

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*

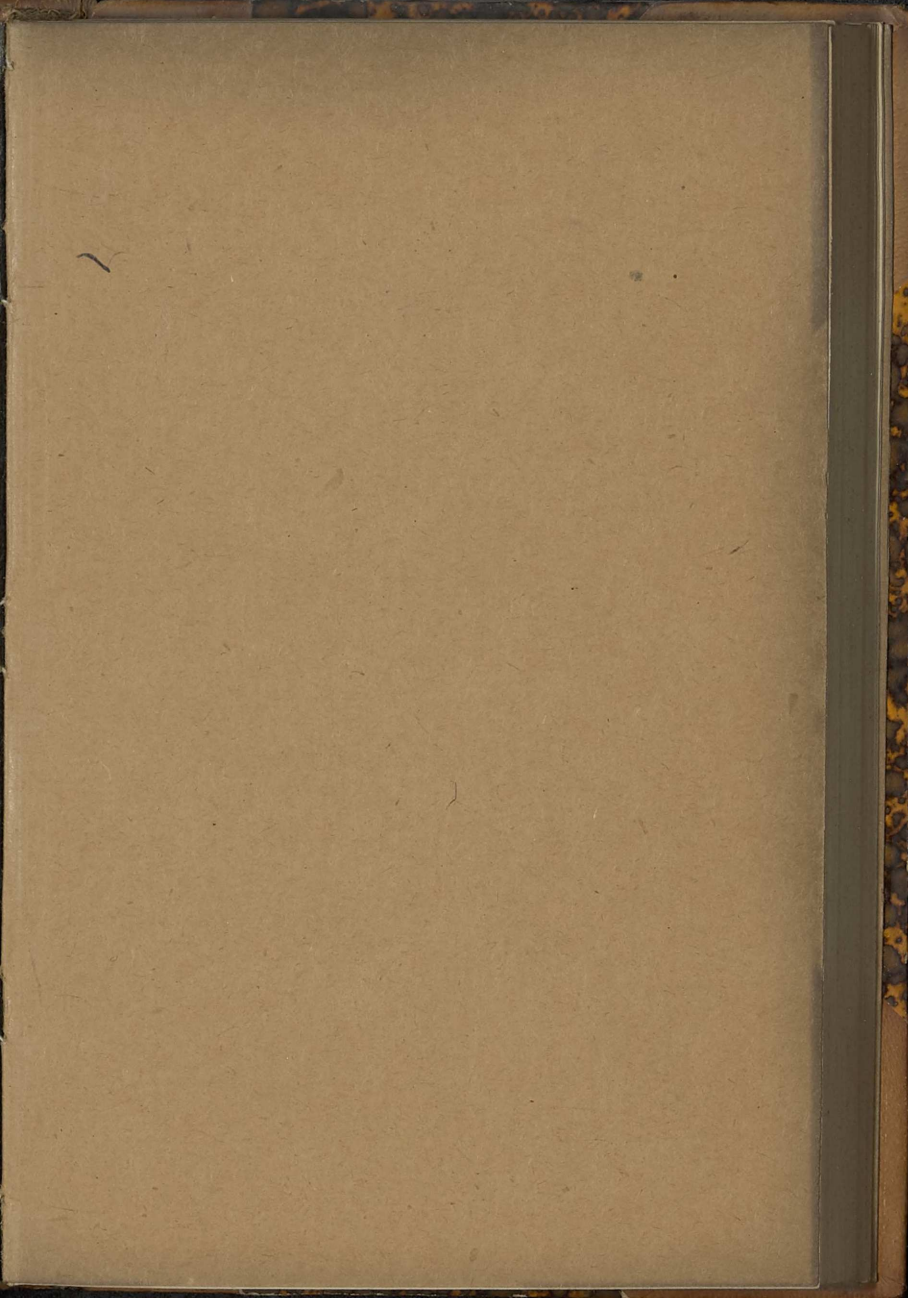
J. Tyndall
Varme
og Kulde

INDUSTRI-
FORENINGEN.

~~29~~

536

536



6-22

Varme og Kulde,

sex Foredrag

for unge Tilhørere

ved

John Tyndall,

Medlem af „Royal Society“ i London, Professor i Physik ved „Royal Institution“, Doktor i Filosofi.

Paa Norsk

ved

J. L. W. Dietrichson,
Realkandidat.

Med 34 oplysende Træsnit.

Christiania.

Forlagt af Alb. Cammermeyer.



Eryt hos G. J. Jensen.

Forord.

Nærværende Foredrag bleve holdte i London for Børn, hvilket ogsaa Titelen antyder, i Juleferierne 1867. De ere kun udgivne paa Fransk ved Abbed Moigno, efter hvis franske Oversættelser nærværende er foretaget.

Foredragene ere holdte i en vis barnlig, ofte humoristisk, Tone, som jeg i Oversættelsen har søgt at vedligeholde. At der i Foredrag som disse ofte forekomme Gjentagelser er en Selvfølge. Jeg har anseet mig uberettiget til at bortskjære noget deraf.

Af Moignos Forord til den franske Udgave hidrættes:

„Disse heldige, improviserede, elementære Foredrag over Børn og Kulde bleve optagne af en øvet Hurtigskriver. Den udmærkede „Profesør har, dog ikke uden Betænkkeligheder, tilladt deres Offentliggjørelse. — Jeg udgiver dem, først fordi de yde et vigtigt Bidrag til at gjøre en Mængde nye, frugtbare og sunde Ideer tilgængelige for det store Publikum, dernæst fordi et stort Antal „Lærere ved Skoler og Instituter have anmodet mig om at udgive „om dette Emne en liden billig Bog, der kunde bruges som Flidsbelønning for deres Elever.“

Hvad her er udtalt kan passende siges ogsaa ved nærværende Oversættelse, som herved anbefales til en velvillig Modtagelse.

J. L. W. Dietrichson.

Christiania, Juni 1874.

Innholdstorteguelte.

Første Foredrag	Pag. 1.
Varmens Natur og forskjellige Midler til at frembringe den. Varmens Forandring af Legemernes Volum.	
Andet Foredrag	Pag. 27.
Forandring i Volum. Varmens Magt. Hvorledes man maaler Varmen. Thermometret. Vandets Kogning. KrySTALLISATION.	
Tredie Foredrag	Pag. 55.
Vind og Blæst. Is- og Sneebraer. De varme Kilder paa Island.	
Fjerde Foredrag	Pag. 78.
Islands Geysere. Varmen mekaniske Ækvivalent. Forbrug af Varme. Varmens Ledning. Vand paa en heed Metalplade.	
Femte Foredrag	Pag. 111.
Fast Kulsyre. Straalende Varme. Dens Tilbagefastning og Indsugning.	
Sjette Foredrag	Pag. 133.
Varmens Reflektion, Brydning, Indsugning. Huulspeil. Solvarmen. Synlige og usynlige Straaler. Fluorescent's.	

Trykfeil.

Pag. 25, 2. L. fr. n. staar: nedad, læs: opad.

Pag. 26, 3. L. fr. o. staar: ned, læs: op.

Første Foredrag.

Warmens Natur og forskjellige Midler til at frembringe den. — Gnidning, Stød, Forbrænding. — Volumforandringer paa Grund af Warmens Virksomhed.

Der er et Ord, som idelig forekommer i eders Samtaler og som I uden Tvivl udtale mere end tyve Gange om Dagen, det er Ordet jeg. I sige f. Ex. jeg spiser, jeg drikker, jeg sover, jeg føler o. s. v. Dog har maasse ingen af mine unge Tilhørere nogenfinde spurgt sig selv: hvad er det da for noget dette jeg, som gjør saa mange Ting? Hvis I henvende dette Spørgsmaal til den meest fremragende Mand, til den dybsindigste Philosoph i Verden, dersom I sige til ham: hvad er det for noget dette jeg, som spiser, som drikker, som sover, som føler? saa vil han være i den største Forlegenhed med at svare eder. Virkelig erkjende ogsaa Philosopherne, de være saa fremragende som de ville — og der gives virkelig fremragende Philosopher — virkelig erkjende de, at mangfoldige Ting ere langt over deres Widen og deres

Forstand, og at det navnlig er Tilfældet med dette jeg, hvori den forunderlige menneskelige Skabning indflæder sig. Men om vi end ikke vide noget om dette Væsen, som spiser, drikker og gjør Brug af sine Sanser, saa have vi dog lært meget om det Rødskab, ved hvis Hjælp det sætter sig i Forbindelse med den ydre Verden, og dette Rødskab er det vidunderlige menneskelige Legeme. Naar vi undersøge dette Legeme, naar vi granske dets indre Organer, saa finde vi Been, Blod, Muskler og Væv af forskjellig Slags. I disse Muskler opdage vi Traade af en hvid Materie, som gaa ud fra Rygmarven og fra en svampet Masse, der fylder den mærkelige Hulning, som vi kalde Hovedskallen. Jeg taler her om de hvidagtige Traade, som forgrene sig i Legemet, og som bære Navn af Nerver. Det er ved Hjælp af disse Nerver og af denne beundringsværdige Hjerne, at de menneskelige Væsener kunne, saa at sige, samtale med Verden udenfor. Nervernes Forretning er egentlig at bringe til det Indre Indtrykkene udenfra. Dersom jeg stikker mig i Fingren, bliver en Nerve paavirket, den bliver saaret ved Kniven eller Naalen, og den paatager sig at give Hjernen Underretning om det forefaldne. Efterretningen eller den affendte Depesche løber gennem Nerven i hele Armens Længde, og saalænge den ikke er kommen til sit Bestemmelsessted, mærker Hjernen Intet. Den farer for Resten afsted med en Hurtighed af henimod

200 Fod i Sekundet, og denne Hurtighed har den menneskelige Aand, vidunderligt nok, fundet Midler til at maale. Naar I stikke eder i Fingeren, saa føle I altsaa ikke Stikket i samme Dieblif.

Det, som Nerverne i hvert enkelt Tilfælde overføre paa Hjernen, er i Virkeligheden kun Bevægelse. Forat I kunne gjøre eder en Forestilling om denne Bevægelse, vil jeg gjøre et lidet Forsøg. Først maa jeg dog fremfor alt henvende mig til en Evne, hvormed alle unge af begge Kjøn ere begavede. Jeg mener den vidunderlige Evne, som man almindelig kalder Indbildningskraft, Evnen til at male og forme Ting for Aandens Øie. Tænk eder nu en af de Nerver, som gaa gjennem Legemet med Hjernen som Udgangspunkt, og tænk eder, at den faar et Brandfaar. Hvorledes tro I nu, at dens indre Bygning er? Jo, den er dannet af yderst smaa Partikler, der kaldes Molekyler eller Atomer. Man bruger undertiden om hinanden disse to Benævnelser Molekyler og Atomer, skjønt et Molekyl er en Samling af Atomer. Men Navnet har lidet at betyde for os; det, som jeg derimod maa holde fast ved, er paa den ene Side, at Nerverne ere sammensatte af disse Smaadele, paa den anden, at dersom I faare Enden af en Nerve, dersom I brænde den eller stikke den, saa gjøre I ikke andet end at meddele den en vis Bevægelse. Denne Bevægelse løber langs gjennem Nerven, og naar

den naar Hjernen, giver den sig en Gang tilkjende som Smerte, en anden Gang som Velbehag.

Men hvorledes frembringes da den Bevægelse, som her er Tale om? I kunne ligne Nerverne ved de Telegraftraade, som gaa gennem Londons Gader eller over denne Hovedstads Tage, og betragte Hjernen som en stor Hovedstation, til hvilken Traadene bringe Depescherne, eller hvorfra man sender dem ud. Dette vil blive mere tydeligt ved et ganske simpelt Forsøg, som I selv kunne gjentage med saadanne Glaslugler, som bruges til at spille Klunk med. Her see I en Række saadanne Kugler, der skulle bringe eder til fuldkommen at forstaa, hvorledes Bevægelsen forplanter sig i Nerverne, hvorledes den forplanter sig fra Molekyl til Molekyl. Læg nu vel Mærke til, hvad der skeer, naar jeg tager en Kugle og kaster den mod den første i Rækken. Bevægelsen fortsætter sig gennem hele Rækken, hver Kugle modtager den fra den foregaaende og meddeler den til den efterfølgende, og denne Meddelelse fortsættes lige til den sidste Kugle i Rækken. Se, hvordan denne springer frem, medens alle de andre blive i Ro, ganske som alene den sidste Kugle havde modtaget Bevægelsen. I det Dieblik, da jeg støder til den første Kugle, kommer den sidste i Bevægelse og springer frem.

Det er virkelig paa denne eller lignende Maade, at Bevægelsen i Nerverne forplanter sig. Lad nu denne Klokke forestille Hjernen, og lad den modtage Stødet

af den sidste Kugle i Rækken. Alangen af Kloffen kan da sammenlignes med det Signal, som Nervens Bevægelse giver Hjernen. I vort Forsøg meddeler Bevægelsen sig fra Kugle til Kugle, fra den første til den sidste, og denne bringer Kloffen til at klinge; i Nerven overføres Bevægelsen fra Molekyl til Molekyl lige til Hjernen, hvor den bliver til en Følelse af Velbehag eller Smerte.

Da nu eders Indbildningskraft kan give eder en tilstrækkelig Forestilling om den Forbindelse af Molekyler eller Atomer, hvoraf Nerverne ere sammensatte, tror jeg at kunne begynde paa det, som skal være Gjenstanden for vore Underholdninger, nemlig Giendommelighederne ved den mægtige Naturkraft, som kaldes *V a r m e*.

Megen Tænkning, talrige og fine Forsøg over denne vigtige Gjenstand have overbeviist de Lærde — disse kundskabsrige Mænd, som hellige sine Nætter til at søge nye Sandheder — om, at Varmen i sit Væsen intet andet er end en Slags Bevægelse. Atter maa jeg henvende mig til mine unge Tilhøreres Indbildningskraft og bede eder — det er kanske meget at forlange — nøiagtig at forestille eder, hvad jeg beskriver. Lad os tage et hvilket som helst Legeme, f. Ex. dette, som jeg holder her i Haanden. Dette Legeme er ligesaa vel som vore Nerver sammensat af smaa Molekyler eller Atomer. I dets nuværende Tilstand er det ikke absolut koldt. Det kan føles koldt i min Haand, men

det er ikke foldt i sig selv. De Molekyler, hvoraf det bestaar, ere i Bevægelse. Molekylerne undgaa vort Blik paa Grund af deres Lidenhed, selv ikke ved det bedste Mikroskop kunne vi see dem, ligesaa lidt som deres Bevægelse, og alligevel have vi al Aarsag til at tænke os dem belivede af en vibrerende eller regelmæssig fittrende Bevægelse. Alle disse smaa Partikler skjælve, svinge hurtigt frem og tilbage; hold fast paa dette, saa at eders Lands Die kan have et rigtigt tydeligt Syn af det. Jo varmere et Legeme er, desto stærkere er denne skjælvende Bevægelse, og i Virkeligheden er det denne Bevægelse af Molekylerne, overført fra det skjælvende Legeme paa Nerverne og fra Nerverne paa Hjer-
nen, som vi kalde Varme.

Uagtet her er Tale om Ting, som berøre Videnskabens dybsindigste Theorier, vover jeg dog at haabe, at mine Tilhørere, uagtet deres unge Alder, kunne gjøre sig en klar og rigtig Forestilling om de Samlinger af Molekyler, hvoraf Legemet bestaar, om disse Molekylers Skjelven eller Svingninger, og at I ville indrømme, at den Følelse, der frembringes i min Haand, naar jeg berører et varmt Legeme, kan have sin Grund i en Mængde saadanne Smaabevægelser i Legemet.

Bevægelserne af disse Molekyler, kunne nu frembringes ved forskjellige Midler, et af de almindeligste er Gnidning. Tag f. Ex. denne flade Messingnap og gnid den med et Stykke Træ, ligesom jeg nu gjør, og snart ville I have gjort den saa varm, at I ikke

ville finde nogen Fornøielse i at bringe den i Berørelse med eders Ansigt. Det er altsaa en afgjort Sag, at Gnidningen frembringer i denne Knap en varmfrembringende Bevægelse, der er stærk nok til, at vi kunne føle en brændende Fornemmelse. Derksom jeg, førend jeg guider Knappen, lægger den paa et Stykke hvidt Bøx, saa bliver den liggende ubevægelig. Men naar jeg atter lægger den paa Bøxet, efterat have gnedet den, saa vil den bringe det til at smelte og synke ned i Bøxet, idet den trykker det smeltede Bøx til Side. I uendelig mange Tilfælde frembringes Varme ved Gnidning. Derksom I f. Ex. tage en Sav og give eder til uden videre at save Bed uden at sørge for at smøre Saven, før den tager fat paa Beden, saa vil Gnidningen frembringe en stor Mængde Varme, Saven vil blive varm, ja den kan blive ganske brændende heed. Theorien forklarer os altsaa Grunden til, at Bedhuggerne smøre sin Sav, før de bruge den. Bedhuggeren behøver ikke at frembringe Varme, alt, hvad han ønsker, er med den mindst mulige Anstrengelse at faa Saven til at gaa gjennem Beden, derfor gjør han den saa glat, som han kan, ved at smøre den. Det er altsaa godtgjort, at Gnidning er et Middel til at avle Varme, til at skabe den, og dette er et meget vigtigt Punkt.

I lang Tid troede man, at det var umuligt at skabe Varme. Man antog, at en vis Mængde Varme

var udbredt i Verden, at denne Mængde Varme hverken kunde forøges eller formindskes, fort, at den var aldeles uforanderlig. Men som I see, er det nok at sætte et Legemes Molekyler i Bevægelse for at frembringe denne anden Bevægelse, som vi kalde Varme. Til Støtte for denne Sandhed skal jeg strax gjøre et overbevisende Forsøg. Da jeg var Barn, havde jeg — og deri lignede jeg uden Tvivl de fleste andre Børn — en lidenskabelig Forkjærlighed for de Wilde og for alle de Folkeslag, hvis primitive Sæder man har rost saameget for os. Idag skulde det være mit største Ønske, om det var muligt, at blive forvandlet i fem Minutter til en Indfødt fra Ny-Zeeland. Dersom jeg blev det, skulde jeg lade eder blive Vidner til et meget smukt Forsøg, som desværre ligger over et civiliseret Menneskes Kræfter. Det kræver nemlig en Færdighed, som jeg ikke har, og som alene de Wilde besidde. Min Ven, Sir John Lubbock, som staar i stor Gunst hos de Wilde, har foræret mig disse to Stofke, der virkelig ere vorede op under Australiens Sol. Den ene, der er af marvfuldt og næsten blødt Træ, er gjennemboret med nogle Huller, den anden, som er af haardere Beed, kan stikkes ind i den førstes Huller. For at slaa Ild hermed tager den Wilde den første Stof i den ene Haand og holder den fast, med den anden Haand stikker han nu den anden Stof i et af Hullerne og trækker den rasst frem og tilbage. Dette bliver han ved med,

indtil det fine Støv, der frembringes ved Gnidningen, bliver saa varmt, at der viser sig nogle Ildfunter i det, da blæser han paa det med en Behændighed, som vi ikke kunne gjøre ham efter, og det lykkes ham at frembringe Ild. Men paa en endnu mere slaaende Maade kan jeg vise Barmefrembringelse ved Gnidning. Her er et Kør, b, i hvilket jeg vil bringe ind en Bædste, der koger lettere end Vand, jeg kunde gjerne tage Vand, men jeg vælger Nafta, for at Forsøget skal gaa hurtigere, og jeg vil forsøge at bringe denne Bædste til at koge ved Gnidning. Efter at have hældt Naftaen i, luffer jeg, som I see, Kørets Abning med en Kork,

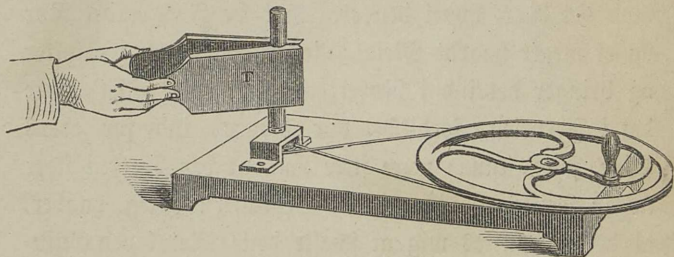


Fig. 1.

derpaa fæster jeg Køret paa dette Apparat, som kaldes Rotationsplade, ved hvis Hjælp jeg kan faa Køret til at dreie sig om sig selv med stor Hastighed. Mens Køret dreier sig saaledes, kunde jeg ved blot at trykke det i min blottede Haand frembringe den Gnidning, som er nødvendig for at opvarme Naftaen til Røgning, og det har jeg gjort mangen Gang; ved den blotte

Gnidning af min Haand mod Røret fik jeg virkelig Bædtsken i Røg, men jeg følte i Haanden en Varme, som slet ikke var behagelig, og som det er ganske naturligt, at jeg vil undgaa. I Stedet for min Haand tager jeg Tilflugt til et Uldbånd, som trykkes stærkt mod Røret. Naar Varmen har bragt Raftaen i Røg, vil Dampen paa Grund af sin Spændkraft bringe Proppen til at springe ud, og denne lille Explosion vil bevise det heldige Udfald af Forsøget. (Efter nogle Sekunders Gnidning springer Proppen i Taget). Her er altsaa en Bædtske, som i mindre end et halvt Minut er bragt til at koge ved Gnidningen af et Uldbånd mod det Rør, hvori den er. Her see I et andet Rør og et meget haardt Metal; jeg knuser dette i Stykker og bringer det ind i Røret; jeg har ikke villet gjøre det i Forveien, fordi det bør bringes ind for eders Dine, saa I kunne være sikre paa, at der hverken skeer nogen Feiltagelse eller noget Bedrageri. Jeg haaber, at det skal lykkes mig at smelte dette Metal ved Gnidningen; jeg vil begynde Forsøget med en liden Portion, men forbeholder mig at forøge den. Jeg lukker Røret tæt til, som i det første Forsøg, og naar Metallet er smeltet, skal jeg hælde det ud paa en Tallerken. (Omdreiningen begynder). Jeg føler allerede Varmen, og jeg tvivler ikke paa, at Metallet smelter raftt. (Professoren undersøger det Indre af Røret). Ja jeg kan sætte til mere Metal for at have en større Portion

smeltet Metal ved Haanden. Jeg skal strax hælde det ud, hav blot lidt Taalmodighed, til Alt er flydende. Jeg bringer ned i Røret alt det Metal, som det kan rumme, og jeg lader fremdeles Hjulet dreie sig. Nu er Røret saa varmt, at jeg ikke tvivler om, at Metallet er smeltet. Ja virkelig! Jeg slipper endnu ind et Stykke, som jeg vil finde smeltet ved Gnidningen, jeg tillukker Røret for at undgaa at blive tilføjet. (Røret dreies en Stund og tages derpaa bort fra Omdreiningssaxen, Metallet hældes ud paa en Skaal og er ganske smeltet).

Blandt de andre Midler til at frembringe Varme vil jeg nævne Stød, som bestaar i at slaa et Legeme med et andet haardere Legeme. Her er f. Ex. et Stykke Bly, en Kugle. Jeg lægger den paa en Ambolt og slaar den gjentagne Gange med en Hammer; den bliver saa heed, at jeg ikke kan tage og holde den i Haanden; den brænder mig. Jeg har virkelig skabt denne Varme, jeg har givet den Tilværelse. Ved at hamre Kuglen har jeg i dens Molekyler frembragt den skjælvende Bevægelse, som er Varme.

Hvorledes kunne vi nu med Nøiagtighed bestemme den Varmemængde, som frembringes ved Stødet? Her holder jeg i Haanden et Stykke Bly, og paa Gulvet ligger en tyk Sernplade. Hvis jeg skulde gjøre Forsøget, vilde jeg lade en af mine Medhjælpere stige overst op i Hvælvingen af denne Sal og paalægge

ham at lade Blystykket falde fra dette Punkt ned paa Jernpladen. Høiden af Hvælvingen er saa stor, at Blystykket, som før har Salens Temperatur, vilde faa en Tilvæxt i Varme, der giver sig tilkjende derved, at dets Temperatur bliver een Grad høiere; undskyld, at jeg bruger denne Benævnelse Grad, hvis Betydning først vil blive forklaret i vort næste Møde. Det er nok, at I kun huske paa, at naar dette Blystykke falder fra det Øverste af Hvælvingen ned paa Jernpladen, saa forhøies dets Temperatur een Grad. Dersom jeg lod dette flydende Metal, som kaldes Kviksølv, falde under de samme Omstændigheder, saa vilde ogsaa det blive een Grad varmere. Tog jeg derimod Vand, vilde Udfaldet blive ganske anderledes. Vandet maatte ikke falde fra en Høide af 30 Fod, men fra en Høide af 800 Fod, for at faa denne samme Tilvæxt i Temperatur, een Grad. I ville senere komme til at forstaa denne Forskjel mellem Vand og Bly eller mellem Vand og Kviksølv. For det første maa I nøie eder med at vide, at man forstaaer at bestemme nøiagtig, hvor stor Mængde Varme der frembringes derved, at et Legeme falder fra en vis Høide ned paa et haardt Legeme. Det vilde ikke koste os megen Umage ved et Forsøg selv at beregne denne Mængde Varme, naar vi kun havde ved Haanden saa sølsomme Instrumenter, som ere nødvendige hertil.

Flere af eder ville uden Tvivl, naar eders Alder til-

lader det, komme til at gjøre en Reise til Schweiz og besøge Mars berømte Vandfald. Paa et Sted falder Vandet fra denne Flod lodret ned i en Afgrund fra en Høide, som maaske kan anslaaes til 400 Fod. Dersom I da stille et Thermometer ved Toppen og et andet ved Foden af Faldet, vil dette sidste sammenlignet med det første vise et Overskud af Varme, saafremt det nemlig er følsomt nok. Naar man for Resten kjender Høiden, hvorfra Vandet falder, vil det være let paa Forhaand at beregne, hvor meget Varme Vandet udvikler ved sit Fald.

Da jeg var Barn, kjendte man endnu ikke ved Brugen af Ildvaaben Knaldhætter, som nu ere saa almindelige. Her see I det lille Apparat, som man anbragte paa Geværet for at opnaa den samme Hensigt. (En gammelb dags Flintelaas vises frem). I see her dette Stykke Staal og her denne Flintesten, som ved en Bevægelse af Aftrækkeren slaar an mod Staalet. Jeg spænder Hanen og trykker paa Aftrækkeren, Flintestenen slaar an mod Staalet, og I see Ildfunker springe omkring. Laasen er meget gammel og i temmelig slet Forfatning, men Stødet af Flintestenen mod Staalpladen har ikke destomindre havt Kraft nok til at gjøre glødende de Smaapartikler, som Slaget river løs fra Staalpladen. Dersom vi bringe en Smule Krudt paa den Pande, der er anbragt under Pladen, bære vi os ganske ad, som man før gjorde med alle bekjendte Ge-

værer. (Saafen bliver forsynet med Fængkrudt). I see, at jeg ved at lade Hanen gaa løs eller ved at trykke paa Aftrækkeren opnaar Antændelse af Krudtet. Den gamle Brug af Flintesyrtoi for at faa Ild, en Brug, som endnu er bibeholdt af Tobaksrøgere, bestaar, som man veed, deri, at man paa et Stykke Rnuss opfanger de Gnister, som frembringes ved Slag af et Fyrstaal mod en Flintesteen.

Lad os nu virkelig undersøge, hvad disse Forsøg bethde, og lad os søge en theoretisk Forklaring af Flintegeværerne. I have seet, at man ved at hamre et Stykke Bly forhøier dets Temperatur. En berømt Mand, hvis Ord ofte gjenlød indenfor disse Mure for en Deel Aar siden, Sir Humphry Davy, lod en Flintelaas trykkes løs i et lukket, lufttomt Rum, og ved Undersøgelsen bagefter fandt han strax, at Slaget af Metallat mod Flintestenen havde løsrevet smaa Staal-kugler; dernæst fandt han ved en mere opmærksom Undersøgelse, at disse Kugler vare smeltebde. Den Varme, som blev frembragt ved Stødet, havde altsaa været anseelig nok for at bringe de løsrevne Staalstykker næsten til Hvidglødhede. Naar Staal og Jern bringes til en saa høi Temperatur, angribes de af et vist Stof, der indeholdes i Luften rundt omkring; det er vigtigt, at I kjende Navnet paa dette Stof, og at I bevare det i eders Grindring: man kalder det Suurstof. Ved en Temperatur, der er høi nok, bliver

Staalet eller Jernet altsaa viebliffelig angrebet af det Suurstof, med hvilket det er i Berørelse. Med Hensyn til dette Suurstof, maa jeg bede om en ny Anstrængelse af eders Inderbildningskraft. I maa forestille eder denne Luftart som dannet af en Uendelighed af Smaadele eller Moleklyler udsprede i Luften. Naar Jern eller Staal bliver ophedet til en høi Temperatur, styrte disse Suurstofmoleklyler paa Metallet og slaar det saa voldsomt, at der frembringes virkelige Stød. Stødene frembringe nu selv Varme og det i saa høi Grad, at Temperaturen stiger til Glødhede. Jeg skal bevise eder, at det virkelig er saa. Jeg har her ved Haanden alt det, som er nødvendigt for at frembringe en Flamme af anseelige Dimensioner, og jeg har ladet opstille i Kjælderetagen en Bælg, der forsynes med Suurstof. Min Medhjælper vil gaa ned, han vil sætte Bælgen i Virksomhed, en Strøm af Suurstof vil komme op gjennem Røret, og I skulle see den mægtige Flamme, som jeg har Brug for, slaa frem. I skulle see, at Jern eller Staalstykker, udsatte for denne Flammes Hede, af sig selv vil brænde. Jeg tager Jernfilspaan, kaster det i Flammen og I see, at den til alle Sider kaster glimrende Udsfunker. Jernet brænder, og det, som jeg havde forsikret, har erholdt sin Bekræftelse. Jernpartiklerne ere i Begyndelsen blevne opvarmede ligesom ved Flintelaasen, og saa har Suurstoffet kastet sig paa dem med saa stor Kraft, at de ere blevne fastede tilside

som Gnister. Den Kraft, af hvad Natur den nu er, som frembringer Foreningen af Suurstof og Jern, kaldes chemisk Tiltrækning eller Affinitet. Jeg vil ikke her eftergranske dens Natur men blot vise eder, hvorledes Jernmolekylerne blive til Gnister ved en høi Temperatur under Indflydelse af Luftens Suurstof. Dette vidunderlige Element i Luften, dette Suurstof udgjør kun en liden Del, omtrent en Femtedel, af Atmosphæren. I begribe uden Vanskelighed, at dersom Atmosphæren blot bestod af Suurstof, vilde Virkningerne af den Forbrænding, som I have været Vidne til, være langt mere anseelige. Her har jeg reent Suurstof, frembragt ved særegne Fremgangsmaader, og jeg beder eder lægge Mærke til, hvormeget dette Suurstof i sin Virkning paa Legemerne overgaar Atmosphærens Suurstof i Kraft. Jeg antænder en tør Træpinde i den ene Ende, derpaa blæser jeg paa Flammen for at slukke den; der bliver kun nogle Ildfunker tilbage. I see, at den omgivende Luft ikke har Evne til at gjenoplive Flammen. Hvis jeg derimod stikker Træpinden i reent Suurstof, se da, hvordan det gaar: den røde Farve af Ildfunkerne bliver mere livlig og en glimrende Flamme frembringes; her see I en af de tydeligste Eiendommeligheder ved reent Suurstof. Det samme Resultat vilde jeg opnaa med en Fidibus eller et andet brændbart Stof, endog Jern.

Jeg skal nu frembringe en ny Flamme med en Blanding af Suurstof og en anden Gas ved Navn

Bandstof, og ved den skal jeg tvinge Suurstoffet til at forbrænde ikke alene Papir og Træ, men endog Staal. Min Medhjælper, som er ifærd med Blæsebælgen, vil først sende os en Strøm af Bandstof, jeg antænder den, og I see en Bandstofflamme, som næsten ingen Glands har. Nu sender min Medhjælper mig en Strøm af Suurstof. Alt er ordnet saaledes, at denne Strøm forener sig med Bandstoffstrømmen, før jeg sætter Ild paa den; jeg antænder Straalen af det blandede Bandstof og Suurstof, Flammen tager af og bliver mindre lysende, men dens Varme er overordentlig; jeg stikker Staalhjæren ind i den, den ophedes stærkt, og I see, hvorledes Flammen fortærer den og faar den til at forsvinde. Suurstoffet er i fuld Kamp med Metallet. Dersom jeg lukker til for Bandstoffet, bliver der kun koldt Suurstof tilbage, men naar Staalhjæren er bleven stærkt nok ophedet, saa er den Kraft, som slynger Suurstofmolekylerne mod Metallet, tilstrækkelig til at frembringe den vidunderlige Forbrænding. (Urhjæren vedbliver at brænde i Suurstoffet).

Vi ere nu altsaa komne i Besiddelse af et tredie Middel til at frembringe Varme. Først havde vi G n i d n i n g e n, der var et saa virksomt Middel, at vi kunde bruge den til Smeltning af Metaller. Dernæst saa vi, at Varme ogsaa kunde frembringes ved almindeligt m e k a n i s k Stød, som naar man banker et Stykke Bly med en Hammer. Og nu forstaa I ved Hjælp af eders Ind-

bildningskraft, haaber jeg, at Forening af Suurstof med Jern eller Staal ligner en voldsom Hamren. I Virkeligheden er her Tale om Stød af Molekyler og ikke om Stød af større eller mindre Masjer. Der som I have fulgt med, er der ikke et af mine Ord, som I ikke fuldkommen have kunnet forstaa. I kunne forestille eder disse Suurstofmolekyler falde som Hagl, men med en forfærdelig Kraft, paa Jernets Overflade. I kunne med Aandens Dine see disse Molekyler, som undgaa Legemet's Dine, og det er netop det, jeg vilde opnaa, dette skal være Maalet for mine Bestræbelser i denne Time.

Jeg har her en heel Deel Flasker fyldte med Suurstof, men jeg kan ikke opholde mig ved at gjøre mange Forsøg for eder med denne Lustart, hvor nyttigt det end kunde være; jeg vil indskrænke mig til et eneste, som har en særegen historisk Interesse. Den store Newton studerede i sine Undersøgelser over Lyslæren Diamantens lysbrydende og farvespredende Egenstaber, og kom til den Slutning, at denne kostbare Steen, det haardeste af alle bekjendte Stoffer, var et olieagtigt Stof ligesom Vov eller Fedt. Ja, længe før noget Forsøg havde beviist det, havde Newton med sin i Sandhed overordentlig skarpsindige Aand indseet og paastaet, at denne smukke Steen var et brændbart Stof, og jeg skal strax bevise eder, at han havde Ret. Her er en liden Diamant — de store Diamanter ere meget kostbare, og en liden er tilstrækkelig for vor Hensigt; jeg vil først op-

varme den ved denne overordentlig hede Flamme, og naar jeg har opvarmet den, vil jeg stikke den ned i denne Flaske, der er fyldt med Svurstof. I skulle da see, at den funkler som en Stjerne. Men maaske Vandstofflammen ikke kan opvarme den tilstrækkelig; lad os prøve.

See, hvorledes Diamanten brænder for eders Dine! Hvad tro I, der bliver af den? Hvorledes tænke I, at dette foregaar? Jo den er omringet af Svurstofmolekyler, og disse Molekyler falde paa Diamanten som en Hagl, de hamre løs paa den med saadan Kraft, at den bliver lysende og glimrende.

I alle de omtalte Tilfælde, hvori vi have frembragt Varme, have vi skabt en Varme, som ikke var til før. Denne Varme er, som før sagt, en Slags Molekyl- eller Atombevægelse, som vi kunne tænke os frembragt i Legemernes Indre ved en Fremgangsmaade som den angivne.

Da I nu have en Oversigt over disse forskjellige Maader til at frembringe Varme, vil jeg anvende nogle Dieblkke til at undersøge med eder, hvorledes Varmen paavirker Legemerne. Ogsaa her maa jeg henvende mig til eders Indbildningskraft.

I see foran dette Bord Forberedelser til et Experiment, der skal give eder en Idee om Varmens vidunderlige Magt. Forestil eder, at Molekylerne i et Legeme, der efterhaanden ophedes, blive ligesom beli-

vede af en mere og mere stærkt skjælvende Bevægelse. Hvad vil den naturlige Følge af disse tiltagende Svingninger være? Jo, Molekylerne fjerne sig mere og mere fra hverandre, Legemet optager mere Blads, med andre Ord: Legemets Volum forøges med Temperaturen. Her see I en udspændt Platina=traad. Dens ene Ende er fæstet til et fast Punkt, den anden er oprullet omkring et Hjul og er i Enden belastet med et Lod, som holder Traaden stram. Det fremgaar heraf, at dersom Traaden bliver kortere, tvinger den Loddet til at stige og Hjulet til at dreie sig paa en bestemt Maade, dersom omvendt Traaden bliver længere, saa vil Loddet synke, og Hjulet dreie sig i den modsatte Retning. En Viser, der er fæstet til Hjulets Axe tjener til at angive paa en forstørret Skala Forandringerne i Traadens Længde. Det kommer nu an paa at opvarme den. Hvilket Middel skal jeg nu bruge til dette Diemed? Et Middel, som rigtignok er ganske fremmed for vort nuværende Emne, men som jeg en anden Gang vil tale om. Under Gulvet i denne Sal er der en Kraft, som skal sende os den nødvendige Varme i Form af det, som man kalder en elektrisk Strøm. Ved denne Strøms Indflydelse opvarmes Traaden, ved Opvarmningen forlænges den, og Forlængelsen bevirker Viserens Dreining. Jeg afbryder Strømmen, Varmekilden eksisterer ikke mere for Platinatraaden, som Følge heraf affjøles den, ved Af=

kjølingen forfortes den, og vi see Forfortelsen angivet ved en tilbagegaaende Bevægelse af Viseren.

Endnu et Forsøg skal vise eder, hvorledes Varmen udvider Legemerne. Her ere to Stænger (Fig. 2), den ene af Jern, den anden af Kobber. Foran Bordet see I et lidet Apparat, hvis Betydning I let ville forstaa; en væsentlig Deel deraf er en Platinaspiral, C, hvis Forretning I strax skulle faa vide. Først og fremst maa jeg imidlertid vise eder, til hvilken Grad vi kunne opvarme Traaden i vort sidste Forsøg ved at forøge Styrken af vor elektriske Strøm. Denne Strøm kommer, som sagt, fra et Batteri, som er opstillet i nederste Etage, og som jeg haaber ved en anden Leilighed at kunne forklare for eder. Min Medhjælper vil nu sende mig en kraftig Strøm, og I skulle see, at Traaden bliver glødende i hele sin Længde. (Den elektriske Strøm gaar gennem Traaden). Platinatraaden er nu rødglødende, og Viseren bevæger sig med en meget stor Hurtighed. Dersom jeg formindsker Længden af den Deel af Traaden, hvorigjennem Strømmen gaar, formindsker jeg med det samme den Modstand, som den møder paa sin Vej, og der vil gennem det forfortede Stykke gaa en større Mængde Elektricitet, som vil forøge Temperaturen betydelig.

I forbigaaende ville vi mærke os en vigtig Ting. Synes I ikke, at Traaden, efterat den er bleven rødglødende, er bleven meget tykkere, end den var før?

Ikke sandt, I ville ansee den for at være saa tyk som en Pennepose? Men denne Fortykkelse er kun tilshyneladende, det er en Virkning, som et klart Lys gjør paa vore Sandser. Et lysende og funklende Legeme synes altid tykkere end det er, og, hvad mere er, Traadens tilshyneladende Gjennemsnit er større for dem af eder, som ere længere borte, end for mig, som betragter den nærmere ved. Alene denne Omstændighed er nok for at bevise, at her foregaar et optisk Bedrag, en nødvendig Virkning af det, som kaldes Irradiation. Dersom jeg endnu mere forforkter den Del af Traaden, som gjennemløbes af Strømmen, brister den, idet den smeltes ved den overordentlige Hede.

Jeg maa nu atter henlede eders Opmærksomhed paa denne lille Spiral C. Paa Opstanderne A og B ere to Kobberkanter P og P' fæstede. Paa disse hvile Enderne af de to Stænger, hvoraf den ene, som sagt, er af Jern, den anden af Kobber. Disse Stænger ere ikke nu saa lange, at de naa hen til begge Opstanderne, men jeg vil opvarme dem, derved ville de forlænges, og naar de ere udvidede saameget, at de berøre de to Opstandere, vil en elektrisk Strøm gaa gjennem dem, og Spiralen C vil, idet den bliver glødende, paa en intelligent Maade gjøre sin Pligt og underrette os om, at de to Opstandere i det mindste berøres af en af Stængerne. Jeg tænder altsaa Gasrørene, som ere anbragte under Stængerne, der endnu ere for korte,

jeg venter et Dieblif — og nu see I, at Spiralen er bleven glødende.

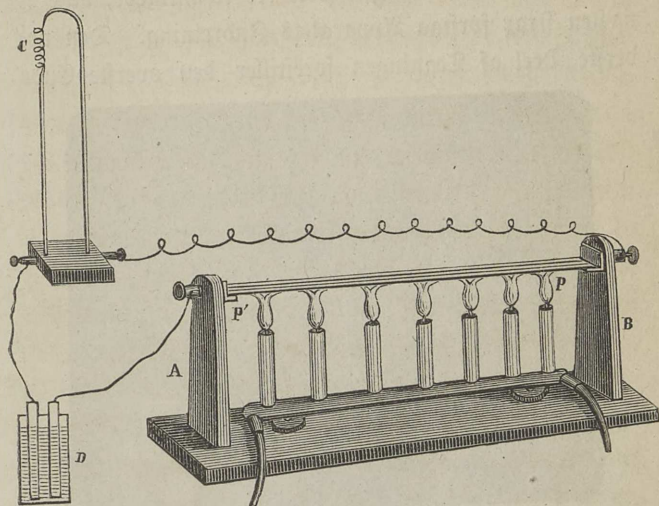


Fig. 2.

Derksom jeg borttager Kobberstangen, bliver Spiralen mørk, det var altsaa Kobberet, som forenede de to Opstandere, det har altsaa udvidet sig mere, end Jernet.

Det er i Almindelighed ved at foretage lignende Kunstner, at den experimentelle Videnskab stadig gjør Fremgang. I see her foran Bordet et Apparat, som ikke er mindre findrigt end det foregaaende, og desuden mere fiint i sin Konstruktion og uden Sammenligning meget mere følsomt. Det er opfundet til forskjellig

Brug, navnlig til at maale Legemers Udvidelse ved Varmen. Ved at see paa dette Rids paa den forte Table, hvor dets vigtigste Dele ere fremstillede, ville I næsten strax forstaa Apparatets Indretning. Den nederste Deel af Tegningen forestiller den øverste Ende

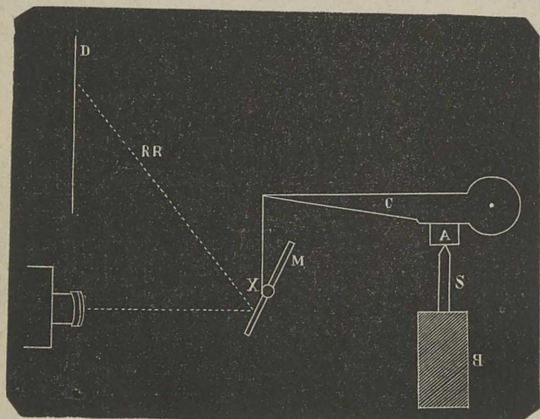


Fig. 3.

af en noget langagtig Blyblof, hvis Udvidelse man vil maale. Paa denne hviler en liden Kobberstav S, der med sin spidse Ende staar i Berørelse med en haard Steen f. Ex. en Agat A. Dersom Blystykket forlænges opad, vil det trykke Staven samme Bei, og Staven vil trykke paa Agaten. Hvordan gaar det saa? I see ovenover en Arm C, der er fæstet til Agaten og kan dreie sig om en Axe, der paa Figuren er fremstillet ved en hvid Prik. Det Tryk, som frembringes ved en liden Forlængelse af Blystykket bringer Enden af Armen

til at gennemløbe et meget større Stykke *Bei*. En meget fiin Staaltraad, hvis ene Ende er fæstet til Enden af Armen, gaar lodret ned og er med den anden Ende rullet op om en Axe X, til hvilken et lidet Speil M er fæstet. Paa dette Speil falder en Lysbundt R, der kan betragtes som en enkelt Lysstraale. Man seer paa venstre Side af Figuren Mundingen af det Apparat, hvorfra Lysstraalen gaar ud. Naar Straalen træffer Speilet, reflekteres den langs RR og falder paa en Skjærm D. Naar nu Blystykket forlænges, saa løstes Spidsen af Armen, Speilet dreier sig da om sin Axe og faar en ny Stilling; den reflekterede Straale vil dreie sig med en Hastighed, der er dobbelt saa stor som Speilets. I Stedet for en Biser har man altsaa i dette Forsøg en Lang Lysstraale. Af alle de Apparater, der ere opfundne til det omtalte Diemed, bliver saaledes vort Instrument det meest følsomme. Læg nu vel Mærke til, hvad jeg gjør. Jeg vil ikke røre ved denne tunge Blyklump, jeg vil ikke ophede den ved nogen Flamme, jeg vil kun aande paa den, og Varmen af min Aande vil udvide Metallet tilstrækkeligt, til at der paa Grund af Apparatets overordentlige Følsomhed, vil vise sig en Forslyttelse af den lysende Plet.

(Professoren aander paa Metalstykket, og den lysende Plet forflyttes et mærkeligt Stykke nedad).

Jeg vil dernæst gjøre det omvendte Forsøg, jeg

vil affkjøle Blystykket ved at faste nogle Draaber Vand derpaa. Disse ville gjøre det foldere og af, at Lysstraalen hurtig bevæger sig ned over Skjærmen ville I forstaa, at Metallet trækker sig sammen, naar det afkjøles.

Vi ville hermed standse med det, vi have at sige om Virkningerne af denne vidunderlige Varme. Og saa skulle vi komme til de Midler, som man har for at maale Varmen, til Indretningen og Brugen af Thermometre og lignende Instrumenter.

Andet Foredrag.

Forandring i Volum (fortsat). — Varmens Magt. — Hvorledes man maaler Varmen. — Thermometret. — Vandets Kogning.

Jeg vil begynde med at henlede eders Opmærksomhed paa det, som min Medhjælper vil foretage sig foran Bordet. Se, her er en Bombe med meget tykke Vægge, som min Ven, Professor Abel i Woolwich, har havt den Godhed at skaffe mig. Den er fyldt med Vand, Aabningen lukkes med en indstruet Prop, og den lægges ned i denne Bøtte, der er fyldt med en Kuldeblanding af stødt Is og Salt; jeg vil, dersom jeg kan, faa denne Bombe til at springe. Vær ikke bange, dens Explosion skal ikke gjøre nogen Skade. Naar min Medhjælper omhyggelig har bedækket Bomben med Blandingen af stødt Is og Salt, ville vi lade den i Ro i en halv Time eller tre Kvarteer, men først maa vi beskytte Bøttens Overflade ved Hjælp af et Uldtæppe mod Indflydelsen af den varme Luft i Salen. Desuden ville vi ved Siden af Bomben sætte disse to

Jernflaster og denne Blyflase, som ligeledes ere fyldte med Vand. Disse ville ogsaa paavirkes af Kuldeblandingen, og vi ville undersøge, hvad der skeer, naar Vandet, som er i disse Flaster og i Bomben, begynder at fryse. Der kræves uden Tvivl en halv Time eller mere for at frembringe en Virkning paa Bomben, fordi den indeholder temmelig meget Vand, men maaske Kulden kan virke hurtigere paa Jernflasterne, der dog ere dygtig tykke. Vi have gjort det samme Forsøg for Foredraget ude i Gaardsrummet, der behøvedes kun en halv Time for at faa Vandet fast og sprænge Bomben; de Brudstykker, som I see her paa Bordet, ere Resultatet af vore Forsøg. Se hvor tykke disse Stykker ere. Lad os haabe, at Bomben i vor Bøtte vil gjøre os den Fornøielse at springe før Foredragets Ende, men for det Tilfælde at den ikke vil, skulde disse Brudstykker være tilstrækkelige for at vise eder den Virkning, som jeg har villet frembringe. (I det Dieblif, da man mindst venter det, tilkjendegiver Andet af Bomben Forsøgets heldige Udfald, og man finder, at Flasterne ogsaa ere sprængte ved Vandets Frykning).

Vi maa et Dieblif vende tilbage til vor forrige Time. Jeg gjorde da et noget dristigt Forsøg, og jeg er vis paa, at flere af mine ældre Tilhørere have tænkt, at jeg sigtede for høit ved at søge at faa eder til at begribe altfor vanskelige Ting. Jeg vover at

tro, at de tage feil. Det er min Overbevisning, at eders unge Forstand er meget vel skicket til at fatte Virkningerne af den Kraft, som vi kalde Varme, om ikke saa fuldkommen saa dog næsten ligesaa fuldkommen, som jeg fatter det selv, og det er derfor, jeg bestræber mig, saavidt muligt, for at saa eder til at see det, som jeg selv seer, naar jeg tænker paa og taler om Varmen. Dette er Grunden til, at jeg i Begyndelsen henlede eders Opmærksomhed paa den Molekylæbevægelse, som frembringes, naar man hamrer et Stykke Bly. I huske, at jeg lagde et Stykke Bly paa en Ambolt og derefter hamrede det stærkt med en Hammer og paa denne Maade frembragte Varme. Ved at gaa ud fra Stød kom jeg til at omtale det, som vi kalde Forbrænding, og jeg har bedet eder at betragte den som noget, der fuldkommen svarer til Hammerslagene paa Blyet. Jeg har fortalt eder, at den første Aarsag til et Legemes Forbrænding var Tilstedeværelsen i vor Atmosfære af den Luftart, som kaldes Suurstof eller Livsluft. Naar visse Legemer opvarmes, kaster dette Suurstof sig paa dem med saadan Kraft, at Virkningen af Stødet er, at de brænde. Saaledes er i Virkeligheden Forbrændingens Theori. Derfom man borttager Suurstoffet fra det Rum, hvori et Legeme brænder, saa seer man, at Forbrændingen strax ophører. For at bevise eder dette, tager jeg nu et Vortlys og sætter det under denne Klokke, der kaldes Luftpumpens

Recipient; det brænder under Recipienten, næsten ligesom det brændte i Luften. Dersom jeg imidlertid lod det blive ved at brænde, vilde den Portion Surostf, som er indesluttet i Recipienten, lidt efter lidt formindskes netop ved Lysets Forbrænding, og Flammen vil slukkes, saasnart Surostoffet er udtømt. Jeg vil gjøre Udtømmelsen hurtigere ved at lade Luftpumpen virke og derved forthynde Luften omkring Bortlyset. I vilde see, at Flammen dør hen, idet den bliver svagere og svagere. (Man lader Pumpen virke). Flammen taber allerede sin Gløds; den er nu meget svag. Endnu en Bevægelse af Stempelet gjør den ganske bleg; men jeg vil bringe en Smule Surostf ind i Recipienten, og Flammen faar strax sin Gløds igjen. (Man slipper Surostf ind i Klokken). Ja se, den er endog mere lysende, end den var før. Dersom jeg atter gjør Klokken tom ved at borttage Surostoffet, vil jeg borttage de Molekyler, som nu falde som en Regn paa det brændbare Stof i Lyset; naar disse Molekyler borttages, bliver Flammen, som I see, svagere og svagere; og dersom jeg vedbliver at tømme Recipienten, vil jeg naturligvis tilsidst slukke Flammen, fordi Uarsagen til Virkningen ophører, saasnart de smaa Surostf molekyler ophøre at regne ned paa den, Flammen forsvinder altsaa da. Jeg vil paany bringe ind Luft, før end Flammen er ganske udslukket. (I dette Dieblif

ophører Lyset at brænde). Na, det er forseent, Flammen er slukket.

Men husk nu paa, at i det Dieblis, da den vilde til at slukkes, var den overmaade svag. Den mindede mig om Vorylys, som jeg har seet brænde i meget store Høider over Jordens Overflade. For nogle Aar siden havde Dr. Frankland og jeg tilbragt en heel Nat paa Toppen af Montblanc. Vi havde lagt os der, og havde brændt et vist Antal Vorylys af samme Beskaffenhed som disse, ved Tilbagekomsten lode vi atter nogle brænde i Chamounix. Luften paa Toppen af Montblanc var meget sparsom, meget lidet tæt, og det var besynderligt at see Virkningen af denne sparsomme Luft paa Flammen af Vorylysene. Den var netop som Flammen af Lyset i det tomme Rum og færdig til at slukkes. Men en besynderlig Omstændighed var der. Den Mængde Stearin (det Stof, hvoraf Lysene ere forfærdigede), der i en Time blev fortæret paa Toppen af Bjerget, var nøiagtig lig den, der fortæredes nede. Der har altsaa i Virkeligheden ikke været nogen mærkelig Forskjel, uagtet den uhyre Forskjel i Flammens Glænde.

Men vi maa komme tilbage til Forbrændingen. Jeg maa da først sige eder nogle Ord om Sammensætningen af Flammen, dette smukke og vidunderlige Væsen. Dersom I nøie undersøge Flammen af et Lys, ville I lægge Mærke til, at en vis Deel af den er

mere lysende end den øvrige; i denne Deel giver ogsaa Flammen sin største Hede. Dersom I tænde to Lys, Måge til disse, og midt igjennem Flammen af det ene betragte Flammen af det andet; ville I meget let see den ene Flamme tværs igjennem den anden i stor Afstand. Dersom derimod det Parti, hvorigjennem I betragte den, er den meest lysende Deel af Flammen, saa vil denne stærkt lysende Deel næsten ganske hindre eder i at see det andet Lys. Skinet fra det andet Lys kan altsaa ikke gaa gjennem den meest lysende Deel af det førstes Flamme. Der er altsaa paa dette Sted noget, som hindrer Skinet fra det andet Lys i at slippe igjennem. Og hvad er det for noget? Bed at søge efter det, opdage vi Sammensætningen af det henrivende Væsen, som vi kalde Flamme. Børluset, vide I, er dannet af en Bæge i Midten, den er omgivet af en fedtagtig, brændbar Materie. Vi tænde Bægen, Barmen smelter den fede Materie, og den ikke alene smelter den, men den destillerer den ogsaa eller bringer den til at gaa over i Gas- eller Dampform. Børluset frembringer altsaa virkelig selv sin Lysgas. Denne Damp stiger lodret op fra Luset, og da den er omringet af Luftens Suurstofmolekyler, angribes den øieblikkelig af disse; Suurstofmolekylerne styrte sig paa den, og det, som viser sig for vore Blikke under Form af Lys og Varme, er Følgen af dette Sammenstød.

Lad mig endnu tilføie nogle Ord. Jeg har talt om

Dampen af den fede Materie i Børløst. Denne Damp er en Kulvandstofforbindelse, fornemmelig sammensat af to særskilte Stoffer: Vandstof, en Gasart, og Kulstof, i Almindelighed et fast Stof, men i nærværende Tilfælde gaaet over i Gasform. Disse to Stoffer danne ved indbyrdes Forening Børløsts fede Materie. Læg nu vel Mærke til, hvad jeg vil sige, saa skulle I lære at kjende den indre Bygning af Børløsts Flamme. Dampen angribes altsaa af Svurstoffet, men dette holder mere af Vandstof end af Kulstof; det bemægtiger sig derfor først Vandstoffet og sætter i Frihed de smaa Molekyler af Kulstoffet i Kulvandstofforbindelsen. Disse Kulstofmolekyler ere den Sod, som I undertiden see danne sig i Flammen af et Lys, som brænder daarligt og ryger, f. Ex. af et ikke pudset Talgløst. I see der virkelig Røg. Derjom Forbrændingen var fuldkommen, vilde al denne Røg brænde, og Kulstofmolekylerne vilde blive ophedede til Hvidglødhede. I den Deel af Flammen, som har den største Lysstyrke, have I nu virkelig en Mængde af disse faste Smaadele af Kulstof, ophedede til Hvidglødhede af Flammens stærke Temperatur. Men nu er det Turen til disse Kulstofmolekyler at forbrændes, og Produkterne af Forbrændingen gaa op i Luften i Gasform. Enhver Flammes Bygning er derfor følgende: først en indre Kjerne af uforbrændt Gas eller Damp, dernæst rundt omkring denne Luftens Svurstof, der styrter ind

paa den varme Damp, idet den forbrænder dens Vandstof, gjør Kulstofpartiklerne glødende og saaledes danner et Slags lysende Hylster omkring den indre Kjerne.

Derksom Suurstoffet kaster sig over Kulstofpartiklerne og griber dem i samme Dieblik, som de paa den Maade, jeg har forklaret, blive ophedede og adskilte fra Vandstoffet, saa har man ikke længer dette klare Lys, der er eiendommeligt for en Børlygs- eller en Lysgasflamme. Her see I en Lampe, der er konstrueret af en af mine Venner, Professor Bunsen i Heidelberg. I see, at den brænder med meget svagt Lys. Grunden hertil er den, at Bunsen ved at lade Luften komme ind gennem de Abninger (x), som han har gjort rundt omkring dette midterste Rør, tvinger Suurstoffet til at blande sig med Gasen, førend denne er antændt, og at Virkningen af dette Suurstof ganske tilintetgjør Kulstofmolekylerne, som ere den vigtigste Betingelse for Flammens

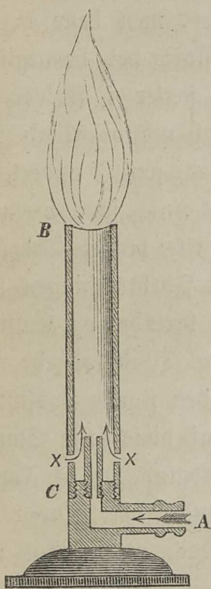


Fig. 4.

Lys. Derksom jeg spærrer for Luften ved at tillukke Abningerne x, kommer Gasen alene ud uden at blan-

des med Luft, og I see strax, at Lysets Styrke betydelig forøges. I Bøghyet blive Kulstofmolekylerne et Dieblik svævende i Flammen, de opvarmes til Hvidglødhede, førend Suurstoffet griber dem, og man har derfor her en meget større Lysmængde, end naar Suurstoffet bemægtiger sig dem i det Dieblik, da de sættes i Frihed.

Den Forbrænding, som jeg nu har viist eder, er en meget livlig Forbrænding. Der er dog ogsaa en anden Slags Forbrænding, som kaldes langsom Forbrænding. Naar f. Ex. Luftens Suurstof angriber Jern, saa frembringer den det rødbrune Jernrust, som I alle kjende; her skeer en Forbrænding af samme Natur som den, der foregaar i Lysflammen. Da man fabrikerede den første atlantiske Kabbel, indesluttede man den for at beskytte den i et Jernhylster, og man erfarede, at paa et langt Stykke af Kabbelen, var Temperaturen blevet meget forhøiet, ja saa meget, at den havde forandret det isolerende Lag af Guttaperchaen. Den eneste Aarsag til denne Temperaturforhøielse var Jernets langsomme Forbrænding, dets Rusten eller Oxydation, saaledes benævner man Suurstoffets Virkning paa Jern. Jernet havde brændt langsomt, Varmen kunde ikke adspredde sig, fordi Kabbelen var for tyk, deraf fulgte, at Temperaturen steg saa meget, at den blev skadelig. Siemens har opfundet et meget smukt Instrument, med hvilket man i Forveien kan

forvisse sig om, at Kablerne kunne modstaa den Varme, som frembringes ved Jernets Oxidation.

J vort Legeme frembringes der en Forbrænding liig den, der foregaar i et brændende Børløys. Vi tage til os Næringsmidler, disse Næringsmidler bearbejdes af Maven og gaa over i Blodet; vi indaande Suurstof, dette Suurstof kommer i Berørelse med Næringsmidlerne, som Blodet har ført med sig; Næringsmidlerne forbrænde derved langsomt og udvikle saaledes Varme. Al Varme i vort Legeme frembringes ved denne langsomme Forbrænding.

Henimod Slutningen af sidste Foredrag gjennemgik jeg Varmens Virkninger. Dens almindelige Virkning er, som jeg har sagt, Udvidelse af Legemerne. Jeg gjorde nogle Forsøg for at bevise det; jeg gjorde et saadant med et meget smukt Apparat, som Becker har konstrueret for mig, og som fordoblede tusinde Gange den frembragte Bevægelse, forat J skulde kunne see den Udvidelse, der frembragtes alene ved mit Aandedræt, naar jeg pustede paa et Stykke Bly. Jeg skal nu vise eder, hvor forbausende stærk den Kraft er, som udvider Legemerne, og omvendt den Kraft, hvormed de trække sig sammen. De Kræfter, som trække Molekylerne af et Legeme, der affjøles, nærmere til hinanden, ere virkelig overordentlig store. Jeg vil bevise dette ved et Experiment, som J ville forstaa ved at kaste et Blik paa denne Model. Gjennem et Hul i Enden af

denne Jernstang stikker jeg en Pinde; I see, at Enderne af Pinden stikke frem paa begge Sider af Jernstangen; dersom jeg trækker i Jernstangen, knækkes Pinden, I see, at den først krummer sig og derefter brækkes af. Se nu, hvad jeg skal gjøre. Jeg vil i Stedet for Pinden tage et Stykke Staal; paa Midten af det fæster jeg en rødglødende Jernstang og skruer dets to Enders fast til to Opstandere. Jernstangen er med sin anden Ende fæstet til et fast Punkt.

Jernstangen vil affjøles, og Sammentrækningen vil være stærk nok, tænker jeg, til at brække Staalstykket itu, ligesom jeg brak Træpinden af.

I see, at Indretningen af dette Jernapparat er ganske lig Modellens. Jeg vil paaafklynge Afkjølingen ved at helde lidt Vand paa Jernstangen; (efter nogle Sekunders Forløb knækker Staalstykket med et Smæld). Det er virkelig knækket af den Kraft, hvormed Molekylerne i Jernstangen nærmede sig til hinanden, da Afkjølingen standsede den Varmedbevægelse, som fjernede dem fra hinanden. Denne Kraft har altsaa som før sagt en i Sandhed forfærdelig Styrke.

Førend vi gaa over til at studere Varmens Udvikelse af de Legemer, som ikke ere faste, maa jeg først forklare for de ældre blandt mine Tilhørere, — for de yngre vil Sagen maasse være lidt for vanskelig — Betydningen af et Udtryk, der ofte bruges i Skrifter om Varmen. Lad os antage, at I have et

nerst
Pinde

Stykke Bly af 3510 Tommers Længde, og at F opvarme dette Blystykke een Grad, saa ville F finde, at dets Længde er voget fra 3510 til 3511 Tommer. Det vil sige, det har forlænget sig $\frac{1}{3510}$. Det er den Brøfdeel af sin Længde, som Blyet udvider sig, naar Temperaturen stiger een Grad. Denne Brøf er det, som man benævner Blyets Udvidelseskoefficient. For flere Legemer er denne Udvidelseskoefficient mindre, end for Blyet. For Jern er den f. Ex. ikke Halvdelen af Blyets. Denne Forskjel nøder Architekter og Ingeniører til ikke at forbinde med hinanden Metaller, hvis Udvidelseskoefficienter ere saa forskjellige, at deres ulige Udvidelse kan medføre Formforandringer, Forstyvninger, maasse endog Brud. Se her f. Ex. en Lineal, hvis ene Side er af Kobber, medens den anden er af Jern. Naar den opvarmes, saa vil den krumme eller hvælve sig, efterjom Kobberet udvider sig mere end Jernet. Dersom man altsaa i den samme Bygning forbandt Metaller med hinanden, der i meget forskjellig Grad paavirktes af Temperaturforandringer, vilde Bygningen være i Fare; Architekterne maa ikke glemme dette.

Lader os nu gaa over til at studere flydende Legemers Udvidelse ved Varmen. Af disse tre Glasfer indeholder den ene Vand, den anden Alkohol og den tredie Kviksølv, et flydende Metal. Denne Kugle, der oventil forlænger sig i et Rør, indeholder ogsaa Kviksølv. Dersom jeg tager den i Haanden, saa udvides

Kviksølvvet indeni den, og denne Udvidelse tvinger det til at stige op i Røret. Jeg vil forsøge at gjøre synlig for eder alle Kviksølvets Stigning, som frembringes ved en Temperaturforhøielse af Kuglen, og i det Vi- med vil jeg paa en Skjærm frembringe et forstørret Billede af Røret. I see her det omvendte Billede ii

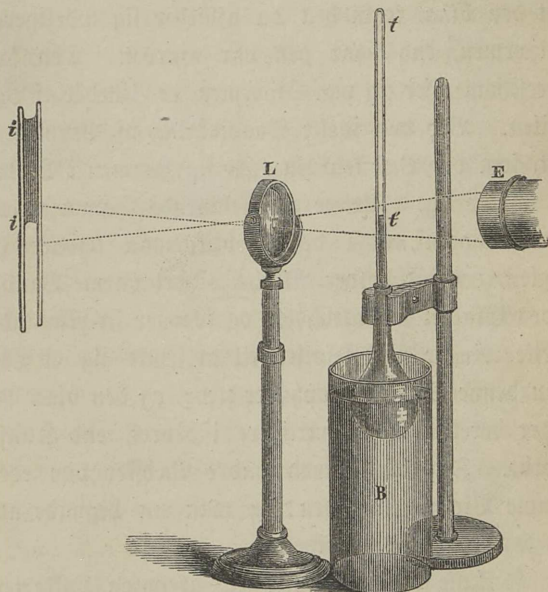


Fig. 5.

af Kviksølvsoilen tt' frembragt ved Brændglasset L, der er stillet foran Lampen E, og I ville tydelig see, haaber jeg, at Søilen ii bevæger sig nedad Skjærmen paa Grund af det flydende Metals Udvidelse, naar Kuglen

opvarmes. I Virkeligheden stiger Vædskesøilen opad, men den synes eder at gaa nedad, fordi Billedet er omvendt. Jeg dypper Kuglen i varmt Vand, og I see den omtalte Bevægelse. Jeg tager nu en Kugle, der indeholder Alkohol, en Vædste, som udvider sig meget mere end Kvikjolv. Min Medhjælper har farvet den blaa, fordi den da afbilder sig tydeligere paa Skjærmen, end naar den var ufarvet. Den farvede Deel, som viser sig paa Skjærmen, er Billedet af Vædskesøilen. Ved den første Paavirkning af Varmen synes det, som om Vædskesøilen trak sig sammen i Stedet for at udvide sig. Denne tilsyneladende Sammentrækning kommer deraf, at i det Dieblik, man dypper Glas-kuglen, der indeholder Alkohol, i det varme Vand, udvides Glasfæt før Alkoholen og forøger sit Rumindhold. Dette tvinger Vædskesøilen til at sænke sig et Dieblik, men denne Synkning ophører strax, og den blaa Vædste stiger derefter meget hurtigere i Røret, end Kvikjolvets gjorde. Jeg kunde med andre Vædster vise eder de samme Virkninger; men jeg maa nu begynde at tale om Luftarteres Udvidelse.

J skulle om et Dieblik see, at ogsaa Luftarter ere istand til at udvide sig ved Varme. Se f. Ex. en tom Ballon F (Fig. 6), til hvilken jeg sætter et Rør, som munder ud i et Kar Vand under Vandsojlen tt. Vandsojlen bæres oppe af en Kraft, som de ældre af mine Tilhørere vide er Trykket af Atmosfæren paa

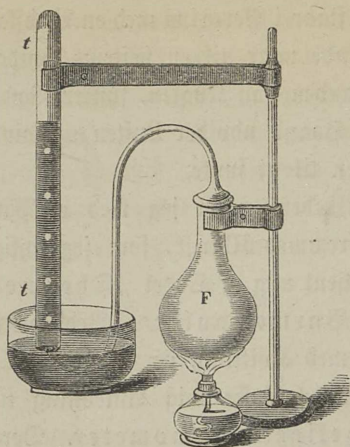


Fig. 6.

fylt med Vand. Se, hvorledes Luftboblerne stige op og trykke Vædsejolen ned. Denne Virkning har sin Grund i, at Varmen udvider den Luft, der er i Bal-

lonen. Jeg kunde vedblive paa denne Maade og næsten bringe al Luften fra Ballonen ind i Røret.

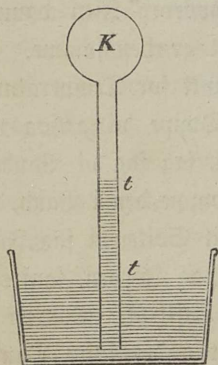


Fig. 7.

Dette Experiment bringer mig til at vise eder det Instrument, der kaldes Luftthermometer, og som er bestemt til at maale Varmen ved Hjælp af Luftens Udvidelse. Det bestaar oventil af en Kugle K (Fig. 7)

fylt med Luft. Denne staar i Berøring med en Vædsfesoile tt, hvis øverste Ende naar til en bestemt Høide. Dersom jeg lægger Haanden paa Kuglen, synker Vædsfen. Varmen fra min Haand udvider Luften og tvinger saaledes Vædsfesoilen til at synke.

Førend jeg gaar videre, maa jeg med et Par Ord forklare et noget fremmed Udtryk, som jeg nylig har brugt. Jeg har betjent mig af Ordet „Thermometer“, som betyder „Varmemaal“. Ved Hjælp af denne Kugle, fylt med Kviksølv, og af dette tilsmeltede Rør har jeg villet skaffe mig Anledning til at tale om det almindelige Thermometer. Dersom I hvorsomhelst paa Jorden tage denne Kugle med Kviksølv og dypper den i smeltende Is eller i Vand, som holder paa at fryse, saa ville I finde, at Kviksølvsøilen bliver staaende nøiagtig til samme Høide, saa at altsaa den Temperatur, hvorved Isen dannes, eller hvorved den smelter, overalt er den samme. Vi have her, saa at sige, et fast Punkt for Temperaturen eller et Prøvemaal for den. Dypp vi altsaa vor Kviksølvkugle i den smeltende Is, saa saa vi Vandets Frysepunkt. Lad os dernæst dyppe den i Vand, der koger, saa vil den Høide, hvortil Søilen i saa Fald stiger, være den samme overalt paa Jorden, saafremt Røgningen foregaar ved samme Lufttryk. Toppen af Kviksølvsøilen vil nu angive det andet faste Punkt: Vandets Kogepunkt.

Vi have tre forskjellige Slags Thermometre. Det første er Fahrenheits. For at istandbringe dette, betjente Fahrenheit sig af en Blanding af Is og Salt, som gav ham en meget større Kulde, end Is alene. Han troede, at dette var den største Kulde, som man kunde opnaa, og han valgte derfor denne Temperatur til Nulpunkt for sin Skala og regnede sine Grader fra dette Nulpunkt, som fremstillede den Temperatur, der findes i en Blanding af stødt Is og Salt. Derefter bestemte han Vandets Frysepunkt, som befandt sig 32 Grader over hans Nulpunkt. Endelig afmærkede han Vandets Kogepunkt, derefter delte han Afstanden mellem Vandets Frysepunkt og Kogepunkt i 180 ligestore Dele eller Grader. Disse 180 Dele udgjøre sammen med de 32 første 212, der er Antallet paa de Grader, som Vandets Kogepunkt ligger over Nulpunktet paa Fahrenheits Thermometer. — Det andet Thermometer, som almindelig bruges af de Lærde, jeg skulde ønske, at det blev brugt af alle, er kjendt under Navn af det hundredegradige Thermometer. Det blev opfundet af Celsius, og man kalder det derfor undertiden Celsius's Thermometer. Her er Afstanden mellem Vandets Frysepunkt og dets Kogepunkt deelt i 100 ligestore Dele eller Grader. — Det tredie Slags Thermometer er bekjendt under Navnet Reaumur's Thermometer. Dets Skala er meget vilkaarlig, imidlertid bruger man det

meget i Rusland og flere Lande. Afstanden mellem Frysepunktet og Kogepunktet er kun deelt i 80 Dele. I disse tre forskjellige Thermometre: Reaumürs, det hundredegradige og Fahrenheits, staa Gradantallene indbyrdes i Forhold til hverandre som Tallene 4, 5 og 9. Dette er tilstrækkeligt til, at I kunne forstaa Betydningen af Ordene Thermometre og Grader, hvoraf jeg i forbigaaende har betjent mig.

Jeg vilde nu gjerne vise eder varm Luft. I ville ikke see den ved at betragte den ligetil i Atmosphæren, men jeg kan vise dens Nærværelse ved et Middel, som jeg tager Tilflugt til for at gjøre den Strøm af varm Luft, der stiger op fra et stærkt ophedet Legeme, synlig for eder alle. Se paa denne stærkt ophedede Skee. Naar I see lige paa den, kunne I ikke see, at noget kommer op fra den, men min Medhjælper vil lade en Bundt elektrisk Lys falde paa den, og I maa da betragte den Skygge, som den kaster paa den hvide Skjærm. I see nu over Billedet af Skee en varm Luftstrøm, som stiger op fra dens Overflade, men som var ganske usynlig, naar man betragtede Skee paa almindelig Viis.

En anden varm Luftstrøm har jeg ogsaa at vise eder, paa samme Tid som jeg vil indvie eder i en Opfindelse af en fremragende Mand, Mongolfier. Han kom først paa den Tanke at slippe en varm Luftstrøm ind i en Ballon og tillige indrette sig saaledes,

at Ballonen blev baaret op i Luften. Fra Skorfstenen paa denne Dvn stiger der op en Strøm af varm Luft. I see paa den Virkning, der frembringes paa Skjærmen, med hvilken Kraft Strømmen stiger tilveirs. Her er nu en Ballon af Papir, jeg vil lade den varme Luftkølle komme ind i denne. Dersom jeg er heldig, vil Ballonen lidt efter lidt fyldes med meget udvidet Luft, og vi have da gjentaget Mongolfiers berømte Forsøg. I see, hvorledes Ballonens Sider blæse sig op af den varme Luft, som samler sig i dens Indre. Jeg vil slippe den og vover at forkynde, at den vil stige tilveirs. Se der gif den afsted. Den er ikke steget saa høit, som den burde, men den er gaaet høit nok til at give os en Idee om Mongolfiers Ballon.

Man finder for faste eller flydende Legemers Vedkommende, at Udvidelsen er yderst uregelmæssig, eller at Udvidelseskoefficienten er meget forskjellig for de forskjellige Legemer. Men det besynderligste er (jeg skulde ønske, at jeg kunde sige eder Grunden dertil), at Udvidelseskoefficienten paa det nærmeste er eens for alle fuldkomne Luftarter. Dersom man tager 490 Kubiktommer Luft og forhøier dens Temperatur een Grad, saa vil dette Volum blive til 491 Kubiktommer. Altsaa er $\frac{1}{490}$ Luftens Udvidelseskoefficient. Denne Koefficient er, som jeg har sagt, næsten nøiagtig den samme for alle luftformige Legemer, hvilket som helst.

Jeg maa nu henlede eders Opmærksomhed paa nogle Experimenter angaaende Varmens Virkning paa Vædske, og i denne Hensigt har jeg paa Enden af Bordet opstillet et Apparat (Fig. 8), som min Medhjælper vil sætte nærmere til eder. Jeg vil bringe Vand til at koge i denne Ballon F, og jeg vil vise eder, hvad man veed om Vanddampene. Vi udsætte

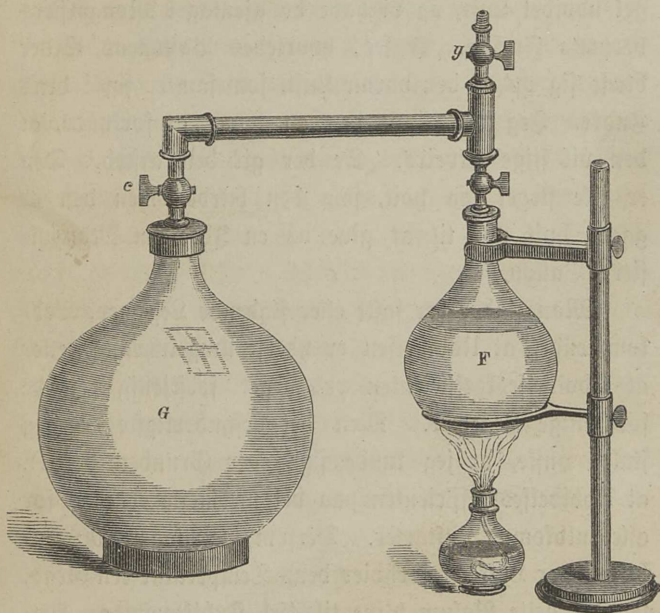


Fig. 8.

altsaa denne Ballon, hvor man har bragt ind en vis Mængde Vand, for Varmens Virkning, og efter

nogle Dieblikke ville I see, at Vandet kommer i Røg. Jeg vilde gjerne, at I skulde forstaa, hvad Røgning er. Hør nu, hvad der virkelig gaar for sig i Ballonen. Vandet opvarmes. Eftersom Varmen vinder i Styrke, bliver Vandets sittrende, skjælvende eller vibrerende Bevægelse mere og mere stærk, og nogle af dets Molekyler løsriveres fra Overfladen og kommer op i Rummet ovenover. Efter nogle Dieblikkens Forløb begynder Vandet at koge. Dampboblerne stige op, Bædskens Overflade begynder at give efter for dens Luftmolekyler. Hver Kvadrattomme af Vandets Overflade har at udholde et Tryk af omtrent 14 Pund, og det Tryk, som udøves paa hver af disse Dampbobler, er derfor flere Lod. Hvorfor briste ikke disse Bobler? Ganske simpelt fordi Spændkraften af den Damp, som de indeslutte, er nøiagtig lig Atmosfærens ydre Tryk. Bædsketinden, der trykkes udenfra indad af Luften og indenfra udad af Dampen, holder sig derfor uden at briste. Dersom man formindskede Dampens Spændkraft, vilde Boblen knuses af Lufttrykket. Kogepunktet af en Bædsket er altsaa netop den Temperatur, ved hvilken Spændkraften af denne Bædskets Damp er liig Atmosfærens Tryk. Dersom jeg nu dreier Hanen y, indeslænges i Ballonen alt det varme Vand, som den indeholder, og I see, hvor rolig den med een Gang er bleven: Dampen inde i Ballonen trykker nemlig paa Bædskens Overflade. Dersom jeg ophæver dette

Tryk, er jeg sikker paa, at Vandet paany vil begynde at koge. Hvorledes skal jeg nu bære mig ad dermed? Min første Ballon staar i Forbindelse med en stor Kugle, af hvilken man har bortskaffet Luften ved Hjælp af en Luftpumpe; i det Indre af den store Kugle G er der lufttomt Rum. Derjom jeg dreier Hanen C, der er mellem Ballonen og Kuglen, aabner jeg Vej for Dampen i Ballonen. Den vil forlade Vandets Overflade og fare ud i det tomme Rum. Læg nu Mærke til, hvad der skeer. Vædsken er befriet for det Tryk, som hvilede paa den, Vandet begynder at koge, og den lille Ballon fylder sig paany med Vanddamp paa samme Tid, som Væggene i den store Ballon bebugges af Vand eller fortættet Vanddamp. — Der gives et andet besynderligt Middel til at faa Vandet til at koge, naar Ballonen er nær ved sit Kogepunkt, det er Kulde. Vi ville hælde koldt Vand over den øvre Deel af Ballonen; derved fortætte vi Dampen, som trykker paa Vædskens Overflade, og naar vi saaledes have befriet Vandet for det Tryk, som det før var udsat for, see vi, at det koger. Her see I en tynd Glasflaske, som indeholder Vand og Vanddamp, som har udjaget den Luft, der før var i Flasken og indtaget dens Plads. Min Medhjælper har sat den foran eder, jeg tager bort Lampen, som opvarmede den, og jeg er vis paa, at jeg skal faa Vandet til at koge ved at bringe et Stykke Is i Berøring med dens Overdeel. Isen er

lagt paa, og Vandet koger virkelig, som de, der ere nær ved Flasken, kunne overbevise sig om. Hvorfor? Fordi den Damp, som trykkede paa Vandets Overflade, er fortættet, og Røgningen begynder, naar Trykket er borte. Dersom man lagde mere Sis paa Flasken, vilde Vandet koge med mere Kraft, men det ydre Lufttryk kunde knuse den, fordi det ikke længer opveies af den indre Damps Tryk, der er meget svagt. (Røgningen fandt ikke Sted, fordi der var et lidet Hul i Flasken, man begyndte Forsøget ved Begyndelsen af det tredie Foredrag, da lykkedes det).

Jeg kommer nu til Vanddampen. Paa disse Flasker see I Vandets to Bestanddele. Jeg vil nu først vise eder, at en af disse Gasarter er brændbar, den kaldes *Wandstoff*. Min Medhjælper vil bringe os *Wandstoff*, der virkelig er udtaget af Vand ved dets Decomposition, tilgiv mig dette lærde Udtryk. Her har jeg *Wandstoff*. Jeg tager den Cylinder, som indeholder det, vender Rabinningen nedad, fordi *Wandstoffet* er overmaade let og derfor vilde undvige, dersom jeg ikke holdt det omvendt. Jeg bringer Ild hen til dette *Wandstoff*, og I see, hvad der skeer. Det er en brændbar Gasart; se, hvor den brænder med Flamme ved den aabne Ende af Cylinderen. Min Medhjælper vil bringe mig en anden Gasart, nemlig den anden Bestanddeel af Vandet: vort kjære *Suurstoff* eller *Livsluften*, der med saadan Glands forbrænder de antændte Legemer, som man

stikker ned i den. I det Kar, hvori dette Stof er, vil jeg stifte ned en Pinde, hvis Spids endnu er glødende. Hvordan gaar det saa? (Det antændte Træ giver strax en glimrende Flamme). Denne Gasart er da den anden Bestanddeel, hvoraf Vandet er sammensat.

Dernæst vil jeg tage mine to Gasarter, der nu ikke ere adskilte, men blandede sammen. Her er et besynderligt Apparat (en galvanisk Svøle), som sætter mig istand til at decomponere Vandets Molekyler og at skille fra hinanden Suurstof og Vandstof, hvoraf de ere dannede. Min Medhjælper vil sætte Vandet i dette Glas i Forbindelse med Svølen, og vi ville lade den Gas, der kommer op af det decomponerede Vand, hoble op i Sæbevand, hvorved vi faa Bobler, fyldte med Suurstof og Vandstof. (Professoren tager i Huelingen af sin Haand en Deel Bobler og lader dem explodere ved at holde dem hen til et tændt Lys). Hvorledes tænke I eder, at denne Forening af Vandstof med Suurstof gaar for sig? Ganske simpelt ved at tænke eder dem styrte sig paa hinanden med voldsomme Stød og saa komme til at vibrere, det vil sige, svinge frem og tilbage, paa Grund af deres Elasticitet. Saavidt jeg kan forstaa, bliver det Lys, som ledsager Explosionen, frembragt ved Sammenstødet af Suurstof- og Vandstofpartiklerne. Den nærmeste Aarsag er den overordentlige Varme, der frembringes ved

Stødet. Denne Varme er saa stor, at de dannede Vandmolekyler i nogen Tid blive i luftformig Tilstand.

Vandet er altsaa sammensat af Vandstof og Suurstof og det paa en saadan Maade, at to Molekyler Vandstof forbinder sig med eet Molekyl Suurstof. To Molekyler Vandstof, forenede med eet Molekyl Suurstof, danne altsaa det, som man kalder et Vandmolekyl.

Det er nu nødvendigt at forklare eder Forskjellen mellem Damp og usynlig Luft. Denne Sal er fuld af usynlig Damp. For at bevise dette har jeg før Foredraget stillet hen et Kar her, der indeholder en overmaade kold Substant, en Kuldeblanding. Den Rimefrost, som bedækker Karret udenpaa, er simpelthen fremkommet ved Fortætningen af den Vanddamp, der dannes ved Forbrænding af Lysgasen og ved Andedrettet af de tilstedeværende Personer. Denne Vanddamp affjøles og fortætter sig paa den kolde Overflade af Karret og fryser derefter eller stivner til hvid Snee. Den Taage derimod, som I vovede at gaa igjennem sidste Fredag for at høre mit Foredrag, var ikke virkelig Damp; den var dannet af smaa Vanddraaber. Her see I noget lignende. Disse Skyer, som komme op af Flasken her, hvori Vand koges, er ikke Damp, men meget fiint fordeelt Vand, der dannes af Damp, som affjøles og trækker sig sammen. Dersom

jeg lader dem gaa gennem denne Flamme, forvandles de til virkelig Damp. Damp er altsaa snart en Gasart, snart en Vædske. (Man lader en Dampstraale gaa gennem Flammen, og det viser sig, at Dampen bliver ganske usynlig).

Efter nogle Dieblkke ville disse Skyer affjøles og falde ned som Vand, og hvis man affjøler dette Vand endnu mere, ville Partiklerne sætte i Virksomhed en ny Kraft, som jeg vil vise eder i Arbeide; I skulle nemlig faa see den vidunderlige Virksomhed, som frembringer KrySTALLISATIONEN. Naar man affjøler Vand tilstrækkeligt, gaar det, som hvert Barn veed, over til Is. Isen er en af de forunderligste Ting, som findes paa Jorden, og i et andet Foredrag vil jeg undersøge med eder et Stykke Is og vise eder, hvor forunderlig den er. Det Phænomen, som jeg nu vil fremkalde, svarer til det, som finder Sted paa Vinduesrunderne i vore Værelser, naar de affjøles stærkt i Vinternætterne og bedækkes med Tegninger, der ligne den smukkeste Plantevæxt i Verden. Jeg tager denne Glasplade, jeg hælder paa den en Opløsning af almindeligt Salt, og jeg lader det være i Ro; Vandet vil da fordampe, medens Saltet vil blive tilbage krySTALLISERET paa Glassets Overflade. I kunne meget let gjøre det samme Forsøg hjemme ved at hælde en Smule Sukkeropløsning paa et Glas og lægge det rolig hen i vandret Stilling, Vandet vil fordampe, og Sukkeret

vil krystallisere. For at Forsøget skal blive smukkere, vil jeg tage min Tilflugt til et andet Stof. Først maa dog Glaspladen gøres fuldkommen reen, dette opnaar jeg ved at vadske den med Vand, hvori er opløst Soda eller Potaske. Derefter bedækker jeg den med en Opløsning, hverken af Sukker eller af Salt, men af et Stof, som giver endnu smukkere Krystaller end disse to Stoffer. Jeg tager altsaa denne Vædske, en Opløsning af et eget Slags Salt, og jeg hælder den paa Glaspladen. Jeg vil lade Vandet, som indeholder Saltet opløst, fordampe for eder, og I skulle see, hvor hurtigt og hvor regelmæssigt Saltet krystalliseres. (Man frembringer paa Skærmen et Billede af den vædede Glasplade. Efter nogle Sekunders Forløb begynde Krystallerne at vise sig og strække sig lidt efter lidt ud over hele Pladens Overflade). Se med hvilken Pragt Krystallerne dannes! se hvor den ene slutter sig til den anden for at frembringe for eders Dine denne smukke Plantevæxt! Dette Salt er Ferrochankalium. Lad os tage en anden Glasplade og bedække den paa samme Maade med en Opløsning af Salmiak. Vi ville ophede Pladen, for at det Hele skal gaa raskere. (Billedet af denne Plade bliver ogsaa frembragt paa Skærmen, og man faar et Resultat som i foregaaende Forsøg). Med hvilken Ynde farer ikke disse Krystaller afsted! Man kunde sammenligne det med Landsespidsjer, der bevæges med stor Hurtighed.

Dette er et Forsøg, som man kan gjentage hundrede Gange, og som dog altid er lige overraskende. Men hvor vidunderligt! hvert enkelt Slags Salt antager sine eiendommelige Figurer.

Endnu et Ord. Jeg maa fortælle eder, at visse Legemer, skjønt forholdsvis faa, forøge sit Volum, idet de gaa over fra den flydende til den faste Tilstand og danne disse smukke Krystaller. Vand er et af disse Legemer, og dette er Grunden til, at Isen flyder paa Vandet. Naar Vandet fryser, udvider det sig med en overordentlig Kraft. Bomben, som jeg anbragte foran eder, blev sprængt, som I saa, af Vandets Udvidelseskraft i Frysningsoieblikket.

Tredie Foredrag.

Wind og Blæst. — Is, Sne og Isbræer. — De varme Kilber paa Island.

I forrige Time viste jeg eder de Forandringer, som foregaa i Vand, naar det lidt efter lidt affjøles; I saa ogsaa den Mærkelighed, at i det Dieblik, Vand naar sit Frysepunkt og forvandles til Is, udvider det sig, og den Kraft, hvormed dette skeer, er istand til endog at sprænge en Bombe. Endnu et Dieblik maa jeg bede om eders Opmærksomhed paa denne Deel af vort Emne. Lad os tage Vand afalmindelig Temperatur og lade det blive koldere og koldere. Ligesom de fleste andre Legemer trækker det sig sammen ved Affjølingen og antager derved mindre og mindre Rum; men idet det nærmer sig til Frysepunktet, naar det et Punkt, hvor det holder op at trække sig sammen. Dersom det f. Ex. er begyndt at affjøles ved 15—16° Celsius, trækker det sig sammen, indtil det naar en Temperatur af 4°, og dersom Affjølingen endnu vedbliver, seer man, at det, i Stedet for at trække sig

sammen, udvider sig uafbrudt, lige til det forvandler sig til Is. Hvad er nu Følgen af denne Udvidelse? Efter som Temperaturen synker under 4° , bliver Vandet lettere, det flyder op som Olie til Overfladen af det Vand, hvis Temperatur er 4° , og der foregaar Frysningen. Men i dette Dieblif, altsaa naar det gaar over fra den flydende til den faste Tilstand, skeer der pludselig en saa anseelig Udvidelse, at 8 Rumfang Vand veie næsten det samme som 9 Rumfang Is. Derfor seer man, at Isstykkerne flyde paa Overfladen af Floderne og af Havet.

Nu maa I følge med i Undersøgelsen af nogle Ting, som staa i Forbindelse med dette mærkelige Emne: Varmen. I vide, at paa visse Steder af Jordens Overflade er Varmen meget stærkere end her i England. I vide ogsaa, at dette komner deraf, at Solen i disse Egne stiger lige til Zenith, og at dens Straaler derved, at de falde lodret, have lettere for at opvarme Overfladen af Jordbunden eller af Havet. Under Ækvator eller i Egnene deromkring falde Solstraalerne ret ned paa Beboernes Hoveder. Lad os under disse Omstændigheder tænke os, at Solen udgyder sin Varme over Havet tværs igjennem Atmosphæren. Vandets Overflade ophedes stærkt, Vanddamp dannes, og denne Damp stiger med Luften op i de høiere Dele af Atmosphæren. Naar Jordoverfladen saaledes ophedes ved Ækvator, bliver Luften lettere

og stiger tilveirs paa samme Maade, som i forrige Time Luften her i Salen steg tilveirs fra en stærkt opvarmet Skee. Efterat Luften ved Ækvator er steget op i Atmosphæren, deler den sig i to Strømme, hvoraf den ene stryger mod Nordpolen, den anden mod Sydpolen, medens de undre Luftlag strømme i modsatte Retninger for at erstatte den Luft, som gaar bort mod Nord eller mod Syd. Dersom Luften var synlig vilde man see disse Strømme gaa i hver sin Retning, den ene ovenover den anden. Der foregaar saaledes stadigt et Kredsløb i Luften, og de Vinde, som frembringes derved, have faaet et særskilt Navn, man kalder dem Passater. Den øvre Strømning kaldes den øvre, den undre kaldes den nedre Passat. Men dette er ikke alt. Som jeg har sagt eder, virke Solstraaerne paa Vandet i Havet og forvandler det til Damp, og denne Damp blander sig med Luften. Hvad maa Følgen blive deraf? To Ting, som jeg skal vise eder, hjælpe os til at besvare dette Spørgsmaal.

For det første er der den Omstændighed, at, dersom man pludselig sammentrykker Luften, uddikler man Varme. Jeg vil udføre dette ved en Slags Pumpe, som kaldes Luftfyrtoji, Kompressionsfyrtoji. Det er et lidet Glasrør, lige rummeligt overalt. Det er forshyuet med et Stempel, som gaar lufttæt i Røret. Naar man trykker paa dette Stempel, saa sammentrykkes altsaa Luften under det. Her er desuden et

Stykke Knust; det vil jeg anbringe i en liden Fordybning, der er gjort i den nederste Ende af Stempelet. Det vil uden Tvivl blive bragt til at gløde ved den pludselige Sammentrykning af Luften i Bunden af Røret. (Dette skeer virkelig). Hvad have vi gjort i dette Forsøg? Vi have kun simpelthen sat Luftmolekylerne i denne livlig vibrerende Bevægelse, som man kalder Varme.

For det andet, dersom vi tage et Kar, fyldt med Luft af en vis Temperatur, og vi, i Stedet for at sammentrykke Luften, udvider den, saa frembringer denne Udvidelse Kulde. Mærk eder denne Virkning af Luftens Udvidelse. Her er et Kar, hvori jeg har for-tættet Luft, idet jeg ved Hjælp af en Trykpumpe har bragt Luft ind og sammentrykket den, saa at Karret altsaa kommer til at indeholde meget mere Luft, end det gjorde i sin naturlige Tilstand. Ved blot at dreie paa en Hane slipper jeg ud denne sammentrykte Luft. Idet den gaar ud af Karret, udvider den sig og strømmer mod et Luftthermometer; dette angiver en pludselig Afkjøling, som mine unge Venner maaske ville bemærke for mig. Dersom der foregaar Afkjøling, vil Søilen i Thermometeret kjendelig stige. Jeg dreier paa Hanen, Luften gaar ud, Søilen i Thermometeret er alt steget, og denne Stigning beviser, at Luften i Karret affjøles, idet den udvider sig. En stor Mand, en berømt Mand, som har efterladt sig ærefulde Min-

der indenfor disse Mure, Sir Humphry Davy, har beskrevet en Maskine, som han saa i Schemnitz i Ungarn, indrettet efter samme Princip, men meget kraftigere. En Luftstrøm, der strømmer ud af en stor Beholder, hvori Luft er bleven stærkt sammentrykt, undergik ved Udvidelsen en saadan Afkjøling, at Atmosfærens Vanddamp frøs og faldt ned som Sne. Ved alt det, som nu kommer, maa I altjaa huske paa, at naar Luften sammentrykkes, udvikles der Varme, saaledes som jeg nu har forklaret, og naar Luften udvider sig, frembringes der Kulde. Min Medhjælper holder Alting færdigt til et lidet Forsøg, men da jeg frygter for, at det ikke vil blive synligt for eder alle, vil jeg først fortælle eder, hvori det bestaar. Denne store Glasbeholder indeholder Luft, og I see i dens Indre en liden elastisk Ballon, der selv er fyldt med Luft. Luften i Ballonen besidder en vis Mængde Varme, paa Grund af hvilken den har Kraft til at trykke indenfra udad og udspænde Ballonens Vægge. Dersom vi ved en Sugepumpe bringe Luften bort af Beholderen omkring Ballonen, saa borttage vi det ydre Tryk, som holdt Ligevægt med det indre Tryk i Ballonen eller med Spændkraften af den Luft, som er i den. Ballonen vil da blæse sig op, vi skulle see, at den næsten kommer til at optage hele det indre Rum i Beholderen. (Forsøget begynder). I see, at Ballonen bliver større og større; men paa samme Tid affjøles den indre

Luft paa Grund af dens Udvidelse. Ved at dreie paa en Hane vil jeg nu slippe den ydre Luft ind i Beholderen. Ballonen vil da faa sin oprindelige Størrelse igjen. Se, hvorledes den formindskes ved Trykket af Luften, som kommer ind igjen, indtil den netop har faaet det Volum, som den havde fra først af. Min Medhjælper vil tage Ballonen ud, for at jeg kan vise eder, hvad der finder Sted i Beholderen, naar Luften, som den indeholder, udsuges af Pumpen. Jeg skal nu ligefrem vise eder de Virkninger af Afkjøling, der frembringes i Naturen ved Luftens Udvidelse. Men først et Ord om, hvad der skeer, naar en Deel Luft stiger tilveirs, f. Ex. fra Havets Overflade til en vis Høide i Atmosphæren. For at have noget bestemt at fæste Tanken til, vil jeg antage en Høide af 10,000 Fod som for en af de høieste Overgange over Alperne. Lad os tænke paa en af disse Overgange. Denne Luft kommer da op i et Luftstrøg, hvor den ikke er udsat for saa stærkt Tryk, som lavere nede; den er nemlig bleven befriet for Bægten af den Deel af Atmosphæren, som den er kommen ovenover, følgelig udvider den sig, og dens Udvidelse ledsages af en Synkning af Temperaturen. Denne Luft er altsaa bleven afkjølet, og dersom den indeholdt saamegen Fugtighed, som den kunde indeholde, vil den ved at hæves til en Høide af 10,000 Fod afkjøles omtrent 22° Celsius.

Men nu erindre I, at for at holde Dampen i

dette Bærelse i sin usynlige Tilstand behøvedes der en vis Temperatur. Dersom I i dette Dieblik pludselig kunde frembringe i denne Sal en Temperatur som ved Polen, hvad ville I da faa at see? I vilde see Luften i Salen fortætte sig og danne Taage, og I vilde see, at denne Taage affjølede sig og dannede Snee; saadant feer man daglig i Rusland og andre Steder. Dersom altsaa Luften i denne Sal pludselig affjøledes, saa vilde I faa see den Vanddamp, som den indeholder, falde ned i Form af Snee. Dette finder undertiden endog Sted i London i Balsale; naar man aabner Vinduerne mellem Dandsene, bevirker den øieblikkelige Affjøling af Luften en saa stærk Fortætning af Vanddampene, at Luften bliver uklar. Lad os da tænke os, at Luft, belæsset med usynlig Damp, hæver sig op fra Havets Overflade og kommer op til en af disse Pæser i Alperne. Dersom Luftens Temperatur ved denne Stigning er sunket til 0° , kan den ikke mere holde paa sin Damp; Dampen vil falde ned som Snee, og Sneen vil lægge sig paa Fjeldtoppene.

Nu skulle I see det Experiment, som skal vise eder, hvorledes der dannes Skyer ved Vanddampens Fortætning. Se paa Glasloffken paa vor Luftpumpe, Fig. 9, den indeholder Luft, mættet med usynlig Vanddamp. Et Bælte af Gasflammer er sat bag Kloffken, og jeg vil lade en Bundt Lysstraaler gaa gjennem den og falde paa Skjærmen. I Førstningen mærke I ikke noget,

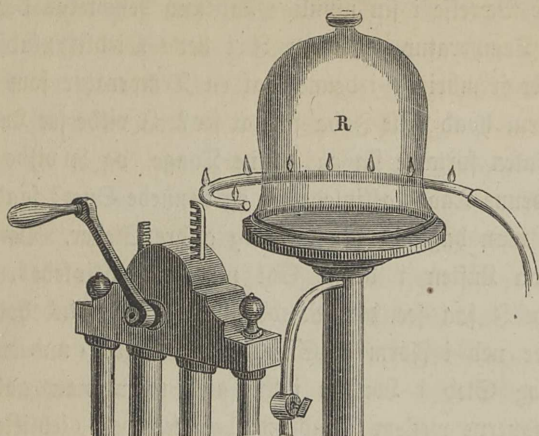


Fig. 9.

som tilkjendegiver, at der i Klokken findes nogen Ting. Men vi ville lade Luftpumpen virke for at borttage en Deel af Luften i Klokken og faa den Luft, som bliver tilbage, til at udvide sig; Temperaturen af denne Luft vil synke, og I ville see, at Dampen bliver synlig som en Taage inde i Klokken. Endnu see I ingenting, men læg Mærke til, naar vi begynde at frembringe lufttomt Rum. (Maskinen sættes i Virksomhed, en Fortætning af Damp giver sig strax tilkjende).

En Sky har dannet sig i Klokken, naar man har fortyndet Luften, men saasnart som man slipper Luften ind, forsvinder Skyen, uagtet den indeholder den samme Mængde Vanddamp. Man pumper paany; I see ved Lyset fra Lampen, at Skyen danner sig igjen og bliver

synlig. Det er en virkelig Sky, som har dannet sig, som I see, af de Bestanddele, der findes i Luften i Bærelset, og det er netop paa samme Maade, at Skyerne danne sig i Atmosfæren ved Udvidelsen og den deraf følgende Afkjøling af Luft, der stiger op fra Havets Overflade.

Disse Skyer kunne falde ned som Regn, men de kunne ogsaa falde ned som Sne. Sneen er for eder alle en saa bekendt Ting, at det uden Tvivl kunde synes eder unyttigt, at jeg opholder mig ved den. Imidlertid er Sneen en af de smukkeste og vidunderligste Ting i Verden, og naar den dannes i en rolig Luft, som jeg har seet saa ofte og med saa stor Fornøielse paa Alperne, antager den disse elegante Former, som vi have forsøgt at fremstille i Fig. 10 n. S.

Man sees der ligesom smaa Stjerner med sex Straaler. Det er Formen af den Sne, som stadig opdynges paa Alperne Aar efter Aar. Naar vi med et opmærksomt Blik gjennemløbe disse kjæmpemæssige Bjerge og de Dale, som ligge imellem dem, blive vi slagne af de prægtige Udsigter, som de byde os.

En opmærksom Undersøgelse af den Sne, som ligger paa Bjergenes Skraaninger, viser os, at den er i Bevægelse, og at den uophørlig gaar nedover mod Dalene og nærer Isbræerne. Naar man standser for første Gang foran en af disse Isbræer, indbilder man sig, at den er ganske ubevægelig, og at der ikke kan foregaa Sted-

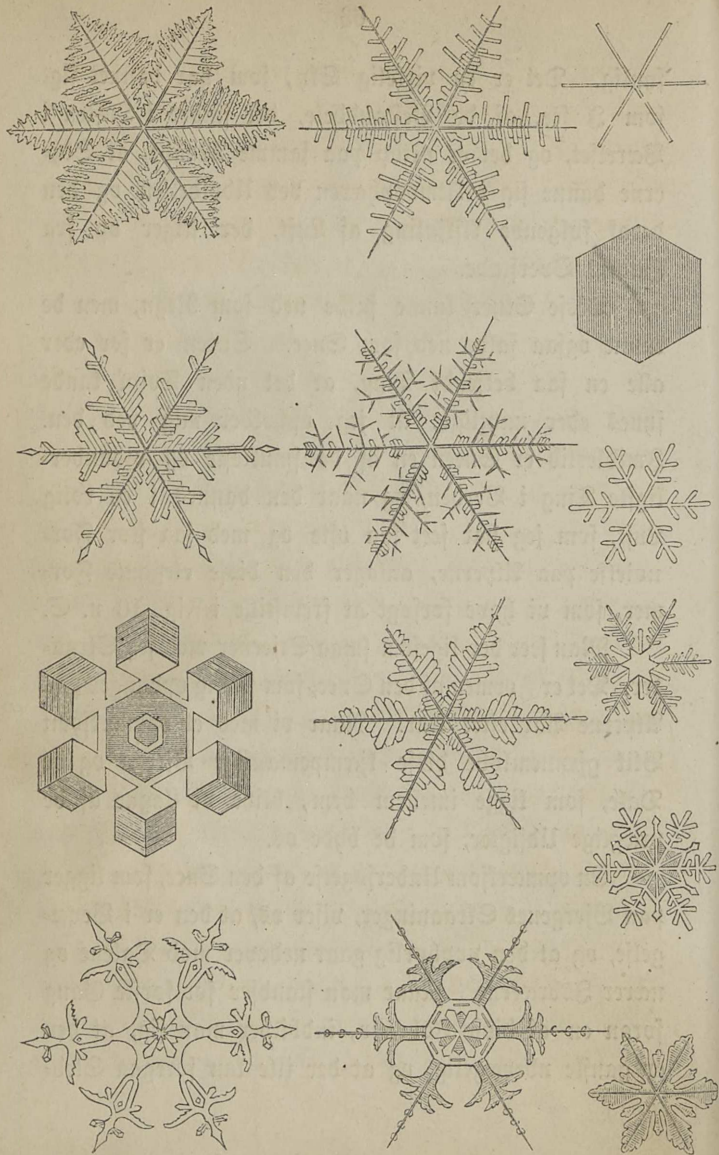


Fig. 10.

forandring i et Legeme saa stivt som Isen. Imidlertid bevise opmærksomme Jagttagelser, at den uafbrudt bevæger sig, og at den er Oprindelsen til Alpernes Gletschere. Uden Tvivl vil enhver af mine unge Tilhørere selv en Gang komme til at besøge disse berømte Gletschere, navnlig den, som kaldes Fjishavet, tæt ved Chamounix, og hvorover I her see et Kart. Den store Amme til dette Fjishav er Snebræerne paa Montblanc og de andre Bjerge, der ere skitserede paa Kartet. Se her er et stort Fald, hvor Sneen, efter at have sammendynget sig og sammentrykket sig saa, at den danner Fjiz, virkelig falder som flere Vandfald langs ned gennem Dalen. I dette andet Bassin er ogsaa den ophobede, sammentrykkede og til Fjiz forvandlede Sne i stadig Bevægelse.

Betragt nu de Linier, som jeg har truffet paa Kartet. De Bjerge, som begrænde Bræerne, sende dem stadig Stene og Grus, og I see overalt, at Striber af Steenstykker betegne Kanterne af Bræerne. I see ogsaa, at hvor to Fjizbræer krumme sig for at forene sig til en eneste, der danner deres Forening en fremstaaende Streg, der ligesom er Midtlinien af en fælles Stamme. Disse forskellige Linier kaldes Moræner, Side-Moræner eller Hoved-Moræner, eftersom de ligge paa Kanterne eller i Midten af Bræen. Alle disse Slags Moræner vise sig ved „Fjishavet“. Naar man undersøger det opmærksomt, finder man, at Isen uagtet sin

store Stivhed glider nedad som en Strøm. Dette besynderlige Phænomen er blevet studeret af store Mænd: først, men meget overfladisk af Sausure, derefter af Bordier, som bemærkede, at Ijen forholdt sig som en klæbrig Materie. Han var den første, der fremsatte Theorien om Ijens Klæbrighed. Efter Bordier fulgte Mgr. Rendu, Biskop i Chambery, som ogsaa fremsatte den Tanke, at Ijen havde Egenskaber som klæbrige Stoffer f. Ex. Honning, Sirup, Tjære eller Deig. Derefter kom Agassiz og en anden, som maalte Hastigheden af Ijens Fald; Forbes, en berømt skotsk Lærd, hvis Jagttagelser og nøiagtige Maalinger have givet Spørgsmaalet et mægtigt Stød fremad; endelig Hr. Huxley og jeg selv. Bore fælles Undersøgelser over denne Gjenstand have bragt flere nyttige Resultater, og jeg har været saa heldig selv at fuldstændiggjøre dem ved nye Studier. Saaledes svulme videnskabelige Kjendsgjerninger op stadig rullende og vokende som en Sneebold. Paa den Maade er det, at Videnskaben mere og mere vokser.

Jeg skal nu vise eder, at Iis i Virkeligheden har adskilligt tilfælles med seige Stoffer som Sirup, Honning, Tjære, Lava, Deig o. fl. Jeg har bedet min Medhjælper at bringe mig et Stykke Iis, og jeg haaber at kunne vise eder ved Forsøg lige for eders Dine, at vi kunne behandle Iis næsten som et Stykke Deig og give den, hvad Form vi ville. Vi tage altsaa vort

Fisstykke og lægge det paa Bordet bedækket af et Stykke
 Uldtøi. Se, hvorledes det hænger fast i Uldtøiet,
 som synes fastfrosset til det! I skulle see, hvorledes en
 tilsyneladende liden Omstændighed giver os Forklaring
 paa et storartet Phænomen, der er iagttaget paa Fis-
 bræerne. Denne Forklaring er udgaaet fra en ganske
 liden Ting, der for første Gang blev iagttaget af en
 af de største physiske Experimentatorer, som Verden har
 frembragt, en Mand, som jeg næsten synes endnu er
 levende blandt os, saa fulde af Erindringer om ham
 ere disse Steder, en Mand, som selv talte her til
 Børn som eder og havde al Ungdommens Følsomhed,
 Iver og Livlighed. Det, at kunne forklare de meest
 overordentlige Phænomener ved Fisbræerne, og at jeg
 er istand til at vise eder, hvorledes et saa stibt og saa
 skjort Legeme som Isen kan strømme næsten som Lava,
 skylde vi, siger jeg, en tilsyneladende ringe Opdagelse
 af denne store Mand. Lad os nu først see, hvor skjør
 Isen er. Jeg tager et spidst Instrument, en Syl, og
 støder den i Isen, og I see, at den springer i smaa
 Stykker, som om den var af Glas. Lad os dernæst
 nøie lægge Mærke til, hvad der gaar for sig ved Fis-
 bræerne. Nøiagtige Maalinger, som ere gjorte paa
 „Fisshavet,“ have aabenbaret mig en forbausende
 Omstændighed. Her paa Tabellen see I denne første
 Bræ, mærkelig ved sin Hvidhed, her see I en anden
 og her en tredie. Jeg har maalt deres Størrelser.

Bredden af den første er 3215 Fod, af den anden 2337 Fod og af den tredie 1807 Fod. Tilfammen er altsaa den samlede Bredde af de tre Underafdelinger af Fiskhavet 7359 Fod. Men se nu nøiere efter, saa ville I see, at den samlede Bredde af disse tre Strømme, efterat de have forenet sig for at danne en eneste Stamme, er indsnævret til et Rum, som ikke er mere end 2530 Fod i Bredde, neppe en Trediedeel af den samlede Bredde af de tre særskilte Fiskbræer. En af de vidunderligste Egenskaber ved denne Fis er altsaa, at den saaledes kan indsnævres i et smalt Leie.

Derfom man tager et Antal Stofke, stiller dem i en fuldkommen lige Linie tværs over Bræen og lader dem staa der en Dags Tid, saa vil man den følgende Dag finde, at de ikke længer staa i en lige Linie. Ved en af de Jagttagelser, som jeg gjorde paa disse Steder, havde jeg plantet sexten Stofke paa Bræen. Den Stok, som stod nærmest en af Bredderne af Bræen, flyttede sig nedad $6\frac{1}{2}$ Tomme om Dagen, den anden $7\frac{1}{2}$, den tredie 12, den fjerde 14, den femte 18, den sjette $18\frac{1}{2}$ Tomme. Paa dette Sted begyndte Bevægelsens Hurtighed at formindskes; i Nærheden af den anden Bred af Bræen blev den 14 Tommer. Disse Tal vise det Samme, som finder Sted paa Floder: i Midten bevæger Strømmen sig hurtigere, end ved Bredderne. Paa samme Maade bevæger Isen sig, som James Forbes har iagttaget, hurtigere paa Over-

fladen end paa Bunden, hvor Bevægelsen hindres ved den Gnidning, som Berørelsen med Jordbunden nedenunder frembringer. Da jeg i 1857 besøgte „Sishavet“, traf jeg paa et „Sisfald“, hvis Strømhastighed jeg kunde maale i Overfladen og i Bunden. Overst bevægede det sig $5\frac{1}{2}$ Tomme, i Midten 4 Tommer, men i Bunden kun 2 Tommer om Dagen. Dette beviser jo, at Bræens Overflade gik rasere end Underfladen. Men der er endnu noget, som er vigtigt. Naar en Flod strømmer gennem en lige Dal, finder den hurtigste Bevægelse Sted midt i Strømmen, men dersom den strømmer i et buget Leie, Fig. 11, vil

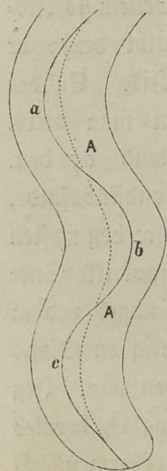


Fig. 11.

altid den største Hastighed være der, hvor Strømmen danner en Bugt. Det samme er Tilfældet med Sisbræen. Fig. 11 forestiller Flodsjengen af „Sishavet“ efter de Maalinger, som jeg har gjort der. I A, A ligge de Punkter, hvor Strømningen er hurtigst, paa Bræens Midtlinie, i a og c ligge derimod Punkterne for den største Hastighed til Venstre og i b til Høire for Bræens Midtlinie. I Figuren forestiller den prikkede Linie Bræens Midtlinie, den optrukne Linie Punkterne for den største Hastighed.

Men hvorledes kan det gaa til, at en Sisbræ kan strømme som en Flod? Det skulle vi

strax see. Jeg skjærer denne Isblok i to Stykker, I see, at den smelter i den Atmosphære, som er her i Salen, og er ikke kold nok til, at den igjen kan fryse eller stivne. Smidlertid, høist forunderligt! — og det var denne Opdagelse, som Faraday gjorde —, dersom vi lægge paa hinanden disse to Isstykker, hvis Overflade virkelig er smeltet, ville de fryse sammen og hænge fast i hinanden. Skjønt Isens Temperatur er 0° , uden noget Overflud af Kulde, saa bliver det tynde Fugtighedslag, som bedækkede dem, forvandlet til Is i samme Dieblit, som Stykkerne nærmes til hinanden. En af Følgerne af denne besynderlige Sammenfrysning eller „Sammenflæbning“ ved Berøring mellem to Isstykker („regelation“, som man har kaldt den), er Muligheden af at forvandle Sneen til Is. Enhver af eder veed, i hvilken Tilstand Sneen maa være, naar man skal kunne gjøre en Sneebold af den. Den maa være „kram“, og dersom I ere ondskabsfulde, kunne I ved at trykke den tilstrækkeligt gjøre den næsten saa haard som en Steen. Jeg har rigtignok ikke Sneen her, men jeg vil forsøge at frembringe noget ved at skrabe Overfladen af Isen. Her er virkelig en Slags Sneen og et Stykke Uldtøi til at lægge den paa. Jeg vil fylde en passende Form, Fig. 12, C og D, dermed og trykke den sammen i Huulningen af Formen. I Mangel af virkelig Sneen kan jeg ogsaa skaffe mig noget ved at knuse noget Is; jeg vil gjøre dette i Morteren

her. Jeg har nu Lyft til at gjøre en Sneebold, og jeg er istand til det ved Hjælp af den Cyne, som de smaa Ispartikler, som sagt, have til at fryse sammen. Jeg vil ikke med Haanden kunne trykke Sneen tilstrækkelig sammen i Formen. Derfor sætter

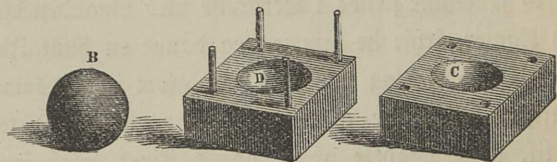


Fig. 12.

jeg Formen under den hydrauliske Presse, det er Navnet paa den Maskine, som I see her. Med den er jeg sikker paa et heldigt Udfald. (Man skrider til Udførelsen, Formen tages ud af Pressen og indeholder en fast Isbold). Vi have nu her en Sneebold B, som I aldrig have seet Mage til. Den skyldes den Omstændighed, at de smaa Ispartikler fryse sammen, naar de bringes i Berøring med hverandre. Det er slet ikke nogen almindelig Sneebold, ingen af eder vilde have Lyft til at faa den i Ansigtet. Det er en fast Iskugle, som er dannet af de smaa Ispartikler, der ere frosne sammen paa Grund af den vidunderlige Sammenklæbning, og det er paa Grund af samme Eiendommelighed, at Iskumper, uagtet de ere slaaede i tusind Smaastykker, fryse sammen paa Vandets Overflade. Brister, Rifter eller Sprækker i Gletscherne

forsvinde ofte, fordi deres Bægge forene sig paa Grund af denne af Faraday opdagede Sammenklæbning.

Men jeg skal vise eder andre Forsøg af samme Slags. Ved at sammentrykke affkrabet Iis i passende Former kan man danne Ringe, halvfugleformede Kopper; naar to saadanne sættes i Berørelse med hinanden med deres Kanter, fryse de sammen og danne en huul Iisfugle. Disse Forsøg, som jeg har gjort i det Smaa, ere tilstrækkelige for at vise eder, hvorledes det kan gaa til, at Smaadele af et yderst skjørt Stof fryse sammen overalt, hvor de berøre hinanden, naar dette Stof besidder Evne til Sammenklæbning. Det opfører sig da, som I see, som om det slet ikke var skjørt, men dannede en blød Deig. Vi kunne paa denne Maade gjøre Statuetter eller give Iis alle de Former, som vi ønske. Jeg kunde lade eder af Iiskopper drikke det kjøligste Vand. Det gjør mig ondt, at jeg ikke kan byde enhver af eder en saa henrivende Champagne! (Latter). Jeg har mere end een Gang af Iis fabrikeret Champagneglas, Bourgogneglas, Bordeauxglas og alt Slags Huusgeraad. Paa denne Maade kunne vi med Smaaforsøg forklare de vidunderlige Phænomener paa Alpernes Gletschere og komme til at forstaa dem. Nu see vi ikke mere nogen Vanskelighed deri, at et saa skjørt Stof som Iis paa en Maade kan forholde sig som et klæbrigt Legeme.

Men lad os nu forlade Spørgsmaalet om Ijen og dens Egenfaber, hvor interessant det end er.

Her see I foran eder i Virksomhed et Apparat, Fig. 13, n. S., som er bestemt til at forklare eder den Maade, hvorpaa Islands Geyserne eller varme Kilder virke. I en anden Sal i denne Bygning kunne I see et meget smukt Malerie af disse samme varme Kilder, som er foræret os af Sir Henry Holland, der besøgte dem i 1810 med Sir George Mackensie. Om nogle Dieblikke vil Røret slynge i Luften en Vandspøile; men jeg troer ikke, jeg i denne Time kan forklare eder fuldstændig Mekanismen i denne besynderlige Virksomhed. Vi skulle komme tilbage dertil. Da Sir Henry Holland og Sir Georges Mackensie besøgte den store Geyser, antog Sir Mackensie, at der under Geyseren var en stor Vandbeholder, at denne Beholder tildeels var fyldt med Vand, og at Geyseren selv kun var et Rør. Han antog, at Vandet i Beholderen blev opvarmet af en underjordisk Ild, og at den udviklede Damp tvang Vandet til at stige i Røret. Dette er den Theori, som Sir Georges Mackensie fremsatte, men Tilværelsen af en saadan Hule er slet ikke nødvendig. Kilden har selv dannet sit eget Rør, og Røret er tilstrækkeligt for at frembringe disse vidunderlige Udbrud, som slaar alle dem med Forbauselse, der ere Vidner dertil. Geyserens Rør er fremstillet i lodret

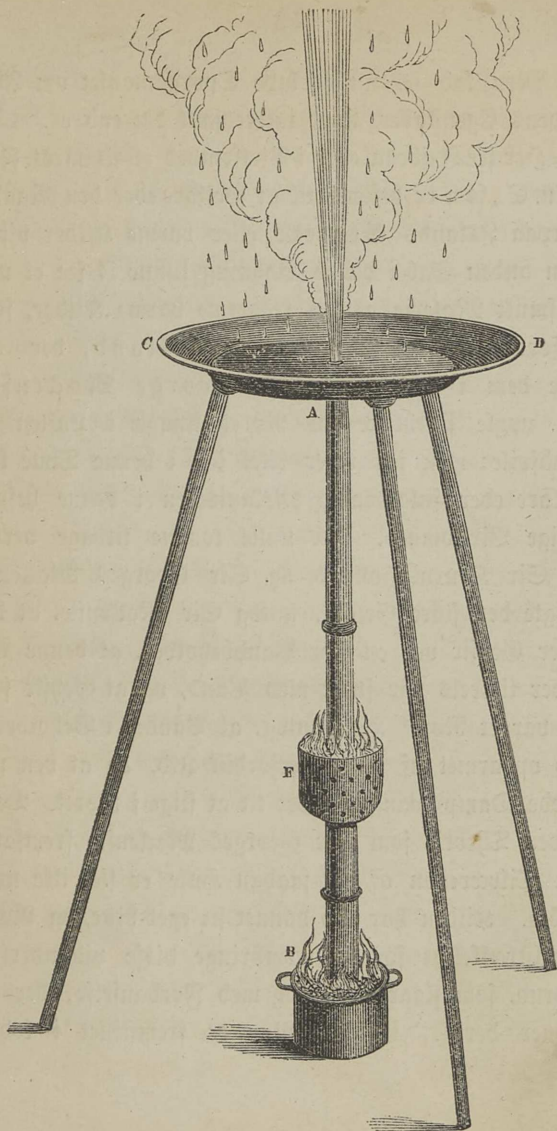


Fig. 13.

Snit paa Fig. 15, S. 77. Det er 80 Fod dybt, og Beflødningen af dets indre Flade ligner ganske en Hule af Gibs eller Stuk. Dventil munder det ud i et aflangt Bækken, hvis to Ivermaal er 56 og 62 Fod. (Man sætter Apparatet i Virksomhed; en tyk Straale af kogende Vand slynges i Veiret. Se Fig. 13). Men jeg skal vise eder et andet Slags Udbrud, idet jeg vil efterligne for eders Dine Virkningerne af en anden Kilde ved Navn Stokkur, fremstillet i Gjennemsnit Fig. 14. Dette er ogsaa en berømt Kilde, som har faaet Plads paa Sir Henry Hollands Maleri ved Siden af den store Geysir. I næste Foredrag skal jeg

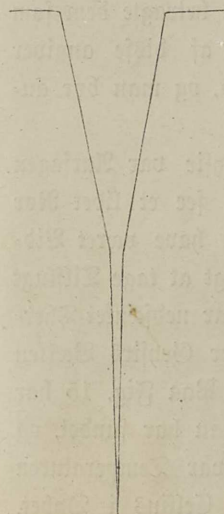


Fig. 14.

fortælle eder, hvorfor Apparatet, hvormed vi efterligne Geysir, er forsynet med to Ildsteder. De Indfødte paa Island pleie at tilstoppe Mundingen af Stokkur med Jordklumper. Jeg vil gjøre det samme og tilstoppe Abningen af det keglesformede Rør med en Kork. Om nogle Minutter vil Korken blive slynget i Luften, og jeg vil ikke blive overrasket ved at see Vandet kastes lige op til Loftet. Det sidste Forsøg, der, saavidt jeg veed, blev foretaget med Stokkur, gjordes af Commandant Forbes. Han lagde et Faarelaar

i en Serviette og betjente sig deraf for at tilstoppe Røret. Faarelaaret blev kastet op i Luften ganske gjennemfugt.

Flere Rejsende have efter Diemaal angivet den Høide, som Udbruddene naa paa Island. Hr. Holland forsikrer, at han har seet et Udbrud hæve sig over 100 Fod; det er ogsaa meget nær den samme Høide, som er angivet af Sir Georges Mackenzie. Njere Sagttagelser gjøre denne Høide meget større. To Danske, Aufsaen og Paulson, forsikre, at de have seet Geyfir slynge Vandet 380 Fod høit, hvilket ingen har seet før dem. Bunsen fra Heidelberg har gjort to Maalinger med Theodolith, og vi kunne betragte dem som fuldkommen nøiagtige. Den ene af disse angiver Udbruddet til en Høide af 160 Fod, og man bør antage dette som afgjørende.

Jeg har sagt, at Røret i Geyfir var Marsagen til Udbruddet, og naar vi virkelig see et lidet Rør frembringe saadanne Udbrud, som I have været Vidner til her, er det slet ikke nødvendigt at tage Tilflugt til en underjordisk Hule. Bunsen har nedsænket Thermometre til forskjellige Dybder under Geyfirs Bækken for at maale Vandets Temperatur. Paa Fig. 15 har jeg anført de Temperaturer, som han har fundet, og som tiltager med Dybden. Overst var Temperaturen $85,5^{\circ}$, og den steg lige til $126,5^{\circ}$ Celsius i Dybet. Men hvorfor koger da ikke Vandet i Geyfir, naar

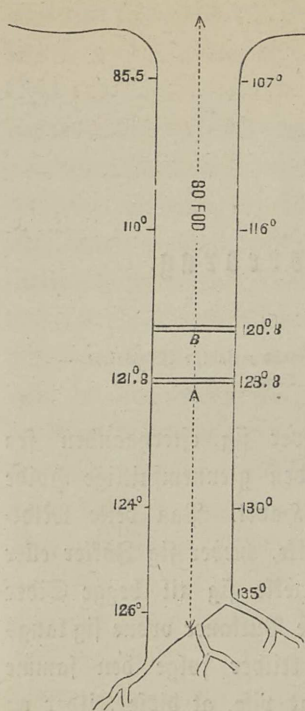


Fig. 15.

Temperaturen er over 100° ? Naar I tænke derover, kunne I svare mig, at det er, fordi Vandet i dette Dyb har at udholde ikke alene Luftens Tryk, men ogsaa Trykket af den Vandmasse, som er over det i Køret. Dette større Tryk gjør, at Vandet ikke kan koge ved den Temperatur, som Bunsen har iagttaget. I den Dybde, hvori Vandet i Geysir naaede $120,5^{\circ}$, skulde Ko-gepunktet ligge ved 136° . Vandet naaede

ikke paa noget Sted i Køret den Temperatur, som det maatte have, naar det skulde koge under det Tryk, det var udsat for. (I dette Dieblif springer Korken af Aabningen til Stoffurapparatet og en stor Masse kogende Vand kastes lige op i Taget af Salen).

I næste Time skal jeg tage fat paa Forklaringen af Geysirs Mechanisme.

Fjerde Foredrag.

Islands Geysere (fortsat). — Varmens mekaniske Ækvivalent. —
Forbrug af Varme.

Islands Jordbund hæver sig efterhaanden fra Kysten mod Midten, hvor den gennemsnitlige Høide er omtrent 2000 Fod over Havet. Paa dette Midtplateau, som paa et Fodstykke, hæver sig Søtler eller iisbedækkede Bjerge, som strække sig til begge Sider mod Nordost. De virksomme Vulkaner ordne sig langs denne Rjede, og de varme Kilder følge den samme Hovedretning, hvilket synes at vise, at disse Kilder og Vulkaner have en fælles Oprindelse. Fra de Kegler og Kratere, der støde til disse Bjerge, strømmer der ud uhyre Mængder af Damp, som man med Mellemrum hører hvisle og bruse, og naar Dampene strømme ud af Åbningen af en Hule, faar Gjenlyden i Hulen Lyden ofte Lighed med Torden. Lavere nede paa mere porøs Jordbund findes der ryggede Dvindvulkaner. En leeragtig Deig af en blaa-sort Farve er stadig i

Røg og hæver sig fra Tid til anden i store Bobler, som briste og slynge sit klæbrige Skum til en Høide af 15—20 Fod. Iisbræerne udgaa fra Bakkernes Fod, ovenover strække sig Sneemarker, som krone deres Toppe.

Fra Hvælvinger og Revner i Bræerne rinder der ud store Vandmasser, som ofte falde som Vandfald over Iisvæggene og udbrede sig som Vandstrømme af flere Tusinde Fods Længde, førend de finde et endeligt Udløb. Der dannes derved uhyre Moræser, der ved sin fortvivlende Censformighed forøge Tristheden af det allerede før saa sørgmodige Landskab, der udbreder sig for den Reisendes Dine. Optaget af Kløfter og Revner i Jorden kommer dette Vand til de hede Klipper i det Indre af Jordbunden, møde der vulkanske Luftarter, som gjennemkrydse disse underjordiske Egne, og forene sig med dem for ved første gunstige Leilighed at undvige sammen med dem som Straaler af Damp eller kogende Vand.

Den store Geyfir er et Rør af 10 Fods Gjennemsnit og 80 Fods Dybde. Dventil udvider det sig til et Bækken, som maaler 50 Fod fra Nord mod Syd og 56 Fod fra Ost mod Vest. Det Indre af Røret og af Bækkenet er bedækket af et meget jevnt Risellag, saa haardt, at det kan modstaa Hammerflag. Det første Spørgsmaal, som fremstiller sig, er dette: „Hvorledes har dette vidunderlige Rør dannet sig? Hvorledes har denne mærkelige Stuk affat sig paa

dets Bægge?" Et Blik paa Sammensætningen af Vandet i Geysir vil maaske give os Svar paa dette Spørgsmaal. Man finder i 1000 Dele af dette Vand følgende Stoffer:

Kisel	0,5097
Soda	0,1939
Kulsuur Ammoniak	0,0083
Svovlsuur Natron	0,1070
Svovlsuur Kali	0,0475
Svovlsuur Magnesia	0,0042
Chlornatrium	0,2521
Svovlnatrium	0,0088
Kulsyre	0,0557

Beflædningen af Røret er Kisel, der tydelig er kommet med Vandet; man kunde altsaa ledes til at antage, at Vandet har affat Kisel paa Bæggene af Røret og af Bækkenet. Men Vandet danner ikke Bundfald, selv ikke, om man afsjøler det lige til Frysepunktet. Opbevaret i en Flaske holder det sig i aareviis klart som Kryстал, og uden at der dannes det mindste Grums. En Prøve, som blev bragt fra Island og analyseret her, befandt sig ganske uden Bundfald. Skulde man paa denne Maade bevare Spørgsmaalet, saa maatte man desuden antage, at Kilderøret har dannet sig ved en fremmed Indvirkning, og at Vandet simpelthen har beflædt Bæggene med Kisel. (Her er udstillet en Tegning af Geysir, tilhørende Sir Henry Holland, som

har været Dienvidne til disse vidunderlige Phænomener). Man kan antage, at Tegningen er nøiagtig, da den er gjort efter en Skitse, tagen paa Stedet. Man seer her, at Geyfirs Bækken befinder sig paa Toppen af en Kegle, som er omtrent 37 Fod hoi, og det er ved den blotte Betragtning af Omgivelserne tydeligt, at Keglen er dannet af Geyfir. Kilden har altsaa ved at danne Keglen ogsaa dannet det Rør, som den gaar igjennem, altsaa: Geyfir er Bygmester for sit eget Rør. Derjom vi bringe en vis Mængde Vand fra Geyfir i en Af dampningskkaal, saa vil Bædsfen intet affætte i Midten af Skaalen, men paa Kanterne, hvor Tiltrækningen af Skaalens Bæg virker, og Bædsfen hurtig fordamper, finde vi et Bundfald af Kisel. En Ring af Kisel danner sig rundt Kanten, og Fordampningen af Vandet maa vare længe, før man mærker et svagt Bundfald i Midten af Skaalen. Dette Experiment er en mikroskopisk Fremstilling, om jeg saa maa kalde det, af Naturens Virksomhed paa Island. Tænk eder en simpel, varm, kiselholdig Kilde, hvis Vand, Draabe for Draabe, rinder ud paa en svag Skraaning. Det derved udbredte Vand fordamper hurtigt, og Kiselen udfældes. Dette Bundfald forhøier lidt efter lidt Kanten, hvorover Vandet rinder, og nøder endelig Vandet til at tage et andet Løb. Det samme finder Sted her: Jordbunden hæves lidt efter lidt, som nylig er sagt, Kilden maa uophørlig dreie sig og

ftige, idet den affætter sit Rifel og gjør den Brønd, hvori den befinder sig, dybere og dybere, indtil endelig den simple Kilde i Tidernes Løb har dannet det vidunderlige Apparat, der faa længe har forbauset de Reifende og sat de Lærdes Skarpsindighed i Forlegenhed.

Før et Udbrud fyldes Røret og Bækkenet med varmt Vand, Smeld høres af og til, og hvert af dem er ledsaget af en heftig Bevægelse i Bækkenet. Vandet hæves i Røret, idet det danner en liden Forhøining midt i Bækkenet, deraf følger en Oversfyldning, faa Vandet rinder over. Smeldene have naturligvis fin Marsagderi, at der dannes Damp i de Kanaler, som nære Kilderøret. Denne Damp, som blander sig med det koldere Vand i Røret, fortættes pludselig og frembringer Explosionerne. I Mellemtiden mellem to Udbrud stiger Vandets Temperatur lidt efter lidt i Røret, men selv ikke lige før Udbruddet naaer Vandet sit Kogepunkt i nogen Deel af Røret. Hvorledes kan der da skee et Udbrud?

Det har lykkes Bunsen at bestemme Vandets Temperatur nogle Minutter før et Udbrud, og hans Sagttagelser give den sande Nøgel til Gaaden. Lidt nedenfor Midten af Røret fandt han, at Vandet var to Grader under sit Kogepunkt, det vil sige to Grader under det Punkt, hvor Vandet koger under almindeligt Lufttryk, forøget med Trykket af den ovenover

værende Vandsoile. Den virkelige Temperatur i 30 Fods Høide over Geyfirs Bund var 122° Celcius, Kogepunktet under dette Tryk er 124° . Jeg sagde nylig, at Smeldene og Stigningen af Vandsoilen i Geyfir blev frembragt ved Damp, som kommer fra underjordiske Kanaler. Disse Smeld og Søilens Stigning, der ledsager dem, ere som før sagt hørte og iagttagne i forskjellige Mellemrum før et Udbrud. Lad os antage, at en Vandmasse 30 Fod over Bunden bliver hævet 6 Fod ved Udstrømning af en vis Masse Damp nedefra. Vandet udbreder sig da i Bækkenet, det strømmer over Kanterne, den hævede Vandmasse frembringer derved en Formindskelse i Tryk af 6 Fod Vand; Kogepunktet for dette formindskede Tryk er 121° ; den virkelige Temperatur er 122° og er altsaa een Grad over Kogepunktet. Dette Overskud af Varme tjener øieblikkelig til at frembringe Damp, Søilen hæves paany, Vandet nedenunder befries for en Deel af dens Tryk, og der dannes mere Damp. Lige fra Midten af Køret og til Bunden kommer nu Vædsken pludselig i Kog, Vandet, som er ovenover, kastes tilveirs med en uhyre Hastighed, og vi have et Udbrud af Geyfir i al dets Storhed. Ved sin Berørelse med Luften afsjøles Vandet, det falder tilbage i Bækkenet, fylder deelviis Køret, i hvilket det efterhaanden stiger og fylder tilsidst Bækkenet som før. Man hører Smeldene af og til, man iagttager Kogningen, men det er kun,

naar Køret naaer en Temperatur, der er saa nær Kogepunktet, at den virkelig kan hæve en Vandsoile, det er kun da, at vi atter faa et virkeligt Udbrud.

I det regelmæssig dannede Rør opnaar Vandet paa intet Sted sit Kogepunkt. Det er altsaa i de Kanaler, som nære Køret, at den Damp maa danne sig, der frembringer Smeldene og Vandsoilens Stigning. Kanalerne ere i Virkeligheden intet andet end den uregelmæssige Fortsættelse af Soilen selv. Køret er følgelig den eneste og tilstrækkelige Marsag til Udbruddene. Dette er bevist ved Forsøg under Foredraget. Et galvaniseret Jernrør, 6 Fod langt, bærer oventil et Bæcken. I den nedre Ende har man anbragt et Jldsted og nærved Midten et andet for at efterligne Sideopvarmningen af Geysirrøret. Der er hele Timen skeet Udbrud med 5—6 Minutters Mellemrum; Vandet er slynget i Luften, er faldet tilbage i Bækkenet, har fyldt Køret, er blevet opvarmet paany, er atter slynget tilveirs og saa fremdeles.

Der behøves et Dieblis's Estertanke for at forstaa, at der maa være en Grændse for Geysirs Virksomhed. Naar Køret har naaet en saa stor Længde, at Vandet nederst i Dybet ikke kan naa sit Kogepunkt paa Grund af Trykkets Forøgelse, saa maa Udbruddene nødvendigvis ophøre. Kilden vedbliver ikke destomindre at affætte Risel og danner en Laug eller Brønd. Nogle af disse Lauger paa Island ere 30—35 Fod dybe.

Deres Skjønhed er ubeskrivelig: en let Damp bølger paa Overfladen, Vandet er af den renefte azurblaa Farve og farver med deilige Schatteringer de fantastiske Zirater paa Brøndens Bægge, medens man i Bunden ofte bemærker Mundingen af en forhen mægtig Geyfir. Man finder i Overflod paa Island Spor af Geyjernes Virksomhed, forhen storartede, men nu udsulte. Man seer Høie med Brønde, fyldte med Gruus, fordi Vandet med Magt har banet sig en Udvei og er rindet bort nedenunder for paa et andet Sted at frembringe Skuepladsen for sin Virksomhed. Geyfir viser sig, kort sagt, for os i alle Trin af sin Tilværelse, i sin Ungdom, i sin Manddomsalder, i sin Alderdom og i sin Død. I Ungdommen en simpel varm Kilde; i Manddomsalderen en springende Søile; i Alderdommen en rolig Laug. Dens Død er endelig ligesom opskrevet af de forfaldne Brønde og Høien, som vidne om dens fordums Virksomhed.

Næst den store Geyfir er Stoffur den mest berømte vulkanske Kilde paa Island. Dybden af dens Rør er 40 Fod. Det er ikke cylindrisk som Geyfirs, men danner en Tragt. I Abningen er det 8 Fod i Gjennemsnit, men bliver efterhaanden smalere, og ved Midten er det ikke mere end 12 Tommer. Derfor man tilstopper Røret ved at kaste Stene og Løvderi, tvinger man det til at frembringe Udbrud, som naaer til større Høider end den store Geyfirs. I Timen

har jeg givet en Forestilling om denne Slags Virksomhed ved i forrige Forsøg at lukke det galvaniserede Jernrør med en Kork. Nogle Minutter efter blev Korken slynget i Veiret, og der dannede sig pludselig Damp, som hævede Vandet til en anseelig Høide, og dette beviste, at Røret alene er tilstrækkeligt til at frembringe Phænomenet.

I de Foredrag, som jeg har holdt, har jeg meget beundret mine unge Tilhøreres Opmærksomhed og Taalmodighed. I ere af meget forskjellig Alder, men uagtet jeg har været nødt til at tale om Ting, som visse ikke kunne forstaaes af de yngre, og at minde om elementære Gjenstande, som de ældre kjende meget godt, saa have de yngre viist sig meget taalmodige, naar jeg har talt for de ældre, og de ældre meget foie- lige, naar jeg har henvendt mig til deres yngre Kammerater. Jeg beder derfor begge Parter at modtage min oprigtige Tak. I dag vil jeg tale til alle og begynde med de ældste, thi jeg maa forklare et Par abstrakte Udtryk, der bruges meget, naar der er Tale om Varme.

2 # — Derjom man løfter et Kilogram ($\frac{1}{2}$ Pfd.) af et hvilket som helst Stof til en Høide af 425 Meter (1318 Fod) over Jordens Overflade og lader det falde ned fra denne Høide, vil man altid finde den samme Mængde Varme frembragt, og denne Mængde Varme vil ganske nøiagtig være den, som er nødvendig og tilstrækkelig — jeg siger ganske nøiagtig, hverken mere

eller mindre — for at opvarme et Kilogram Vand een Grad paa Celsius's Thermometer. Ved hensigtsmæssige Midler kunne vi ogsaa gaa frem den omvendte Veie: ved Hjælp af Varme løfte vi Vægten af et Kilogram, vi løfte den til en Høide af 425 Meter; for at dette kan skee, maa man drage det bort fra Jordens Virkning, som tiltrækker det, det vil sige, for at hæve Vægten til denne Høide, maa man fortære, virkelig tilintetgjøre, ødelægge en Mængde Varme liig den, som hævede Temperaturen af et Kilogram Vand een Grad. Altsaa: den Mængde Varme, som forbruges til at løfte en Vægt til 425 Meters Høide er netop lig den Mængde Varme, som udvikles, naar den samme Vægt falder fra en Høide af 425 Meter. Den Kraft, som udkræves for at løfte et Kilogram af et Legeme een Meter over Jorden, er taget til Maal for Kræfter og er bleven kaldt Kilogrammeter. For at løfte Vægten af et Kilogram op til 425 Meter behøves der 425 flige Eenheder eller 425 Kilogrammeter. Denne Kraft: 425 flige Kilogrammeter, som vilde forhøje Temperaturen af et Kilogram Vand een Grad, har man benævnt Varmens mekaniske Ækvivalent.

For at løfte en Vægt maa man overvinde Jordens Tiltrækning, og for at overvinde denne Tiltrækning fortæres altsaa Varme, dersom Varme er den Kraft, som løfter Vægten. Atter maa jeg bede eder at

forestille eder Molekylerne i faste Legemer, f. Ex. i dette, som jeg holder i Haanden. Det er en almindelig Regel, naar man meddeler et Legeme Varme, at Molekylerne tvinges til at fjerne sig fra hverandre. I vide, med hvilken Styrke og med hvilken uhyre Kraft disse samme Molekyler maa tiltrække hverandre, thi jeg har vist eder, at dersom man affjoler en Jernstang, saa er Styrken af den Sammentrækning, som bringer Molekylerne til hinanden, det vil sige den gjensidige Tiltrækning mellem Jernmolekylerne, i Stand til at knække en Staalstang, og I have seet denne Staalstang falde itubrudt paa Bordet. Se, vi finde altsaa i Tiltrækningen mellem Legemets Molekyler en Virksomhed, der i det Væsentlige er den samme som den, der frembringes, naar man løfter en Vægt fra Jorden. Vi kunne give denne Virksomhed eller dette Arbeide, som udrettes i et Legemes Indre, et Navn. Lad os kalde det molekyllært Arbeide, dersom I ville, eller, om I heller ville: Arbeide, gjort med Molekylerne. Dette Arbeide fortærer Varme; overalt, hvor det frembringes, bliver Varme forbrugt.

Det, som jeg nu maa indprente fast i eders Grindring, det er, at den forbrugte Mængde Varme er meget forskjellig i forskjellige Legemer; det vil sige: for at opvarme et Legeme een Grad, behøve visse Legemer mere Varme end andre. For at hæve Temperaturen af et Kilogram Kvik-

sølv een Grad, maa man meddele det en vis Mængde
 Varme. Der behøves tredive Gange saa meget
 Varme for at opvarme et Kilogram Vand een Grad.
 Vand trænger tredive Gange saa meget Varme som
 Kviksølv, ene og alene, fordi det Arbeide, som skal ud-
 føres, er betydeligere for Vand end for Kviksølv. Hvad
 følger nu af, at dette molekylære Arbeide er forskjelligt
 i de forskjellige Legemer? Siden der behøves tredive
 Gange saameget Varme for at opvarme et Kilogram
 Vand een Grad, saa kunde man fristes til at slutte, at
 Vand har Evne til at rumme tredive Gange saa meget
 Varme som Kviksølv. Man troede virkelig forhen, at
 Varme var en Ting, som man dnygede sammen, og
 den relative Varme, som man maatte meddele et Legeme
 for at forhøje dets Temperatur een Grad, benævnte
 man Varmerumfang. I denne Forstand blev et-
 hvert Legeme en Varmebeholder, der var istand til at
 optage og skjule i sit Indre en vis Mængde Varme,
 som Forsøg viste var meget forskjellig for de forskjellige
 Legemer. Man maalte denne Mængde latent (skjulte)
 Varme, — dette Navn har man givet den, fordi den ikke
 kan mærkes med Thermometret, — ved den Mængde Is
 eller Bø, som den kunde smelte, naar den affjøledes.

Her see I et Kar, som indeholder kogende Olie,
 hvori man har lagt Kugler af forskjellige Metaller.
 De ere i dette Dieblik aldeles lige varme, og dog skulle
 I see, at disse Metallkugler have i meget ulige Grad

Gvne til at smelte et og samme Legeme. Vi ville lægge dem paa denne Borplade D, Fig. 16, og vi ville iagt-

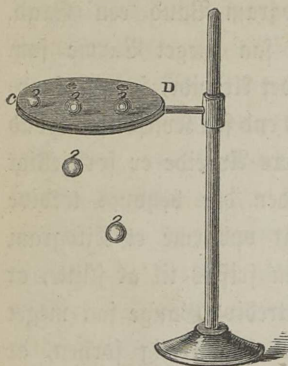


Fig. 16.

tage Virkningerne af enhver. Nogle ville gaa tværs gjennem Pladen, andre ville ikke gaa igjennem den. Kobberfuglen vil smelte og gaa gjennem Boret, førend alle de andre. Zinkfuglen vil kun tildeels gaa igjennem det. Bismuthfuglen vil visseelig ikke gaa igjennem, uagtet den er ligesaa varm som Kobberet. Blyfuglen er ikke

istand til at smelte Boret i hele dets Tykkelse, medens Zerkfuglen gaar gjennem det. Zinkfuglen endelig har netop det, som behøves for at gaa igjennem, den vil gjøre det, men jeg kan i Forveien sige, at Bly, Tin og Bismuth ikke ville gaa igjennem. (Forsøget skeer).

Virkelig have Kuglerne af Kobber, Zerk og Zink gjort sig en Bei tværsigjennem Borpladen ved at smelte den, og den ene efter den anden er faldet paa Gulvet. De tre andre Kugler ere ikke gaaede igjennem Boret. Dette Forsøg viser tydelig og simpelt, at disse Metaller indeholde meget forskjellige Mængder Varme, uagtet de alle vise den samme Thermometergrad.

Vi skulle dernæst undersøge den Varme, som forbruges til det molekylære Arbeide. Ved nogle Forsøg

vil jeg forsøge at tydeliggjøre Forbruget af Varme i det Arbeide, som tvinger Legemets Smaadele til at fjerne sig fra hverandre eller forandre sin gjensidige Stilling. Et af de mærkeligste Exempler paa Forbrug af Varme er det, som finder Sted, naar man lader et Stof gaa over fra den faste til den flydende Tilstand. Se her er et smukt Instrument, den thermoelektriske Søile, AB, Fig. 17, paa hvilken jeg allerede har hen-

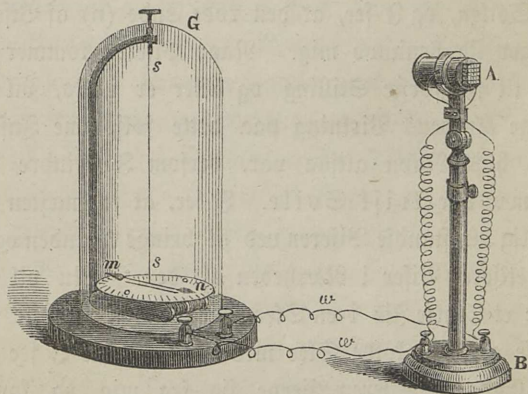


Fig. 17.

vendt eders Opmærksomhed. Den er et Slags Thermometer, og jeg skal vise eder, hvorledes man kan betjene sig af den for at faa at vide, om man har at gjøre med Varme eller Kulde, om der er en Stigning eller Synkning af Temperaturen. Jeg kan ikke indlade mig paa fuldstændig at forklare dens forskjellige Dele, men dersom I betragte Viseren m n paa Gal-

vanometret G, med hvilket Apparatet staar i Forbindelse ved Hjælp af Traadene ww, skulde I see, hvor følsomt dette Apparat er. Det er ubestridelig det følsomste af alle Thermometre. Jeg vil vende Forsiden A af Instrumentet mod mig, derefter vil jeg aande paa den eller bede en af mine unge Tilhørere at gjøre det. Varmen af Mandedrættet vil strax give sig tilkjende ved en Bevægelse af den magnetiske Viser. Nu aander jeg paa Søilen, og I see, at den røde Ende (n) af Viseren bevæger sig henimod mig. Naar Viseren kommer tilbage til sin første Stilling og atter er i Ro, vil jeg forsøge Kuldens Virkning paa dette følsomme Instrument, hvis Navn altsaa var, dersom I erindre det: thermo=elektrisk Søile. I see, at jeg næsten øieblikkelig kan standse Viseren ved at bringe en anden ogsaa magnetiseret Viser i Nærheden af den. Nu vil jeg lægge et Stykke Is i en Skee, og ved den mindste Bevægelse af den kolde Skee med Søilen ville I see den røde Ende af Viseren fjerne sig fra mig og komme nærmere til eder. Vi have altsaa i dette Instrument et Middel til at erkjende, om det Indtryk, som den har modtaget, er Varme eller Kulde. Jeg bringer nu Viseren i Ro og fortsætter mine Forsøg. Her er en liden, flad Skaal, B, Fig. 18, n. S., som jeg stiller horizontalt paa Forsiden af Søilen, som jeg har lagt overende. I lægge Mærke til, at uagtet denne Skaal har staaet i Ro paa Bordet, er den en Smule op-

varmet og bringer den røde Ende af Viseren til at bevæge sig henimod mig.

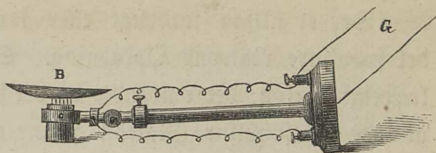


Fig. 18.

Men i det Dieblit, jeg holder en Smule koldt Vand i Staaen, see I strax, at den røde Ende af Viseren bevæger sig mod eder. Jeg vil dernæst opvarme dette Vand ved at dyppe min Finger deri, og efter nogle Dieblikke skulle I see, at Viseren under Indvirkningen af den Varne, som min Haand meddeeler Vandet, kommer henimod mig, passerer Ligevægtsstillingen eller Nulpunktet. (Efter et Ophold). Se, Viseren kommer nu henimod mig, dette beviser, at Vandet er blevet opvarmet af min Finger. Jeg kunde dernæst tage Sukker, Salt eller endnu bedre Salpeter; jeg vil bringe en Smule af dette pulveriserede Salpeter i Vandet; det vil opløses, Oplosningen vil forbruge Varne, Vandet vil affjøles, Viseren vil bevæge sig henimod eder, og dette beviser jo, at en Affjøling er frembragt ved Smeltningen. For at gjøre dette Forsøg har jeg valgt et særegent Stof ved Navn svovlsuurt Natron. I see, at min Finger har meddelt Vandet megen Varne, og at Viseren har bevæget sig mod mig langt forbi Nul. Jeg kaster nu pulveriseret, svovlsuurt Natron i Vandet, og I see, at Vandet diebliffelig affjøles, idet det opløser dette Salt.

Der er altsaa forbrugt eller fortæret Varme ved det svovlsure Natrons Oplosning. Se endnu et meget lærerigt Forsøg, det omvendte af det foregaaende. Ved at lade det svovlsure Natron stivne eller vende tilbage til den faste Tilstand, skulle vi faa det til at give tilbage den Varme, som det har forbrugt, da det smeltede. I denne Kolbe, B, Fig. 19, er der bragt en Oplosning

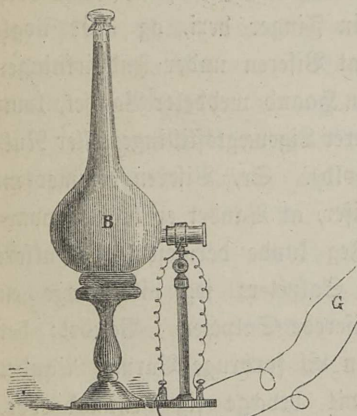


Fig. 19.

af svovlsuurt Natron; den er mættet, det vil sige, Vandet har opløst alt det Salt, som det er istand til at opløse. Denne Oplosning er bleven tillavet med den største Omhu sidste Nat, og den er bleven omhyggelig beskyttet mod alt, som kunde bevæge den. Vi ville først vende Søilens For side mod Kolben og dernæst lade Oplosningen stivne. Jeg kan virkelig faa det svovlsure Natron til at krystallisere ved Hjælp af det, som jeg nylig opløste i Skaalen. Naar denne Krystallisation begynder, vil Bædsken i Kolben blive mere og mere uklar, og naar Krystallerne danne sig ved det Sted, hvor Kolben berører Søilen, vil den Varme frigjøres, som Saltet optog, da det blev

opløst; Kolben vil opvarmes, og I ville see, at den røde Ende af Viseren kommer henimod mig. Jeg aabner Flaskens Hals, jeg lader en Kryстал af svovlsuurt Natron falde deri. (Det skeer, og Indholdet i Kolben bliver uklart og begynder at stivne ovenfra nedad). KrySTALLISATIONEN foregaar; naar nu de Molekyler, som ere lige ved Søilen, stivne, vil den Varme, som udvikles og gaar over paa Søilen gennem Bæggen, bestemme Dreiningen eller Deplacementet, som det kaldes, af den røde Ende af Viseren, der vil bevæge sig henimod mig. (Efter et Ophold). — Det, som jeg har forkyndt, er skeet. Se, nu have vi faaet igjen den Varme, som blev forbrugt af det svovlsure Natron dengang, da det smeltede; Viserens Forslyttelse tilkjendegiver en Udvikling af Varme.

Ved at følge samme Fremgangsmaade skal jeg vise eder, at naar et Legeme fordamper, saa bliver der absorberet eller forbrugt en stor Mængde Varme ved Fordampningen. For at forvandle et Pund Vand af 100° Celsius til Damp af 100° behøves der en overordentlig Mængde Varme. Der kræves nemlig al den Varme, som er nødvendig for at opvarme 650 Pund Vand 1 Grad, og denne Varme, saa anseelig som den er, føles dog ikke af Thermometret. Grunden til, at jeg har brugt en Blanding Jis og Salt for at tilveiebringe en Kuldeblanding i et foregaaende Forsøg, er nu netop den, at Saltet

bevirker Smeltning af Isen, og at denne Smeltning medfører Absorbtion, Fortæring af en stor Mængde Varme, hvoraf følger, at Vædsfens Temperatur synker meget under Isens. Jeg skal nu ligeledes frembringe Kulde ved Fordampning; dersom alt gaar godt, haaber jeg, at det skal lykkes mig at faa Vandet til at fryse for eders Dine ved sin egen Fordampning. Alt er færdigt til Forsøget. Det Apparat, som I see, Fig. 20, og som kaldes Kryophor, bestaar af to

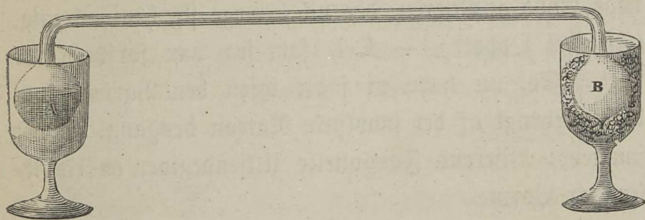


Fig. 20.

Kugler, A og B, der ere stillede i to Glas. Vandet i den første Kugle frøs her i Salen for Timens Begyndelse. Efterat det var bragt ind i Kuglen, borttog man ved en Luftpumpe Luften af Apparatet. Dernæst blev den anden Kugle, som nu i Forstningen var tom, omgivet af en Kuldeblending. Efterhvert som der nu af Vandet udviklede sig Vanddamp i det lufttomme Rum, blev denne fortættet af Kuldeblendingen, og den Afkjøling, der i den første Kugle blev frembragt ved Fordampning af Vandet, var tilstrækkelig til at faa det til at fryse. Det er altsaa saa, at der fortæres

eller forbruges Varme, naar et Stof gaar over fra den flydende til den luftformede Tilstand.

Jeg har her forskjellige Stoffer, som kunne hjælpe mig til at bevise dette paa den meest tilfredsstillende Maade. Her er f. Ex. Alkohol. Jeg dypper Fingeren deri, og jeg nærmer den, medens den er vaad, til Søilens Forside. Jeg seer, at Galvanometrets Viser tilkjendegiver, at der er en stor Mængde Varme i Søilen, ikke destomindre vil Alkoholets Fordampning ved at afkjøle den dreie Viseren til den modsatte Side; ja, dersom jeg tager et Stof, der fordamper endnu hurtigere end Alkohol, f. Ex. Nafta, behøves der ikke et Sekund, for at den skal seire over den Varme, der er Marsagen til den stedfindende Afvigelse. Jeg skal paaaflynde Fordampningen; dersom ingen tilfældig Hindring holder Viseren fast, vil den ved Dreining til den modsatte Side tilkjendegive, at noget af den nuværende Varme er forsvundet. I see, at den bevæger sig henimod eder, jaget paa en Maade af den betydelige Kulde, som Naftaens Fordampning frembringer. Denne Kulde er saa stor, at man kunde lade den tjene til at frembringe kunstig Is, hvilket man ogsaa virkelig har gjort.

Jeg kommer nu til et andet Spørgsmaal: Forplantelsen af Varmen, denne Bevægelse, som faar et Legemes Molekyler til at vibrere. For at gjøre eder dens Forplantelsesmaade mere tydelig, vil jeg begynde med et eller to Forsøg med et Par flydende eller luft-

formede Legemer. Jeg ønsker, at I rigtig skulle forstaa, hvorledes Varmen udbreder sig i Luftarter, og i dette Niemed har jeg her et Stykke Platinatraad, det samme Metal, som I have seet opvarmet til Glødning i en af vore forrige Timer. Det er et gjenstridigt Metal; uden at brænde kan det udholde Indvirkningen af store Masser Varme. Vi ville gjøre Salen mørk, og min Medhjælper vil tænde vor elektriske Lampe. Jeg vil først bede eder om at betragte den Skygge, som den lille Platinatraad kaster paa Skjærmen. Jeg antager, at alle de unge Fysikere, som høre paa mig, ville kunne see den, endog de, som sidde længst borte. Vi ville opvarme Platinatraaden ved en elektrisk Strøm, og I ville bemærke to Ting: først ville I see, at Traaden forlænges, derefter sænker den sig og krummer sig som en Bue, idet den bøies under sin egen Vægt. Læg dernæst Mærke til Luften, som stiger tilveirs, bevæget af den varme Traads Overflade. Den Bølgebevægelse, som foregaar for eders Dine, har sin Grund i den varme Luftstrøm, som stiger tilveirs langs med Traaden. Det Samme foregaar med Vædsfer: se her er et Glas med koldt Vand, som skal tjene til at vise det. Jeg sætter det foran Lampen, og dets Billede falder paa Skjærmen. Min Medhjælper vil indlede en elektrisk Strøm ved at slutte Kjeden, og fra det Dieblik Strømmen begynder at gaa gjennem denne Platinaspiral, der er dyppet ned i Vædsken, vil Vandet opvarmes, og I ville see de op-

varmede Partikler stige til Overfladen. Paa Stjærmen see I nu Virkningen af Traadens Varme paa Vandet, en Virkning, der bringer det til at stige tilveirs, som disse opstigende Striber tilkjendegive. Det Vand, som er i Berørelse med den varme Metalslade, flyder op, og paa samme Tid som det stiger op, spreder det sig og udgyder sig i den ikke opvarmede Masse. Jeg gjør dette Forsøg for ret at indprente eder den Forskjel, som finder Sted mellem denne Virksomhed af Varmen og en anden, som ved første Diekast ligner den. Denne Virksomhed, hvis Virkninger I nu have seet, er det, som man kan kalde Medførelse eller Opvarmning ved at en Partikel føres fra et Sted til et andet. I maa ikke forvekle den med den, som har faaet Navnet Ledning, Forplantelse fra Molekyl til Molekyl, og som er ganske forskjellig herfra. For at give eder en tydelig og nøiagtig Forestilling om Ledningen, har jeg her opstillet et Apparat, Fig. 21, dannet af en Kobber-



Fig. 21.

stang A og en Jernstang B, og jeg vil spørge disse Stænger, hvem af dem det er, som leder Varmen bedst. Min Medhjælper vil tænde en Lampe og sætte den under Stængerne, saa at den paa een Gang opvarmer begge Enden, der ere satte i Berørelse med hinanden.

Efterjom de opvarmes, ville de bevirke Smeltning af smaa Borkugler, der ere fastklæbde til deres Underside og faa dem til at falde af. Af Udfaldet haaber jeg, at I see, at Varmen forplanter sig hurtigere i Kobberet end i Jernet. Her er et lignende Apparat, hvor Stængerne bære ophængte smaa Stykker Vhsetalg, fæstede til deres Underside. Den Stang, fra hvilken der falder løs det største Antal af disse Talgklumper, vil tydeligviis være den, hvor Varmen forplanter sig bedst. Dette Experiment er godt, maasse bedre end andre, som sædvanlig anvendes, og I kunne let gjøre det hjemme. Kobberet vil smelte alle sine Talgklumper, før Jernet har smeltet sine.

Virningen af de Stoffer, hvormed I klæde eder, beroer derpaa, at disse Stoffer ere flette Varmeledere. Eders Legemer ere Kilder til Varme. Ved en Forbrænding af Næringsmidlerne, der bringes ind i Forbrøielsestredskaberne, frembringes der Varme, og Nyttens af de uldne Klæder, som man bruger i denne kolde Aarstid, bestaar simpelthen deri, at de forsinke Overgangen af Varme fra Legemet til Luften. Men Tøiet indeholder ikke Varme selv. Dersom jeg skal bevare Fis, saaledes som i en foregaaende Time, indvikler jeg den i fleerdobbelt Uldtøi, hvilket hindrer Varmen udenfra at komme til den og smelte den. Uldtøiet gjør altsaa intet Andet end at hindre Varmens Gjennemgang i den ene eller den anden Retning. Uldne Tøier ere almindelig-

viis flette Varmeledere, derpaa beroer deres Nytte til Klæder.

Vort Forsøg med Talgklumperne viser, at de forskjellige Stoffer ikke have samme Evne til at lede Varmen. Se her et andet Forsøg, som beviser det samme. Dersom jeg opvarmer denne Jernstang ved at dyppe den i varmt Vand, og jeg derefter lægger den paa en Glasstav, der staar i Berørelse med den thermoelektriske Søile, saa vil Glasstet ikke slippe Varmen igjennem, men vil hindre den i at komme til Søilen. Viseren tilkjendegiver fremdeles Kulde. Der behøves i al Fald en meget lang Tid, for at Varmen skal gaa gjennem Glasstet og komme til Søilen. Nu vil jeg erstatte Glasstaven med en Kobberstav, og jeg lægger Jernstaven paa Kobberstaven. Jeg antager, at der ikke behøves mere end to til tre Sekunder, for at Kobberet kan slippe igjennem en vis Mængde Varme fra Jernet til Søilen, og naar dette skeer, ville I see, at Viseren bevæger sig til den anden Side af Nulpunktet og tilkjendegiver Varme. I Stedet for at faa Varmen overført som i Luftarter eller Bædsker derved, at de varme Smaadele bevæger sig gjennem den koldere Masse, have vi her en Overleverelse af Varme fra Molekyl til Molekyl i Kobberets Indre. Denne anden Maade til at forplante Varme paa kaldes, som jeg har sagt, Ledning, medens den første, der er en ganske anden, kan kaldes Medførelse.

Jeg skal nu begynde paa en Gjenstand af en noget anden Natur, men maa først sige et Ord om et lidet, overordentlig nyttigt Apparat, Sikkerhedslampen, som man ulykkeligviis ikke altid er forsigtig nok til at bruge. Lad os først reent ud opstille det Spørgsmaal, som Opfinderen af dette Apparat har villet besvare. I vide maaskee allerede, at Arbejderne i Steenkulsgruberne ikke kan lyse op for sig med bart Lys paa Grund af den Mængde brændbare Gasarter, som udvikles i Luften i Gruberne. Før havde de heller ikke til Belysning andet end det svage Lys af Gniister, frembragte ved, at en Flintesteen blev slaet mod et Jldstaal. Sir Humphry Davy, Opfinderen af Sikkerhedslampen, satte sig da følgende Opgave: „Hvorledes skulle Grubearbejderne lyse op for sig, og paa samme Tid beskytte sig for de skrækkelige Gaseksplosioner?“ og han tilføiede: „Kan jeg stille et Lys i det Indre af et Apparat under saadanne Betingelser, at det lyser tilstrækkeligt gjennem Apparatets Vægge uden at kunne frembringe Eksplosion af Gasen?“ Han fandt, at en Flamme ikke kunde gaa gjennem Abningerne af et almindeligt Staaltraadnet paa Grund af den store Tæthed, hvormed dette Metal leder Varmen og lader den adsprede sig, saa at den ikke kan gaa gjennem Nettet uden at ophøre at være Flamme. I see, at naar dette Staaltraadnet sættes over Flammen (Fig. 22, n. S.), saa bliver denne pænt undertrykket, den forsøger forgjæves at komme igjennem.

Derfom vi derimod tænde Gasen ovenover Nettet, vil Flammen ikke gaa ned under det (Fig. 23). I Grubearbeidernes Sikkerhedslampe har derfor Sir Humphry Davy omgivet Bøgen i et Lys eller en almindelig Olie-lampe med et Metaltraadnet, og uagtet Lyset kan gaa gjennem Hullerne, kan der ikke skee nogen Explosion, hverken i Lampens Indre eller i dens Ydre, fordi Flammen eller den indre Hede hindres af Metalnettet fra at virke udad, ligesom der i Lampens Indre kun kan skee Forbrænding uden Explosion.

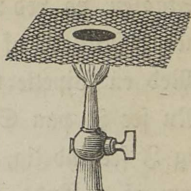


Fig. 22.

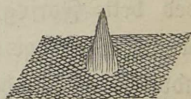


Fig. 23.

Nu skulle vi komme til en Deel meget interessante Ting. Min Medhjælper skal gjøre en Digel eller en Plade af Sølv glødende. Derfom jeg hælder Vand paa den, hvad skeer da? I ville maaske svare mig: Vandet vil jo blive forvandlet til Damp. Men dette skeer aldeles ikke. I skulle see, at naar jeg hælder Vandet paa, vil kun en saa stor Deel fordampe, at det øvrige Vand af Dampen bæres et lidet Stykke oppe fra Pladen ligesom af en Fjær eller en elastisk Pude og danner en Kugle, der bevæger sig omkring paa Overfladen af sin egen Damp. For at I bedre kunne see denne Virkning, vil jeg lade en Lysstraale falde paa denne Sølvplade, den vil belyse Vanddraaben i

Skaalen, og ved Reflektion vil der paa Skjærmen dannes et Billede af det, som skeer paa Sølvets Overflade. Med en Pipette ville vi slippe lidt Vand paa Skaalen. Nu see I paa Skjærmen Billederne af Vandkuglerne, og I see tydelig, at de bæres blødt af deres egen Damp som af en Pude, idet de rulle omkring. Ofte seer man ved dette Forsøg, at Vandet danner smukke Figurer, Kuglerne antage ofte Udseende som Rosetter. Dampen udvikles af Vandet paa en taktmæssig og ligesom musikalsk Maade, og det er de følgende Kanter af Draaben, snart trukne sammen, snart udvidede, som frembringe Rosetten. (Efter nogle Sekunders Forløb viser der sig virkelig en Roset, Fig. 24).

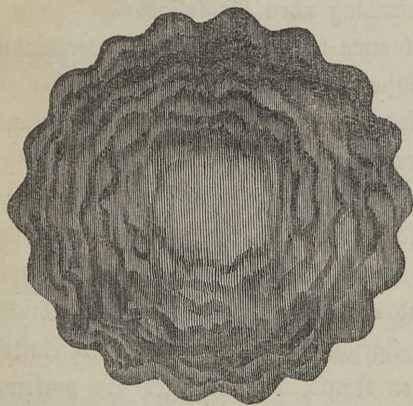


Fig. 24.

er meget varmt, seer man disse smaa Bølger danne sig fra det første Dieblif, og naar saa endelig Dampen ikke har Kraft til at bære Kuglen og beskytte den for Bevægelse med Karret, udstrækker Vandet sig over Sølvets Overflade og foger diebliffelig. Det er det, som skeer i dette Dieblif. (Kugle-

er meget varmt, seer man disse smaa Bølger danne sig fra det første Dieblif, og naar saa endelig Dampen ikke har Kraft til at bære Kuglen og beskytte den for Bevægelse med Karret, udstrækker

formen er ophørt, Vandet koges pludselig og forsvinder med en svag, pibende Lyd).

Min Medhjælper vil dernæst forberede et smukt og meget interessant Forsøg. Men da jeg ikke veed, om det vil lykkes, vil jeg ikke give eder altfor store Tanker derom. Jeg vil kun sige, at dersom det lykkes, vil det være meget lærerigt og betydningsfuldt.

Medens vi vente, vil jeg vise eder, hvad der kan følge af denne Kugleform, som Vandet antager i Bevægelse med en varm Flade. Her er en liden Kobberkjedel, v, Fig. 25. Siden vil jeg lukke det med en Kork,

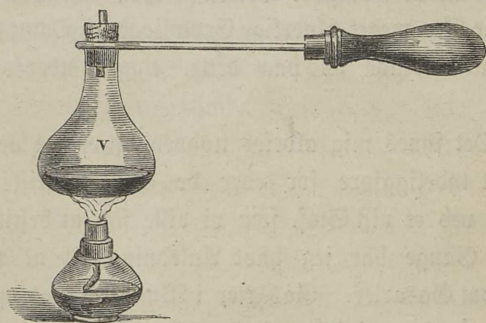


Fig. 25.

men først maa jeg ophede den stærkt og derefter bringe nogle Draaber Vand ind i den. Jeg vil altsaa opvarme Kjedelen; naar den saa bliver varm, vil jeg hælde den nødvendige Smule varmt Vand i den. Idet det gaar over til den kugleformede Tilstand, ruller det

som runde Smaadraaber paa Bunden af Karret, det vil danne Damp, men saalænge det beholder Kugleformen, ikke danne mere Damp, end at den kan slippe ud gjennem et lidet Hul i Korken. Derpaa tager jeg Kjedelen bort fra Barmekilden; Afkjølingen vil snart bringe Vandet til at væde Metallets Overflade; en større Mængde Damp vil pludselig dannes, og jeg antager, der vil dannes nok til at slynge Korken i Veiret. (Forsøget giver det forudsagte Resultat). I see da, at i det Dieblik, da Dampen danner sig ved Vandets Berøring med det endnu varme Metal, bringer den Korken til at springe i Veiret. Der kan paa denne Maade ske meget alvorlige Explosioner af Dampkjedler; men at indlade os paa dette, ligger udenfor vort Emne.

Det synes mig aldeles nødvendigt ved et Par Forsøg at tydeliggjøre for eder de karakteristiske Egenskaber ved et vist Stof, som vi ville faa at bestille med. Flere Gange har jeg havt Anledning til at tale til eder om Gasarter. Gasarter i Almindelighed og endog den Luft, som vi indaande, ere kun Dampe af Stoffer, hvis Kogepunkt ligger overmaade lavt. Det har f. Ex. lykkedes Faraday, hvem vi skyldte de smukkeste Undersøgelser i denne Retning, at sammentrykke Gas i et lukket Kar saameget, at Molekylerne ere komne hverandre nær nok til at bringe Gasarten til flydende Tilstand. Mange Gasarter ere gjorte flydende paa samme

Maade; en af dem er den Kulsyre, som vi ved Udaan-
 dingen udstøde af vore Lunger. Jeg vil i denne store
 Glasballon frembringe en vis Mængde af denne Kul-
 syregas. Paa Bunden af Ballonen har jeg lagt
 dobbelt kulsuurt Natron, og her er en Syre. Der-
 som jeg helder Syren i Ballonen, vil den angribe det
 dobbelt kulsure Natron, og deraf vil følge en Udvikling
 af Kulsyre, som bliver fri. — Jeg tænker nu, at vi
 have den nødvendige Mængde Gas til vore Forsøg.
 (Efter et Ophold). Lad os see, om den friblevne Gas
 er i Stand til at slukke et Lys. Dette vil bevise os,
 om det virkelig er Kulsyre. (Et tændt Lys bringes ind
 i Ballonen og slukner der øieblikkelig). Ja vi have
 den Gas her, som der tales om. I see, at den ikke
 er i Stand til at underholde Lysets Forbrænding; Kar-
 ret er næsten fuldt, lad os nu vise, at den er meget
 tungere end den almindelige Luft. Jeg kan hælde den
 i en Kop eller et lidet Spand, som den vil fylde, og
 hælde den derfra ud i en Skaal. Dersom jeg, mens
 jeg hælder den saaledes, belyser den med en Lysbundt,
 som kaster et Billede af den paa Skjærmen, saa ville
 I see den rinde som Vand, naagtet den er usynlig under
 almindelige Omstændigheder. Men for bedre at bevise
 dens Bægt, tager jeg min Tilflugt til en Sæbeboble.
 Jeg vil blæse en saadan paa Enden af dette Piberør
 og lade den falde paa den usynlige Gas. I skulle see,

at den vil hvile paa Overfladen af Gasen og at den vil flyde derpaa som paa Overfladen af en Vædſke. (Sæbeboblerne frembringes paa Enden af et Riberør, de gaa løs derfra og falde paa Kulſhyrens Overflade; medens de ſvømme paa denne, oplyſer man dem med elektriſt Lys).

Men hør nu, hvad min Medhjælper har gjort i nederſte Etage i Laboratoriet. Vi have to meget ſtarke Jernflaſker, og diſſe ſkulle fyldes med Kulſyre. Gasen i diſſe to Flaſker er bleven flydende, og ved nu at aabne en Hane ville vi lade den flydende Kulſyre forvandle ſig til Gas. Nu maa I vel huſſe paa, at naar den flydende Kulſyre forvandles til Damp, ſaa frembringes der en overordentlig Kulde, aldeles ſom naar Vand fordamper, kun med den Forſkjel, at den af Kulſhyren frembragte Kulde er langt ſtærkere. Følgen af Kulſhyrens Fordampning og af den Kulde, ſom den frembringer, er, at en Deel Damp fortættes og fryſer, ſaaledes at man erholder Snee af Kulſyre. Imidlertid tør jeg neppe fortælle eder om de vidunderlige Virkninger af denne Sne; thi jeg frygter for, at det ikke lykkes os at ſaa noget deraf. Derſom vi ſaar noget, vil jeg lægge en Smule i dette Glas for at iværkſætte nogle Forſøg, der paa een Gang ville overraske og henrykke eder. Derſom vi erholde faſt Kulſyre, kunne vi navnlig ſaa Vand til at fryſe, for-

vandle det til Jis endogsaa i en rødglødende Digel. Kulshresneen er i sig selv overordentlig kold, men for at gjøre den endnu koldere, vil jeg hælde i den en Smule Nafta. Deraf dannes der en Deig, og denne Deig af Kulshyre og Nafta vil give os den største Kulde, som det er muligt at erholde, eller som man idetmindste har erhholdt til denne Dag. Dersom vi bringe denne Deig i en Digel, der er opvarmet til Glødhede, hvad vil saa skee? Kulshyren og Naftaen ville fordampe beggeto, og der vil danne sig mellem Deigen og Digelen et Lag Damp, saa at Deigen ikke berører Digelen. Man forstaar da, hvorledes Digelen kan blive meget varm, og Deigen dog fremdeles være overmaade kold, det er netop dette, som finder Sted. Jeg vil gjøre et andet ligesaa besynderligt Forsøg, dersom vi faa fast Kulshyre; jeg vil dyppe denne lille Kobberkugle, som er fuld af Vand, i Blandingen af Nafta og Kulshyre midt i den glødende Digel. Vandet vil fryse, ved sin Frysning vil det sprænge Kobberkuglen og vi kunne saaledes tage en fast Siskugle ud midt fra en glødende Bände. Min Medhjælper lader os længe vente paa Kulshyren, dette er et slet Varsel; jeg vil selv gaa ud for at faa vide Narfagen. (Taleren gaar ud, men kommer tilbage et Dieblik efter). Det gjør mig ondt at sige eder, at min Frygt var altfor vel grundet. Det Forsøg, som gjordes udenfor Salen, lykkedes ikke. Dog see I her i

al Falb et lidet Stykke sneeformet Kulshyre, fast Kulshyre. Jeg vil tage en Smule i Munden og blæse paa dette tændte Lys. Derksom jeg traf Aandedrættet til mig, vilde jeg forgifte mig, men jeg skal vel vogte mig derfor, jeg vil kun aande ud. (Lysflammen slukkes af den Gas, der udaandes af Talerens Mund). x

Femte Foredrag.

Straalende Varme — Den straalende Varmes Tilbagekastning og Opsugelse.

J vider, at mit sidste Foredrag endte med et Forsøg, som ikke lykkedes, og hvis Hensigt det var ved Hjælp af frosnen Kulshyre at faa Vand til at fryse midt i en glødende Digel. Da jeg ikke synes om forseilede Forsøg, vil jeg gjentage det, og om muligt, bringe det til et heldigt Udfald. Se her er en Deel af denne smukke Kulshyresnee, som jeg vil bringe ind i den glødende Digel. Jeg vil deri hælde Nafta, og i denne Blanding vil jeg lægge en huul Kobberkugle, som er fyldt med Vand. Jeg begynder paa Forsøget; Kulshyren brænder mig i Haanden, saa kold er den. Naftaen kogter nu. Kuglen er meget kold, og jeg tvivler ikke paa, at Vandet allerede er frosset. Jeg er ikke vant til at gjøre dette Experiment med saa smaa Mængder, men jeg frygter ikke for at sige, at det vil lykkes os tiltrods for disse Hindringer. (Efter et kort Mel-

Iemrum er Vandets Frysning foregaaet). Beundre I ikke dette Under? Se, her er Vand, som er forvandlet til Is i det Indre af den glødende Digel!

Her har jeg Kviksølv, og jeg bringer lidt deraf ind i denne Kapsel. Jeg vover at sige, jeg skal faa dette Kviksølv til at fryse med vor Kulshyresnee. — Det er alt feet, og I see noget, som I aldrig før have seet. I kjende det flydende Metal, som man kalder Kviksølv, men nu er det fast som et Stykke Bly, frosset af Kulshyren. Denne Frysning kræver en Kulde, der er meget stærkere end den, som er tilstrækkelig til at faa Vand til at fryse. Jeg kan hamre det paa en Ambolt eller skjære det med en Kniv. Men om et Dieblæk vil det blive flydende igjen. Dersom jeg hænger et Stykke fast Kviksølv ned i Vand, vil det smelte og falde til Bunden af Karret, men hver Kviksølvsdraabe, som falder, frembringer en Isdrypsteen. Se, Vandet har smeltet det frosne Kviksølv. Dette Vand føles vistnok koldt, men i Forhold til Kviksølvet er det varmt, og Kviksølvet er koldt nok for at faa det til at fryse, saasnart som det rører ved det.

De bedste Mennesker og de meest udmærkede Børn i Verden ere udsatte for at falde og feile. Men naar Nogen falder, bør han stille sig følgende vigtige Spørgsmaal: hvor længe skal jeg blive her paa Jorden? Ja, hvert Barn falder af og til, men det er dets Pligt vieblikkelig at anstrænge sig til det Yderste for at rejse

fig igjen. Vi have nu ogsaa faldt, vi have feilet i Forsøget i min sidste Time; men fem Minutter vare ikke forløbne efter Timen, før min Assistent var i Arbeide i Laboratoriet for at rette paa dette Uheld, og I have netop seet, at det lykkedes.

Lad os nu gaa over til en ganske anden Deel af vort Emne. Jeg har søgt at give eder en mere eller mindre fuldkommen Forestilling om den Kraft, som man kalder Varme. Jeg har forsøgt at asmale den paa en Maade, for at I kunne forestille eder den i Tanken.

Dersom I tage et varmt Legeme og sætter det i Luften, finde I, at det efterhaanden affjøles. Dersom det er opvarmet til Glødhede, vil dets Lys i Begyndelsen aftage, og snart er der intet tilbage deraf. Gjenstanden bliver fremdeles mindre og mindre varm og bliver tilsidst ligesaa kold som den omgivende Luft. Denne Varme hos det opvarmede Legeme var, som I have hørt, en særegen Bevægelse af dets Molekyler, og ved at affjøles har det kun afgivet Bevægelse. Men til hvilket andet Legeme afgiver det sin Bevægelse, naar I have sat det i Luften? I ville naturligvis sige: „det afgiver den naturligvis til Luften.“ Dette er ogsaa Tilfældet, og da jeg holdt den opvarmede Jernstang foran Skjærmen, saa I, at de af Jernstangen opvarmede Luftpartikler dannede som en Strøm, der steg op i Luftlagene ovenover; altsaa er det uden Tvivl til den omgivende Luft, at det varme Legeme

afgiver sin Varme. Men hvis J nu sætte Legemet paa et Sted, hvor der ikke var Luft, i det lufttomme Rum, saa affjøles det ogsaa der. Denne Gang maa eders Indbildningskraft gjøre adskillige Anstrængelser for at komme til at forstaa, hvorledes et Legeme, som affjøles i det lufttomme Rum, afgiver, taber eller overleverer til det ydre den Varme, som det besad. Jeg er glad ved at kunne antage, at mange blandt eder vide, hvorledes Lyden forplanter sig i Luften, hvorledes Lyden af min Stemme, overført gennem Luften, faar enhver af eder til at fornemme de Ord, som jeg udtaler. Jeg har ofte betragtet det indre af Munden paa talende Personer, jeg har iagttaget Stemmebaandene, som sættes i Svingninger, naar man taler eller synger. Disse Stemmebaand meddele Luften den skjælvende Bevægelse, som forplanter sig i dette Fluidum, ganske som Bølgebevægelsen paa Vandets Overflade forplantet sig, naar man kaster en Steen deri. Det samme er Tilfældet, naar jeg stryger med Violinbuen paa denne Stemmegaffel. J høre den smukke Lyd, som den frembringer. Jeg kan virkelig see Stemmegaffelen vibrere, naar jeg betragter den nærved, og J kunne høre de Slag, der frembringes af Stødene mod dette Kortblad, som jeg holder i Haanden. Hele Stemmegaffelens Virkning er, at den faar Luften til at skjælve og vibrere, og disse Skjælvinger eller Vibrationer af Luften overføres til Dret og blive Aarsag til Lyd. Stemmegaffelen med-

deler sin Bevægelse til Luften, som paa alle Sider omgiver den. Men netop herved blive dens Vibrationer mindre og mindre stærke, og Lyden bliver mere og mere svag. Denne Svækkelse af Lyden ligner aldeles et varmt Legemes Afkjøling. Det varme Legeme meddeler sin Bevægelse til noget, som man kalder *Ætheren*, og *Ætheren* meddeler den igjen til de Legemer i Verden, som flyde omkring i den, og som den gennemtrænger. Det menneskelige Øre er et af de vidunderligste Organer, som findes i Verden. Jeg tænker ofte ved mig selv, at Ørets Sands er en endnu fuldkommnere Sands end Synets. Det er ved Hjælp af dette vidunderlige Organ, at I tydelig høre ethvert af mine Ord; men det viser eder ikke, hvorledes og naar denne Meddelelse af Bevægelse gaar for sig. Jeg skal vise eder noget, som skal lære eder det. I Stedet for Øret tager jeg en Flamme, som jeg er vis paa skal give os et godt Resultat. Kanste en af mine unge Tilhørere vil samtale med denne Flamme? Enhver Vibration, som udgaar fra hans Læber og naar Flammen, vil meddele denne en Bevægelse og faa den til at danske paa en besynderlig Maade. Denne Flammens Dans er et slaaende Beviis paa den Bevægelse, som Lyden frembringer i Luften. Denne Følsomhed hos Flammen blev opdaget af Professor *Leconte* i de forenede Stater. Den er i England bleven studeret af *Barrett* og mig. Hvad er det nu for noget, som kommer i Luften og undertrykker

Flammen, naar I tale til den? Det er de Vibrationer, som meddeles Luften, der frembringe dens Bevægelse.

Lad os nu komme tilbage til Legemernes Affjøling. Et Legeme, som affjøles, kan sammenlignes med et Legeme, som frembringer en Lyd, der bliver svagere og svagere. Ved Affjølingen overfører ikke Legemet sin Bevægelse til Luften men til dette vidunderlige Medium, der kaldes Ether. Den Bevægelse, som meddeles til Luften, kunde man kalde Lydudstraaling; naar den meddeles til Etheren, er den Varmendstraaling. For at tydeliggjøre denne Udstraaling, tage vi atter vor Tilflugt til dette nydelige Instrument, som I kjende, den thermo-elektriske Søile. Jeg sætter Enderne af disse Traade i Forbindelse med Søilen, og ved at iagttage vor magnetiske Viser, ville vi faa vide, om Søilen bliver opvarmet eller affjølet. Jeg vil kunne anvende et af disse varme Børnekinder, som jeg seer omkring mig. Hvert saadant er et Legeme, som udstraaler ikke Lyd men Varme. (Professoren udvælger blandt sine Tilhørere et ungt Barn og lader det komme hen til sig). Vor lille Ven her skal tjene os som straalende Legeme.

Jeg vil først affjøre Søilen ved at vende dens Forfide mod den tomme og kolde Deel af Salen, og derefter vil jeg bringe Viseren i Ro ved Hjælp af denne Magnet. Det er Søilen, som i dette Øieblik udstraaler Varme. Viseren gaar tilbage og tilkjendegiver,

at Søilen affjøles. Diebliffet er kommet, da jeg skal drage Varme frem af min lille levende Dvns Kind. Det er ikke nødvendigt, at dette rører ved Søilen. Den Virkning, som jeg venter, har kun sin Grund i Varmens Udstraaling fra hans Kind, og jeg vover at sige, at dersom det ikke lider altfor meget af Aarstidens Kulde, saa vil Viseren gaa frem og gjennemløbe en Bue paa 90 Grader. Se, hvorledes Viseren virkelig bevæger sig som Følge af den Varme, der udstraaler fra Kindet. Jeg vil paany dreie Søilens Forside mod den Kant, som for denne Sal er en Slags Polaregn, for endnu engang at fratage den den Varme, som den netop har modtaget. Den Varme, som har frembragt denne Virkning paa Søilen, er den straalende Varme, som jeg vil beskæftige mig med i Resten af dette Foredrag.

Først kommer det an paa at vise eder, at de forskjellige Legemer i meget forskjellig Grad besidde Evne til at udstraale Varme. Min lille Vens Kind besad denne Evne i en beundringsværdig Grad. Men der gives andre Legemer, som derimod have meget liden Evne til at udstraale Varme. For at vise dette, vil jeg henvende mig til denne Kobberterning, Fig. 26, n. S. Dens tre Sideflader ere bedækkede med Farver, den første med hvid, den anden med rød, den tredje med sort Farve. Den fjerde Sideflade fremviser det blottede Metal. Jeg skal meget tydelig vise eder, at disse fire

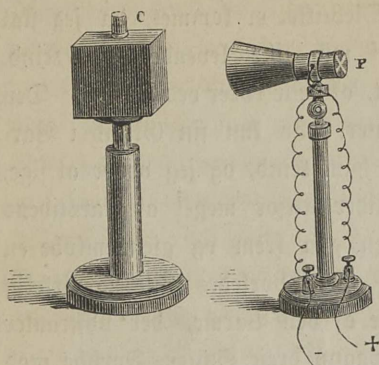


Fig. 26.

Sidens flader have en høist forskjellig Evne til at udstraale Varme. For at gjøre dette, vil jeg fylde Terningen med kogende Vand. De fire Sidens flader ville blive ligemeget opvarmede ved deres Berørelse med Vandet. Naar de ere blevne varme, vil jeg frit lade dem udstraale Varme, og jeg vil med den thermo-elektriske Søile prøve hver enkelt Sides Udstraalingsevne. Jeg er sikker paa, at vi ville bemærke meget tydelig Forskjel. Først vil jeg bringe Viseren paa Nul ved at vende Søilens Forside til den anden Side af Salen; derefter stiller jeg Terningen paa dette lille Fodstykke tæt ved Søilen. Først og fremst kunne I gennem mig overbevise eder om, at den blottede Metallside er meget varmere udenpaa end de Sider, der ere bedækkede med Farver. For at overbevise eder derom, er det nok med Fingeren at berøre Søilens fire Sidens flader. Og dog er jeg vis paa, at Farverne ville frembringe mere Virkning paa Søilen end den metalliske Side. Denne frembringer, som I see, ikke nogen meget stor Dreining af Viseren. Nu dreier jeg Terningen for at sætte de

farvede Sider foran Sølven, og I see, hvorledes Viseren bevæger sig betydeligt forbi den Stilling, som den indtog, da den metalliske Flade vendte mod Sølven. Jeg dreier Terningen og bringer atter den metalliske Flade foran Sølven; Viseren gaar tilbage, og naar den er paa sit laveste Punkt, saa vil den strax begynde at stige, saasnart jeg vender den sortfarvede Side mod Sølven. Altsaa see I, at Farverne udstraale mere Varme end Metallet. Heraf drage vi en Slutning, som meget saa Børn have forudsæet. Vi ville tænke os, at vi fylde to luffede Kar med kogende Vand og indhulle det ene i tykt Uldtøi, men lade den metalliske Overflade af det andet være blottet, og saa lade vi dem staa i Ro til Slutningen af Foredraget. Naar vi da i hvert Kar stifke ned et Thermometer, som angiver dets Temperatur, i hvilket Kar tro I da, at Vandet vil være koldest?

Flere Tilhørere: I Metalkarret!

Professoren: Da have I ikke ganske forstaaet det Forsøg, som jeg gjorde med Terningen. Eders Antagelse kan synes meest naturlig, men husker nu paa, at den Mængde Varme, der udsendes fra Terningens bedækkede Flade, var større end den Mængde, som blev udsendt fra den ubedækkede eller blottede Metalflade. Det Kar, der indhylledes i Uldtøi, har altsaa tabt ved Udstraaling mere Varme end Metalkarret. Deraf følger altsaa, at ved Timens Forløb vil Vandet i det ind-

hyllede Kar være to eller tre Grader koldere end Vandet i det ubedækkede Kar, og det er dette, som virkelig finder Sted. Men, for at denne Forskjel skal være tilstede til Fordeel for det første Kar, saa maa Uldtøiet være i nøie Berørelse med dets Overflade, saa at Varmen gaar frit og umiddelbart fra Karret ind i Uldtøiet. Dersom ikke Uldtøiet trykkede mod Overfladen, vilde Udfaldet blive anderledes, og Virkningen af Omviklingen vilde være, at Varmen bevaredes. Dette er Grunden til, at de Damer, som ønske at holde sin The meget varm, bedække den med en Slags Nathue, som de kalde „Thevarmer“, idet de vel sørge for, at denne „Thevarmer“ kun sættes over Thekanden og ikke trykkes mod den. Dersom den er for trang, vil den snarere være til Skade end til Nytte. Dersom der er et Mellemrum mellem de to Overflader, saa vil den indre udstraale Varme mod den ydre, og denne afbryder Straalerne og hindrer dem i at sprede sig ud.

Jeg har sagt, at man finder stor Forskjel mellem de forskjellige Stoffer med Hensyn til deres Evne til at udstraale Varme: nogle Legemer ere gode, andre slette Udstraalere. Alle Metaller udstraale slet. — Jeg skal nu forklare en anden Ting, som staar i et nært Forhold til Straalingen. Jeg haaber, at I ville forstaa det Forsøg, som skal vise det. Se her en Metalflade, som udstraaler slet. Dersom man gjorde et Kar og fyldte det med varmt Vand, saa vilde dette Kar

ved Udstraaling tabe meget mindre Varme end det andet Kar, hvis Overflade er bedækket med et Lag Rjønrog. I det Kar, der er bedækket med Rjønrog, vil det varme Vand afsjøles meget hurtigere end i Blikkarret med blottede Vægge. Læg nu desuden Mærke til, at de forskjellige Legemer ogsaa have forskjellig Evne til at absorbere, indsuge, den straalende Varme, som træffer deres Overflade, og at som almindelig Regel det Legeme, der godt udstraaler Varmen, ogsaa godt indsuger den. Disse to Virkninger staa altsaa ligeoverfor hinanden. For at gjøre denne Lov tydelig for alles Dine, vil jeg tage min Tilflugt til et Kunstgreb, thi Physikerer, som stadig i sine Undersøgelser maa faa at sige gjøre Naturen Spørgsmaal, kan som oftest ikke faa de Svar, som han venter, uden ved Behændighed i Experimenter.

Jeg vil altsaa spørge Naturen, hvilken af disse to Blikplader, MN og OP, Fig. 27, n. S., stillede foran et varmt Legeme, der hurtigst og rigeligst indsuger den Varme, som udstraaler mod den, hvilken der med andre Ord har den største Indsugningsevne. I ville fuldkommen forstaa dette lille Kunstgreb, som jeg vil bruge ved dette Forsøg, hvis I ville offere mig nogen Opmærksomhed. En Elev lærer intet eller forstaar intet af nogen Ting uden ved at samle sin Opmærksomhed paa den. Dersom I ikke senere komme til at tænke over Gjenstanden for disse Foredrag, dersom I ikke læse noget om den samme Ting,

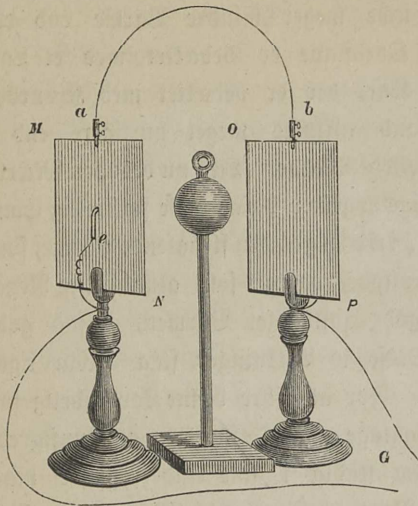


Fig. 27.

gyde eder en Smule Smag for Videnskab. Jeg haaber ikke meget af disse offentlige Foredrag. Jeg holder mere af at see ti eller tolv Elever paa eders Alder arbejde med mig i et Laboratorium, end, som jeg nu gjør, af at tale som en Lærer midt imellem eder. Disse Foredrag have dog sin gode Virkning, saafremt I senere gjøre dem til Gjenstand for alvorlig Eftertanke.

Se nu disse to Blikplader MN og OP, Fig. 27; den ene er bedækket med Rjønrog, den anden er blank. Jeg stiller dem ligeoverfor hinanden og sætter dernæst dette Stativ midt mellem dem. Derefter vil jeg spørge vor lille Troldmand, vor lille Sladderhank, hvilken af disse to Plader, der vil blive lettest opvarmet. Lad os antage,

jaa vil alt det, som jeg har sagt eder, forsvinde af eders Grindring eller i al Fald kun efterlade meget svage Indtryk. I Virkeligheden kunne mine Foredrag kun tjene til at give eder det første Stød fremad, til at ind-

at jeg opvarmer denne her. Læg nu Mærke til, hvad den magnetiske Viser vil gjøre. Jeg opvarmer Pladen simpeltthen ved at sætte min Finger paa den. Den røde Ende af Viseren nærmer sig til mig. — Det ligger udenfor min Plan at forklare eder den vidunderlige Magt, som sætter Viseren i Bevægelse. Det er nok for eder at vide, at det er en elektrisk Strøm, og at denne Strøm frembringes ved Foreningen af to Metaller, som danne en thermo-elektrisk Svile. Fra det Dieblif, min Finger rører ved Pladen, see I, at der frembringes en Bevægelse af Viseren. Saasnart jeg tager min Finger bort, gaar Viseren tilbage til Nul. Nu ere I altsaa istand til at vide, hvad det er for en af disse to Plader, som lettest indsjuger Varme. Viseren vil ikke blive staaende paa Nul, med mindre de to Plader have noiagtig den samme Temperatur. Bliver den ene varmere end den anden, saa vil Viseren fjerne sig fra Nul; dette er det Middel, hvorved vi skulle faa vide, hvilken af Pladerne der lettest indsjuger den straalende Varme. Min Medhjælper bringer mig her en rødglødende Kobberkugle. I see, at den udstraaler Varme, ligesom et lysende Legeme udstraaler Lys. (Den glødende Kobberkugle stilles paa Stativet midt imellem de to Blikplader, hvoraf den ene er blank, den anden bedækket med et Lag Rjønrog. Efter nogle Sekunders Forløb begynder Viseren at dreie sig til en saadan Side, at den tilkjendegiver, at den med Rjønrog

bedækkede Blade er den varmeste). Det er altsaa beviist, at den Blade, som bedst eller meest indsjuger Varme, er den, der er bedækket med Rjønrog, altsaa netop den samme, som meest udstraalede Varme. Dersom vi gjøre lignende Forsøg med forskjellige Substantjer, ville vi erfare, at de ere meget forskjellige med Hensyn til deres Evne til at indsjuge Varme.

Det er i Sandhed overraskende, at en tilshyneladende ubetydelig Narfag kan hindre den straalende Barmes Indsugning. Jeg er glad over at kunne sætte for eder en Gjenstand, Fig. 28, der i denne Henseende

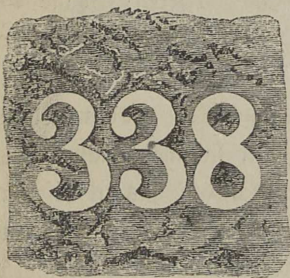


Fig. 28.

er meget lærerig: det er en Blade, der nylig er be- malet med Olie. Paa en Deel af sin Overflade er den bedækket med Bladguld, og uagtet dette Bladguld er overordentlig tyndt, er det nok til at beskytte den malede Flade, som det be- dækker, mod den straalende Barmes Indvirkning. Denne Deel bliver uberørt, medens de blottede Dele ere ganske oversaaede med Blærer. Der, hvor Bladguldet er, har det hindret Barmens Indsugning og den For- andring af Malingen, som er en Virkning af denne Indsugning.

Se her et Stykke Papir, der paa den ene Side er

over-smurt med Jodkviksølv, et Stof, som affarves under Barmens Indvirkning. Paa den anden Side er der gjort nogle Tegninger, der ere dannede ved at anbringe paa Papiret et tyndt Metallag. Jeg lægger dette Papir horizontalt med Jodkviksølvet ned og holder over den øvre Side en stærkt opvarmet Skee, som vil udstraale Varme mod denne Flade. Overalt hvor Papiret er beskyttet af det tynde Metalbelæg, blive Varmestraalerne stødt tilbage, men der, hvor Papiret er ubedækket, vil Barmen blive indsuget; den trænger gennem lige til Jodkviksølvet paa den modsatte Side og tilintetgjør dets Farve. I skulle see, at vi paa denne Maade paa Papirets undre Side faa en fuldkommen Gjengivelse af Tegningerne paa den øvre, idet Jodkviksølvet's røde Farve bevares paa de Steder, som Metallet bedækker, fordi den metalliske Flade kaster Barmen tilbage, ligesom Bladguldet gjorde i det foregaaende Forsøg. (Forsøget foretages og lykkes fuldkommen).

Barmestraalingen følger de samme Love som Lysstraalingen; Barmestraalerne reflekteres paa samme Maade som Lysstraalerne. Dette kunne vi uden Vanskelighed vise ved Hjælp af vor smukke thermo-elektriske Søile. Men først vil jeg gjøre et Forsøg, som skal indprente eder Loven for Lysets Reflektion. Det er meget simpelt, og jeg haaber, at I ville finde det overbevisende. Min Medhjælper vil, efter min Anviisning,

stille foran eder et Speil GG, Fig. 29. Paa dette

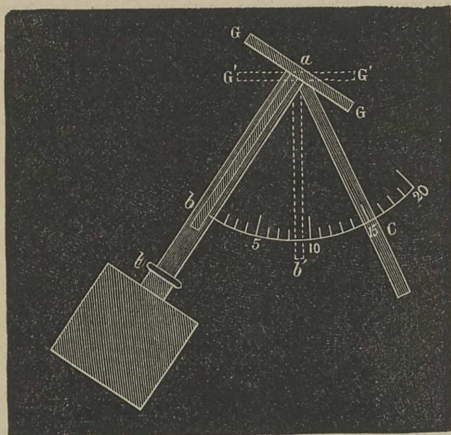


Fig. 29.

Speil lader jeg en Lystraale fra vor elektriske Lampe falde. Denne Lystraale, som træffer Speilet i Punktet a, vil blive kastet tilbage i en bestemt Retning. Og

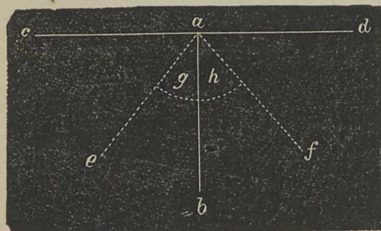


Fig. 30.

hvilken Retning er det? Den er saadan, at den reflekterede Straale, ea, Fig. 30, danner den samme Vinkel til venstre for Linien, ab, der

er lodret paa Speilet, som Straalen selv, af, danner med denne samme Linie paa høire Side. Vinkelen mellem Straalen, af, og den lodrette Linie kaldes Indfaldsvinkelen, Vinkelen g mellem den reflekterede Straale og den lodrette Linie kaldes Refleksionsvinkelen. Den fælles Lov for Lyset og Varmen er

nu, at: Reflektionsvinkelen g er lig Indfaldsvinkelen h . Dersom det, som jeg nu har sagt, er nøiagtigt, ville I finde, at den reflekterede Straale fjerner sig ligesaameget tilvenstre fra den lodrette Linie, som den indfaldende Straale tilhøre. Jeg skal nu først bevise, at det samme er Tilfældet med Varmestraalerne, og jeg vil nøie mig med at vise det ved et temmelig grovt Forsøg. Jeg tager denne Tinplade, som reflekterer Varmen, og jeg holder den saaledes, at den straalende Varme, som den modtager og reflekterer i Overensstemmelse med den angivne Lov, falder paa Søilens Forside. Jeg tvivler ikke paa, at denne reflekterede Varme oppvarmer Søilen, og at Viseren følgelig vil bevæge sig henimod mig. I see det, den straalende Varme følger ved sin Reflektion den samme Lov som Lyset.

Jeg skulde endnu have Lyst til at gjøre to eller tre Forsøg, altid ved Hjælp af vor virksomme thermoelektriske Søile. Men jeg mærker, at Viseren ikke bevæger sig ganske frit, uagtet Søilen for sin Deel gjør sin Pligt. Jeg seer mig altsaa nødt til kun at fortælle eder, hvad denne Viser vilde have sagt os ved sin Bevægelse, dersom den havde været mere oplagt. Jeg vilde ladet den tale i mit Sted, men den er forblevet stum. Jeg holdt altsaa paa at vise eder ved Forsøg, at den straalende Varme ikke med ligestor Letthed gaar gennem de forskjellige Legemer. Se her er

nu for det første et Stykke simpelt Glas; her er en anden meget smuk Substantz; uagtet den er af meget almindelig Bessaffenhed, er den mere værdifuld for mig end Diamanten, den kostbareste af alle Edelstene. Denne Substantz er Steensalt. Den lader Barmestraalerne frit gaa gjennem sig, medens Glasjet fuldstændig holder dem tilbage. Vædsker vise os lignende Forskjelligheder. Se her er to Vædsker, den ene kaldes Svovlfulstof, den anden kjende I alle godt, det er Vand. Dersom jeg fyldte to Flasker, den ene med Svovlfulstof, den anden med Vand, kunde jeg vise, at Svovlfulstoffet lader den straalende Varme slippe frit igjennem, medens Vandet sletikke gjør det. Vandet er i Virkeligheden et af de Legemer, der af alle bekjendte Legemer er meest uigjennemtrængeligt for Varme, naar man undtager den lysende eller glødende Varme. Det er et fuldkommen uigjennemtrængeligt Legeme for alle de Barmestraaler, der f. Ex. komme ud fra et Kar, fuldt af kogende Vand eller fra et andet Legeme, der er ophedet til en vis Grad, eller fra Kinderne paa den unge Naturforsker, som har ydet mig sin behagelige Hjælp ved Begyndelsen af dette Foredrag. — Ved Branden i Hendes Majestæts Theater traf Heden paa Binduesruderne i en Klubfal, der laa ligeoverfor, og da Glasjet ikke lod den gaa gjennem, opvarmede den Ruderne, saa at de snart sprang. Dersom de havde været af Steensalt, vilde Varmen

have gaaet igjennem dem, og de vilde være blevne fuldkommen kolde, hvor stærk endog den straalende Barmes Udstrømning kunde være. Dersom vi havde Tid til det i vort nuværende Møde, skulde jeg vise eder at man kan faa Vand til at koge med de Barmestraaler, som ere gaaede gennem Svovlfulstof, uden at Svovlfulstoffet selv koger, uagtet det koger ved en lavere Temperatur end Vandet.

Det er altsaa en afgjort Sag, at de forskjellige Legemer, faste eller flydende, have i meget ulige Grad Evne til at slippe Barmestraaler igjennem. I det hele taget blive de Stoffer, som indsuge Varme, i Stedet for at slippe den igjennem, opvarmede ved denne Indsugning. Isen er et yderst uigjennemsigtigt Legeme for Barmestraaler, medens den meget let slipper Lysstraaler igjennem. Jeg vil stille et Stykke Is i Veien for en Straale fra vor elektriske Lampe; denne Straale er paa een Gang en Lysstraale og en Barmestraale. Isen vil standse den største Deel af Varmen, og denne standsede Varme vil forhøje dens Temperatur. Men Isens Temperatur kan ikke stige over 0° , uden at den smelter. Den Varme, som indkvarterer sig i Isen, vil altsaa bevirke, at denne smelter. Denne Smeltning vil finde Sted i det indre, og jeg skal vise eder alt det smukke og beundringsværdige i dette Stof, som I hver Winter træde under Fødder uden at have Aelse om dets vidunderlige indre Bygning.

Lys- og Barmestraalen, som trænger ind i Isen, sønderlemmer den paa en Maade og adskiller dens enkelte Krystaller. I skulle see, i hvilke elegante og forskjelligartede Former Isen opløser sig. De danne i Almindelighed sexbladede Blomster. For at I tydelig kunne see dem, vil jeg paa en Skjærm frembringe et betydelig forstørret Billede af dem. Den elektriske Lampe er stillet paa Galleriet for at forøge Afstanden fra Skjærmen og følgelig Billedernes Dimensioner. Min Medhjælper har bevæbnet sig med en Lindse, han vil nu tage et Stykke Is, hvis Overflade han vil gjøre meget jevn ved at lægge det paa et varmt Legeme, og derefter vil han stille det i Veien for Straalen. Isen, som er taget paa Wenham-Søen, er bleven sfaaret parallelt med Søens Flade eller med den Flade, hvori Frysningen er foregaaet. (Efter nogle Dieblikke begynder der at tegne sig Blomster paa Skjærmen, Fig. 31). Af alle de Forsøg, som jeg har gjort, kjender jeg intet, som er nydeligere og mere brillant end dette. Blomsterne blive større og større. I see først, at der spirer frem Blade, derefter danner den Rose sig, som viser sig i Centrum. Disse Pletter, som I her see, ere de tomme Rum, som fremkomme derved, at Vandet optager mindre Plads, end Isen. Isen optager mere Plads end det Vand, som har tjent til at danne den; naar den nu smelter, saa kan Vandet ikke udfylde det Rum, som Isen optog, derfor dannes de

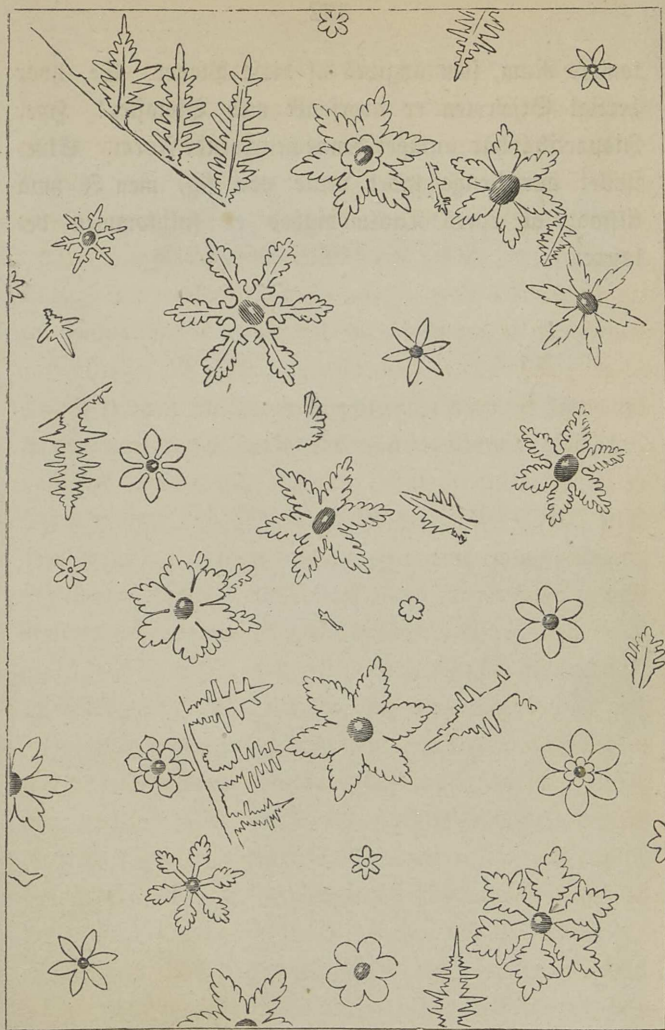


Fig. 31.

tomme Rum, som angives af disse Pletter. Se, hvor herligt Skjærmen er oversaaet med Blomster! Hver Dispartikel har antaget denne henrivende Form. Skuespillet har længe ladet vente paa sig, men I maa tilstaa, at eders Taalmodighed er fuldkommen belønnet.

Sjette Foredrag*).

Den straalende Varmes Reflektion, Brydning og Indfugning. — Solsvarmen. — Synlige og usynlige Straaler. — Adskillelse mellem Lys- og Varmestraaler.

I vort sidste Møde har jeg stræbt at forklare eder den Lov, efter hvilken den straalende Varme reflekteres.

*) Følgende til Veiledning for de Læsere, der muligens mangle de nødvendige Forkunskaber til Forstaaelse af nærværende Foredrag:

Gjennem et Hul i den tillukkede Vindueslem AB trænger en Solstraale, ab, ind. Paa Støvet i Værelset tegner den sin Bøi og skinner paa Væggen i b. Stilles et Speil SS, i Veien for den, saa reflekteres den i Retningen dc og skinner paa Taget i c. Indfaldsvinkelen i er lig Refleksionsvinkelen r. En anden Solstraale, ab, lader man træffe et Glasprisma P, et saadant, som hænger paa Lysekroner. Straalen vil da tage en ny Retning, brydes, og skinne paa Væggen i b'', i Stedet for i b,. Til-

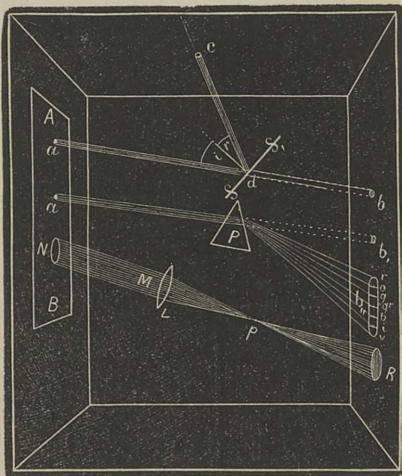


Fig. 32.

I dette Diemed har jeg betjent mig af Udtryk, som I maatte have Noie med at erindre. Jeg har sagt eder, at Refleksionsvinkelen er liig Indfaldsvinkelen, saaledes, at dersom I antage, at Overfladen af denne Taale (Fig. 30, Pag. 126, cd) er den reflekterede Flade, og at en Lysstraale, ea, træffer denne Flade i Punktet a, og at den rette Linie, ab, staar lodret paa den samme Flade, saa bliver Straalen reflekteret i Retningen af, som fjerner sig tilhøire for den lodrette Linie netop saa meget, som ea fjerner sig tilvenstre. Det er dette, som man udtrykker ved at sige, at Refleksionsvinkelen h er liig Indfaldsvinkelen g.

Nu vil jeg for et Dieblik henlede eders Opmærksomhed paa Lysets eller den straalende Barmes Reflektion ikke som før fra flade, men fra krumme Overflader.

lige breder den sig vifteformet ud og viser Regnbuefarver, og man faar paa Bæggen et langagtigt Billede, et farvet Baand, hvor Farverne nedenfra opad ere: violet (v), indigoblaat (i), blaåt (b), grønt (g), guult (g), orangefarvet (o) og rødt (r). Dette Baand kaldes Spektum. Ogsaa ovenfor og nedenfor denne Vifte er der Straaler, men disse vike under almindelige Omstændigheder ikke paa vort Syn.

Lader man en Bundt Solstraaler NM træffe et Brændglas, L, saa ser man, hvorledes Lyset bag dette samler sig til et Punkt p og atter spredter sig ud derfra, idet der ligesom dannes to Straaleegler med Spidserne mod hinanden. Holdes et Papir i Punktet p, saa opfanges paa dette et stærkt lysende Lysbillede. Tillige opvarmes det p kaldes derfor Brændglasets eller Linsens Brændpunkt.

Stilles det samme Brændglas i Veien for den vifteformede, farvede Deel af Lysstraalen bag Prismet, saa samles de farvede Straaler og give et hvidt Lysbillede paa Bæggen i Linsens Brændpunkt.

Jeg har her en Overflade af denne Natur, et stort Speil, et saakaldet Huulspeil, der er en Deel af en Kugle, en Kuglekafot, ligesom udskaaet med et skjærende Instrument. Lad os antage, at en Bundt Lysstraaler falder lige paa dette Speil. Da nu alt er symmetrisk med Hensyn til Speilets Axe, fordi de Storcirkler, hvis Planer gaa gjennem Axen overalt paa dets Overflade, have den samme Krumning, saa ville alle Straaler blive reflekterede i saadanne Retninger, at de samle sig mod et og sammme Punkt. Jeg skal strax vise eder, at Lysstraalene, der saaledes blive reflekterede af et Huulspeil, virkelig samle sig i eet Punkt, som man kalder Brændpunkt. Jeg vil altsaa lade en Bundt elektrisk Lys falde lige paa Speilet. I kunne ikke see Lysset selv men kun de Legemer, som det belyser. I denne Sal findes der, som andetsteds, især i store Byer som London, i Luften en stor Mængde Støv og svævende Legemer; Straalerne oplyse nu de af disse Legemer, som de finde paa sin Vej. Disse lysende Spor, som Straalen saaledes frembringer, bevirke, at I kunne følge de reflekterede Straalers Vej og see, hvorledes de forene sig i Brændpunktet. I kunne overbevise eder om, at det virkelig er saa; den lysende Kugle er meget tydelig. Dersom jeg havde Tid til det, skulde jeg vise eder, at dette er en nødvendig Følge af den ovenfor nævnte Lov om Liigheden mellem Indfaldsvinkelen og Reflektionsvinkelen.

Jeg skal nu vise eder, at Varmestraalerne ikke reflekteres paa nogen anden Maade end Lysstraalerne. Til dette Diemed vil jeg bruge ikke eet Speil, men to Speile, saakaldte konjugerede Speile, A og B, Fig. 33, det ene hængende over det andet. Jeg frem-

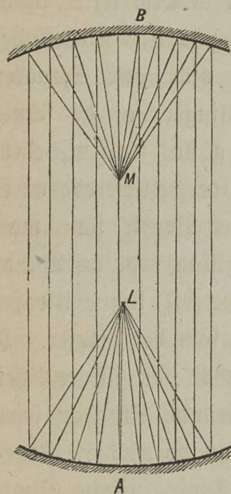


Fig. 33.

bringer et smukt elektrisk Lys med en Søile paa 50 Elementer, og jeg stiller denne straalende Lyskilde i Brændpunktet L for det ene Speil; Straalerne ville blive reflekterede lodret nedefra opad; de ville desuden være parallelle indbyrdes og danne en Slags lodretstaaende Cylinder, saafremt Speilet, som reflekterer dem, er ganske horisontalt. Læg nu Mærke til, hvad der gaar for sig. Lysstraalerne falde først paa det underste Speil, A; de kastes derfra lodret opad og danne en lysende Cylinder; denne Cylinder træffer det øverste Speil, B, hvor Lysstraalerne lide en ny Refleksion, som faar dem paany til at samle sig mod et bestemt Punkt, det vil sige, mod Speilets Brændpunkt M. Da alle Vindueslemmer ere lukkede, lader Salens Mørke os meget tydelig see disse forskjellige Dele af Lysstraalernes Bei ved Hjælp af de lysende Spor, som Støv og andre

i Luften svævende Legemer frembringe. Dersom jeg stillede det elektriske Lys i Brændpunktet for det øverste Speil, vilde det være til det nederste Brændpunkt, at de dobbelt reflekterede Straaler vilde samle sig. Lad os nu virkelig erstatte Lysen med Varme. Jeg tager i dette Niemed en Flaske, fuld af kogende Vand, og ophænger den i Brændpunktet af det øverste Speil. Hvad følger deraf? Varmestraalerne, som udstømme fra dette Vand, og som træffe Overfladen af det øvre Speil, blive reflekterede til det nederste Speil. Dette kaster dem nu ogsaa tilbage og samler dem i sit Brændpunkt. I kunne ikke følge dem med Dinene ligesom Lysstraaerne; men jeg haaber, at vor smukke thermo-elektriske Søile vil give os Midler til at bøde herpaa, og vise os, at det virkelig gaar for sig saaledes. Jeg stiller altsaa Søilen i Brændpunktet for det nedre Speil med Forsiden ikke vendt opad mod den Side, hvor det varme Vand er, men nedad. I see, at Viseren øieblikkelig angiver en Stigning af Temperaturen, forarsaget af den Varme, som Speilet har reflekteret og samlet i sit Brændpunkt. Lad os vende Forsiden af Søilen mod den kolde Deel af Salen, for at den kan tabe den Varme, som den har modtaget, og lad os i Stedet for Beholderen med varmt Vand sætte et ganske andet Legeme, der ikke er varmt, men koldt, det vil sige, lad os i Brændpunktet til det øvre Speil stille en Kulblanding og bruge Søilen, som jeg gjorde, da vi havde

varmt Vand. I see, at Viseren gaar i Retning af Kulde, den bevæger sig paa Skiven til det yderste Punkt for Afkjøling. Hvorledes skulle vi forklare dette Resultat? Jeg vil vædde, at flere af mine unge Tilhørere allerede have gjort følgende Slutning derom: „Der gives Kuldestraaler, ligesom der gives Varmestraaler; disse Kuldestraaler gaa ud fra Kuldeblandingen, ligesom Varmestraalerne gif ud fra Beholderen med varmt Vand.“ Men saaledes er det i Virkeligheden ikke. Naar vi stille en Kuldeblanding i et af Brændpunkterne, er det den thermo-elektriske Søile i det andet Brændpunkt, som er det varme Legeme. Søilen er nemlig i Forhold til Kuldeblandingen et varmt Legeme; den udstraaler Varme mod det nedre Speil. Denne Varme bliver, efterat den kommer til det øvre Speil, reflekteret af dette henimod det kolde Legeme, som ganske opsluger den og endnu kunde opsluger meget mere. Søilen maa da stadig tabe ny Varme og saaledes forklares den Afkjøling, der angives af Viseren.

Endelig vil jeg i Speilets Brændpunkt sætte et Legeme, som er opvarmet til Glødhede, det er en Kobberfugle, der netop er ophedet i en Duv i Laboratoriet her tæt ved. Denne Kobberfugle sættes glødende i Stedet for Kuldeblandingen, og vi skulle finde paa et Middell til at paavise dens Udstraaling. Til dette Forsøg passer ikke den thermo-elektriske Søile; men her har jeg fort Papir; dersom dette anbringes i det nederste

Brændpunkt, vil det maaske opvarmes nok til at frembringe Røg. Jeg begynder paa Forsøget. Kobberkuglen er ikke varm nok til, at Papiret giver det mindste Tegnet til Forbrænding, dog føler jeg med Haanden, at Varmen i det andet Brændpunkt er meget stærk, min Haand vilde ikke længe kunne udholde den. Igaar ved det samme Forsøg røg Papiret dygtigt. Dersom jeg et Dieblit sætter Søilens Forside i det samme Brændpunkt, saa vil Viferens Bevægelse viebliffelig tilkjendegive den Sammenhobning af Varme, der frembringes paa dette Punkt ved Straalernes dobbelte Reflektion.

Lad os nu nøiere undersøge disse Varmestraaler, men lad mig først fortælle eder, hvoraf dette vidunderlige Lys bestaar, som vi saa ofte have anvendt. Jeg vil tage en tynd Stribe af dette Lys og tvinge den til at vise sig for eder. I dette Niemed ville vi sænke Skjærmen lidt og lukke Vindueslemmerne, for at Salen skal blive fuldkommen mørk. Som I see, aftegner vor Stribe af elektrisk Lys selv sin Bei gjennem de svævende Smaalegemer i Atmosfæren, og efter at have gaaet gjennem et Brændglas frembringer den paa Skjærmen et smukt lysende Baand. Dette Baand kommer af de forskjellige Farvers Spredning. Ved at stille et Prisme paa tværs foran den lysende Straale, som da vil gaa gjennem den, faar jeg den til at afvige fra sin Retning paa samme Tid, som jeg derved skiller fra hverandre de forskjelligt farvede Straaler. Først stiller jeg kun et

eneste Prisme foran Straalen; det vil paa Skjærmen frembringe denne vidunderlige, rige Farveviste. Man kan i Virkeligheden ikke tænke sig noget smukkere og behageligere for Diet. Jeg kan dog udfolde Farverne endnu mere ved at forøge Afbøiningerne af Lysbundten, idet jeg tvinger den til at gaa gjennem et Prisme til. Se, hvorledes Lysbundten nu gaar gjennem de to Prismer og aftegner paa Skjærmen det, som man kalder et Lyspektrum. Dette var en af Isaac Newtons store Opdagelser. Han har paa denne Maade bevist, at det hvide Lys er sammensat af syv Hovedfarver. Dersom Begrænsningen for disse Foredrag tillod det, kunde jeg ogsaa vise eder, at man kunde frembringe hvidt Lys ved at forene disse Straaler ved paany at samle dem mod samme Punkt eller endnu bedre ved at samle dem til samme Stribe. Jeg vil nu tænde Gasen og herved ville I bemærke, hvorledes Spektret taber sin Glans, naar det bliver oplyst af et fremmed Lys. Gaslyset har jeg forresten Brug for for at vælge blandt eder en Gut med rigtig frisk Ansigtssfarve. (Efter Opfordring fra Professoren kommer en Elev frem mod Skjærmen, og Gasen bliver derpaa slukket). I skulle see, hvorledes det gaar med denne vakre Guts Kinder, naar de blive stillede i Spektrets forskjellige Farver. Først straalet de som skarlagensrøde Roser i de røde Lysstraaler; men se, nu skinne de gule Straaler paa dem, og Farven er alt andet end Rosenfarve.

Endnu maa jeg fortælle eder lidt om dette vidunderlige Spektrum. I see paa Skjærmen en stor Masse Lys, og I tænke maaske, at dette Lys er alt det, som kommer til os fra den vidunderlige elektriske Lampe, men det vilde være en Feiltagelse. Disse prægtige Farver bedække vistnok et anseeligt Rum, og dette Rum er ogsaa synligt for vore Dine, men udenfor Grændserne af det synlige Spektrum er der ogsaa Straaler, som under andre Forhold have stor Vigtighed. Der er saadanne paa den anden Side af det røde. Den stærkeste Udstraaling fra det elektriske Lys indskrænker sig ingenlunde til det synlige Spektrum, den strækker sig ligesaa langt paa den ene Side af det røde som den grønne Farve paa den anden Side. Det samme er Tilfældet med den anden Ende af Spektret; udenfor det violette er der en meget udstrakt Gruppe Straaler, men disse saakaldte ultraviolette Straaler, saavel som de ultrarøde ere ikke istand til at frembringe Syn, selv ikke om de i stort Antal træffe Net-hinden. Jeg skal dog tydeligt vise eder Forlængelsen af Spektret udenfor dets synlige Grændser, og i dette Diemed vil jeg gjøre Spektret noget kortere. Vi have gjort det længere ved at lade Straalerne gaa gjennem to Bædsfeprismer, nu ville vi bruge to Glasprismer eller et eneste Bædsfeprisme. Det Spektrum, som I see her, er saaledes frembragt ved et eneste Prisme. Vi kunde, som Sir W. Herschel gjorde, da han første Gang op-

dagede de mørke Straaler fra Solen, stille et Thermometer i den mørke Deel udenfor det røde, vi vilde da bemærke en Stigning af Temperaturen paa Grund af de Varmestraaler i det elektriske Lys, som Prismet har brudt saaledes. Dersom vi med det samme Thermometer undersøge Spektret, idet vi føre Thermometerkuglen fra det røde lige til det yderste violette, saa ville vi see, at Thermometret synker mere og mere, og naar vi atter føre den tilbage, ville vi see, at det stiger paany, eftersom den kommer gennem den violette, blaa, grønne, gule, orange og røde Deel, som er den varmeste Deel af det synlige Spektrum. Men Sir W. Herschel standsede ikke ved dette og gjorde derved en stor Opdagelse. Han viste, at Thermometret vedblev at stige langt forbi det røde. Han fremstillede Temperaturerne for de forskjellige Punkter af Spektret med rette Linier lodrette paa en horizontal Linie; den mindste Temperatur i den violette Deel fremstillede han ved en meget kort Linie, a, Fig. 34, Temperaturerne i det blaa, det grønne,

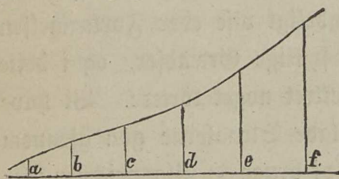


Fig. 34.

gule o. s. v. med længere og længere Linier. Ved en krum Linie gennem Topperne af de lodrette Linier fremstillede han for Diet Solspektrets hele Udstraaing. Nutildags besidde vi meget sikrere Methoder. Ved Hjælp af den elektriske Lampe og den

thermoelektriske Søile, hvis Forfide vi efterhaanden stille i de forskjellige Farver, opnaa vi den samme Hensigt med mere Nviagtighed. Hele Udstraalingen fra den synlige Deel af Spektret fremstilles ved den lille farvede Flade, som I see paa denne Blanche, men udenfor det røde tilkjendegiver Liniernes store Hvide, ligesom et høit Bjerg, en uhyre Forøgelse af Varmen. Den usynlige Deel af Spektret er næsten otte Gange saa stor som den synlige, det vil sige: kun en Ottende-deel af de Straaler, som udsendes af det elektriske Lys, er skicket til at frembringe Syn; alt det øvrige er Varmestraaler og ikke Lysstraaler.

Vi maa endnu undersøge Spektrets Forlængelse henimod den anden Ende, den violette nemlig. I dette Diemed vil jeg bruge et Prisme af Flinteglas i Stedet for et Prisme fyldt med Svovlfulstof. Flinteglasprismet stiller jeg netop som i det foregaaende Tilfælde. De adspredte Farver ere nu ikke saa glimrende, men Glasset er dog at foretrække for Svovlfulstof, fordi det er mere gjennemfigtigt for det Slags Straaler, som vi nu ville undersøge. Her er et Stof, som kaldes svovlsuur Chinin, og her er et Stykke hvidt Papir, som før Foredraget er gjennembædet med dette Stof. Professor Stokes har fundet, at den svovlsure Chinin har den Egenskab at gjøre synlig de usynlige Straaler udenfor den violette Deel af Spektret. Se nu, hvorledes virkelig dette smukke farvede Baaend bliver synligt udenfor den violette Deel,

naar det dannes paa en Skjærm, der er prepareret med svovlsuur Chinin, medens det paa dette Sted bliver usynligt, naar det opfanges paa en anden Skjærm. Dersom jeg tager Bædsfen selv og udbreder den paa et Stykke Papir, saa vil den gjøre de usynlige Straaler synlige. Jeg har ogsaa ved Haanden et andet Middel til at forandre Farven af Straaler og til at synliggjøre Straaler, som ere usynlige eller næsten usynlige. Se her et Stykke Papir, hvorpaa der er skrevet med denne Bædsfe Ordene „Godt Nytaar!“ Saalænge som det er udsat for almindeligt Lys seer man intet, men dersom man betragter det gennem et violet Glas, saa komme Bogstaverne prægtigt frem.

Dette maa være nok om de Straaler, som ligge udenfor den røde og udenfor den violette Deel af Spektret, og som ikke ere istand til at virke paa Synet. Man kalder dem usynlige Straaler.

Førend jeg gaar videre, vil jeg gjøre nogle Experimenter for eder med disse forskjellige Pulvere. Den Virkning, som gjør den svovlsure Chinin synlig, har Professor Stokes kaldt Fluorescents. Det samme Phænomen har Physikeren kjendt i lang Tid men under en anden Form: Phosphorescents. Man havde bemærket, at visse Stoffer havde den Egenkab at absorbere, saaatfæ indfuge, Lys og bagefter lidt efter lidt udsende det igjen. Edmund Bequerel har gjort sit Navn berømt ved sine smukke Undersøgelser over denne Gjen-

stand; det er ham selv, som har valgt de Pulvere, som jeg vil bruge, han har givet dem til Sir Charles Wheatstone, som har vist mig den Artighed at overlade mig en Deel deraf. Jeg skal vise eder, at dersom disse Pulvere i nogle Diebliffe udsættes for Lyset fra vor elektriske Lampe, og man derefter slukker Lampen, saa vedblive de at lyse; de udsende langsomt det Lys, hvormed de paa en Maade ere mattede. (Pulverne udsættes for det elektriske Lys og derefter slukkes Lyset). I see, at disse Pulvere ere blevne lysende selv, de udsende et smukt Lys. Se her Billedet af en Sommerfugl, dannet med disse Pulvere; det er malet paa Glas. I Almindelighed er det usynligt, eders Dine bemærke Ingenting paa Glassets Overflade. Men dersom jeg udsætter Glasset for Solens Straaler eller det elektriske Lys og lader Pulverne paavirkes deraf i nogle Minutter, saa ville I see, at Billedet kommer frem paa Grund af Udstraalingen af det Lys, hvoraf Pulveret blev gennemtrængt, mens det var udsat for Lysets Paavirkning. (Man begynder paa Forsøget, og Resultatet er det, som Professorens har forkyndt). Den smukke Sommerfugl beviser Virksomheden af Edmund Becquerels fluori-ferende Pulvere.

En eller to Gange i disse Foredrag har jeg havt Anledning til at fortælle eder, at intet Legeme i Naturen er absolut koldt. Alle Legemer ere mere eller mindre varme. Ijen selv er et varmt Legeme i Sam-

menligning med den faste Kulshyre. Sīs kan virkelig faa en Blanding af Kulshyre og Nafta til at koge; thi den er meget varm i Forhold til denne Blanding. Alle Legemer ere varme, og alle udsende Varmestraaler. Se nu her foran Bordet en Platinatraad, Mage til den hvormed vi allerede før have gjort Forsøg. I dette Dieblif udsender Platinatraaden Varmestraaler af en fuldkommen bestemt Natur. Dersom jeg indskyder den i Slutningstraaden for vort galvaniske Batteri, saa gjentages vort gamle Forsøg. I see, at Traaden er opparmet til Rødglødhebe; den udsender nu Varmestraaler og til en vis Grad ogsaa Lysstraaler. Før den elektriske Strøm gaar gjennem den, udsender den Varmestraaler, der ikke ere istand til at paavirke Synet. Naar vi nu forhoie Traadens Temperatur ved at lade en elektrisk Strøm gaa gjennem den, hvad bliver der da af de Varmestraaler, som den tidligere udsendte, men som ikke vare synlige? De ere fremdeles tilstede, ja ere endog meget stærkere, men de ere altid mørke. Den lysende Udsstraaling fra den rødglødende Traad er altsaa blot et Tillæg til den mørke Udsstraaling, som udgik fra den, førend den blev glødende. Dersom vi efterhaanden forforte Traaden ligesom i et Forsøg, som vi have gjort ved Begyndelsen af disse Foredrag, saa see vi, at den bliver mere og mere straalende. Dog ere de Straaler, den nu udsender, fremdeles blandede med de Straaler, den udsendte, før den blev glødende.

Disse vedblive at være der, men ere uden Sammenligning meget stærkere. De Straaler, som udstraalede fra Traaden, før den blev glødende, ere ogsaa nu tilstede, ligesaavel som de synlige Straaler, og besidde en Styrke, der er flere tusind Gange saa stor som den, de før besad. De ere fremdeles mørke og have ikke Gyne til at paavirke Synet, ikke desto mindre ere de tilstede, med deres første Styrke flere tusind Gange forøget. Jeg vil forsøge at skille disse lyse og mørke Straaler fra hinanden, saa I see derpaa, og jeg vil forsøge at behandle de mørke Straaler saaledes, at I kunne saa see nogle af de Virkninger, som de kunne frembringe. Jeg tænker, at I alle ville kunne forstaa, hvorledes dette kan lade sig gjøre. Lad os tage dette lille Hjulspeil og stille det bag den elektriske Lampe. Derved saa vi et Billede af Lampens Kulspidser, og dette Billede vil jeg opfange paa Skærmen. Se nu staar virkelig Billedet af Kulspidserne, hvorfra det elektriske Lys udstømmer, paa Skærmen. Ved at bruge et Hjulspeil til og paany lade Straalerne samles ved Hjælp af dette, vil jeg være istand til at give eder et større Billede, som maasse vil være bedre at see. Se nu dette forstørrede, men omvendte Billede af Kulspidserne. I see her en betydelig Mængde Lys. Min Medhjælper vil nu fylde et Glaskar med en Vædske, der er uigjennemsigtig for Lyset. Vor uigjennemsigtige Oplosning ville vi tillave af Svovlkulstof, en fuldkommen igjennem-

figtig Bædske, hvori vi lade et for Chemikere og mange andre Folk velbekjendt Stof, som kaldes Jod, opløse sig. Svovlfulstof opløser Jodet med stor Lethed, og derved faar Bædsken en dunkel Farve, saa overordentlig mørk, at ikke Solskin midt paa Middagen kan slippe igjennem. Forunderligt nok, dette besynderlige Stof, som har Evne til ganske at standse de lysende og synlige Straaler, der frembringe de adspredte Farver paa Skjærmen, dette Stof slipper dog alle Varmestraalerne igjennem. Denne Bædske er mørk for Lyset, men aldeles gjennemfigtig for den straalende Varme. Min Medhjælper vil sætte et Brændglas foran den elektriske Lampe for at skaffe os denne smukke, tilspidsede Lysbundt eller Lysekegle, som, idet den tegner sin Vej paa Støvet i Salen, falder paa den thermo-elektriske Soile. Han vil derefter, naar jeg siger ham til, stille Karret med den mørke Bædske i Veien for den elektriske Lystraale. Derved vil han opfange alt Lyset, dog vil det Punkt, hvor Soilen staar, vedblive at være varmt. (Karret og Soilen opstilles, som er sagt). I see, at intet Lys slipper igjennem; men I bemærke, at Viseren dreier sig alligevel, og dette beviser jo, at uagtet Lyset er opfanget, saa slipper dog Varmestraalerne igjennem.

Jeg skal forsøge at gjøre disse Varmestraaler endnu mere tydelige for eder. Jeg stiller derfor en elektrisk Lampe, Mage til den, som jeg før har brugt, inde i denne Væske og bag det lysende Punkt et Sølvspeil.

Dette Speil vil reflektere Lysstraalerne fra den elektriske Lampe og lade dem gaa ud gjennem Abningen, som I see her foran. Denne Abning er lukket med en Plade af Steensalt. Steensalt er overmaade gennemsigtigt for Varmestraaler, saavel som for Lysstraaler, og det er derfor, at jeg betjener mig af dette Stof. Vi ville atter frembringe den tilspidsede Bunt af elektrisk Lys; I see i Luften den glimrende Kugle, som dens Straaler frembringe. Min Medhjælper vil stille den mørke Oplosning i Veien for den. Se, den afbryder alt Lys, saa at I Ingenting see. Men jeg vil holde et Stykke Platina paa den anden Side af den mørke Bædse, læg saa Mærke til, hvad der skeer. Platinaet bliver rødglødende i en ganske mørk Atmosfære. Dersom jeg i Stedet for Platina tager tørt Papir og holder det i Brændpunktet for de mørke Straaler, saa see I, at jeg kan antænde dette Papir (Papiret fatter Ild). Denne Antændelse bevirkes af de usynlige Varmestraaler, som strømme ud fra den elektriske Lampe. Jeg tager dernæst et tykt Stykke Metal og stiller det i Brændpunktet for de mørke Varmestraaler, I see, at det smelter ved Hjælp af den straalende Varme, og at det falder ned i flydende Tilstand. Dernæst vil jeg brænde et Stykke Zink. Se, hvor Zinken virkelig brænder paa et Sted, hvor der var et fuldkomment Mørke. Luften, hvori Zinken brænder, er slet ikke opvarmet. Ingenting vilde være lettere end at tænde en Cigar

paa denne Maade i fuldkomment Mørke. Her har jeg en. I see, at den fanger Ild vœibliffelig paa et Sted, hvor der sletikke er noget Lys. I kunde sætte eders Die til det Punkt, hvor Platinaet er blevet ophedet til Glødhede uden at see noget. Jeg har virkelig forsigtig nærmet mit Die til dette mørke og brændende Brændpunkt, jeg har ladet dets Straaler falde paa min Nethinde (Synsnerve) uden at see Lys og uden at føle Varme. Nethinden var fuldkommen ufølsom for disse kraftige Straaler. Jeg har endog undertiden faaet Magnesium til at tænde sig ved disse Straaler; ja see nu, dette smukke Metal tænder sig paa et Sted, hvor Diet ikke saa noget Lys, midt i det dybeste Mørke. Med disse mørke Straaler kunde jeg gjerne tænde London i Brand.

Her er et Glas, som indeholder Suurstof; jeg stikker et Stykke Kul ned deri, jeg anbringer dernæst dette Kul, medens det fremdeles er i Suurstoffet, ind i Varmestraalernes Brændpunkt, og I see, at det antændes af de mørke Straaler og brænder i Suurstoffet med livlig Gløds.

Endnu vil jeg gjøre et eller to Forsøg af samme Slags. Jeg tager derfor det Speil, som jeg netop brugte, og stiller det bag det lysende Brændpunkt fra en anden mørk Kasse (camera obscura), som er stillet paa Enden af Bordet. Speilet vil reflektere Lysbunden og sende den langs henad Bordet. I Stedet for

at rette Lysbundten henimod Tilhørerne, hvilket vilde være generende for eder, vil jeg opfange den paa et andet Speil og reflektere den, ligesom jeg gjorde i et tidligere Forsøg over Lysset, da Straalen traf Speilet i Taget.

Flere af eder kunne see den stærke Reflektion, som frembringes her; se her er et Brændpunkt, som vilde brænde eder skrækkeligt i Tingrene, om I satte dem derhen. Jeg er vis paa, at vi kunde tænde Papir deri. I see, at Papiret virkelig tænder sig vøieliggelig, og denne Brand er frembragt ikke af lysende, men kun af mørke Straaler. Imidlertid opvarmes ikke den Luft, der er i Berørelse med det varme Brændpunkt, det er kun, naar man sætter et fast Legeme i Brændpunktet, at Varme frembringes. Vi kunne brænde Zink her, som jeg har gjort i de mørke Straaler. I see, at den fanger Ild og brænder næsten som et Stykke Papir. Her er et lidet Glas, som indeholder Vand, jeg stiller det i Straalernes Brændpunkt og paa samme Tid anbringer jeg foran det et andet Glas med Vand, som Lysset maa gaa gjennem, før det kommer til det første. Dette andet Kar vil opsluge de mørke Straaler, som give Varme, uagtet det ikke i nogen mærkelig Grad standser Lysstraalerne. Straalernes Brændpunkt falder virkelig paa det første Glas med Vand, uden at nogen Virkning frembringes paa det. Jeg vil nu tage bort det andet Glas med Vand, som Lysbundten gaar gjennem,

for den falder paa det første, jeg slipper saaledes Varmestraalerne frem, og I see, at Vandet i det Glas, der stilles i Straalernes Brændpunkt, strax begynder at fuge. Om nogle Dieblkke vil dette Vand være voldsomt i Røg. Se, hvor det allerede foger. Denne Virkning har sin Grund ikke i Vvsstraalerne, men ene og alene i de mørke og usynlige Varmestraaler, hvorom jeg har talt til eder.

Ved disse Forsøg har jeg hele Tiden haft for Die at faa eder til at forstaa, at vi skyld alle vore Floder, alle vore Isbræer og al vor Sneegang eller næsten ganske til disse mørke Straaler. Solens lysende, glimrende Straaler falde paa de tropiske Have og trænge der igjennem til store Dybder uden at blive synderlig opslugte, men de ikke lysende Straaler opjages meget nær ved Overfladen. Det var ved Opjuggingen af disse mørke Straaler, at Vandet blev bragt i Røg ved vort sidste Forsøg. Disse Solens mørke Straaler, som træffe Tropelandenes Ocean og strax opjuges, forhøie Temperaturen af Havets Overflade, og paa denne Maade er det, at al den Fugtighed eller Damp, som den varme Luft fører med sig ud i Rummet, bliver frembragt.

Og nu — jeg beklager det — ere vi ved Enden af vort Arbeide. Jeg har tilstaaet for eder, da jeg begyndte, at jeg meget havde ønsket at betro en anden Omjorgen for at holde disse Foredrag, fordi jeg var saa bestjæftiget, at jeg frygtede for, at jeg ikke kunde gjøre det saa godt, som jeg ønskede. Nu er jeg glad over at have paataget mig det, fordi disse Timer have forskaffet mig den Behagelighed at see eder gjentagne Gange. Ved eders Opmærksomhed have I hjulpet paa Lærerens Mangler, jeg takker eder hjerteligt derfor og ønsker eder af mit ganske Hjerte et glædeligt Nytaar.

