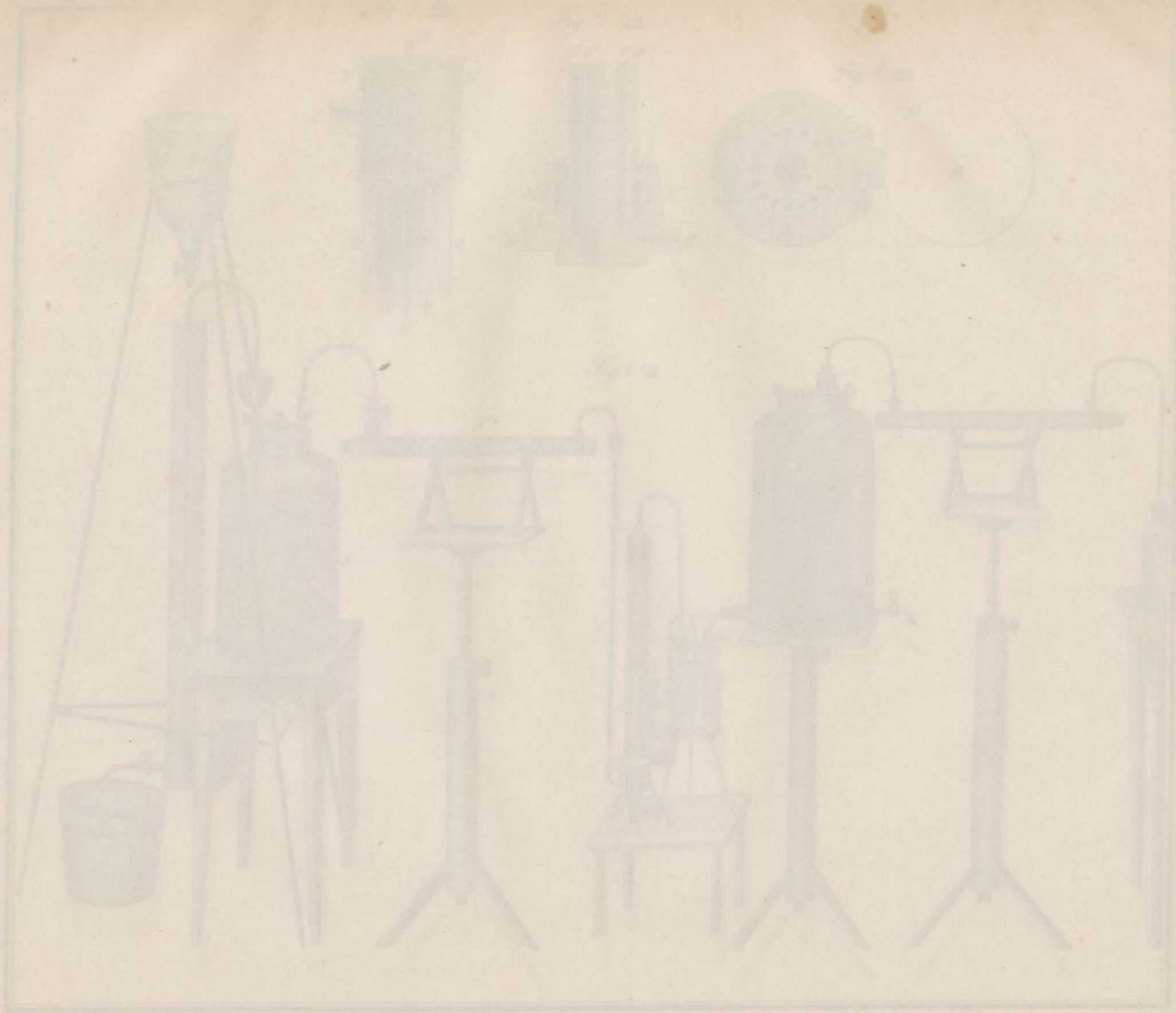


Fig. 1. C

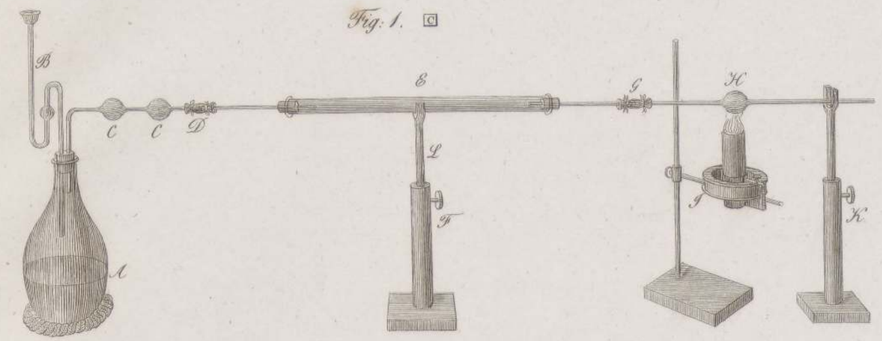


Fig. 2. B

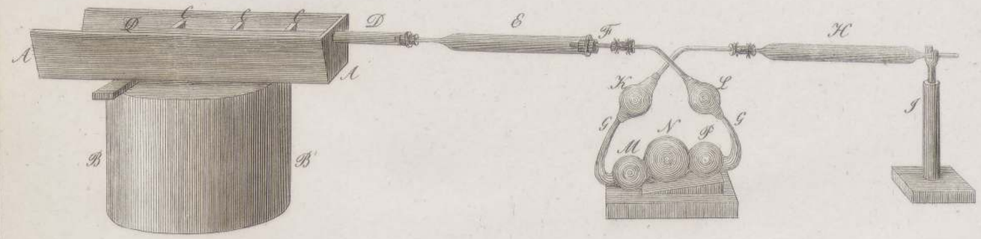


Fig. 3. IN

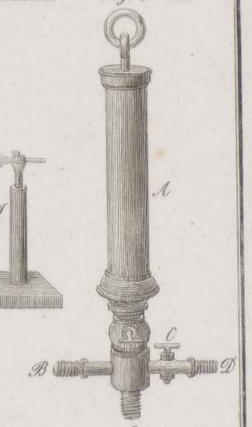


Fig. 4. B

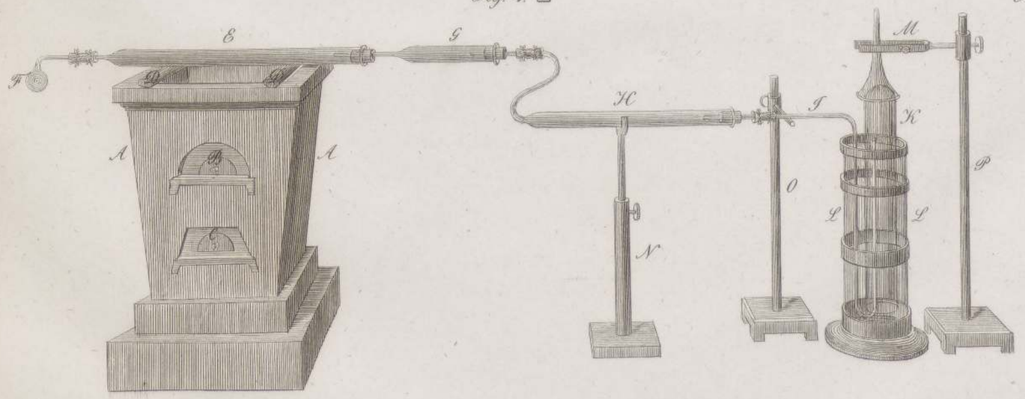




Fig. 1.

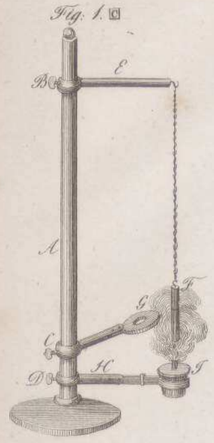


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

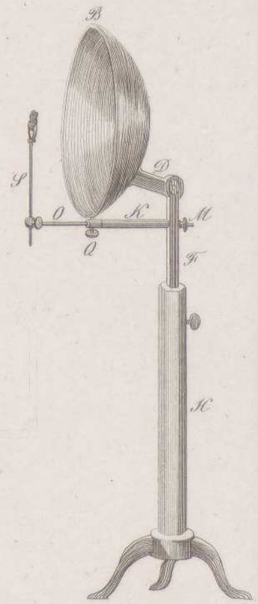


Fig. 5.

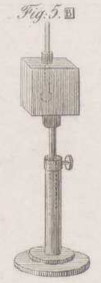


Fig. 6.

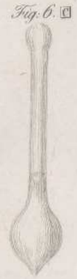


Fig. 7.

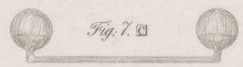


Fig. 8.

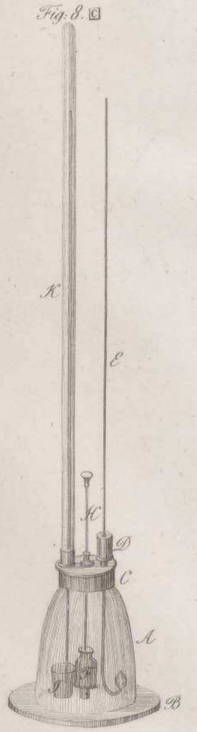


Fig. 9.



Fig. 10.

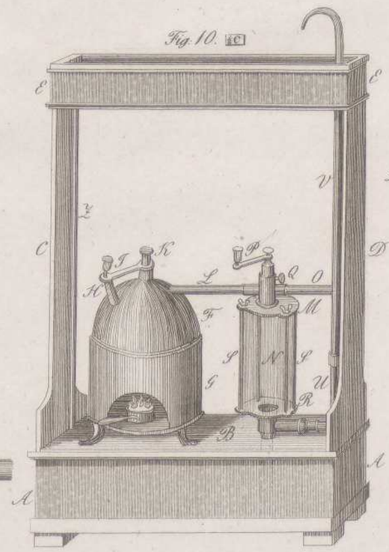


Fig. 11.

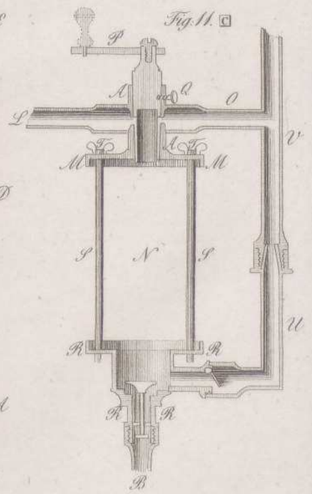


Fig. 12.



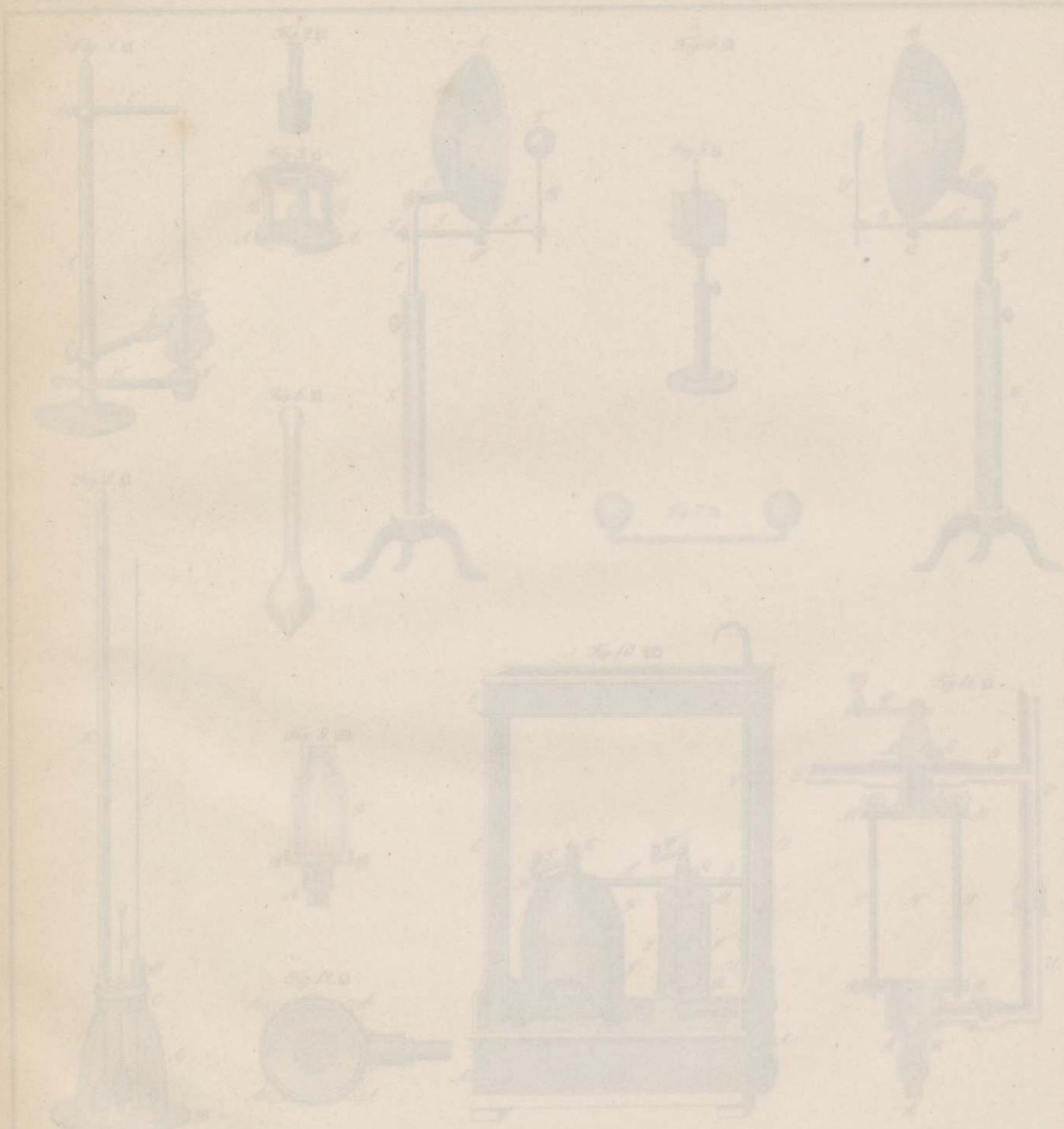


Fig. 1. [N]

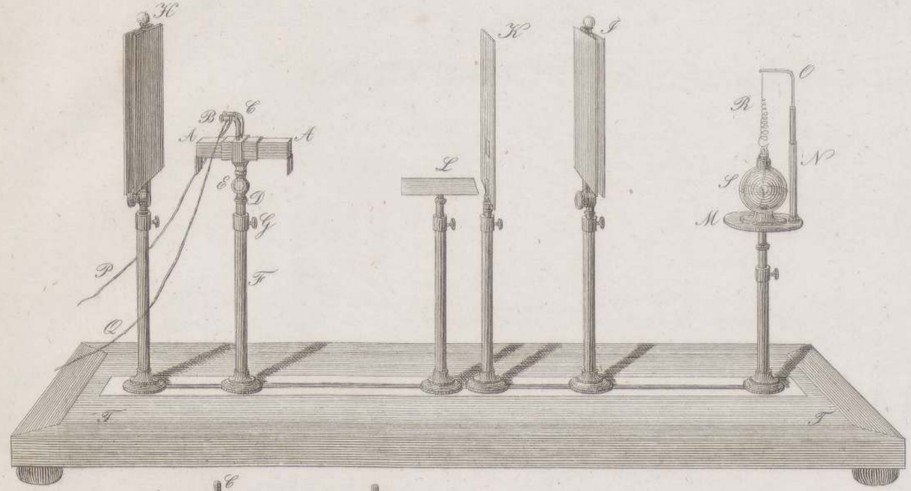


Fig. 2. [FN]

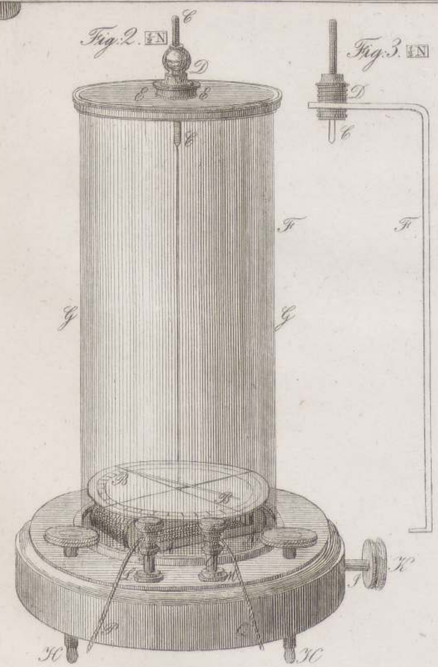


Fig. 3. [FN]

Fig. 4. [FN]

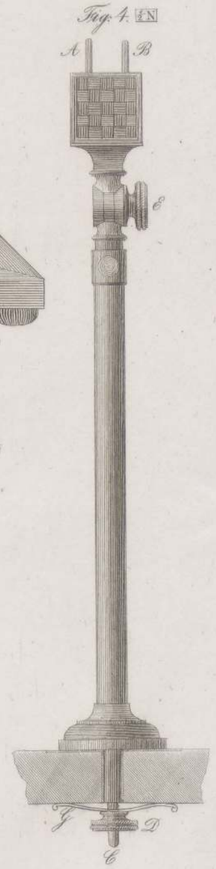


Fig. 5. [FN]

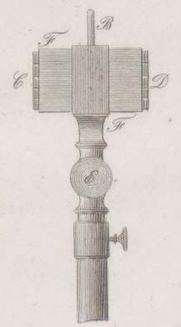


Fig. 7. [N]

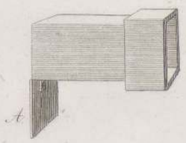
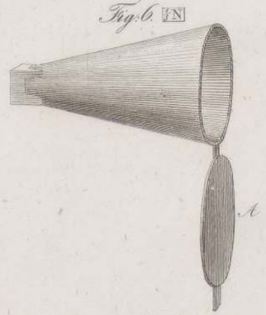


Fig. 6. [N]



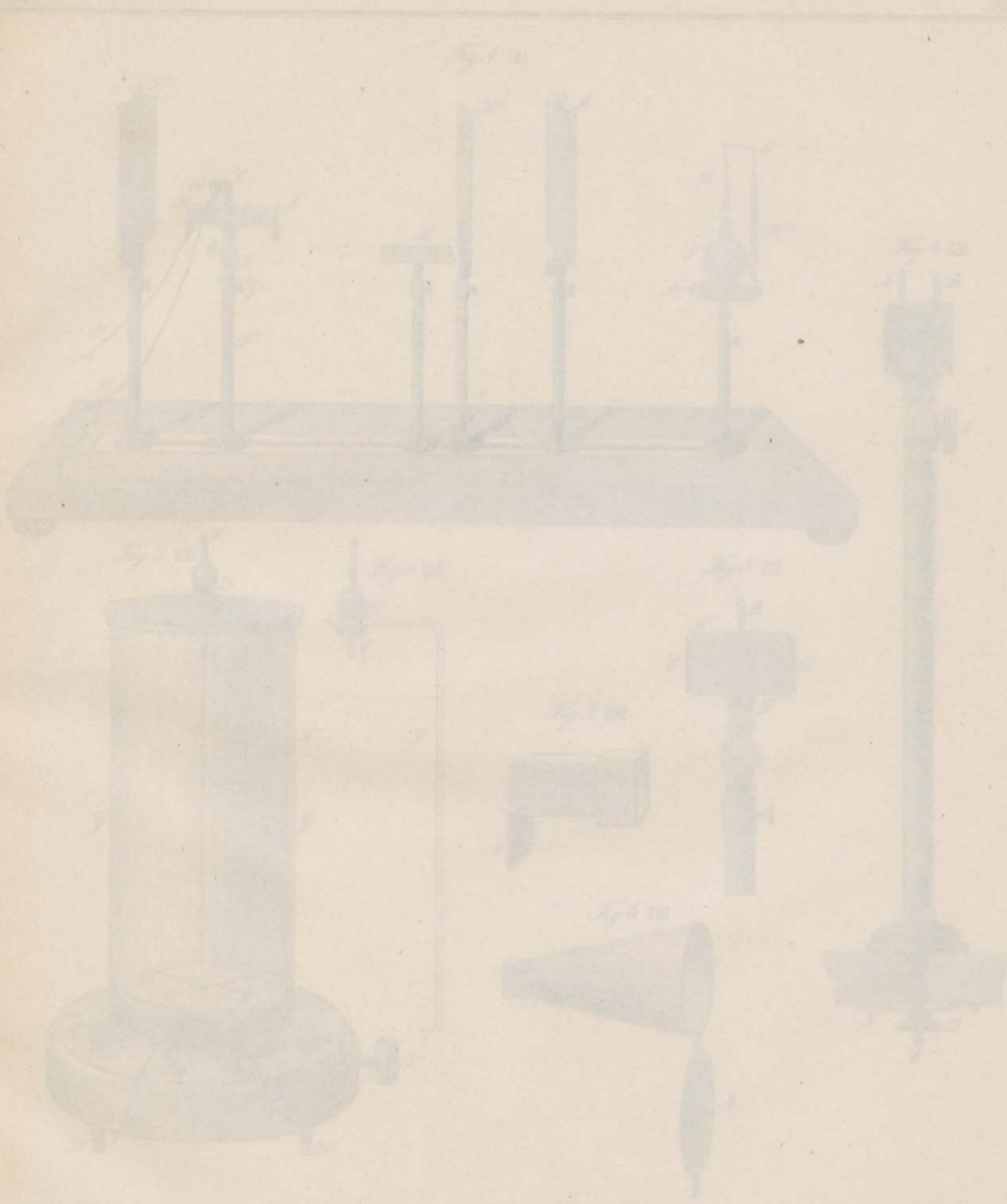


Fig. 1.

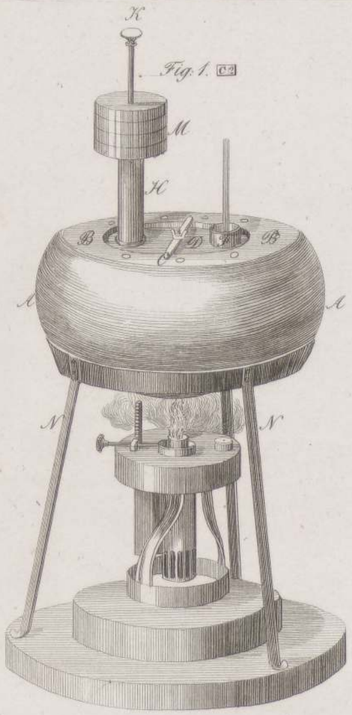


Fig. 2.

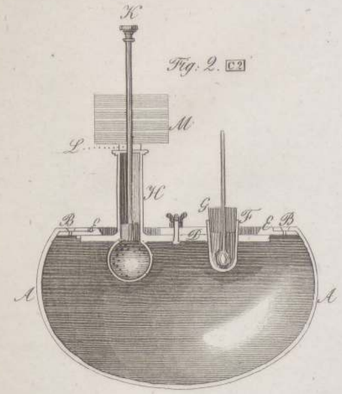


Fig. 3.

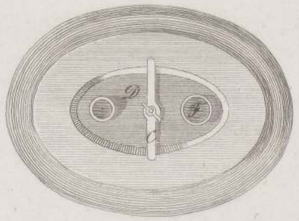


Fig. 4.



Fig. 5.

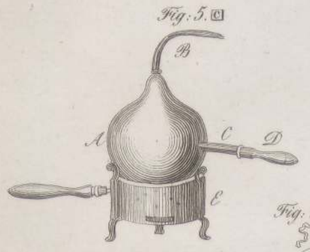


Fig. 7.

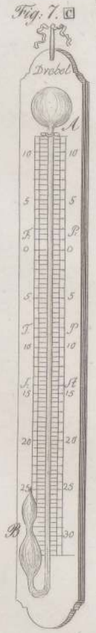


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

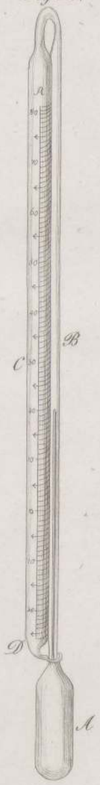


Fig. 11.

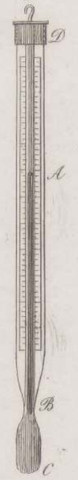


Fig. 12.

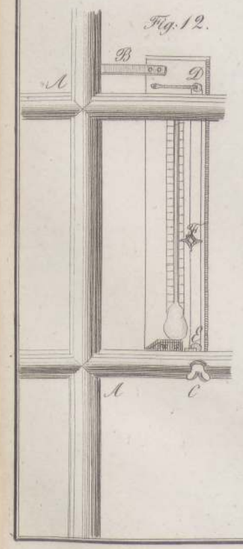


Fig. 13.



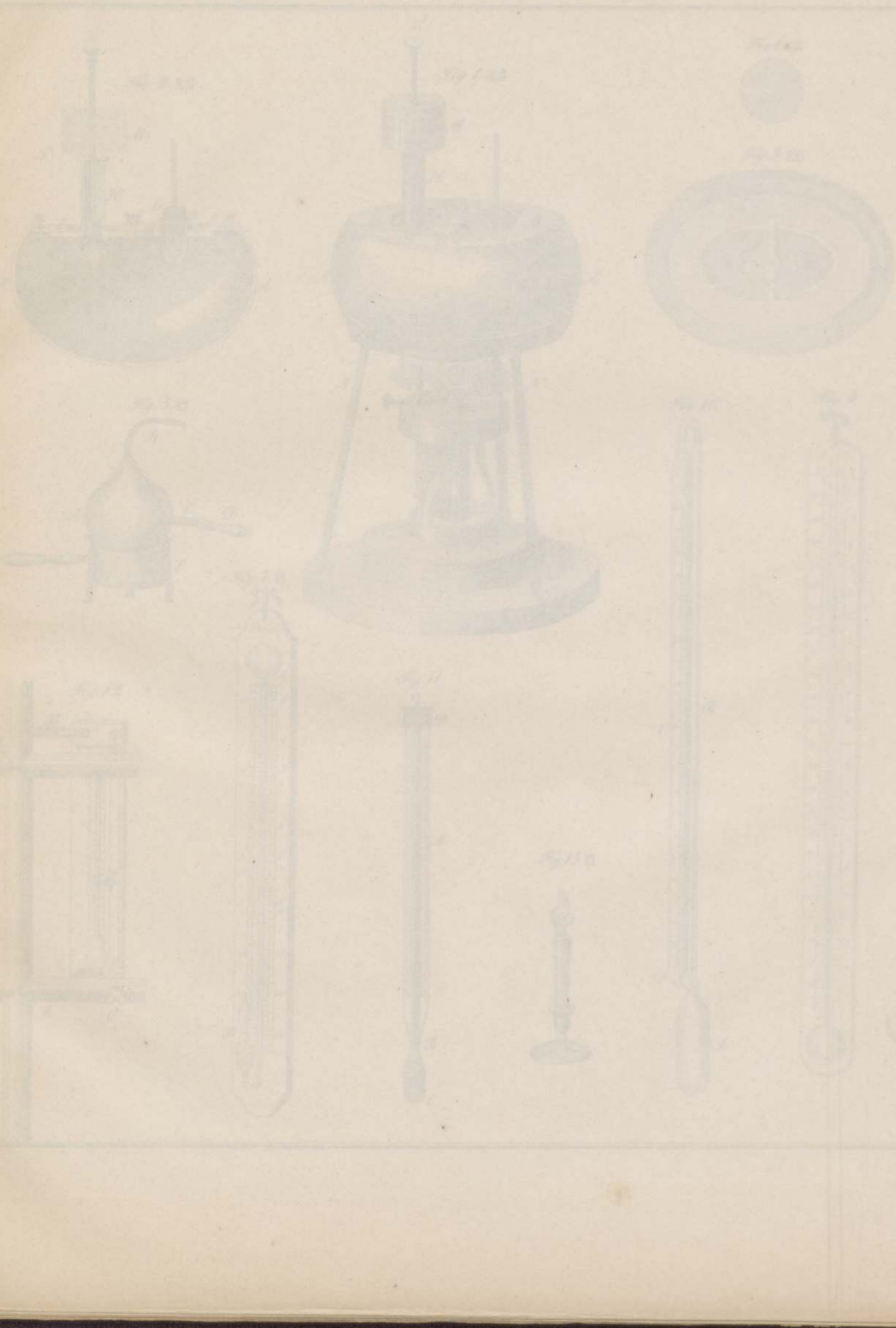


Fig. 1.

Fig. 2. Cetti.

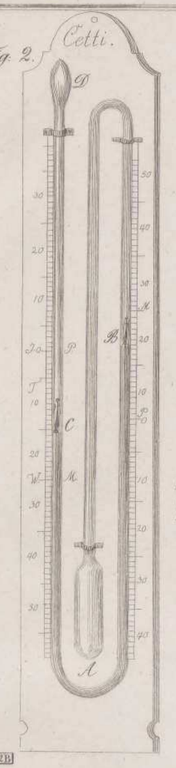


Fig. 6.

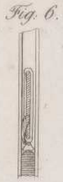


Fig. 3.

Fig. 4. N



Fig. 5. N

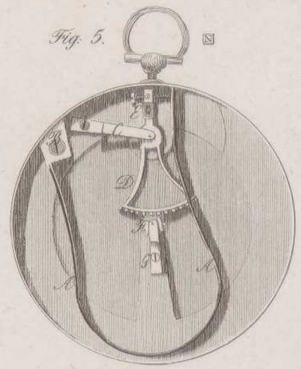


Fig. 7. 2b

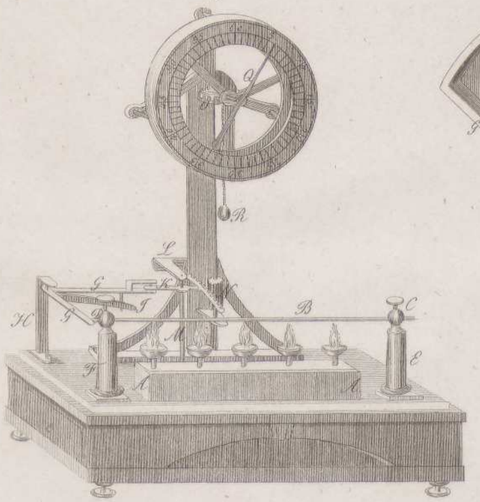


Fig. 9. 2b

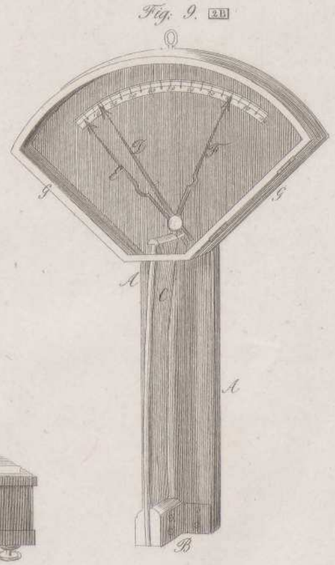


Fig. 8. 2b

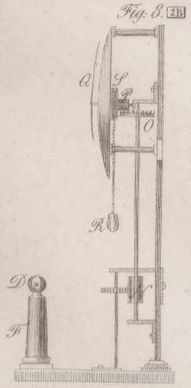


Fig. 10. N

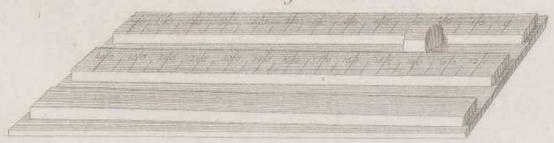


Fig. 11. N



Fig. 12. N



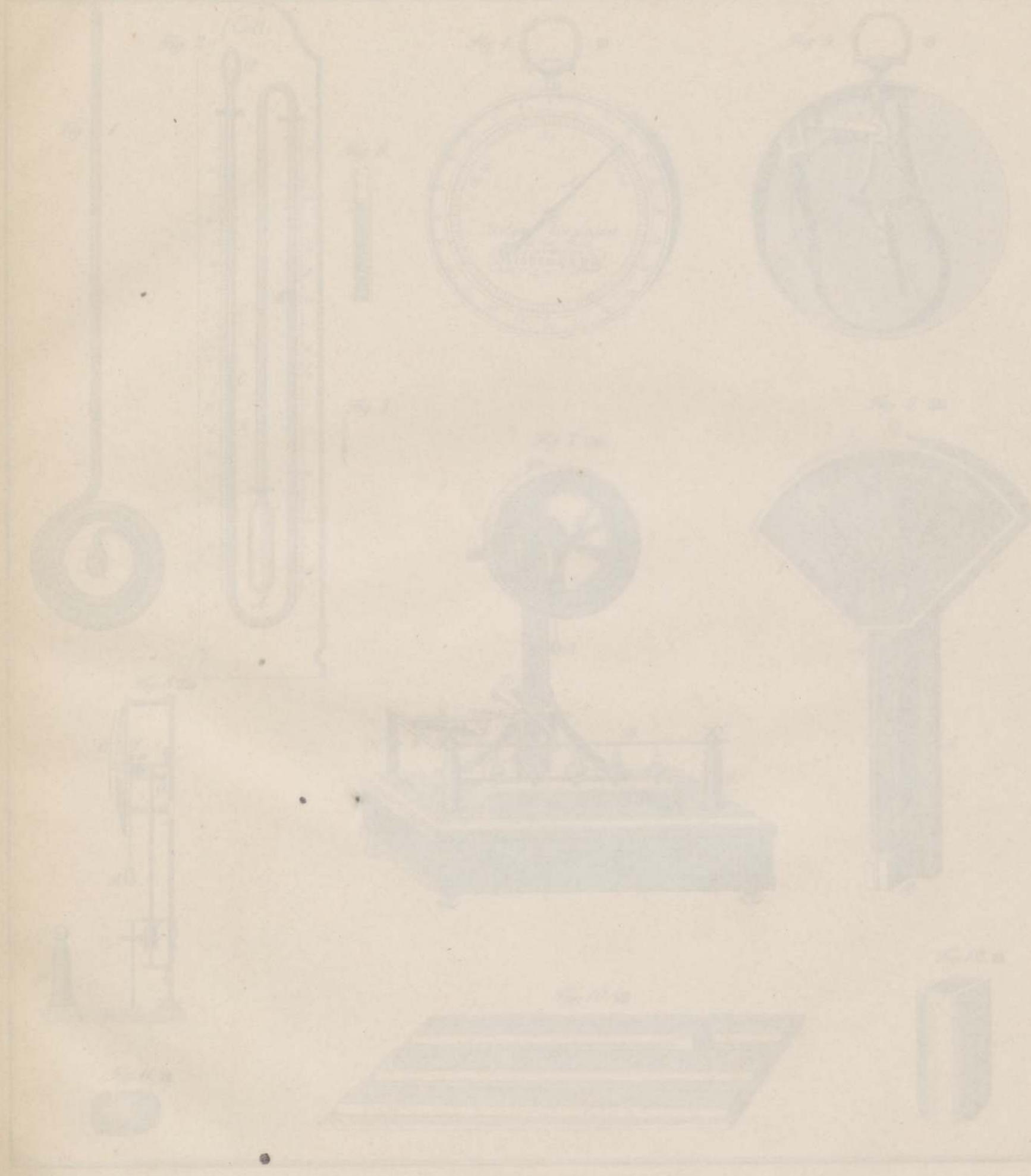


Fig. 1. 2C

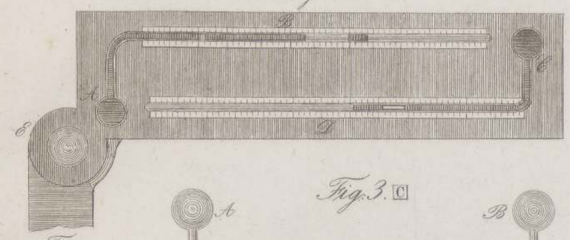


Fig. 2. 2C

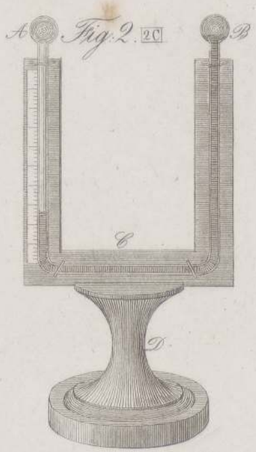


Fig. 3. C

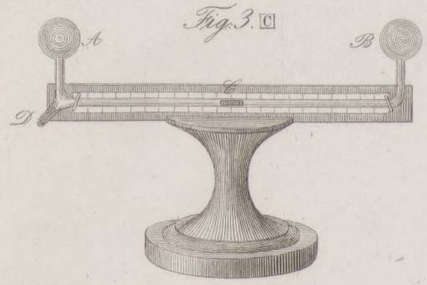


Fig. 4. 2C

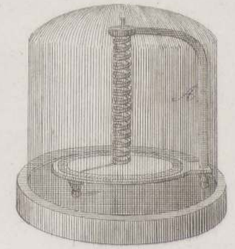


Fig. 5. N



Fig. 6. N

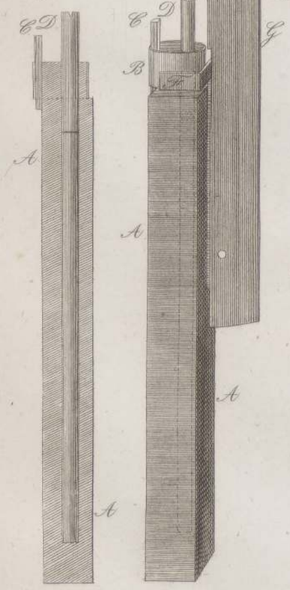


Fig. 7. N

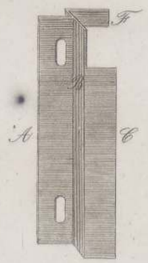


Fig. 8. N



Fig. 9. C

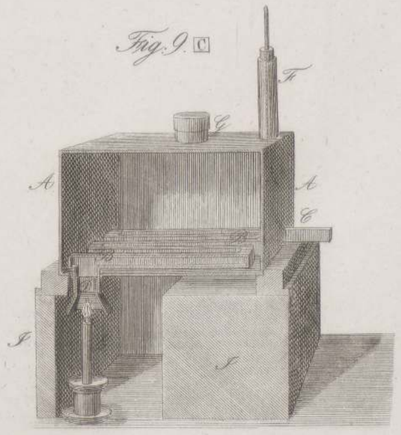








Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 4. A

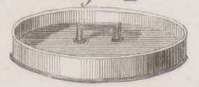


Fig. 12. B

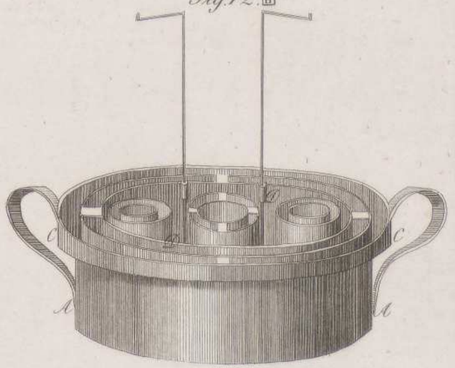


Fig. 9.



Fig. 2. A

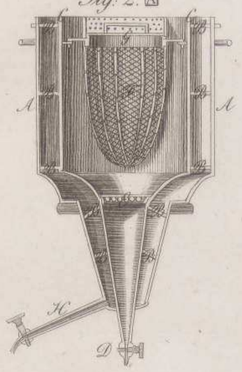


Fig. 1. A

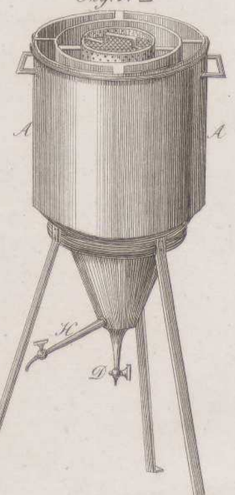


Fig. 8.



Fig. 13. B

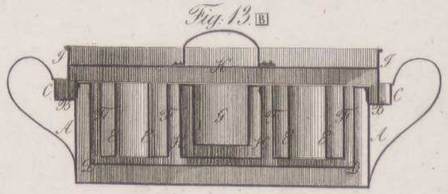


Fig. 7.



Fig. 14.



Fig. 5.



Fig. 18.

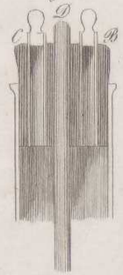


Fig. 3. A

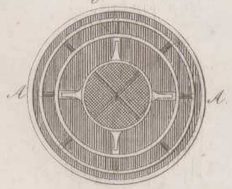


Fig. 6.



Fig. 16.

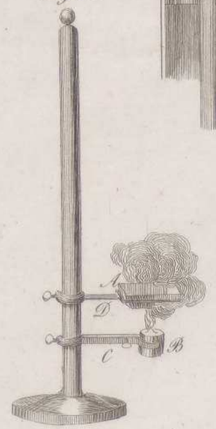


Fig. 17.

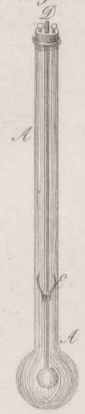


Fig. 15.

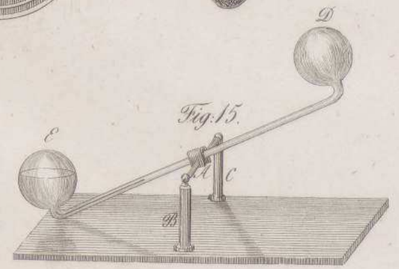




Fig. 1. 2B

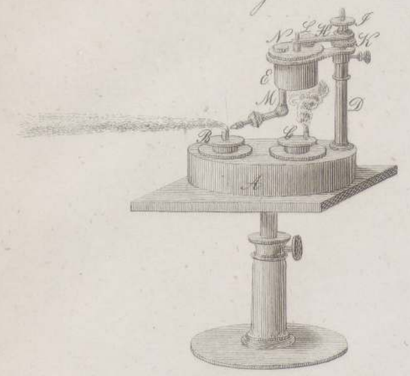


Fig. 2. N

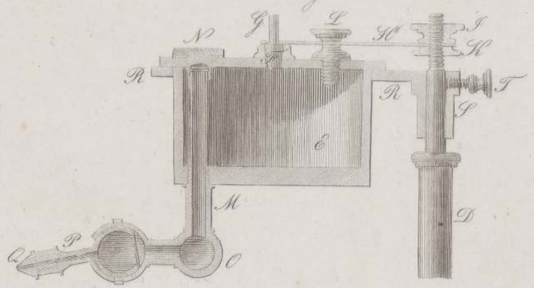


Fig. 3. B

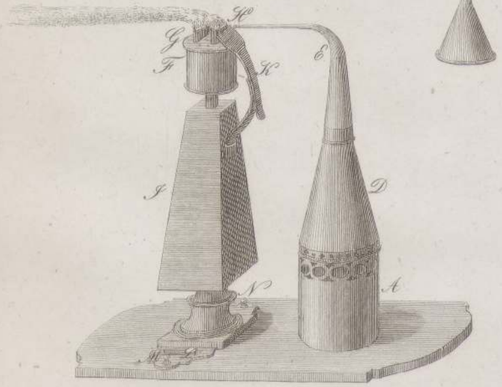


Fig. 9.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 6. N

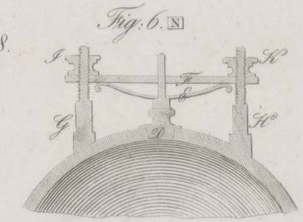


Fig. 5. 2B

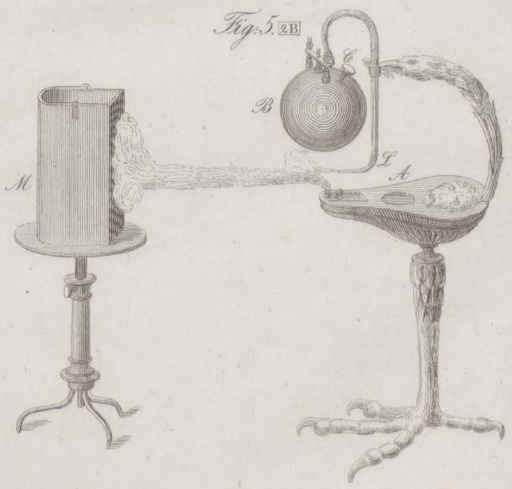
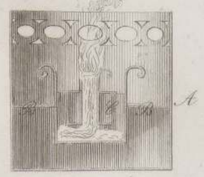


Fig. 4. N





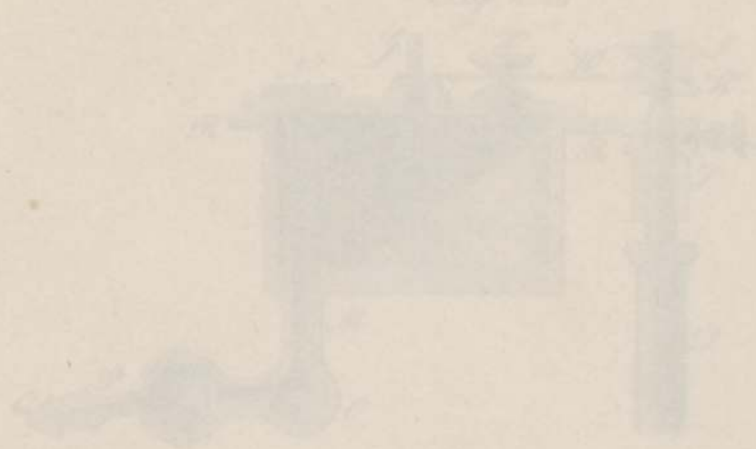










Fig. 1. B 1

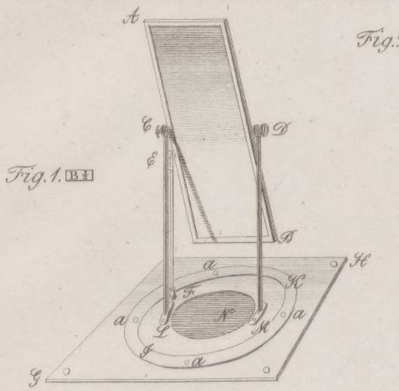


Fig. 2. B 1

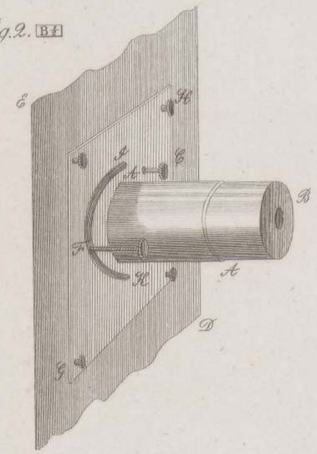


Fig. 3. B 1

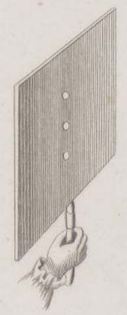


Fig. 5. A



Fig. 4. A

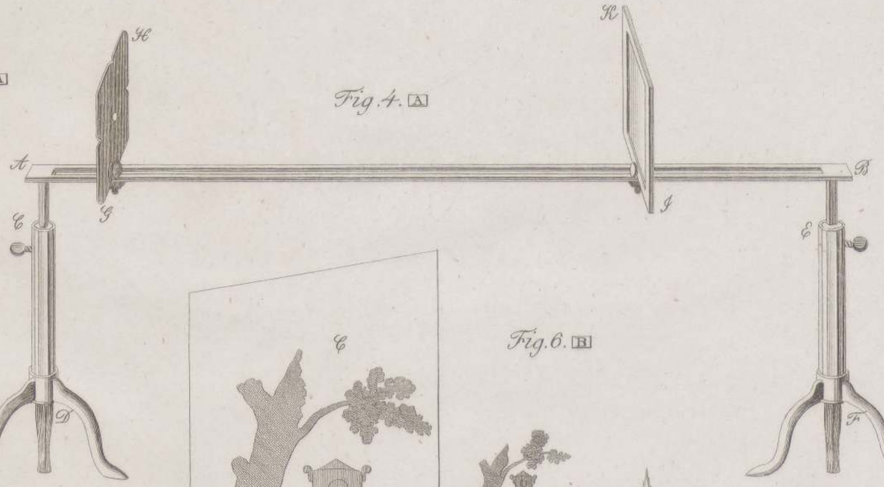


Fig. 7. A





Fig. 6. B



J. Flint Sc.



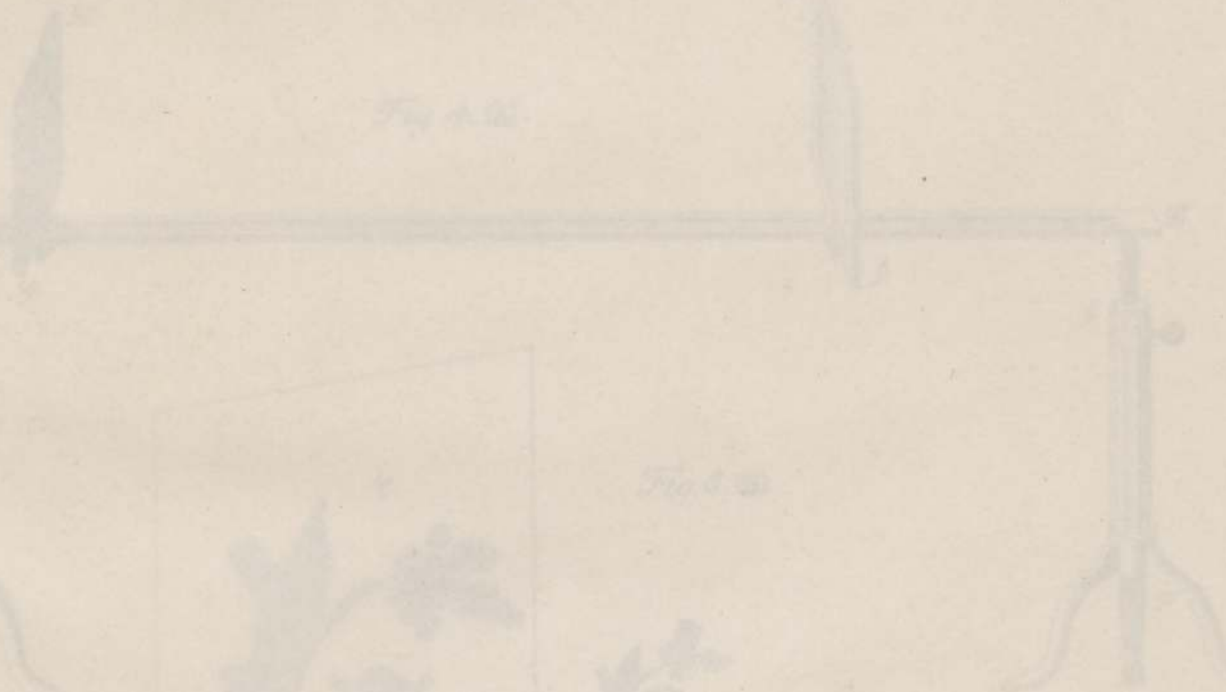






Fig. 1. B 1

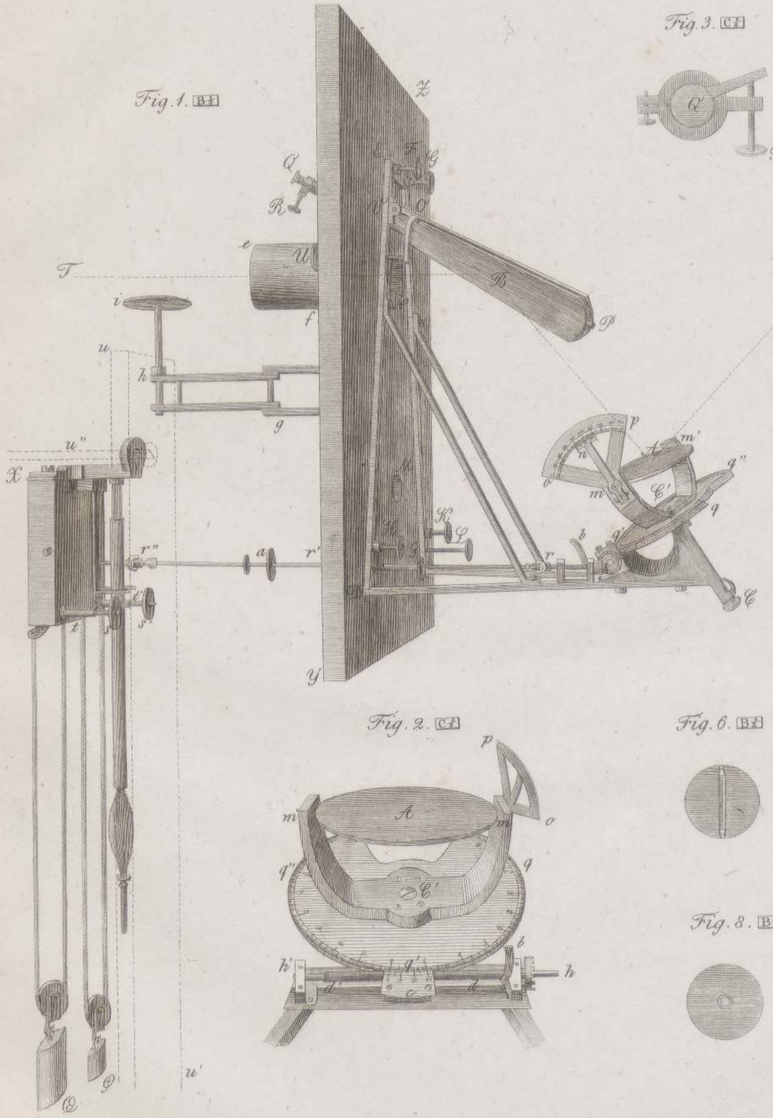


Fig. 3. C 1

Fig. 4. B 1



Fig. 5. B 1

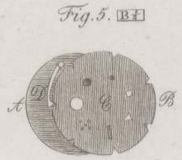


Fig. 2. C 1

Fig. 6. B 1

Fig. 7. B 1



Fig. 8. B 1

Fig. 9. B 1





Fig. 1. B 1

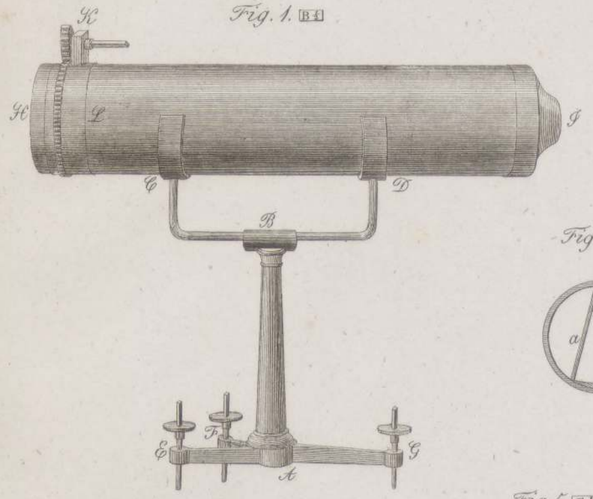


Fig. 2. B 1



Fig. 3. C 1

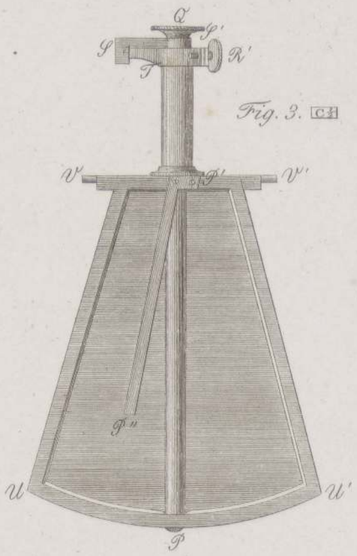


Fig. 4, b.

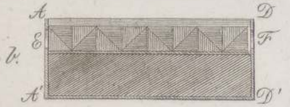


Fig. 4, a. N

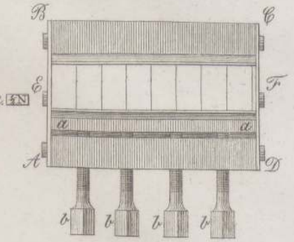


Fig. 5. C 1

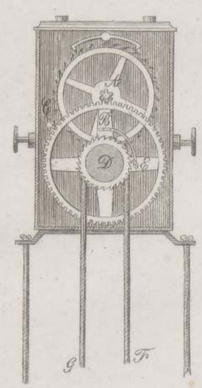


Fig. 6. N

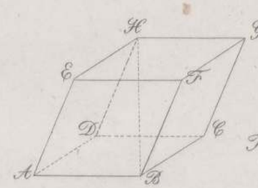


Fig. 7. N

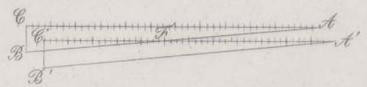


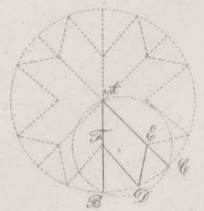
Fig. 8.

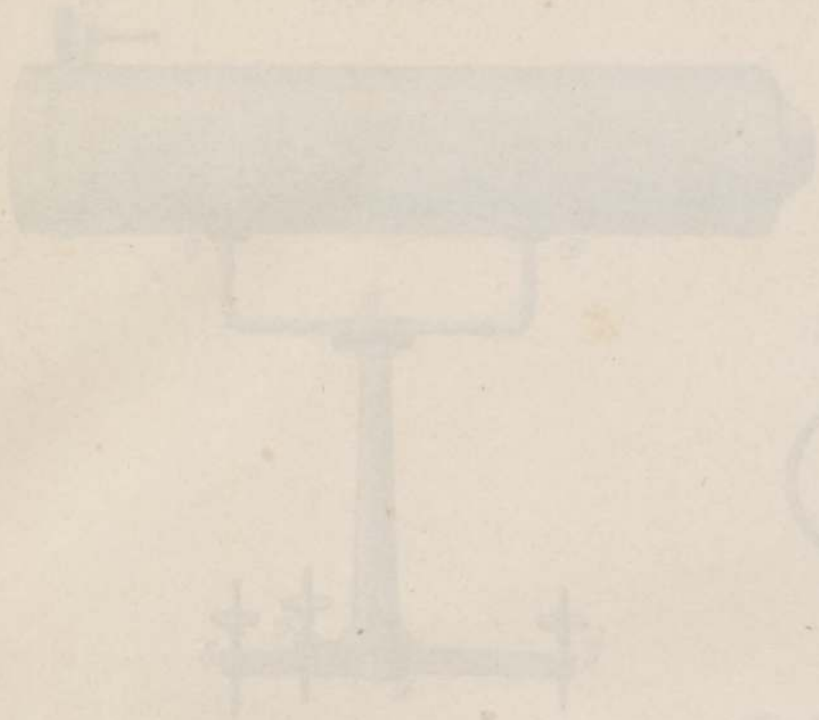


Fig. 9.



Fig. 10.











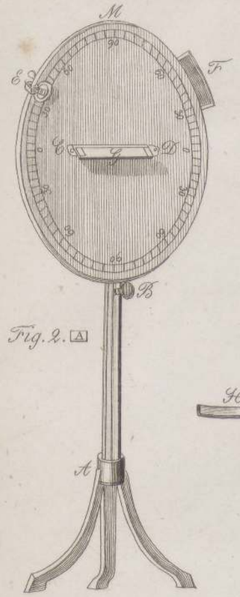


Fig. 2. A

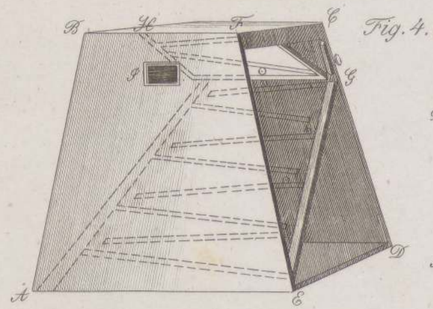


Fig. 4. B 2

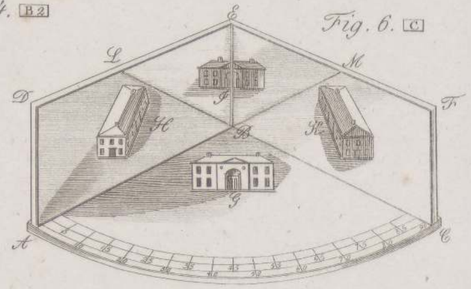


Fig. 6. C

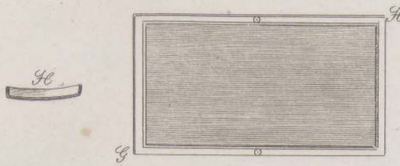


Fig. 5.

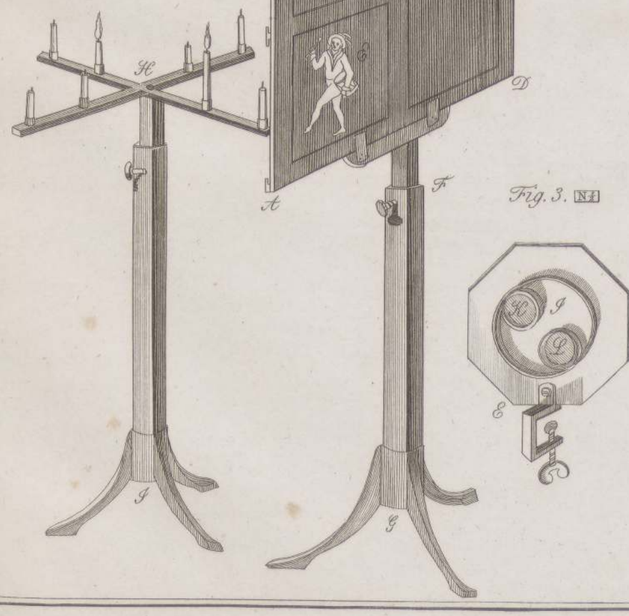
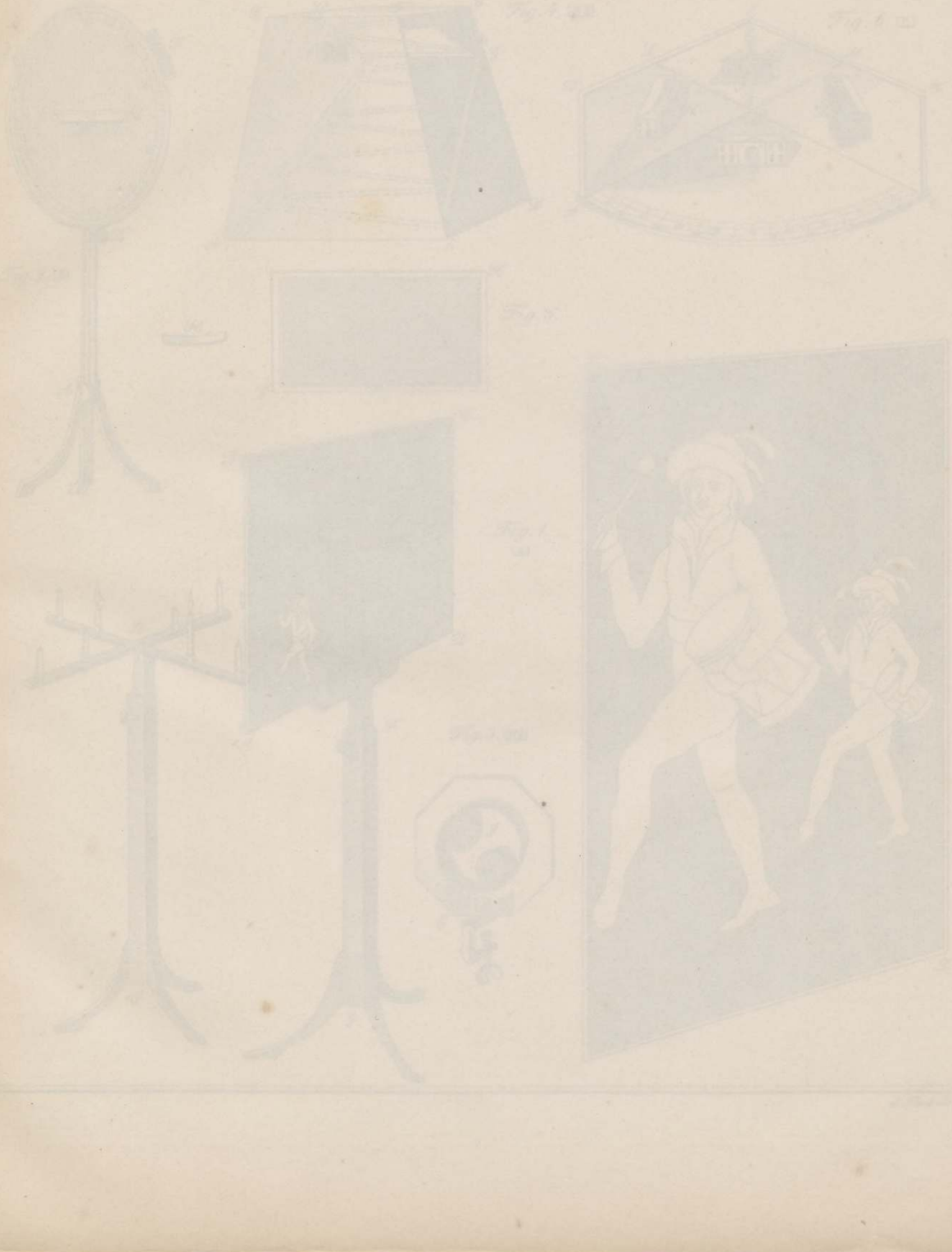


Fig. 1. A

Fig. 3. N 1





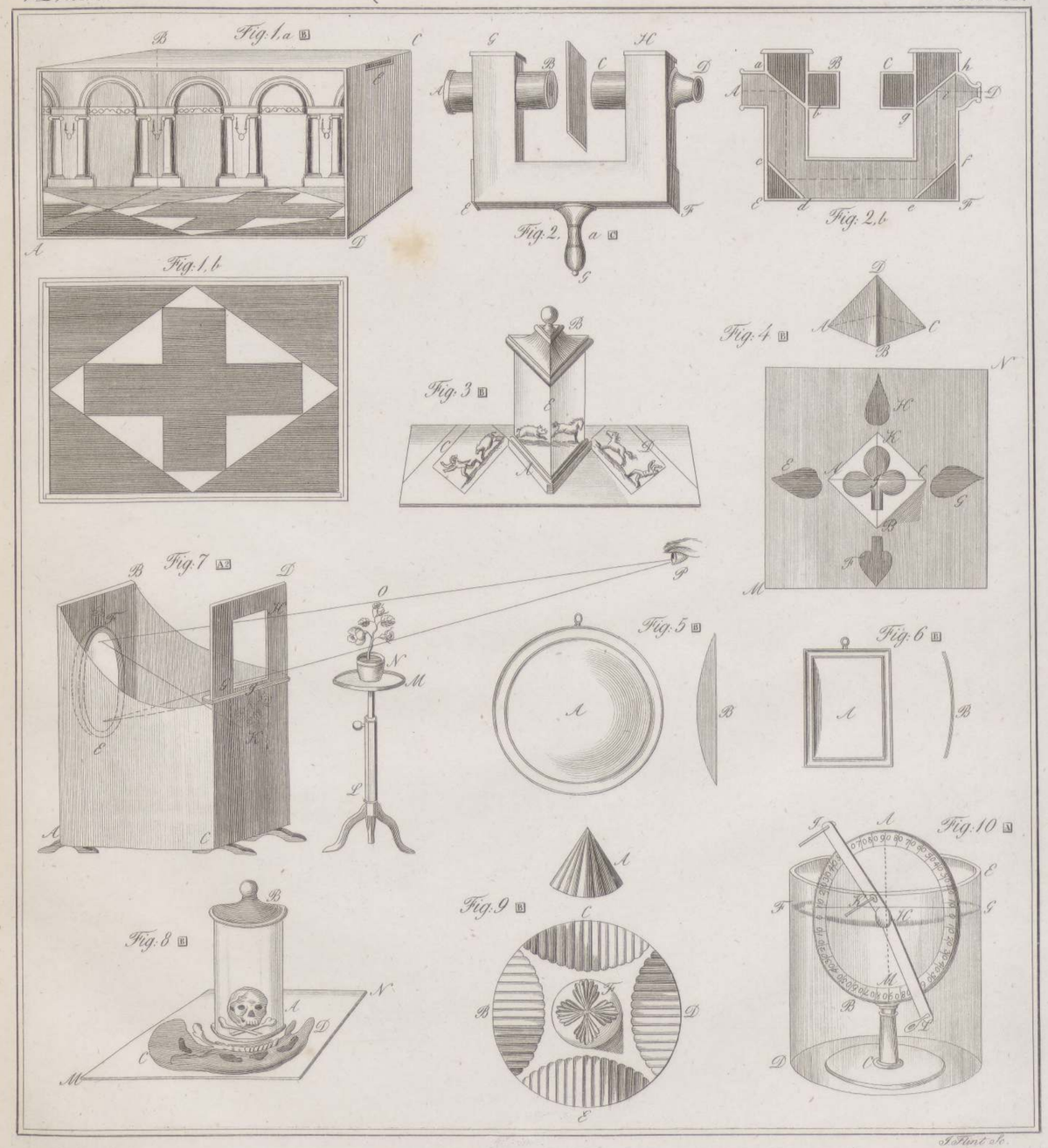
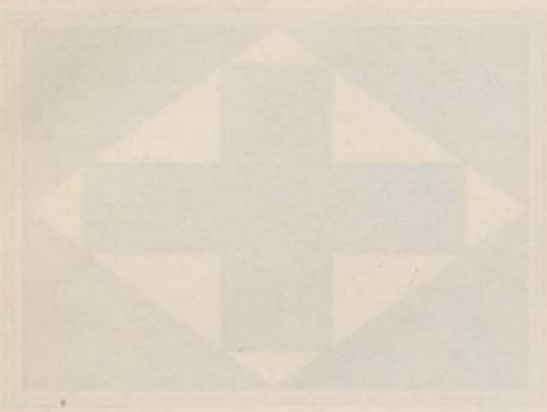


Fig. 1, a
Fig. 1, b
Fig. 2, a
Fig. 2, b
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10

J. Flint Sc.



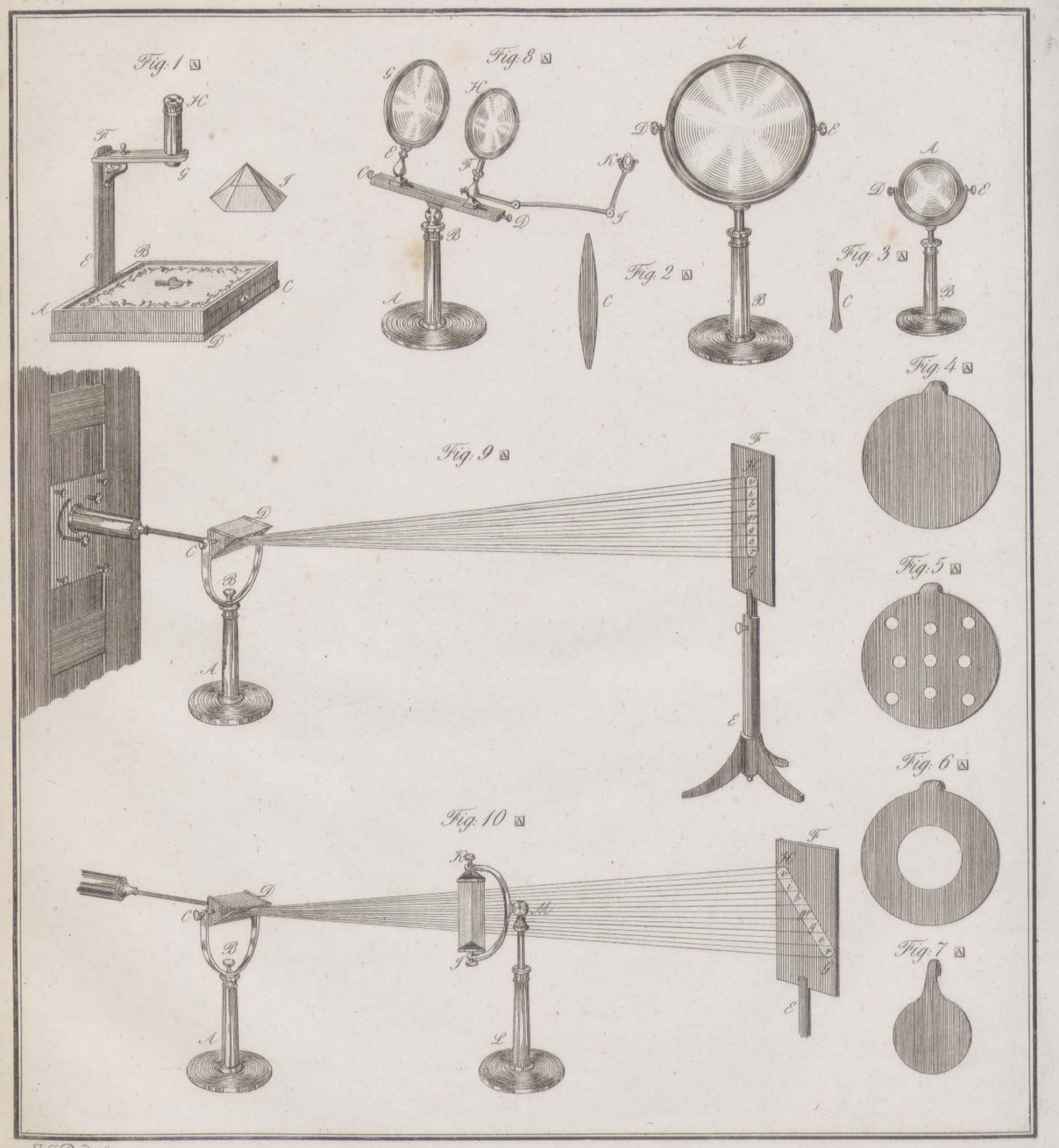












J.E.P. d. sc.

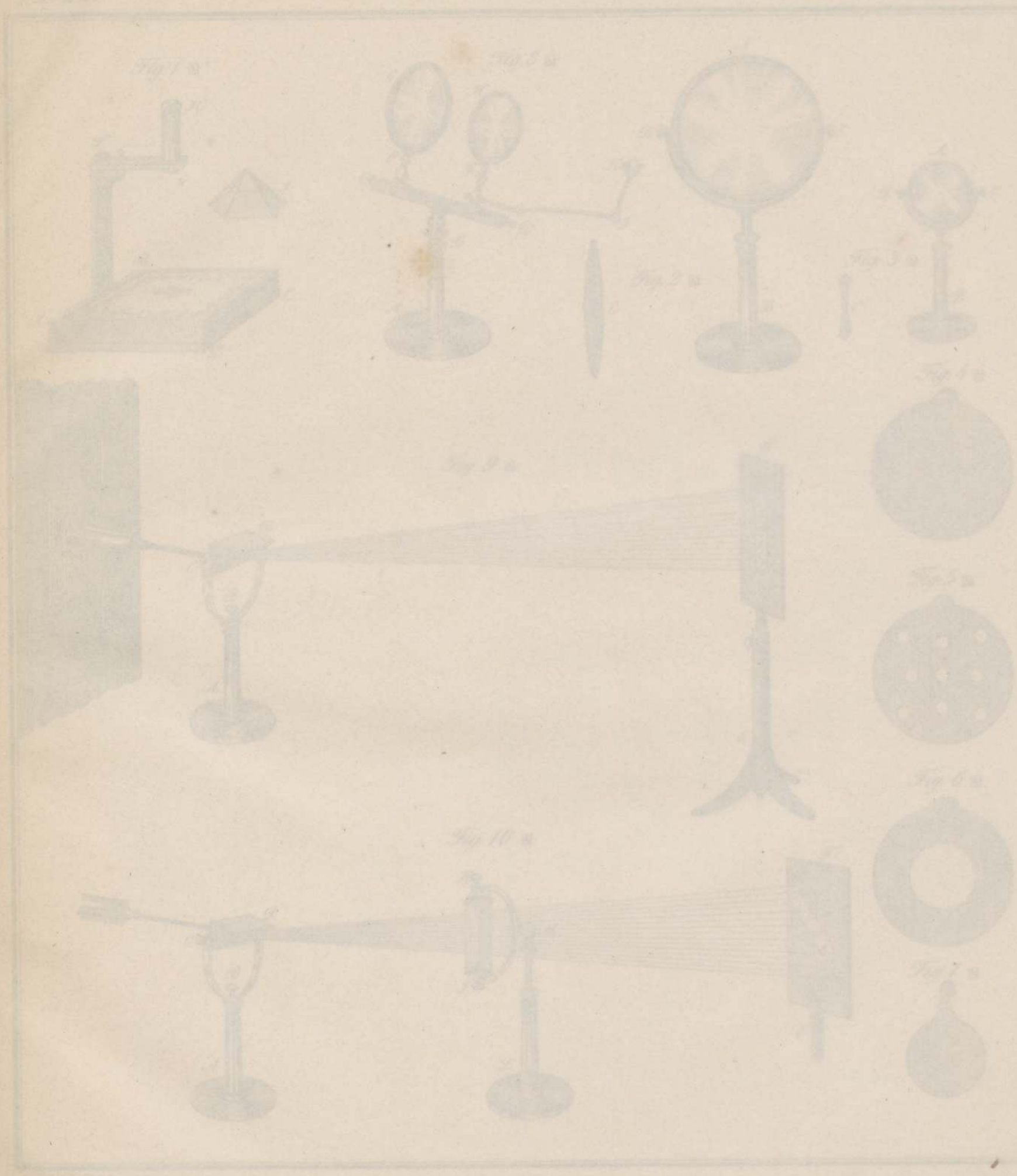


Fig. 1. A

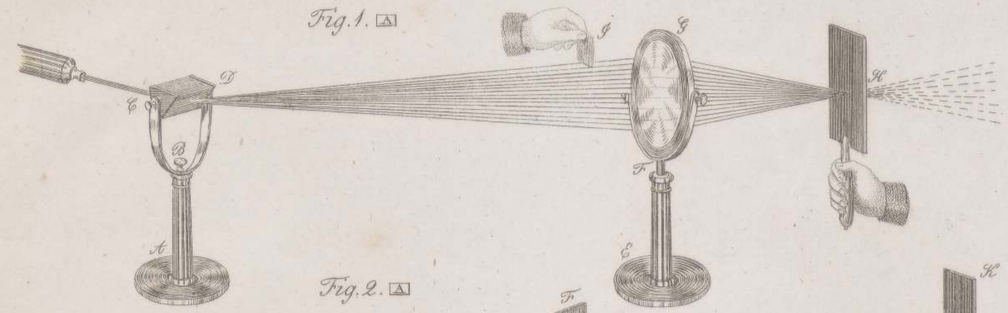


Fig. 2. A

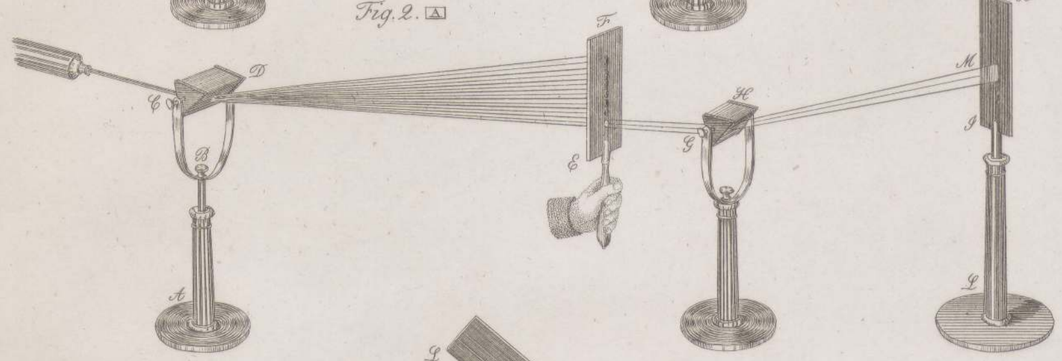


Fig. 3. A

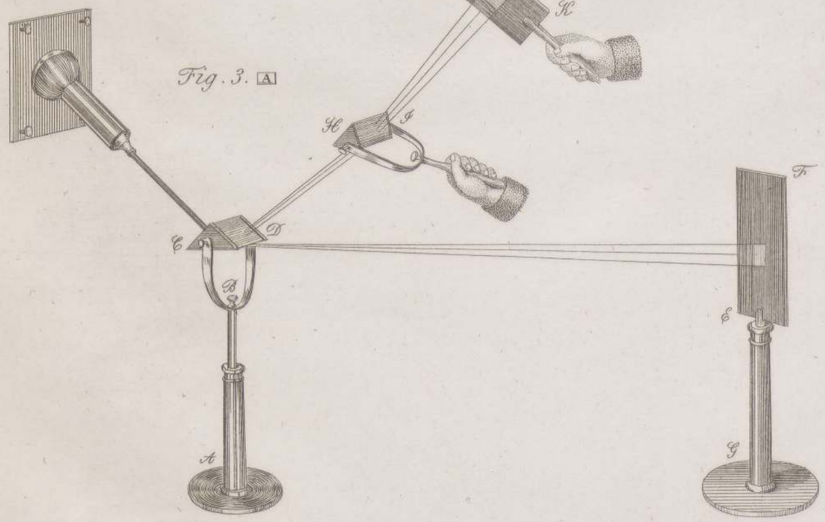


Fig. 4. C

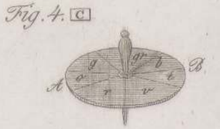


Fig. 5. C



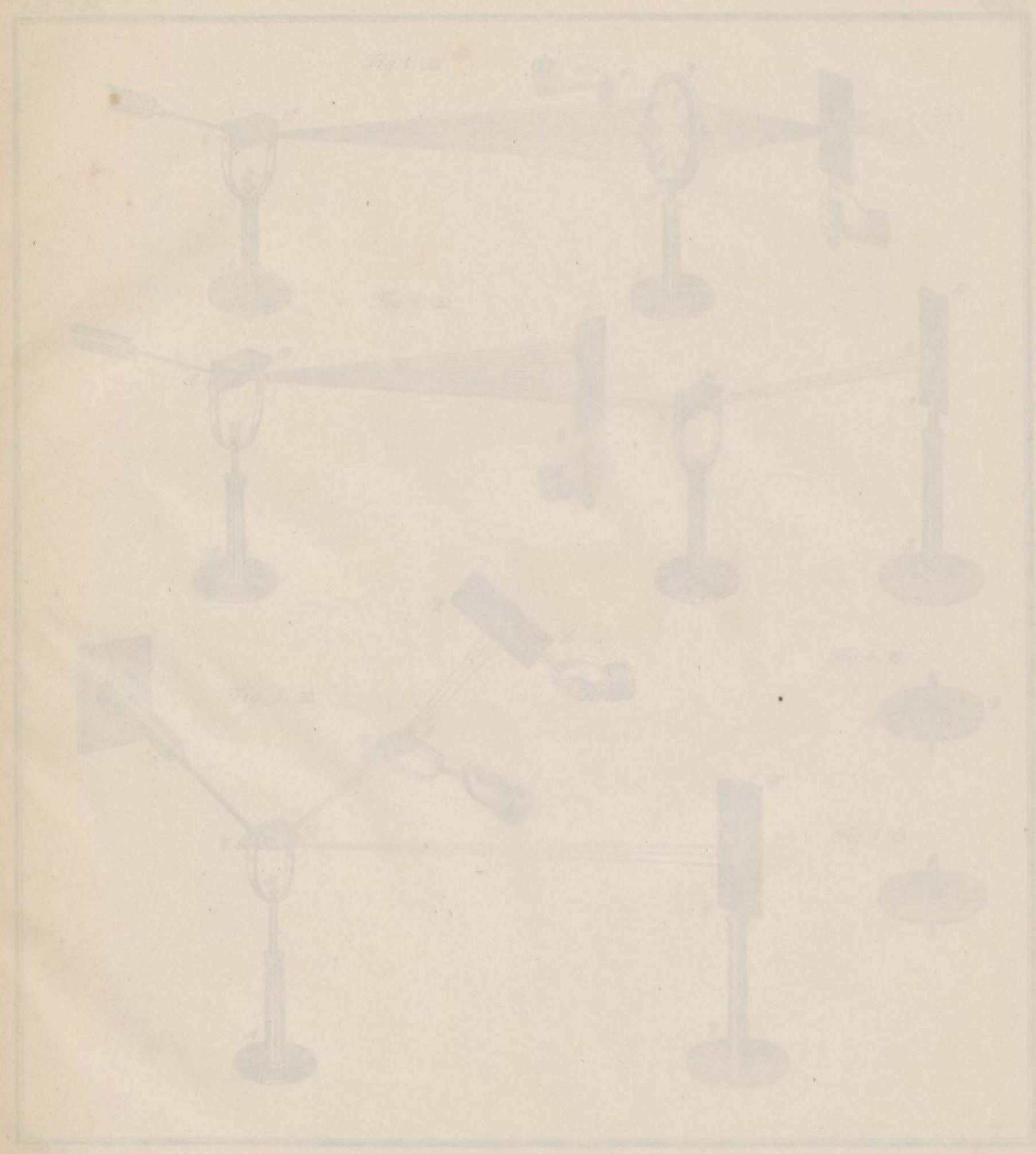


Fig. 1.

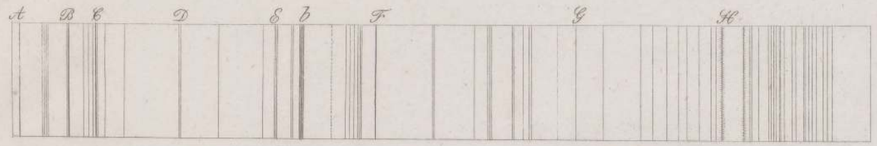


Fig. 2.

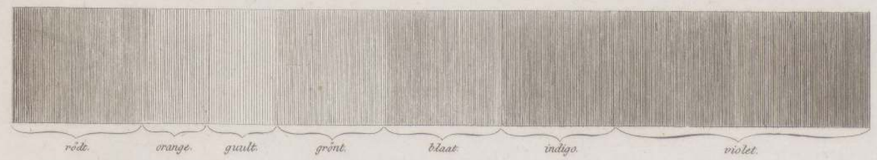


Fig. 3.



Fig. 5. C. 1



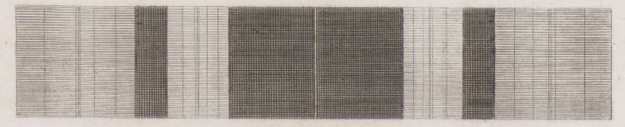


Fig. 7.

Fig. 8. C. 1



Fig. 4. C. 1

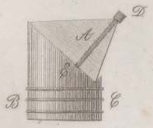


Fig. 9.

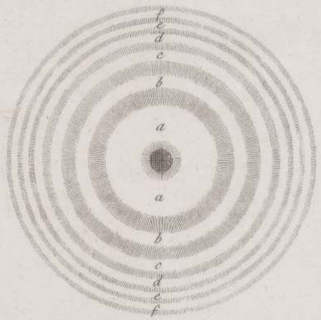
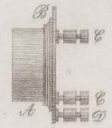


Fig. 6. b. C. 1



Fig. 6. a. C. 1



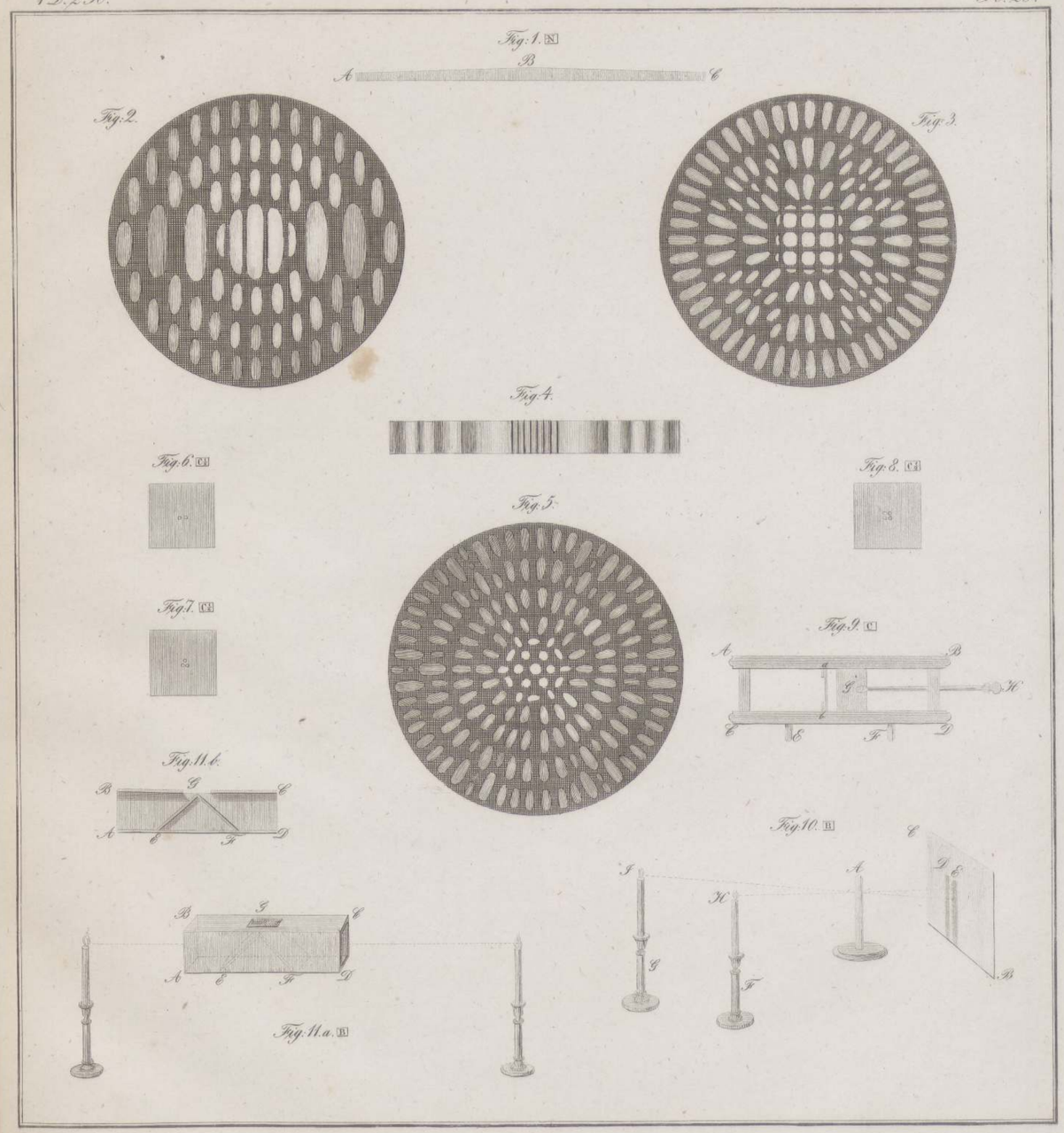
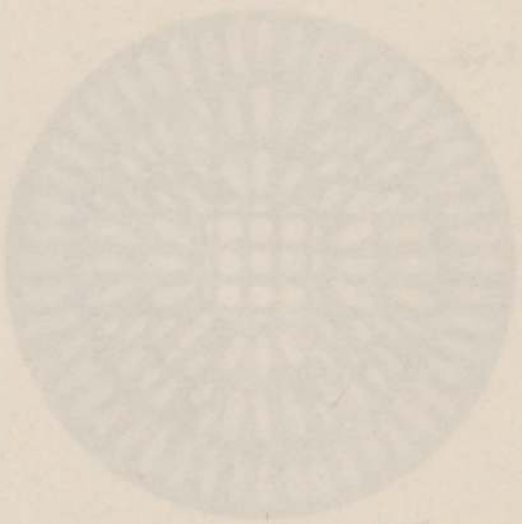


Fig: 1. N
A
B
C
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6. C
Fig: 7. C
Fig: 8. C
Fig: 9. C
Fig: 10. B
Fig: 11. a. B
Fig: 11. b.





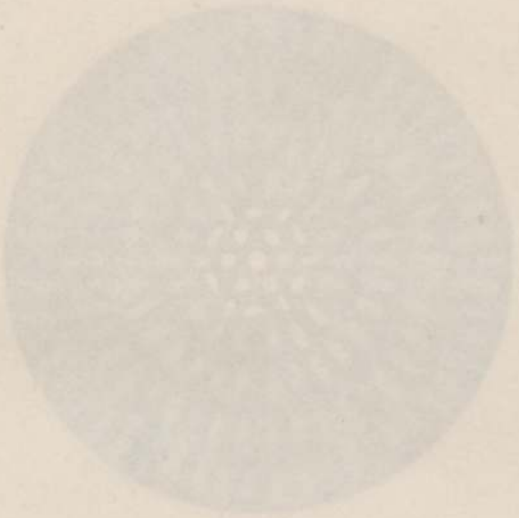


Fig. 1. FN

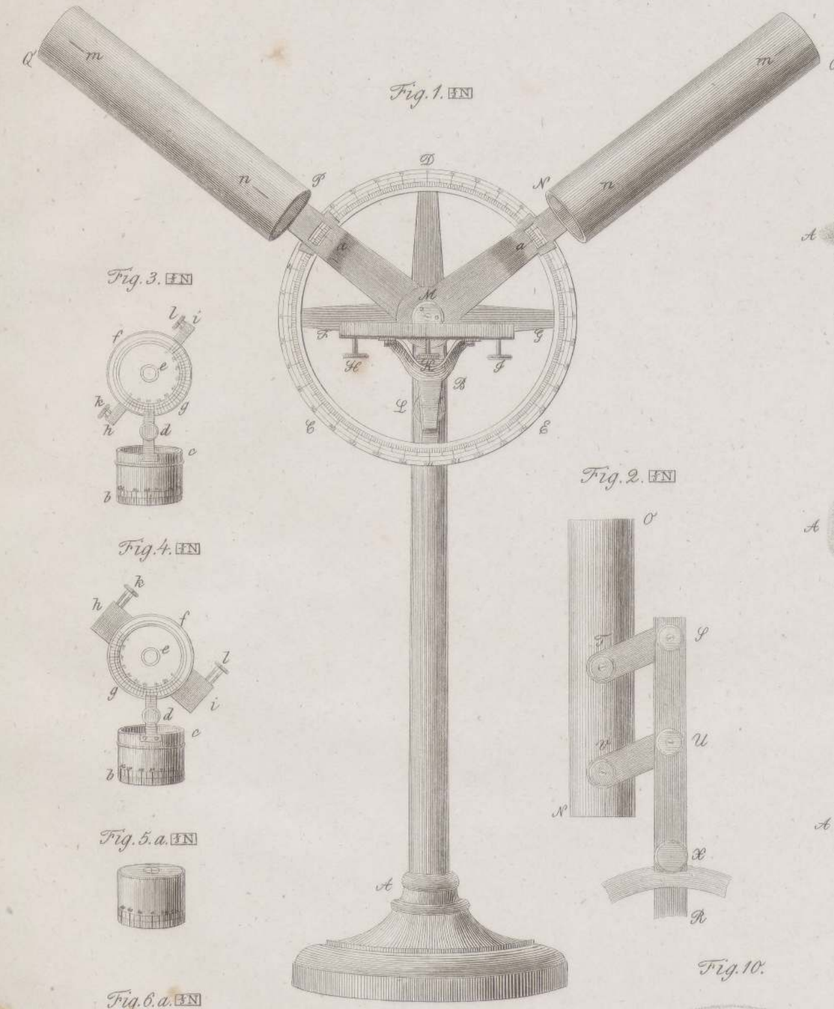


Fig. 3. FN

Fig. 4. FN

Fig. 5. a. FN

Fig. 6. a. FN



Fig. 2. FN

Fig. 6. b.



Fig. 5. b.



Fig. 7.

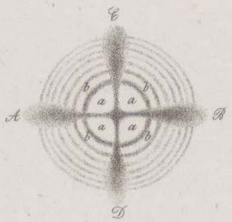


Fig. 8.

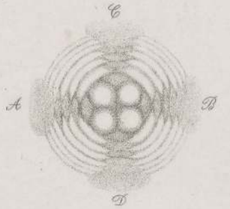


Fig. 9.



Fig. 10.

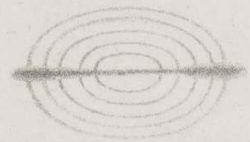


Fig. 11.



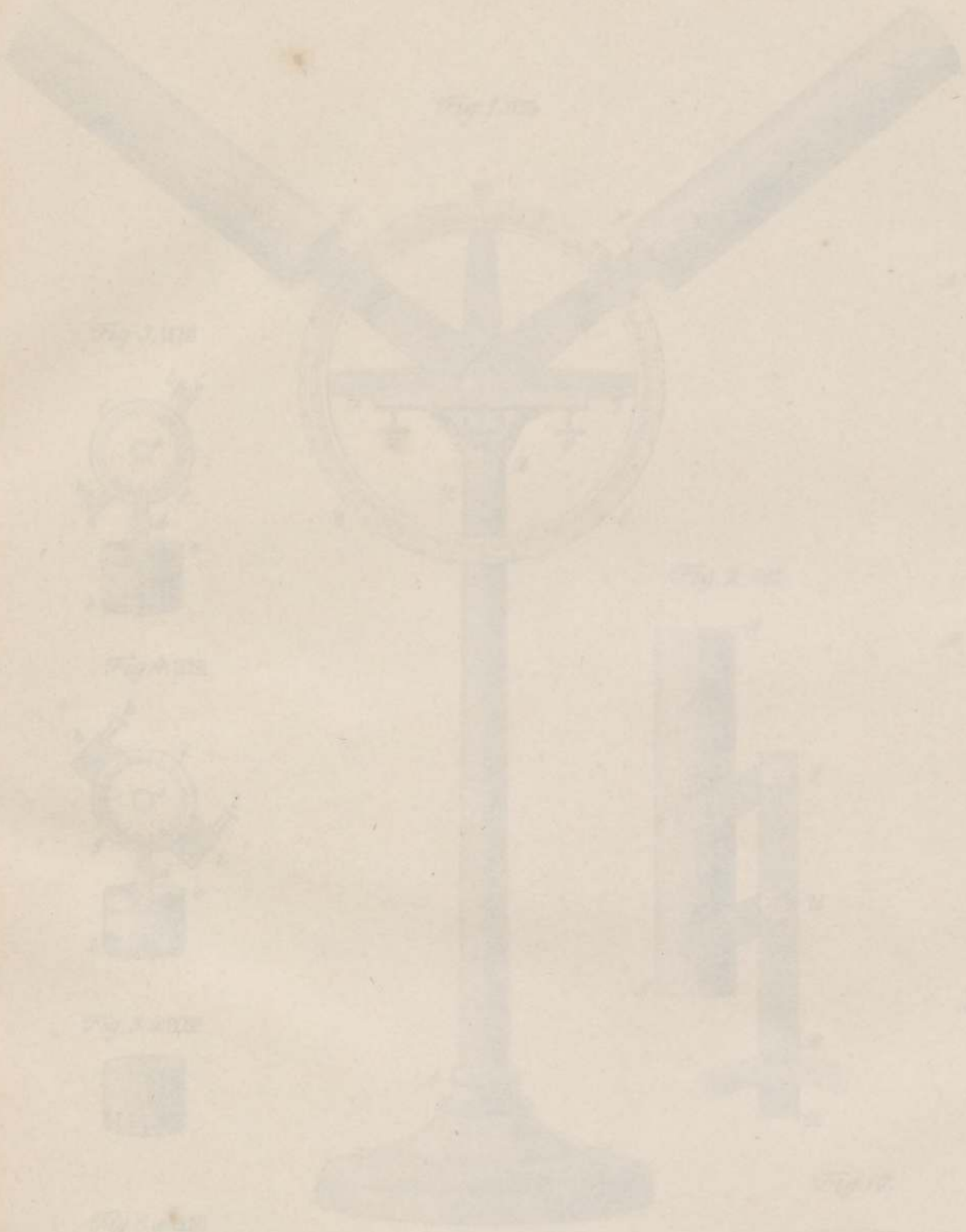


Fig. 1.

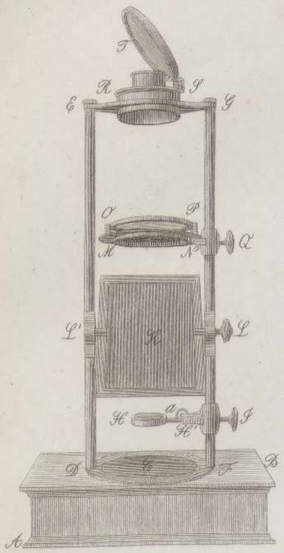


Fig. 2.

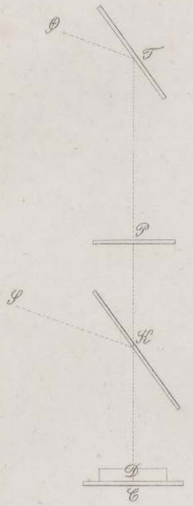


Fig. 6.

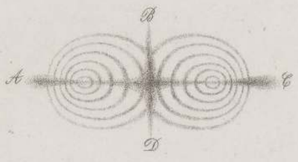


Fig. 7.

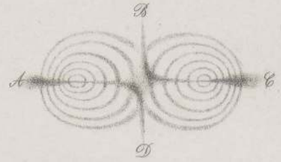


Fig. 8.

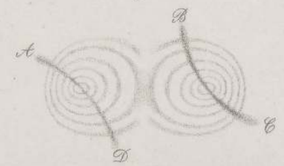


Fig. 9.

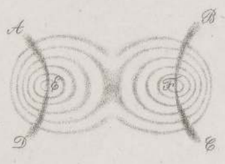


Fig. 10.

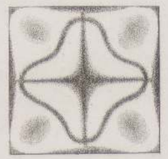


Fig. 11.



Fig. 3.

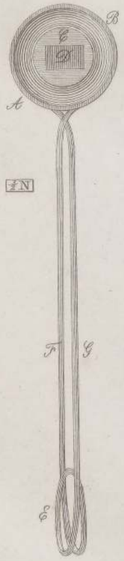


Fig. 4.

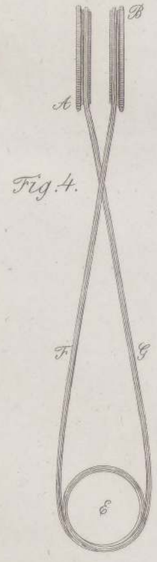


Fig. 5.



Fig. 12.



Fig. 13.

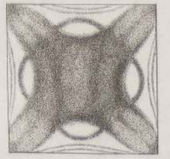


Fig. 14.

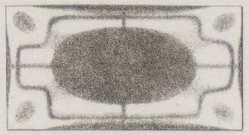
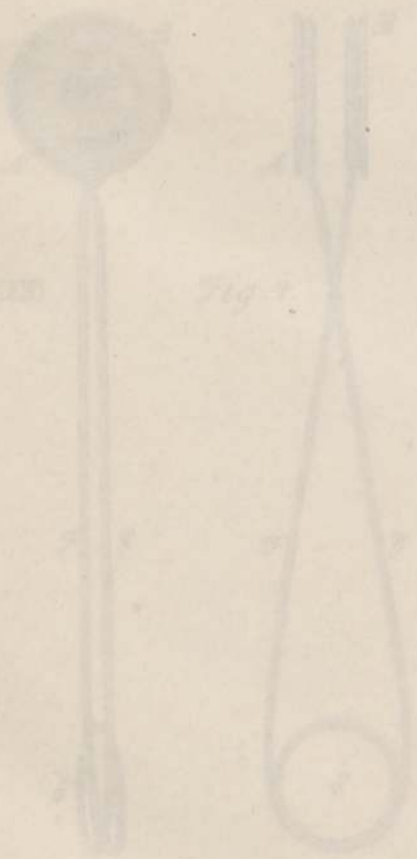
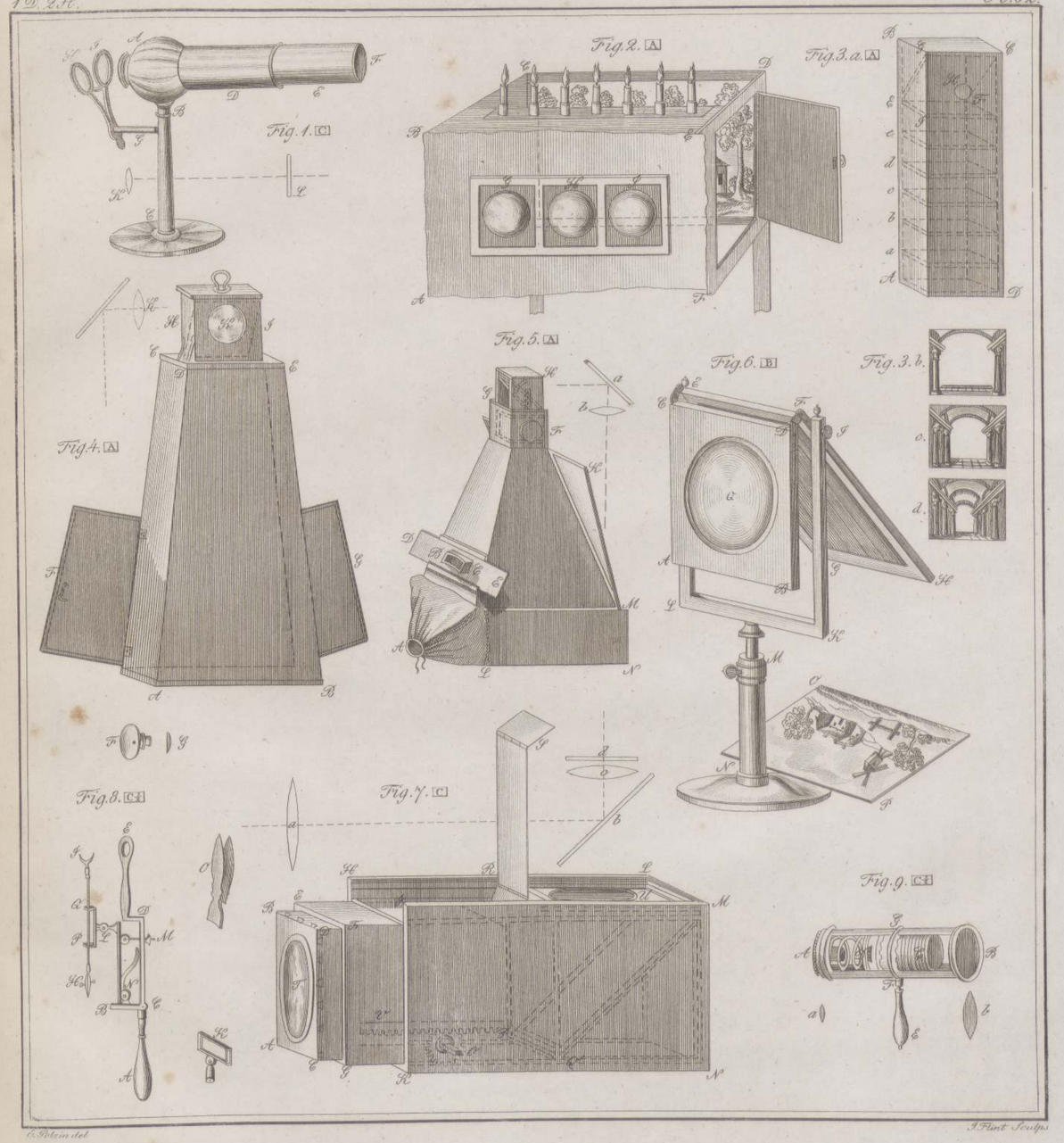


Fig. 15.









E. Polzin del. J. Flint Sculps.

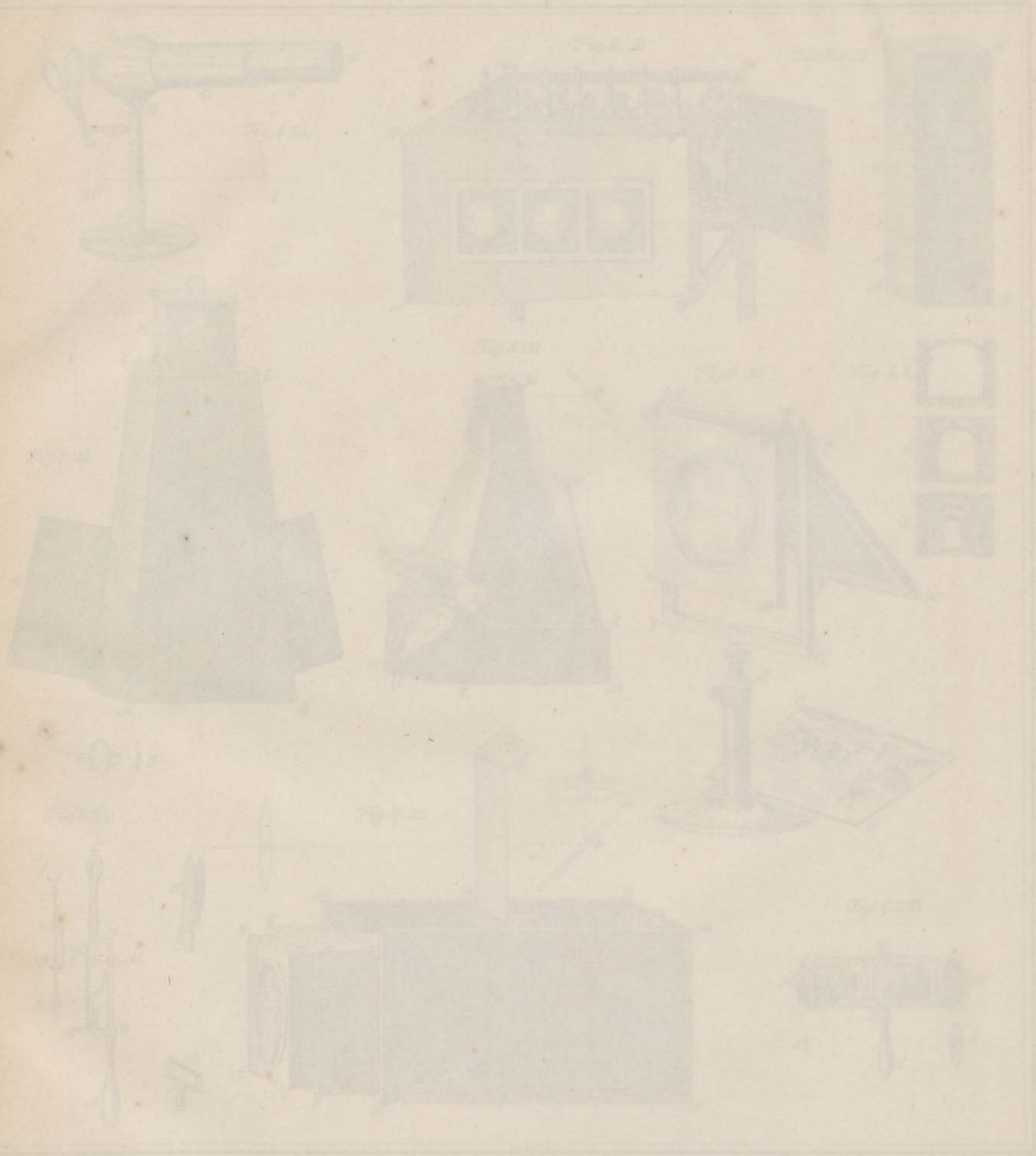


Fig. 1. C

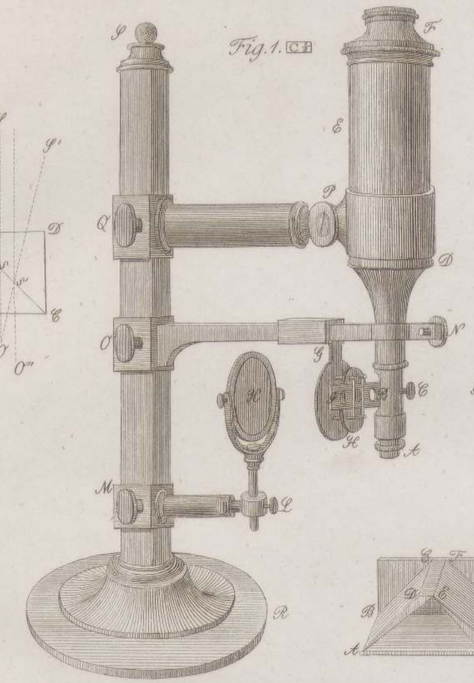


Fig. 2. A



Fig. 9.

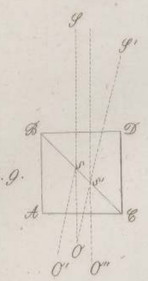
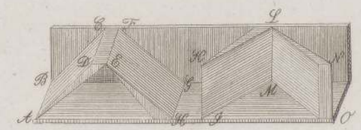


Fig. 7. EN



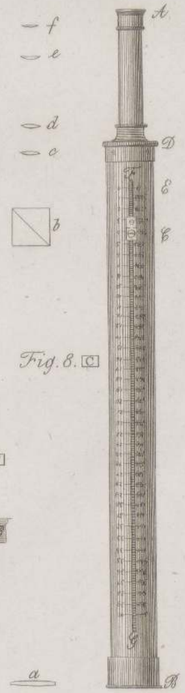


Fig. 5.

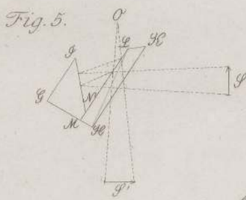


Fig. 3, a. C

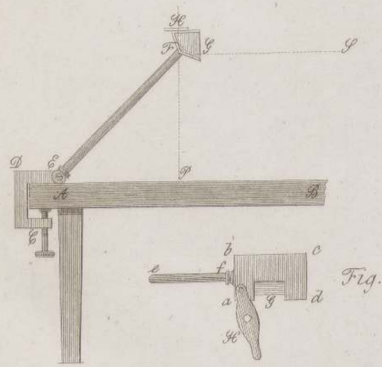


Fig. 3, b.

Fig. 8. C

Fig. 4. C

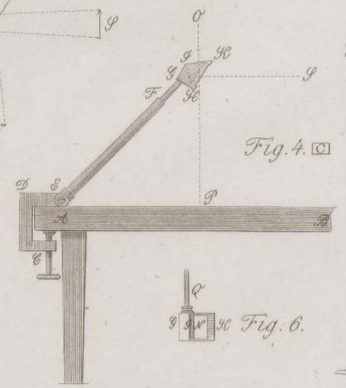


Fig. 6.

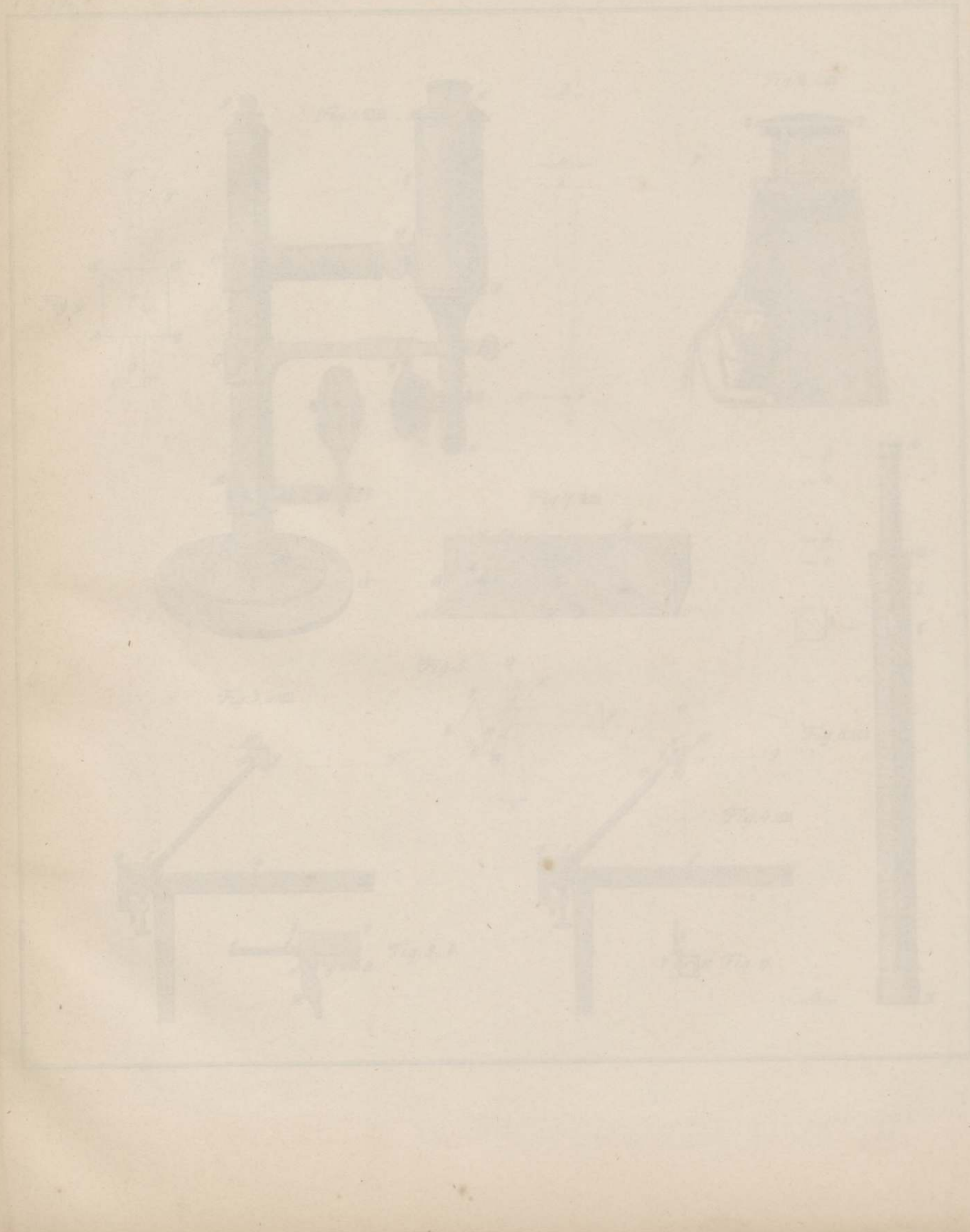


Fig. 4.

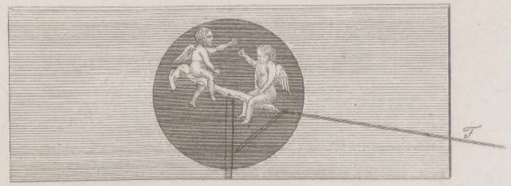


Fig. 5.

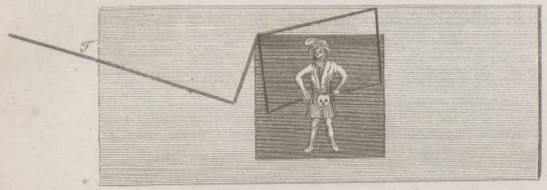


Fig. 1. A

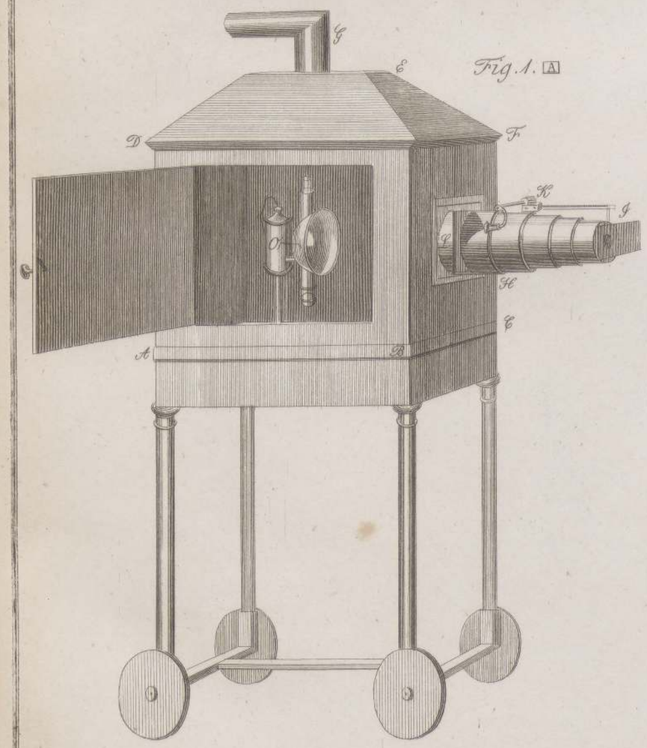


Fig. 2. B

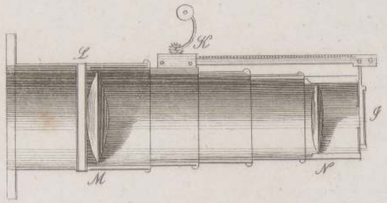


Fig. 3. A











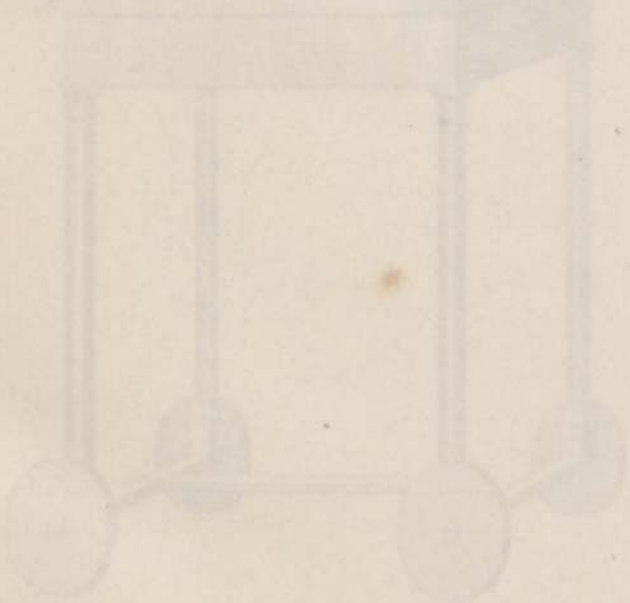


Fig. 7. B

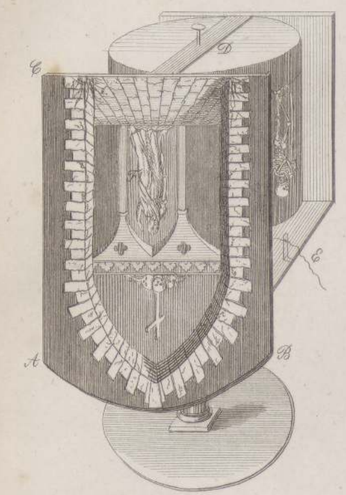


Fig. 6. B

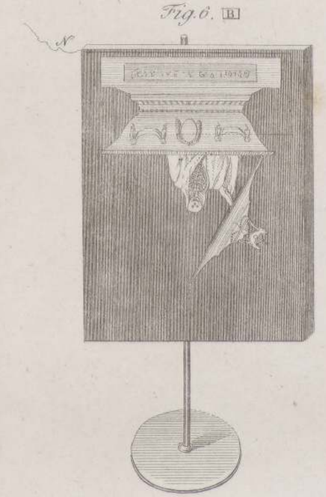


Fig. 4. B



Fig. 5. B

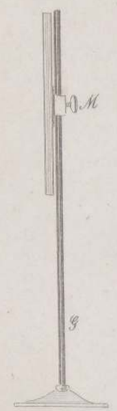


Fig. 1. B

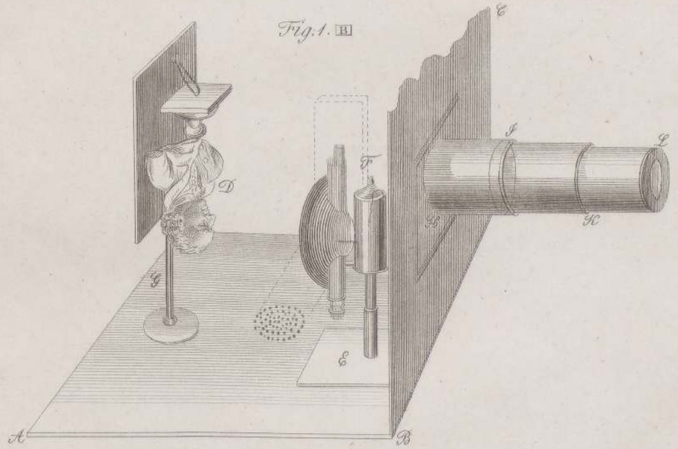
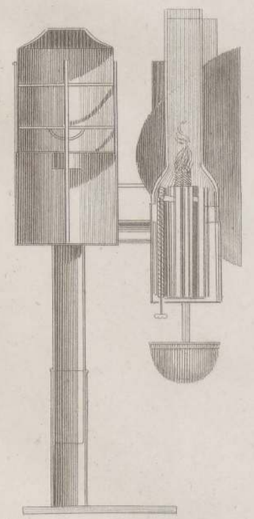


Fig. 2. C



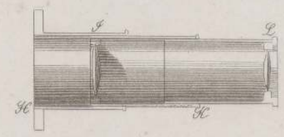
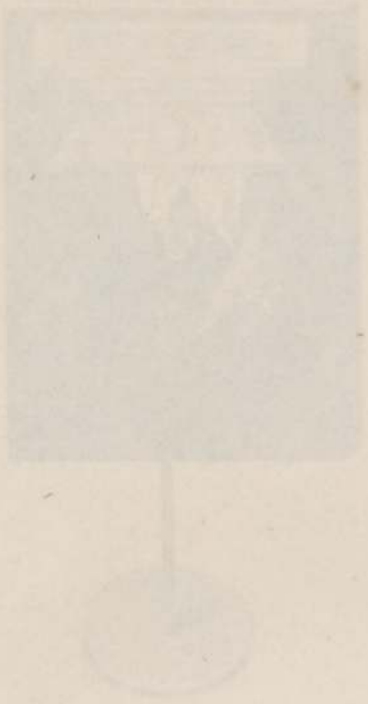


Fig. 3. B











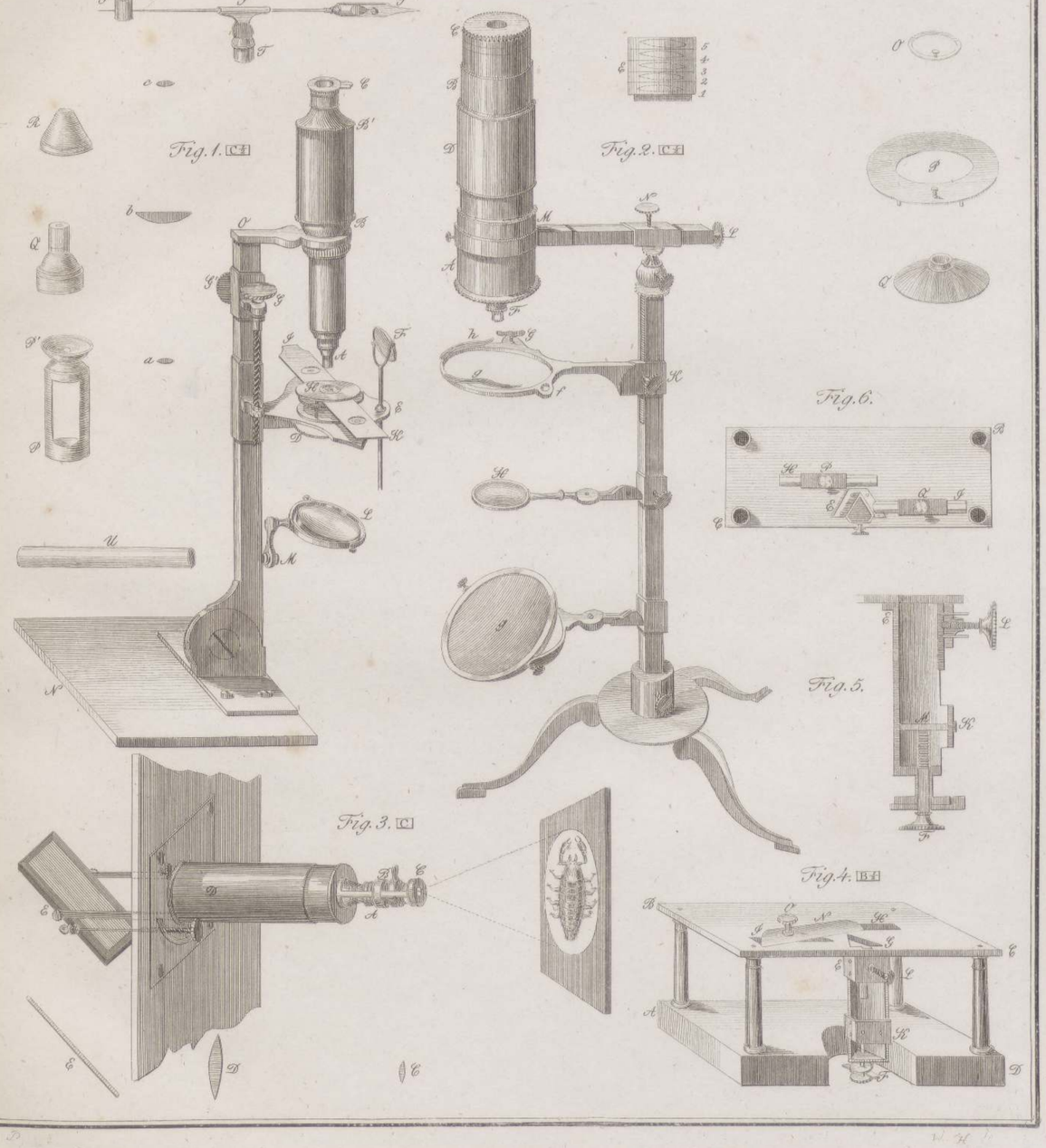


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.



Pl. 34

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

10. 2. H.

J. F. Klein del.

J. Faust Sculps.

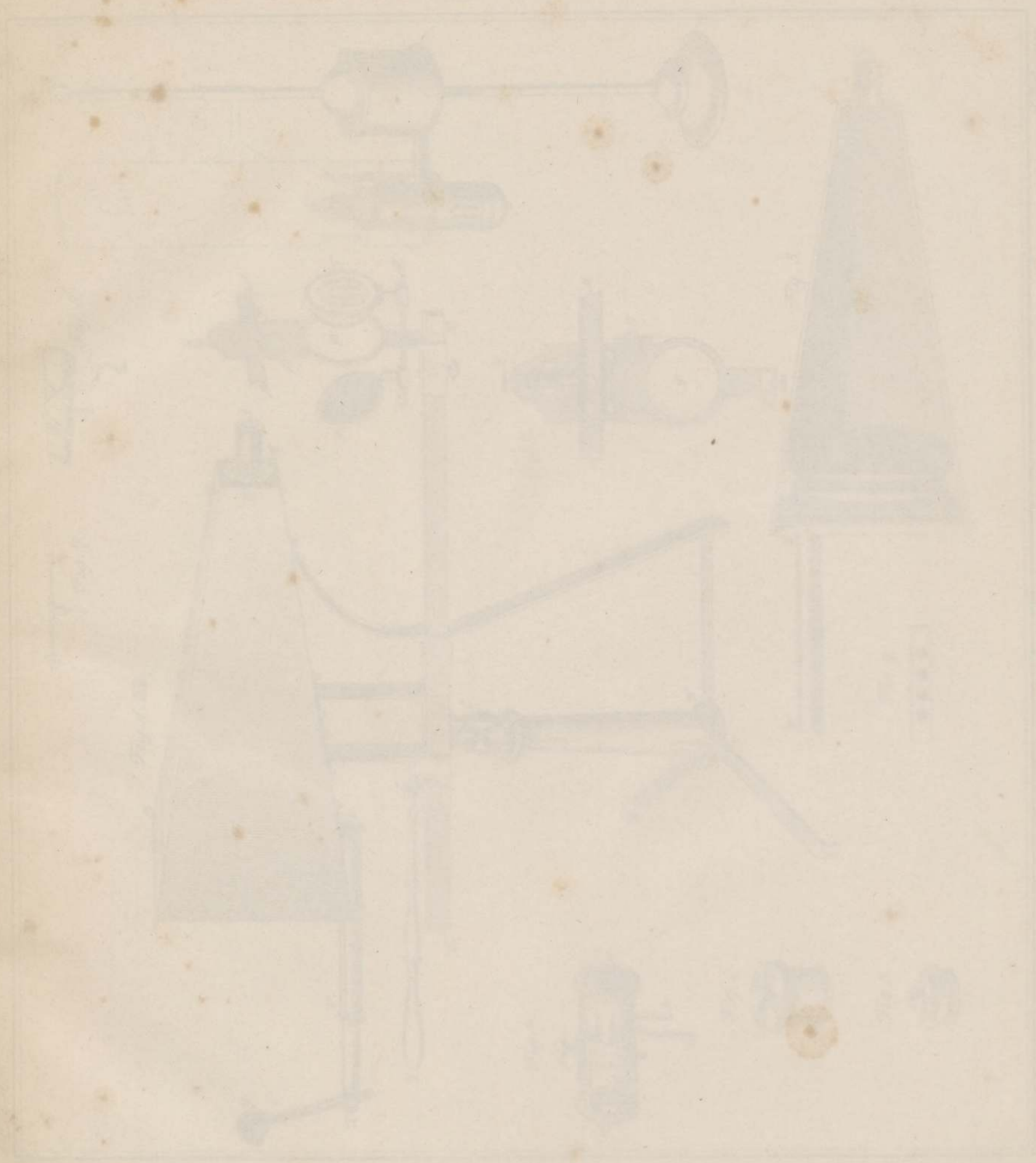
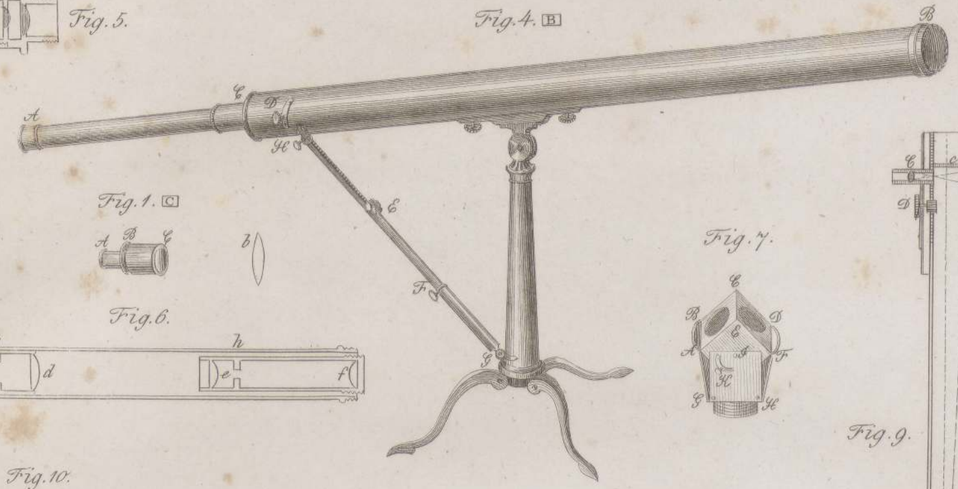


Fig. 5.



Fig. 4. B



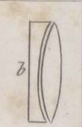


Fig. 1. C

Fig. 6.

Fig. 7.

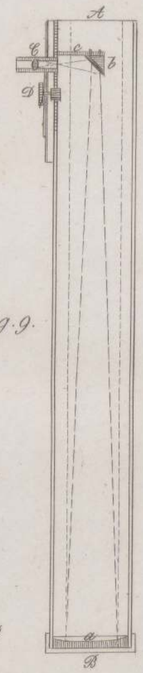


Fig. 9.

Fig. 10.



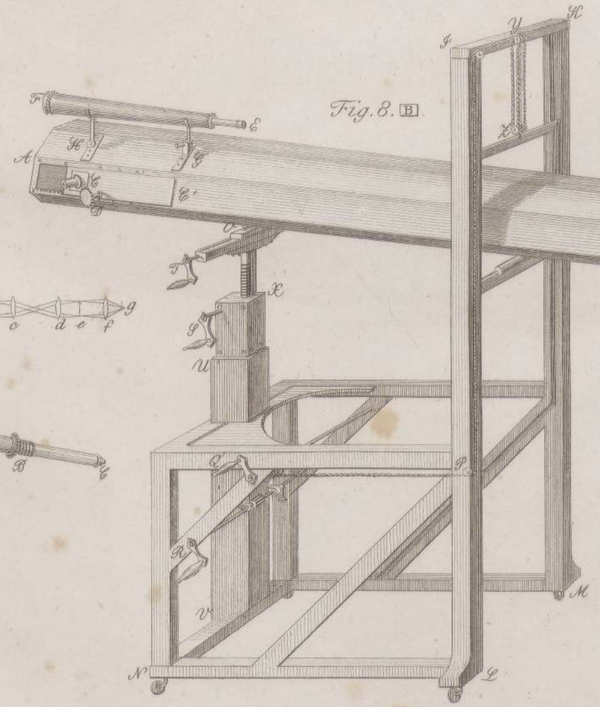


Fig. 8. B

Fig. 2. b.

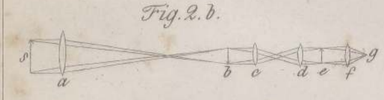


Fig. 2. a. B

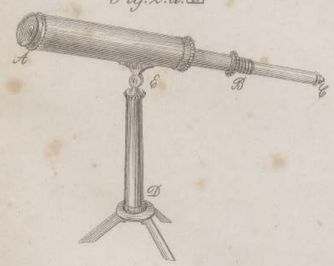
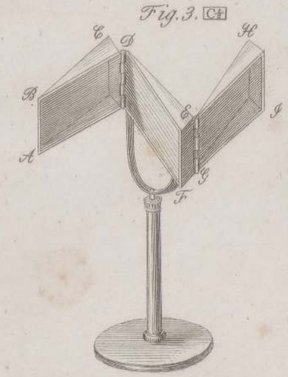


Fig. 3. C



E. Belzin. del.

chr. Heuer. sc. 1804

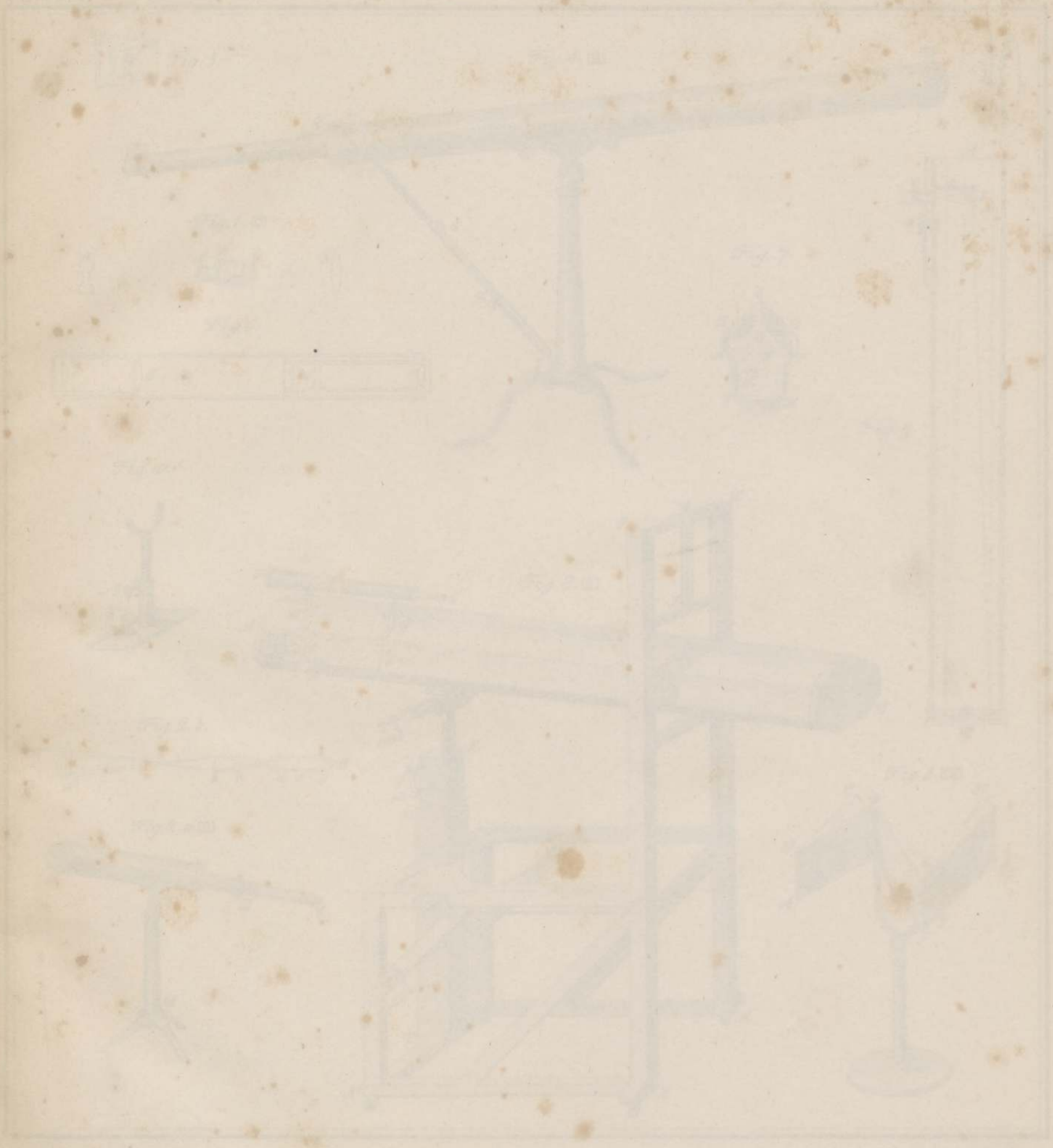


Fig. 1. B f

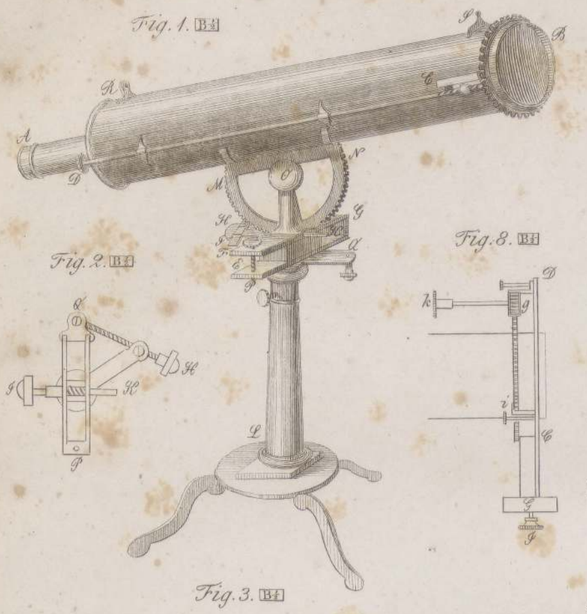


Fig. 2. B f

Fig. 3. B f



Fig. 8. B f

Fig. 9. B f



Fig. 4. E N

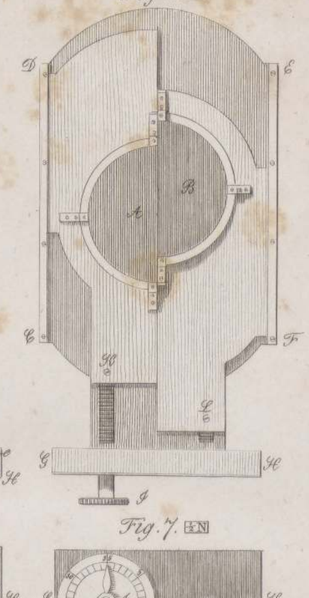


Fig. 5. E N

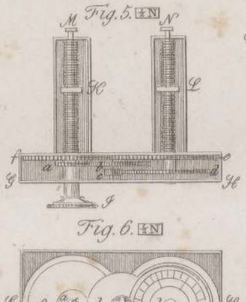


Fig. 6. E N



Fig. 7. E N

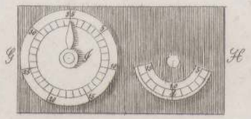


Fig. 10. C

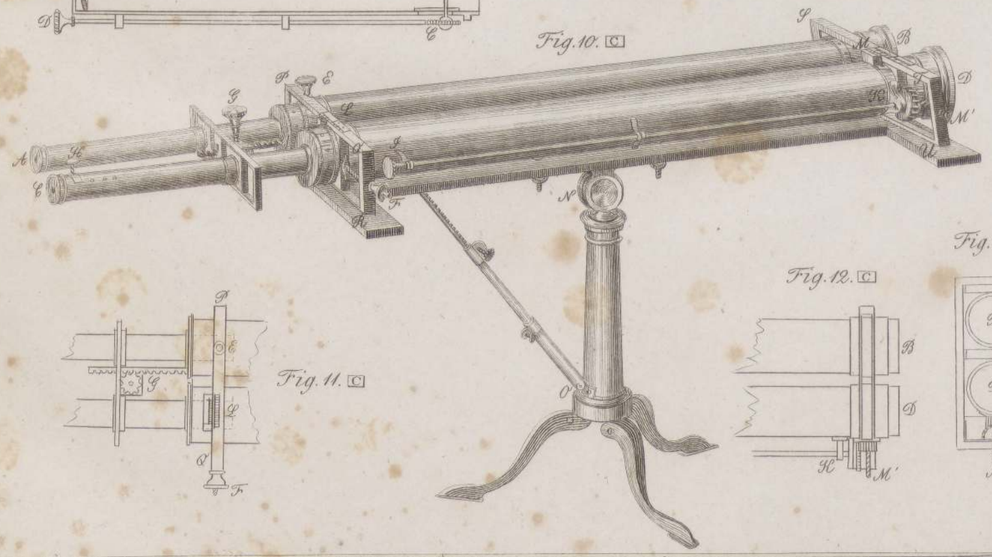


Fig. 11. C

Fig. 12. C

Fig. 13. C

