

UNDERSØGELSE AF NOGLE ISLANDSKE
VARME KILDERS RADIOAKTIVITET OG AF KILDE-
LUFTARTERNES INDHOLD AF ARGON OG HELIUM

AF

K. PRYTZ OG TH. THORKELSSON

(MEDDELT I MØDERNE DEN 2. DECEMBER 1904 OG DEN 12. MAJ 1905)

Det har vist sig, at der i Forbindelse med vistnok alle de hidtil i saa Henseende undersøgte varme Kilder optræder en betydelig Radioaktivitet; endvidere har det vist sig, at der ofte findes Helium tilstede i den Luft, som sædvanlig stiger op gennem de varme Kilders Vand. Denne Iagttagelse er en interessant Bekræftelse paa RAMSAY og SODDY's Opdagelse af, at der efterlades Helium i et Rum, hvori man lader Radium-emanation hændø. Tilstedeværelsen af de mange varme Kilder paa Island maa opfordre til, at der foretages en Undersøgelse af disse Kilders Afgivelse af Emanation og Helium. Med dette for Øje blev der i Sommeren 1904 udrustet en lille Rekognosceringsekspedition til Island bestaaende af cand. mag TH. THORKELSSON og stud. med. S. JONSSON; Ekspeditionen blev udstyret med de fornødne Instrumenter og andet Tilbehør fra den polytekniske Læreanstalts fysiske Laboratorium, og fra Carlsbergfondet modtog Cand. THORKELSSON en Understøttelse paa 300 Kroner til Hjælp under Rejsen, samt en lige saa stor Sum efter Rejsens Afslutning til Hjælp ved Materialets Bearbejdelse. I nærværende Afhandling meddeles de ved Ekspeditionen vundne Resultater.

En Kildes Radioaktivitet kan være betinget af, at Vandet indeholder radioaktive Stoffer i Opløsning; i saa Fald maa ogsaa det Jordsmon, som gennemtrænges deraf, antages at

indeholde de samme Stoffer; man har derfor Grund til at undersøge saavel Vandets som Jordsmonnets, for de islandske varme Kilders Vedkommende Dyndets, Radioaktivitet. Hvor der stiger Luftarter op gennem Kildevandet, kan Radioaktiviteten ogsaa hidrøre fra, at disse Luftarter medføre Emanation fra dybere liggende radioaktive Stoffer; er dette den eneste Aarsag til Radioaktiviteten, kan Vandet og Dyndet kun vise en forbigaaende Aktivitet. Ved varme Kilder kan tilmed denne kun optræde med ringe Styrke, da den høje Temperatur kun tillader Optagelsen af en ringe Mængde af Emanation fra den opstigende Luft. Der bliver følgelig at undersøge dels forbigaaende Radioaktivitet i Luften og, hvis Forholdene tillade det, tillige i Vandet og Dyndet, dels vedvarende Radioaktivitet i Dyndet eller i Vandet eller i begge Dele. Den førstnævnte Undersøgelse maa udføres paa selve Stedet, eller dog saa nær derved, at Undersøgelsen kan foretages kort Tid efter Besøget.

Hvad Undersøgelsen af den opstigende Lufts Indhold af Helium og af andre inaktive Luftarter angaar, da maa den nødvendigvis foregaa i et Laboratorium. Det samme gælder Undersøgelsen for vedvarende Aktivitet hos Dyndet og Vandet.

Arbejdet ved en saadan Undersøgelse falder derfor i to Dele, hvoraf den ene udføres under Rejsen, den anden i Laboratoriet. Svarende dertil vil nærværende Afhandling omfatte dels en Rejseberetning fra Cand. THORKELSSON med Angivelse af de under Rejsen vundne Resultater, dels en Beretning om Undersøgelsen i Laboratoriet af det fra Rejsen medbragte Materiale.

I. Rejseberetning fra Cand. Thorkelsson.

Da der blev sat Undersøgelser i Gang til Undersøgelse af Radioaktiviteten hos Vand fra Jorden paa den herværende polytekniske Lærestalts fysiske Laboratorium, blev jeg beskæftiget med dette Arbejde efter en af Prof. K. PRYTZ angiven

Metode grundet paa Anvendelsen af den af samme konstruerede Slangepumpe¹. Denne Pumpe (Fig. 1) bestaar af en om en Cylinderflade lagt Kautsjukslange og en om Cylinderens Akse bevægelig Rulle *R*, der trykker Slangen sammen, og som ved at føres over denne skyder dens Indhold af Luft eller Vædske foran sig; ved at det om Cylinderen lagte Stykke af Slangen danner noget mere end 1 Vinding, saa at der paa en Del *AB* af Cylinderfladen ligger to Stykker af Slangen ved Siden af hinanden, opnaar Pumpen den værdifulde Egenskab at arbejde uden Ventiler, hvoraf følger, at den Luft- eller Vædskestrøm, som Rullens Omdrejning fremkalder, skifter Retning, naar Omdrejningsretningen forandres.

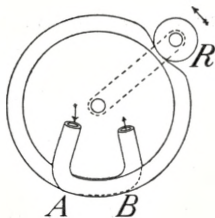


Fig. 1.

Det Vand, som skal undersøges, anbringes i en 1,5 Liter stor Flaske med Tubus forneden (Fig. 2). Den med et

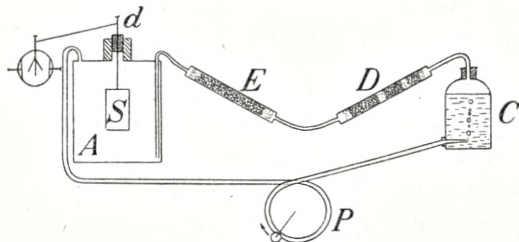


Fig. 2.

Elster-Geitels Elektrometer forbundne Kondensator *A* af Messingblik er 17 cm høj og 16 cm i Tværmaal. Spredningslegemet *S*, hvis Stilk gaar lufttæt op gennem Kondensatorens Laag, er isoleret derfra ved Rav. Det har Form af en Cylinder, der er 7 cm høj og 5 cm i Tværmaal. Kondensatoren har to Tilledningsrør, hvoraf det ene udmunder foroven, det andet ved Bunden. Flasken *C* og Kondensatoren forbindes nu saaledes, at de med Forbindelsesrørene danne

¹ K. PRYTZ: Zeitschrift f. Instrumentenkunde. 1905. S. 193.

en lukket Kreds; i denne er Slangepumpen *P* og Rørene *E* og *D* indskudte. Naar Pumpen drejes rundt, vil Luften fra Kondensatoren bringes til at cirkulere, idet den bobler op gennem Vandet i Flasken *C*; Rørene *E* og *D* indeholde, det ene $CaCl_2$, det andet tynde Metalstrimler, der ere afledede til Jorden. Idet Luften bobler op gennem det emanationsholdige Vand, vil en Del af Emanationen gaa over i Luften, og tilsidst vil der indtræde en Ligevægtstilstand i dens Fordeling mellem Luft og Vand. Luftens Emanationsindhold, som maales paa sædvanlig Maade i Kondensatoren ved Elektrometrets Potentialfald, vil da være proportional med Vandets Indhold. Paa denne Maade undersøgte Københavns Ledningsvand, der gav 5,5 Volts, samt Vandet fra Bunden af Borehullet i Grøndalsengen, der gav 3 Volts Forøgelse i Potentialfaldet pr. Time.

Undersøgelserne paa Island paabegyndtes i Slutningen af Juni Maaned. Følgende Steder blev besøgte: Svovlkilderne i *Krisuvík*, de varme Kilder i Nærheden af Fabrikken *Reykjafoss*, *Ölfus*, og de varme Kilder omkring *Springkilden Geysir i Haukadalur*. Fra *Reykjafoss* blev der to Dage foretaget Ekskursioner til Fjældet *Hengill*, for at undersøge de derværende Mineralkilder og varme Kilder.

Da Ekspeditionens Hovedformaal var at faa Oplysninger om, hvorvidt Radioaktiviteten maatte betragtes som en almindelig Egenskab ved de varme Kilder, søgte man paa hvert Sted særlig at undersøge Kilder, der laa fjærnt fra hinanden, da man herved formentlig bedre kunde skelne mellem, hvad der er fælles og hvad der er særegent for de enkelte Kilder. Men herved blev Arbejdet i høj Grad besværligt. Thi Transporten af Apparaterne kostede meget Arbejde og tog megen Tid. Foruden Apparaterne til Opsamling af Kildeluft og Kildevand maatte vi overalt medbringe en Kuffert samt Stativer og Stænger, som benyttedes ved Opstillingen af Apparaterne. Til denne Transport kunde vi ikke anvende Heste,

men maatte selv bære det hele. Mange Gange under Arbejdet ved Kilderne var man paa Grund af Jordbundens Hede og bløde Beskaffenhed nødt til at gaa ad lange Omveje, for ikke at blive udsat for at synke ned i den hede Jordmasse. Flere Steder findes der ogsaa mindre Dyndkilder, som skjules af en skorpeagtig Overflade. Man maa derfor altid være forsigtig og se sig vel for, at man ikke kommer til at træde paa saadanne Steder, da man derved udsætter sig for at synke ned i den under Overfladen skjulte Kilde. Man har flere Eksempler paa Ulykkestilfælde af denne Art.

Da vi paa Grund af vore begrænsede Midler var nødt til at indskrænke Bagagen til det mindst mulige, medtog vi ikke det Udstyr, der fordres til at kunne sove i Telt paa Island. Vi var derfor henviste til at indkvartere os paa beboede Steder og derfor oftest i ret betydelig Afstand fra Arbejdsstedet. For Krisuvíks Vedkommende brugtes der til Ud- og Hjemfarten 2 à 3 Timer daglig. Paa hver af de to Ture, der paa to forskellige Dage foretoges fra Reykjavoss til det i en øde Egn beliggende Hengill, brugtes der mere end den halve Dag til den besværlige Ud- og Hjemfart. Det lykkedes derfor ikke at faa mere end to Kilder ved Hengill undersøgt for Radioaktivitet.

At Rejsen under de givne Forhold dog kunde foretages, skyldes den Understøttelse der blev mig til Del fra *Carlsbergfondet*, hvis Direktion jeg derfor herved bringer min ærbødige Tak. Jeg maa ligeledes bringe min Ledsager paa Rejsen og Medarbejder ved Undersøgelserne Hr. stud. med. S. JONSSON min Tak for den Bistand, som han ydede mig, og uden hvilken jeg ikke kunde have gennemført min Plan.

Til Undersøgelse af *Emanationen i Kildevandet* benyttedes det i Fig. 2 fremstillede Apparat. Fyldningen af Flasken C med det Vand, der skulde undersøges, foregik paa den Maade, at man med Slangepumpen sugede Vandet fra den varme Kilde gennem godt afkølede Blyrør ind i Flasken. Saa snart

Flasken var fyldt, tilsattes lidt pulveriseret Brunsten for at befri Vandet for Svovlbrinte, og Flasken blev lukket og afkølet til almindelig Temperatur. Derefter blev den bragt under Tag, og Vandet blev undersøgt saaledes som ovenfor nævnt. Pumpen blev trukket med Haandkraft og Luften cirkulerede 1—1½ Time. Da der i hvert Minut gik en ½ Liter Luft gennem Pumpen og Kondensatorens Rumfang er ca. 3⅓ Liter, ser man, at Luften maa have været flere Gange i Berøring med Vandet.

Paa denne Maade blev Vandet fra flere varme Kilder ved Krisuvík prøvet; men ingen Emanation kunde paavises. Endvidere blev Vand fra et Par varme Kilder ved Reykjafoss undersøgt, men Resultatet blev ligeledes negativt. Den videre Undersøgelse af Vandets Radioaktivitet, blev derfor opgivet til Bedste for Undersøgelsen af Kildeluften.

Emanation i Kildeluften. I næsten alle de varme Kilder boblede der Luft fra Dybet op gennem Vandet. For at prøve, om denne Kildeluft indeholdt Emanation, blev Kildeluftens Ledningsevne maalt i Kondensatoren. Men da Kildeluften indeholder Svovlbrinte, maatte denne først bortskaffes.

Fig. 3 viser, hvorledes Apparaterne var opstillede ved Luftens Optagning. *F* er en 1 Liter stor Flaske med Kobbersulfatopløsning. Ved Hjælp af Slangepumpen *P* frembringer man over Opløsningen et Undertryk, der er tilstrækkeligt til at suge den af Glastragten *G* opsamlede Kildeluft op gennem Opløsningen. Kobbersulfatet tager største Delen af Svovlbrinten; Resten bortfjernes, ved at Luften gaar gennem pulveriseret Brunsten i den lille Flaske *N* og gennem granuleret Brunsten i det ½ m lange Glasrør *M*. Derefter tørres Luften i Klorkalciumrøret *E*, før den kommer ind i Kondensatoren *A*.

Af Pumpens Omdrejningsantal kunde vi skønne, at der under hvert Forsøg gik ca. 10 Liter Luft gennem Pumpen, og maatte vi antage, at det var tilstrækkeligt til at udskylle Kondensatoren for atmosfærisk Luft. Hver Udskylning varede

1½—2½ Time. Saa snart vi havde faaet Kondensatoren tilstrækkelig udvasket for atmosfærisk Luft, blev Tilledningsrørene lukkede og Beholderen taget hjem, hvorefter Maalingerne af Luftens Ledningsevne foregik.

Efter hvert Forsøg blev det saavel med Blyacetat som ved Lugten undersøgt, om Luften i Kondensatoren indeholdt nogen Rest af Svovlbrinte, men saadant kunde aldrig paavises. Kildeluftens Indhold af Svovlbrinte skønnes af Udfældningen af Svovlkobber i Flasken *F*. Hvor der blev optaget Luftprøver, kunde man ogsaa faa en Forestilling om Kulsyreindholdet i Kildeluften.

Med Hensyn til Maaling af Luftens Ledningsevne, skal følgende bemærkes. I den Tid, da Kondensatoren ikke blev benyttet til Ledningsevnebestemmelse, blev der lagt en Blikhætte over Proppen for at skærme den mod Støv og Stænk. Men hver Gang Maalinger skulde foretages, blev Hætten taget af, og Stangen *d* blev forbunden med Elektrometret ved en kort Kobbertraad. Derefter blev Spredningslegemet ladet til en Spænding af omtrent 190 Volt, og man iagttog Potentialfaldet. Naar Potentialet ikke faldt særlig hurtig, maalttes Potentialfaldet

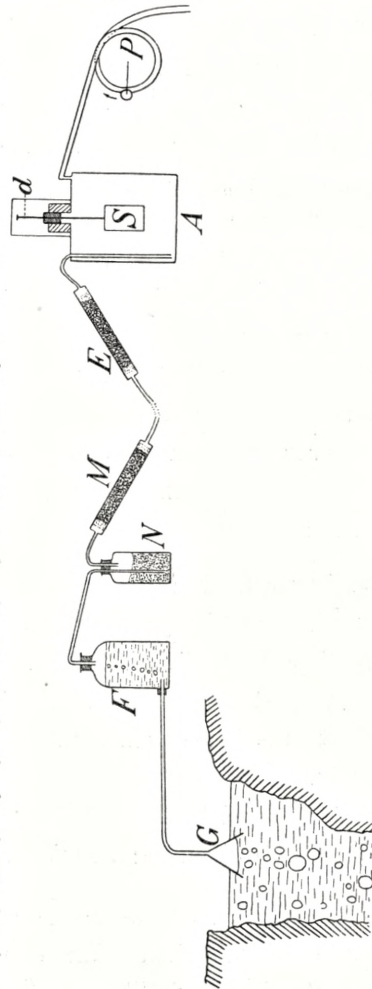


Fig. 3.

i et givet Antal Minutter; var Potentialfaldet derimod stort, observeredes den Tid, Elektrometrets ene Blad bevægede sig forbi 5 Skaladele, d. v. s. den Tid, i hvilken Potentialfaldet fra 186 Volt til 143 Volt.

For Sammenligningens Skyld er det af de enkelte Observationer beregnet, hvor mange Volt Potentialfaldet vilde være faldet i en Time under den Forudsætning, at det faldt med konstant Hastighed; det er dette Antal Volt, som er angivet nedenfor som „Potentialfaldet“. Elektricitetstabet som Følge af Isolationsmangel ved Ravproppen var uden Betydning. Forud for hver enkelt Undersøgelse blev Potentialfaldet iagttaget med Luft fra Atmosfæren i Kondensatoren. Disse Iagttagelser gav ved Krisuvík gennemsnitlig 50 Volt pr. Time, ved Reykjafoss 15,6 Volt pr. Time, og ved Geysir 35 Volt pr. Time.

Resultaterne fra Iagttagelserne af Kildeluftens Lednings-
evne ved de forskellige Kilder, ialt 9, som blev undersøgte, er følgende:

Krisuvík I. Den undersøgte Luft, som indeholdt en Del Svovlbrinte og Kulsyre, stammede fra en Vandpøl med lidt Dyndaflejring og livlig Luftudvikling. Denne Vandpøl er en af de østligste blandt de varme Kilder, som ligge Vest for et ubeboet Hus i den Dal, som strækker sig i Nord fra Gaarden Krisuvík.

Potentialfaldet beregnet for 1 Time: 810 Volt.
50 Minutter senere: 933 Volt.

Krisuvík II. Den undersøgte Luft er fra en Vandpøl af lignende Beskaffenhed som den under Krisuvík I omtalte. Denne Vandpøl, hvis Temperatur var 94°, ligger længst mod Vest i Gruppen og tæt Nord for Gruppens kraftigste Dyndvulkan.

Potentialfaldet: 660 Volt.
90 Timer senere: 270 Volt.

Emanation kunde ikke paavises i Vand fra denne Kilde.

Reykjafoss I. Den undersøgte Luft blev taget fra et Varmtvands-Basin. Der udvikledes store Mængder af Luft, hvoraf omtrent Halvdelen bestod af Svovlbrinte og Kulsyre. Saavel Kildens Vandstand som dens Temperatur og Luftudvikling var variable. Temperatur 84° — 94° . Til Tider strømmede der noget Vand fra Basinet. Kildens Beliggenhed er VNV for Fabrikken Reykjafoss og tæt Syd for den Springkilde, som opstod under Jordskælvene i 1896.

Potentialfaldet: 3070 Volt.

30 Minutter senere: 3320 Volt.

Vand fra denne Kilde blev ogsaa undersøgt, men Emanation kunde ikke paavises.

Reykjafoss II. Den undersøgte Luft stammede fra en Varmtvands-Kilde, beliggende under en lille Bakke NV for Gaarden Reykir. Kilden, hvis Temperatur var 90° , havde et Afløb til den forbistrømmende Bæk. Luften udvikledes temmelig langsomt og indeholdt kun lidt Svovlbrinte og Kulsyre.

Potentialfaldet: 6000 Volt.

11 Timer senere: 5600 Volt.

Reykjafoss III. Den undersøgte Luft stammede fra en Dyndkilde, hvis Beliggenhed er lidt Syd for det under Reykjafoss I omtalte Basin. Under Luftens Opsamling regnede det stærkt, saa at Dyndets Vandindhold var betydelig forøget henimod Slutningen.

Potentialfaldet: 1160 Volt.

50 Minutter senere: 1350 Volt.

Reykjafoss IV. En varm Kilde i Hengladalir, SØ for Bjærget Hengill, udviklede Luft, som var stærkt svovlbrinteholdig. Luftens Ledningsevne kunde ikke blive maalt før $2\frac{1}{2}$ Time efter Luftens Opsamling.

Potentialfaldet: 11800 Volt.

Reykjafoss V. Luften stammede fra Mineralkilden ved Bjærgtet Hengill. Kildens Temperatur var $21^{\circ},5$. $3\frac{1}{2}$ Time efter Luftens Opsamling var

Potentialfaldet: 110 Volt.

$11\frac{1}{2}$ Time derefter: 90 Volt.

Geysir I. Den undersøgte Luft blev taget fra Kilden *Blesi*, som bestaar af to store Basiner, stødende tæt op til hinanden. Temperaturen var 92° . Luftudviklingen var kraftig, men Luftens Indhold af Svovlbrinte og Kulsyre var ringe.

Potentialfaldet: 4840 Volt.

20 Minutter senere: 4910 Volt.

Geysir II. Luften blev taget fra Kilden *Gunnhildarhver*, der ligger længst mod NV i den Gruppe varme Kilder, som kaldes „*þykku hverir*“. Fra Kilden strømmede meget lidt Vand. Temperaturen var 97° . Luften indeholdt lidt Svovlbrinte og en betydelig Mængde Kulsyre.

Potentialfaldet: 51600 Volt.

10 Timer senere: 42000 Volt.

Af de ovenanførte Observationer fremgaar, at Kildeluften paa de undersøgte Steder er i høj Grad ledende for Elektricitet. At Ledningsevnen skyldes et Indhold af Emanation fremgaar formentlig af følgende Iagttagelser. Naar Kildeluften er optaget i Kondensatoren, finder man, at dens Ledningsevne vokser i Begyndelsen for derefter at aftage. Samtidig blive Kondensatorens Vægge aktive, thi Potentialfaldet vedbliver at være betydeligt til Trods for, at Kildeluften blæses ud af Kondensatoren. Først efter at Kondensatoren er grundig afgnedet indvendig, samt Luften flere Gange er blæst ud af den, faar man det for atmosfærisk Luft normale Potentialfald igen. Alle disse Forhold er netop karakteristiske for Emanationen.

Da der saaledes stadig strømmer Emanation fra de varme Kilder, maa Luften i Nærheden af Kilderne ventes at være

forholdsvis stærkt radioaktiv. Dette findes ogsaa bekræftet, thi ved Krisuvík fandtes et Potentialfald paa 50 Volt for den atmosfæriske Luft, medens Potentialfaldet ved Reykjafoss kun var 15,6 Volt. Ved Krisuvík arbejdede vi nemlig i et ubeboet Hus i Kildernes umiddelbare Nærhed, hvorimod Reykjafoss ligger et godt Stykke Vej fra de derværende Kilder.

Optagning af Prøver af Kildeluft til Paavisning af sjældne Luftarter. Jeg medførte Glasbeholdere til Optagning af Luftprøver af 3 forskellige Størrelser, nemlig omtrent 100, 300 og 500 cm³. Af Pladshensyn kunde jeg ikke medtage større Beholdere. For dog at kunne faa de inaktive Luftarter med i saa stor Mængde, at der kunde være Haab om en sikker Paavisning af dem, blev Kildeluften opsamlet saaledes, at man straks fjernede nogle af dens Bestanddele, nemlig Svovlbrinte og Kulsyre. Tidligere Analyser af islandsk Kildeluft¹ har vist, at den som Regel er rig paa sidstnævnte Luftarter, og de er forholdsvis lette at fjerne.

I Fig. 4, som viser, hvorledes Apparaterne var opstillede, naar Kildeluften blev opsamlet, have *P*, *M*, *N*, *F* og *G* samme Betydning som i Fig. 3. Man begyndte med at fylde Glasbeholderen *B* med Kildevand; det skete, ved at *B*, som vist i Fig. 4, blev forbunden med et **T**-Rør, hvis ene Gren blev forbunden med Slangepumpen, medens der fra den anden Gren blev ført et Rør ned i Kilden. Ved gentagne Gange først at pumpe *B* ud, idet der blev lukket mod Vandet, og derpaa aabne til dette, fyldtes *B* efterhaanden med Vand. Herefter blev den i Fig. 4 viste Sammenstilling foretaget, idet *B* er lukket med Klemhanen *b*.

Efter at Ledningerne er fuldstændig udvaskede for atmosfærisk Luft, lukkes Klemhanen *d*, Beholderen *B* vendes om, saa at Spidsen kommer til at vende nedad, og Klemhanen *b*

¹ BUNSEN: Pogg. Ann. 83, S. 238, 1851. O. T. CHRISTENSEN: Tidskr. f. Physik og Chemi (2) 11, S. 225, 1889.

aabnes. Ved Hjælp af Pumpen frembringes Undertryk, saa at den af Kildevandet i *B* absorberede Luft udskilles og fortrænger en Del af Vandet deri. Ved at aabne Klemhanen *d*

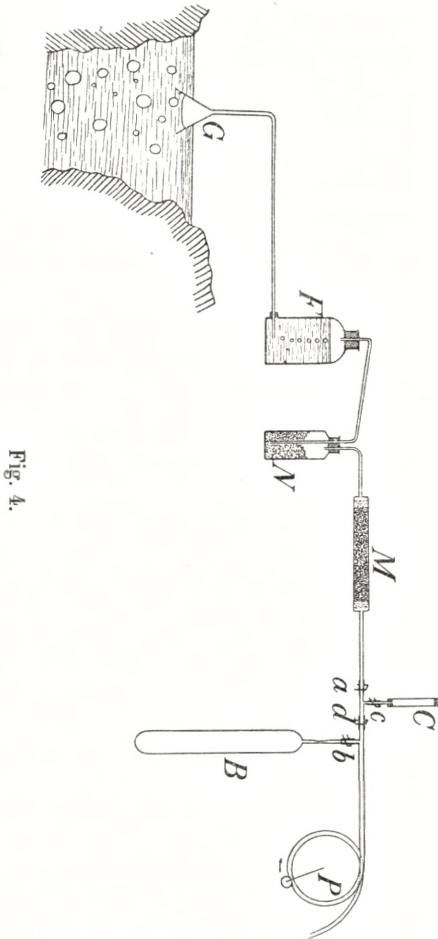


Fig. 4.

slippes lidt Kildeluft ind i Beholderen; og ved saaledes skiftevis at pumpe og give Kildeluften Adgang faar man tilsidst Beholderen helt fyldt med Kildeluft, som er befriet for største Delen af sin Svovlbrinte. Derefter bliver Beholderen drejet om i den paa Figuren viste Stilling, og Klemhanen *a* lukkes, medens Klemhanerne *b* og *d* ere aabne. Røret *C* blev nu fyldt med koncentreret Kaliopløsning, som, saasnart Klemhanen *c* blev aabnet, sugedes ind i Beholderen. Naar største Delen af Op-løsningen var suget ind, lukkedes *c*, og Klemhanen *a* aabnedes varsomt, hvorved den af Kaliluden absorberede Kul-syre erstattedes af ny

Kildeluft. Efter endt Absorption af CO_2 smeltedes Glasbeholderen *B* til. Ved Luftprøverne fra Krisuvik udelodes Brunstensrøret *M* og Kobbersulfatflasken *F*. Svovlbrinten blev da absorberet af Brunstenen i Flasken *N* og af Kaliopløsningen.

Dyndprøver. Af det Dynd, der findes ved Kilderne, blev der taget Prøver, der medbragtes til København, for at de der kunde undersøges for Radioaktivitet. Ved Optagningen af disse Dyndprøver søgte vi især at tage Dyndet fra Kilder, der laa langt fra hinanden og vare rige paa Dynd. Flere af Dyndprøverne stamme fra Kilder, hvis Luft og Vand vi ikke kunde undersøge. Endvidere tog vi Prøver af de Kiselaflejringer (Kiselsinter), der findes omkring flere af Kilderne.

Hvad der blev udført paa Ekspeditionen, ses af følgende Skema:

	Prøver for Radioaktivitet		Optagne Prøver	
	Kildevand	Kildeluft	Luftprøver	Dyndprøver
Krisuvík	4	2	3	2
Reykjafoss . .	2	3	1	3
Hengill	2	...	2
Geysir	2	2	4

Angaaende Forsøg, som ikke kunde fuldføres og derfor ikke er indbefattede i Oversigten, turde følgende maaske være af Interesse. Flere Steder banede den stærkt svovlbrinteholdige Kildeluft sig Vej op gennem smaa Huller fyldte med tykflydende Dynd. Da vore Erfaringer tydede paa, at Kildeluften fra Dyndkilder med stort Svovlbrinteindhold er mindre radioaktiv, end hvor den bobler op gennem klart Kildevand, gjorde vi paa Reykjafoss Forsøg paa at opsamle Luften fra saadanne Dyndhuller til Prøve for Radioaktivitet. Men Forsøget maatte opgives, da den Glastragt, der var til Raadighed, var saa lille, at man ikke kunde undgaa at faa Tragtens Tilledningsrør tilstoppet af Dyndet. En Tragt, lavet af en Blikbeholder, hvis Bund blev slaaet ud, kunde heller ikke bruges, da man ikke kunde se, hvor højt Dyndet steg inde i Tragten, for derefter at regulere Sugningen. Man fik dog saa megen Luft optaget til Undersøgelse, at man fik Vished for, at ogsaa Luften fra disse Kilder er radioaktiv.

II. Undersøgelsen af det indsamlede Materiale.

1. Luftprøvernes Undersøgelse.

Idet Hovedhensigten med disses Undersøgelse var at faa Oplysninger om deres Indhold af inaktive Luftarter, gjaldt det om at fjærne alle andre Bestanddele; disse maatte i Hovedsagen være Kvælstof og Brint, idet SH_2 og CO_2 var næsten fuldstændig fjærnede ved Optagningen; Ilt kunde i de Tilfælde, hvor Kildeluften indeholdt større Mængde af SH_2 , næppe ventes at være tilstede. Ved tidligere Undersøgelser af BUNSEN og O. T. CHRISTENSEN (jvfr. S. 327) af Luftarter tildels fra de samme Lokalteter som dem, hvorom der her er Tale, er der ikke bleven funden enten Kulilte eller Kulbrinter.

Fig. 5 viser det til Fjærnelsen af de nævnte Bestanddele anvendte Apparat, der bestaar af en sluttet Kreds $ABCDE$ af Rør med to Sideledninger, som udgaa fra de to Tregangshaner A og C . I Rørkredsen er der indskudt en Opsamlekugle K omtr. 300 cm^3 stor, der kan fyldes med Kvægsølv gennem et 80 cm højt Rør fra Forraadskarret L , Slangepumpen B , de 2 med Haner forsynede Absorptionsrør r_1 og r_2 , der indeholder henholdsvis $CaCl_2$ og Natronkalk, og endelig det tungsmeltelige Rør s med CuO .

Den fra C udgaaende Sideledning er dannet af et **T**-Rør med Hanerne h_1 og h_2 . Gennem h_2 er der Forbindelse til et tungsmelteligt Rør T , der indeholder HgO til Iltudvikling; h_1 forbindes med den Beholder R , som indeholder Luftprøven, der skal undersøges, idet der dog indskydes mellem dem et Rør med findelt Brunsten til Fjærnelse af det mulig tilbageværende Spor af SH_2 .

Der blev skaffet Forbindelse med Luftprøven ved at ridse Spidsen af det tilsmeltede Rør og skyde en Slange over, som lukkes efter at være udpumpet, og ved derefter at knække Spidsen over. Spidsen blev derefter fjærnet uden at der kom

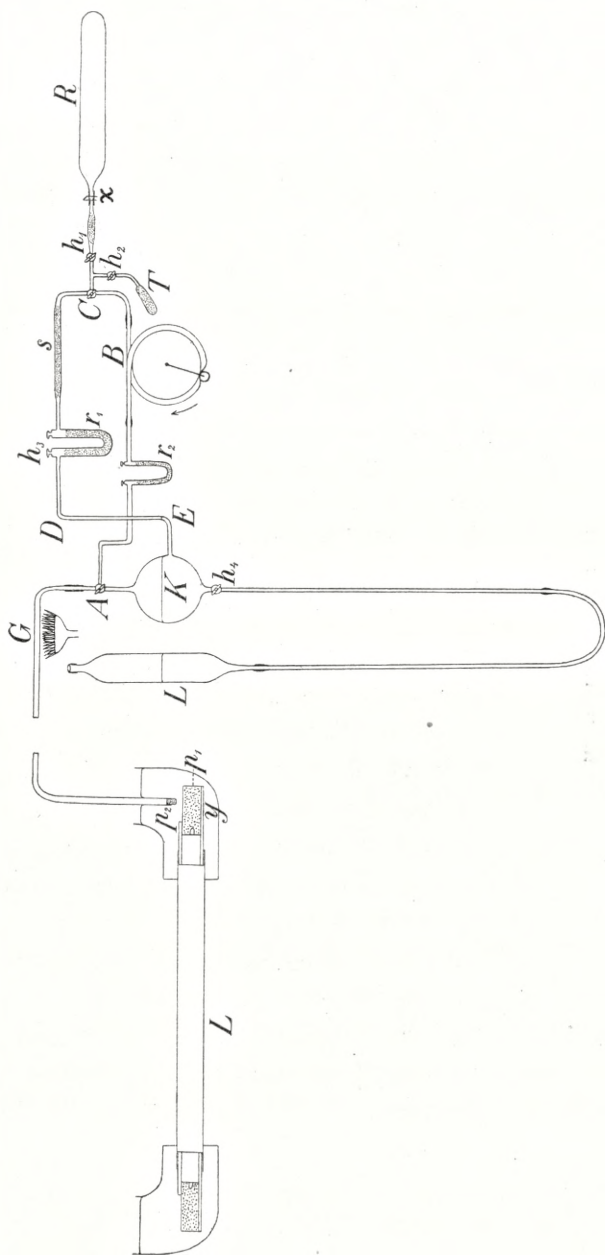


Fig. 5.

Forbindelse med den ydre Luft, og Slangen blev benyttet til Forbindelse med Brunstensrøret.

Apparatet blev benyttet saaledes: Den i Rørsystemet indtil Klemhanen x , som lukker R , staaende atmosfæriske Luft blev fjærnet dels ved Udpumpning, dels ved Skylning med Ilt, som blev udviklet i Røret T ; Opsamlekuglen K og Forraadskarret tjente ved den Lejlighed som Kvægsølvluftpumpe, idet Hanen h_3 var lukket, og idet Røret over Tregangshanen A udmundede i Luften.

Efter at den sidst indsendte Ilt var bleven ret fuldstændig fjærnet, blev der aabnet Forbindelse til Luftprøven i R , idet Kvægsølvoverfladen i K sænkedes. For at udtage hele Luftprøven af R blev Tregangshanen C stillet saaledes, at den brød Forbindelsen til s og aabnede Forbindelse mellem R og Slangepumpen, som nu blev benyttet som Vacuumpumpe til at føre Luften fra R over i K . Herefter blev Tregangshanen C stillet til Forbindelse mellem B og s , medens den spærrede mod R .

Der blev nu tilvejebragt Atmosfæretryk i Rørkredsen ved at løfte Kvægsølvoverfladen i K , og efter at Hanen h_3 var bleven aabnet, blev Luften bragt til at cirkulere i Kredsen, ved at Slangepumpens Rulle blev ført rundt i den ved en Pil angivne Retning. Efter at herved Vanddamp og et mulig tilstedeværende Spor af Kulsyre var bleven fjærnet i Rørene r_1 og r_2 , blev Luftprøvens reducerede Rumfang bestemt ved at maale dens Tryk, naar den fyldte hele Kuglen K samt de øvrige Dele af Rørkredsen; dens Rumfang var da 380 cm^3 . Temperaturen bestemtes med tilstrækkelig Nøjagtighed som den ydre Lufts. Rumfanget af Rørsystemet $ABCh_3$ fandtes ved Anvendelse af Slangepumpen som Rummaaleapparat¹.

Herefter blev Røret s med CuO hedet, og Luften bragtes igen til at cirkulere under Atmosfæretryk for at fjærne Brint og andre mulig tilstedeværende brændbare Luftarter; For-

¹ Ztschr. f. Instrumentenkunde. 1905. S. 198.

brændingsprodukterne forudsættes at ville absorberes i Rørene r_1 og r_2 . Viste der sig en kendelig Reduktion af CuO , blev der indsendt Ilt fra T for at sikre en fuldstændig Forbrænding; naar den var tilendebragt, foretoges der en ny Maaling af Rumfanget, hvorved man fik en tilnærmet Bestemmelse af Procentindholdet af brændbare Luftarter, der i Henhold til en ovenfor gjort Bemærkning regnedes som Brint.

Det staar nu tilbage at fjærne Kvælstof og det lille Overskud af Ilt. I den Hensigt blev saa godt som hele Luftmængden samlet i Kuglen K ; det skete ved at tømme denne for Kvægsølv, lukke Hanen h_3 og ved Slangepumpen pumpe Luften fra r_1 og s over i K , hvorefter Hanen A blev stillet til Afspærring af alle 3 der sammenstødende Rør. Nu blev Røret over A forbundet med det tungsmeltelige, bøjede, 5—6 mm vide Rør G , der i sin vandrette Del indeholder Cu , som, idet Røret hedes ved et Gasblus, optager Ilten. Til Fjærnelse af Kvælstof blev Røret L indrettet; det er et 37 cm langt, 0,9 cm vidt, tykvægget Staalrør, der ved hver Ende er indskruet i et meget videre Knærør. I hver Ende af Røret L er der konisk indslebet et kort Rørstykke y ; af den Del af y , som ligger udenfor L 's Munding, er den øverste Halvdel fjærnet. I Rørstykket y fastkittes ved Segllak en Prop af porøst Stof (Chamotte), hvis frie Del afslibes saaledes, at den frembyder en plan Flade opad. Naar Rørstykkerne y samles med Staalrøret L ved Segllak, og naar man hælder Kvægsølv i Knærørene, har man Rummet i Staalrøret fuldkommen tæt lukket, naar der er Undertryk i det, og man faar Forbindelse til det ved porøs Kontakt¹, naar man gennem Kvægsølvet fører et forneden ved en porøs Prop lukket Rør ned mod den porøse Prop i y ; forat formindske Modstanden mod Luftens Bevægelse gennem denne, er der boret et Hul til en passende Dybde ind i den fra dens indre Endeflade. Den fortsatte

¹ K. PRYTZ: Overs. o. d. kgl. danske Vid. Selsk. Forhdl. 1905. S. 293.

Undersøgelse blev gennemført saaledes, at Brugen af Haner blev erstattet af porøs Kontakt under Kvægsølv til Etablering eller Afbrydning af Luftforbindelser paa Grund af de Fordele, som denne Fremgangsmaade frembyder ved Undersøgelse af smaa Luftmængder og overfor den Opgave at fremstille Spektralrør frie for Brintlinier og Baand fra Kulstofforbindelser.

Staalrøret L fyldes, førend de forskellige Dele samles, med en af HEMPEL¹ angiven Blanding bestaaende af 2,2 g pulveriseret Mg , 11 g CaO og 0,2 g Na , begrænset ved begge Ender af en Asbestprop; tillige anbringes der i Røret noget Fosforsyreanhydrid. Røret bliver ved porøs Kontakt udpumpet ved Vandluftpumpen, hvorefter det glødes i en Forbrændingsovn til lys Rødglød, medens de af Ovnen udstaaende Ender holdes afkølede ved strømmende Vand; idet man fortsætter med Udpumpningen, fjærnes største Delen af den af det glødende Mg afgivne Brint, medens Resten af Ilt og Kvælstof absorberes af Mg . Efter Afkøling udpumpes, om fornødent, Røret fuldstændig ved Kvægsølvluftpumpen.

Herefter forbindes Staalrøret L , som vist i Fig. 5, med det fra Opsamlekuglen K førende Rør G . Dette Rørs frie Ende er lukket med en Chamotteprop p_2 , som føres ned i Kvægsølvet i det ene Knærør og trykkes ned mod Proppen p_1 i Staalrøret; i Forvejen er G bleven udpumpet ved porøs Kontakt gennem p_2 . Staalrøret glødes nu paany, og idet man ved Hanen A aabner Forbindelse til Kuglen K , strømmer Luften derfra over i Staalrøret; Ilten optages i Kobberet i G , og Kvælstoffet optages saa hurtig i Staalrøret, at hele Luftmængden i K indtages i Løbet af et Par Timer. Forbindelsen mellem Proppene p_1 og p_2 brydes, hvorefter Røret holdes glødende endnu en Time for at fjærne den sidste Rest af Kvælstof.

Staalrøret indeholder nu kun nogle faa cm^3 af inaktive Luftarter samt en lille Brintrest, som det ikke lykkedes at

¹ HEMPEL: Gasanalytische Methoden. 3. Aufl. 1900. S. 150.

fjærne paa dette Stadium. Luftblandingen blev udtaget af Staalrøret L ved en Kvægsølvfaldluftpumpe, der havde den i Fig. 6 viste Tilføjelse, Røret ab fører til Pumpen; det fra a opadgaaende Rør udmunder i Bunden af en Glaskumme B under en fastkittet Plade p af Chamotte, over hvilken der er hældt Kvægsølv; den tjener til Udpumpning af et Spektralrør, hvis Tilledningsrør, der er lukket med en Chamotteprop, trykkes ned mod p . Fra a fører det med den porøse Prop q lukkede Rør nedad; det indeholder Fosforsyreanhydrid; Røret tjener til ved porøs Kontakt at udpumpe Staalrøret L 's Indhold; naar det er sket, fjærnes Staalrøret, efter at man forinden har anbragt en Kop med Kvægsølv om Proppen q .

Naar Staalrørets kvælstofabsorberende Indhold har udtjent, skrues Knæørerne af, og Rørstykkerne med Proppene udtages; det er af Hensyn til let at kunne fjærne Indholdet, at Røret er forsynet ved begge Ender med af-tagelige Proppe. Den ovenfor angivne Mængde af HEMPEL's Blanding kan tjene til Absorption af omtrent 500 cm^3 Kvælstof.

Efter at Luftblandingen var sendt ind i Pumpen, blev i nogle Tilfælde dens Spektrum iagttaget, ved at det i Forvejen udpumpede Spektralrør S blev trykket en kort Tid ned mod Pladen p . Røret viste hver Gang kraftige Argon- og Brintlinier; kun i et enkelt Tilfælde iagttoges den gule Heliumlinie; af Kvælstofspektret saas intet Spor.

For at fjærne Brinten blev Luften trukken gennem Pumpen

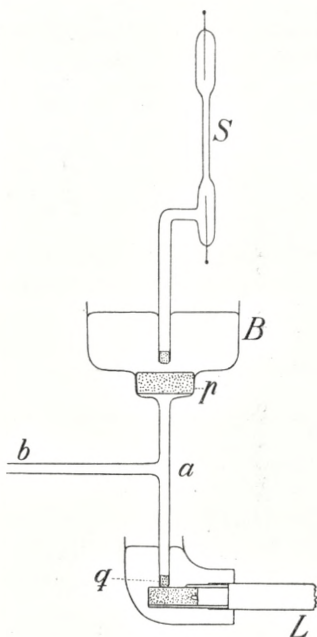


Fig. 6.

og opsamlet over Kvægsølv i et Rør med to indsmeltede Platintraade, og efter Tilsætning af Ilt og en Kaliopløsning blev der sendt elektriske Gnister gennem Luftblandingen; derefter blev Luftblandingen ført over i et andet Opsamleglas, hvor Ilten efter den af TRAVERS beskrevne Fremgangsmaade¹ blev fjernet ved Indbringelse af en lille Fosforkugle; den ved Fosforets Forbrænding dannede Fosforsyreanhydrid fjerner Vanddampen, saa at man herefter har de inaktive Luftarter isolerede, opsamlede over Kvægsølv.

Da den foreløbige Spektralundersøgelse kun for 1 Luftprøve havde vist Tilstedeværelsen af Helium, tilsigtedes det

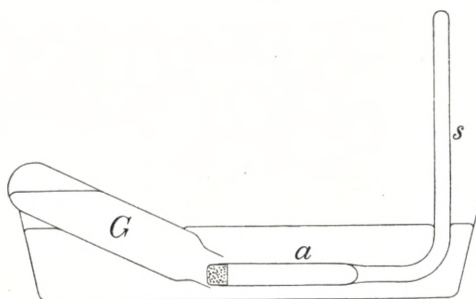


Fig. 7.

nu at tilføre Spektralrøret Luftblandingen paa en saadan Maade, at mulig tilstedeværende Helium kom til at optræde i forøget procentisk Mængde; det skete ved delvis Adskillelse ved Diffusion af He-

lium fra Argon, hvilken Luftart dannede Hovedmassen af Luftblandingen. I den Hensigt blev Blandingen overført til en Beholder *a* i Fig. 7. *a* er et Glasrør, hvis Størrelse bestemmes af Luftmængden; det er ved den ene Ende lukket med en porøs Prop; ved den anden Ende er det tilsmeltet og fortsættes med en ombøjet Stilk *s*, der tjener som Haandtag.

For at faa Luftblandingen overført fra Opsamleglasset til Beholderen *a* blev denne udpumpet paa samme Maade som Spektralrøret, der er vist i Fig. 6, idet dens Prop bragtes i Kontakt med Pladen *p* i Kummen *B*. Efter at være skilt fra Pumpen med Proppen nedsænket i Kvægsølvet i en Kop anbringes Beholderen *a* i det i Fig. 7 viste Trug med Kvægsølv,

¹ TRAVERS: Study of Gases. 1901. S. 83.

hvor ogsaa Opsamleglasset G med Luftblandingen bliver anbragt, hvorpaa man, idet a 's Prop og G 's Munding begge er under Kvægsølvet, fører Beholderen ind i Opsamleglasset, indtil Proppen viser sig i dettes Luftrum. Naar dette sker, ser man, at Luften i ganske kort Tid strømmer ind i Beholderen. Herefter tages Beholderen a atter bort med sin Prop under Kvægsølv og henstilles til videre Behandling.

De til Spektralundersøgelsen brugte Spektralrør valgtes smaa af Hensyn til de smaa Luftmængder, hvormed der blev arbejdet (fra $\frac{1}{2}$ cm³ til 5 cm³). Af Hensyn til Forbindelsen ved porøs Kontakt fik Røret den Form, der i henved halv Størrelse er vist i Fig. 9 og 10. Den som Anode brugte Elektrode er en Platintraad, medens Katoden blev dannet som en Cylinder af Aluminiumblik for at undgaa Metalnedslag paa Glasset, der ifølge RAMSAY og TRAVERS¹ absorberer Helium. Efter at Spektralrøret er bleven tørret ved Opvarmning og Udpumpning ved Vandluftpumpe samt Indsendelse af tør Luft, anbringes der i Tilledningsrøret Guld- og Sølvfolie samt foroven Fosforsyreanhydrid. Herefter lukkes Røret forneden ved en Chamotteprop, der fastkittes med Segllak, og Røret udpumpes ved Kvægsølvluftpumpen. Udpumpningen fortsættes, til der ingen Udladning gaar gennem Røret ved en Gnistlængde paa 2,5 cm; forud for dette Stadium fluorescerer Røret i hele sin Længde; dette Resultat naas i Løbet af 1 à 2 Timer; ved efterfølgende Fyldninger viste Røret sig fuldstændig frit for Brintlinier.

Behandlingen af Luftblandingen ved Diffusion skete paa følgende Maade: I en Glaskumme B i Fig. 8, der forneden har en Indsnævring, bliver der dannet et Diffusionskammer ved at aflukke Indsnævringen foroven ved en 6 mm tyk Terrakottaplade t_1 , der kittes fast ved Segllak, efter at der er anbragt lidt Fosforsyreanhydrid i Kammeret. Kummen fyldes med Kvægsølv, og Terrakottapladen samt Kammeret udpumpes

¹ TRAVERS: Study of gases. 1901. S. 299.

paa samme Maade, som er vist i Fig. 6 for Staalrøret L 's Vedkommende.

Beholderen med Luftblandingen er vist ved A i Fig. 8 staaende med sin porøse Prop anbragt under Kvægsølv; den anbringes, uden at dens Prop kommer i Berøring med Luften, i Kvægsølvet i Kummen B . Herefter begynder Diffusionen, ved at A 's Prop bringes i Berøring med Terrakottapladen paa følgende Maade: Ved Begyndelsen af et Minut bliver Proppen trykket ned imod Pladen og strøget henad dens Overflade i 5 Sekunder, hvorefter den løftes op, og en ny Berøring af samme Art foretages efter 25 Sekunders Forløb;

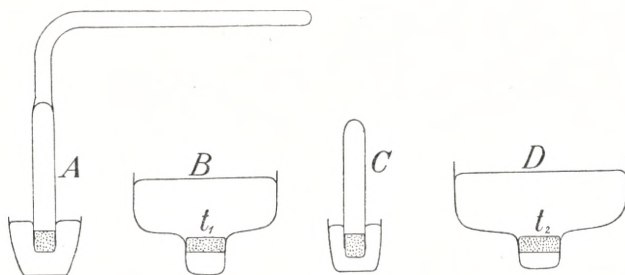


Fig. 8.

der blev foretaget ialt 12 saadanne Berøringer. Ved Berøringen mellem de to porøse Legemer vil Argon-Helium-Blandingen strømme over i Terrakottapladen og derfra ind i Kammeret; men som Følge af Heliums mindre Vægtfylde vil der gaa forholdsvis mere af dette Stof over. Hensigten med Strygningen af Proppen mod Pladen var den at frembyde den størst mulige Trykforskel for Helium ved at fjerne Proppen fra det Sted af Pladen, hvor der ved Berøringen i Øjeblikket er tilført He , og føre den hen til et for He forholdsvis tomt Sted. Opholdene mellem de enkelte Berøringer skulde give den til Pladen overførte He Tid til at trænge ind i Kammeret. Ved de 12 Berøringer antoges der at gaa en til Spektralundersøgelsen tilstrækkelig stor Mængde over.

Til den fortsatte Diffusion blev Røret *C* indrettet; det er tilmeltet foroven og lukket forneden med en Prop af Terrakotta; Røret blev i udpumpet Tilstand anbragt i Diffusionskummen *B*, hvorfra Luftbeholderen *A* var fjærnet. Der blev nu foretaget 12 Berøringer mellem Proppen i Røret *C* og Diffusionskummens Plade paa den ovenfor omtalte Maade. Røret *C* blev derpaa med sin to Gange ved Diffusion filtrerede Luftblanding ført ned i en ny, udpumpet Diffusionskumme *D*, og 12 nye Berøringer blev foretagne som tidligere omtalt. Den saaledes til Kammeret i den anden Diffusionskumme overførte 3 Gange filtrerede Luftblanding blev benyttet til Spektralundersøgelsen, idet den dog endnu undergik en Filtrering ved Overgangen til Spektralrøret.

Det udpumpede Spektralrør blev anbragt med sin nederste Ende nedsænket i den anden Diffusionskumme *D*'s Kvægsølv (Fig. 9) og bragt i Stilling til Spektroskopets Spalte. Derpaa blev Kummen løftet, saa at dens Terrakottaplade mødte Spektralrørets Chamotteprop en kort Tid. Ved den kortvarige Berøring strømmede der en ringe Mængde Luft over i Røret, gennem hvilket man derpaa sendte Udladninger fra en mindre

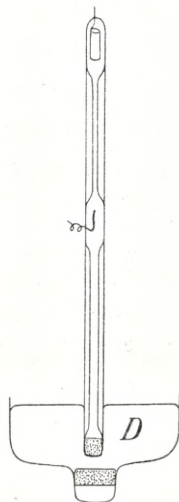


Fig. 9.

Induktor (Gnistlængde 2,5 cm, Strømkilde en enkelt Akkumulator). Herved fremkom ret kraftige *Hg*-Linier samt svage Argonlinier i den blaa Ende af Spektret. Berøringen blev nu gentaget flere Gange, og efter hver Berøring blev Udladningslyset iagttaget. *Hg*-Linierne, særlig de gule, aftog i Styrke, og samtidig udviklede Argonspektret sig, ved at Linier med større Bølgelængde kom til, og de tidligere iagttagne blev kraftigere. Noget før de orange Argonlinier 6043 og 6032 viste sig, og mens Røret endnu fluorescerede kraftig, fremtraadte den gule *He*-Linie først svagt, men derpaa voksende

i Styrke med Trykket, indtil et Maksimum blev naaet, hvorefter den aftog og endelig igen forsvandt, medens Argonspektret stadig tiltog i Styrke med det voksende Tryk. Ved Maksimumstyrken, som indtraf, samtidig med at den første Lagdeling af Lyset iagttoges ved Anoden, var *He*-Linien 5876 den kraftigste af Linierne i Spektrets mindst brydbare Del. Af andre *He*-Linier iagttoges den grønne, 5016, i alle Luftprøverne, medens den blaa, 4472, kun viste sig med Sikkerhed i to af dem. *I ingen af Spektrerne viste der sig Spor af Brintlinier.*

Naar Trykket i Spektralrøret var bleven et saadant, at de kraftige orange Argonlinier netop begyndte at vise sig, medens de øvrige orange og de røde Argonlinier endnu var usynlige, blev de i Spektret tilstedeværende Linier noterede. Det viste sig, at Spektrene fra de 4 Luftprøver, hvis Behandling blev gennemført, indeholdt paa det nærmeste de samme Linier; der skal derfor kun anføres Spektrallinierne fra en af Luftprøverne, Kildeluften fra Krisuvik; deres Bølgelængder findes i nedenstaaende Tabel. Alle Bølgelængder uden Vedtegning tilhøre Argonspektret.

6043	5496	4880	4596
6032	5461 <i>Hg</i>	4848	4590
5912	5253	4806	4523
5876 <i>He</i>	5222	4765	4511
5791 <i>Hg</i>	5187	4736	4472 <i>He</i>
5770 <i>Hg</i>	5163	4727	4359 <i>Hg</i>
5740	5152	4702	4348
5651	5062	4658	4300
5607	5016 <i>He</i>	4629	4272
5573	5010	4610	4266
5559			

Til Spektralundersøgelsen blev brugt et mindre Spektroskop fra Schmidt & Haensch i Berlin (Nr. 63 i Kataloget fra 1903) med et Rutherford's Prisme.

For at undersøge Virkningen af Diffusionsfiltreringen blev der, efter at det ovennævnte Arbejde var udført, tilført Spektralrøret Luft fra en enkelt af Luftprøverne, men uden nogen Filtrering; det skete paa følgende Maade: Der blev tildannet en lille Kugle af Chamotte, c. 2 mm i Diameter; i Bunden af en Glaskumme, Fig. 10, blev der støbt Segllak, og efter at Lakkets Overflade var gjort blød, blev Chamottekuglen *k* fæstet deri, hvorefter der hældtes Kvægsølv i Kummen. Kuglen blev udpumpet, og Beholderen med Luftprøven blev ført ned i Kummen, hvorefter Beholderens Prop i længere Tid (c. 3 Minutter) blev holdt i Berøring med *k*. Herved antoges denne at mætte sig med Luftblandingen i Beholderen uden nævneværdig Forandring i Blandingsforholdet. Nu blev ogsaa det udpumpede Spektralrør ført ned i Kummen og bragt i varig Kontakt med Chamottekuglen, der saaledes kom til at afgive næsten hele sin Luftmængde til Spektralrøret; Operationen maatte gentages 3 Gange, førend Udladningerne gennem Røret frembød det Udseende, der i de ovenfor omtalte Iagttagelser med de filtrerede Luftblandinger

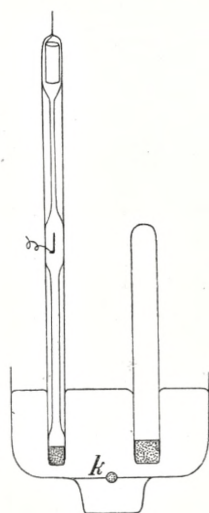


Fig. 10.

gav *He*-Linierne med størst Intensitet. Den gule *He*-Linie viste sig her først ved den tredje Indsendelse, og den var da saa svag, at man næppe med fuld Sikkerhed vilde betragte Heliums Tilstedeværelse som paavist derved. Efter den fjerde Indsendelse var *He*-Linien næppe til at opdage, og den forsvandt helt, efter at der i kort Tid var gaaet Udladninger igennem Røret. Virkningen af Filtreringen var altsaa meget betydelig.

For at faa nogen Forestilling om, hvor ringe en procentisk Mængde af Helium blandet med Argon man kunde paavise

ved den valgte Fremgangsmaade, blev der dannet en kunstig Blanding af de to Luftarter. Argonen var ved en tidligere

Lejlighed bleven underkastet brudt Destillation i flydende Luft, for at befri den saavel for flygtigere som for mindre flygtige Bestanddele; Helium var efter JULIUS THOMSEN¹ fremstillet af rød Flusspath. Der blev dannet et knæbøjet Rør (Fig. 11) c. 1,5 mm vidt, som ved den ene lidt udvidede Ende blev lukket med en lille Chamotteprop *p*; ved den anden Ende havde Røret en Udvidelse *V* til Optagning af Kvægsølv. Fra *V* fører en Kautsjukslange til Manometret *M* og Pumpen *P*. Kvægsølvet i *V* vil ved sit eget Tryk drive Luften ud gennem Proppen *p* og saaledes helt udfylde Røret. Luften i selve Proppen pumpes ud, hvorefter Røret anbringes i et Trug med Kvægsølv, som vist i Figuren. Samme Sted anbringes Opsamlerøret *R* med den ene af de to Luftarter, der skulle blandes. Nu føres Knærørets

vandrette Gren ind i *R* saaledes, at Proppen viser sig i Luftrummet; idet Trykket formindskes i *V* ved Pumpen,

¹ JULIUS THOMSEN: Overs. o. d. kgl. danske Vid. Selsk. Forhdl. 1904. S. 53.

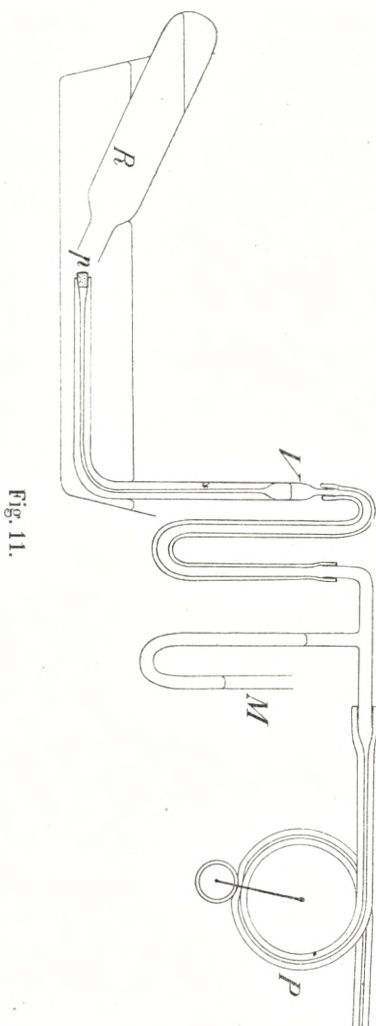


Fig. 11.

tages der en passende Mængde Luft ind gennem Proppen p , og denne Luftmængdes Tryk og Rumfang maales, efter at Knærøret igen er taget ud af R .

Herefter føres den i Knærøret indtagne Luft over i et udpumpet Rør som det, der i Fig. 8 er betegnet med A . Det sker i Truget i Fig. 11, idet A anbringes i vandret Stilling, efter at Røret R er fjernet. Bringes Proppen i A i Berøring med p i Knærøret, indtages hurtig hele Luftmængden af A bortset fra den yderst ringe Mængde, som ved det lave Tryk fylder Proppen p 's Porer.

Nu gentages de tilsvarende Operationer med Opsamlerøret for den anden Luftart, og efter at den fornødne Mængde af denne er optaget i Knærøret, føres den ind i Røret A , hvor man saaledes faar Blandingen dannet. Der blev paa den Maade fremstillet en Blanding af Argon med 6 Volumenprocent Helium. Blandingen blev undersøgt for Spektroskopet paa den før omtalte Maade med Anvendelse af den i Fig. 10 viste porøse Kugle som Mellemlid paa Vej til Spektralrøret, altsaa uden nogen væsenlig Filtrering. Blandingen gav i Hovedsagen det samme Spektrum som hver af de 4 Prøver af Kildeluft *efter disses Filtrering*. Heraf sluttes, at Heliummængden i den inaktive Rest fra Luftarterne fra de varme Kilder er betydelig mindre, formodenlig ikke en Gang 1 pCt.

Af Undersøgelsen fremgaar det, at alle de 4 Luftprøver, hvis Undersøgelse det lykkedes at gennemføre, indeholdt Helium og Argon. Blandingsforholdet, som altsaa tør antages at svare til omkring 1 Del Helium mod 100 Dele Argon, har været nogenlunde ens i alle Luftprøverne; disse hidrøre fra 1) Svovlkilderne i Krisuvík, 2) de varme Kilder i Nærheden af Fabrikken Reykjafoss, 3) og 4) de varme Kilder Blesi og Gunnhildarhver ved Geysir. Skulde det ved senere Undersøgelser findes bekræftet, at der er et konstant Forhold mellem Helium- og Argonmængden i Luften fra de forskellige Kilder, vilde det tyde paa en fælles Oprindelse for de to Luftarter.

Efter Afslutningen af den spektroskopiske Undersøgelse blev Rumfanget af den inaktive Rest fra hver af de 4 undersøgte Luftprøver maalt. Der fandtes følgende reducerede Rumfang: 5,1, 3,6, 1,8 og 0,44 cm³. Ved Arbejdet har der fundet et lille Tab Sted, saa at man kan regne, at det mindste Rumfang har været omtrent 1/2 cm³; antages Heliummængden at have været 1 pCt. heraf, har den udgjort 0,003 pCt. af de 165 cm³, som medtoges fra Island, og en endnu mindre Brøkdel af selve Kildeluften, som ved Optagelsen blev berøvet sit Indhold af H₂S og CO₂.

Resultaterne af den hele Undersøgelse af de 4 Luftprøver er følgende:

Krisuvík. Luftprøven blev taget fra et Vandhul med ret livlig Luftudvikling; Vandets Temperatur var 74°. Vandhullet hører til den midterste og tillige den mindst betydelige Gruppe af Svovl- og Vandkilder under Bjærgskrænten Vest for det S. 324 omtalte ubeboede Hus. Kildeluften indeholdt H₂S og CO₂. Af den for disse Luftarter befriede Kildeluft blev der undersøgt 165 cm³, der ved Undersøgelsen viste sig at indeholde

N+O	44,5 cm ³	=	27,0 pCt.
H	120 -	=	72,7 -
A+He	0,5 -	=	0,3 -

Af Ilt var der meget lidt eller intet.

Reykjafoss. Luftprøven stammede fra samme Kilde som den under Reykjafoss II (S. 325) omtalte radioaktive Luft; denne indeholdt en ringe Mængde af H₂S og CO₂. Under Operationerne ved at tage Luftprøven ud af Beholderen kom der lidt atmosfærisk Luft ind, saa at den undersøgte Luft blev en Blanding af atmosfærisk Luft og Kildeluft. Sidstnævnte var dog i Overskud. Undersøgelsen gav til Resultat:

N+O	226 cm ³	=	93,0 pCt.
H	13,5 -	=	5,5 -
A+He	3,65 -	=	1,5 -

Blesi. Kilden, hvorfra Luftprøven toges, er omtalt S. 326 under Geysir I; Luften indeholdt en ringe Mængde af H_2S og CO_2 . Undersøgelsen af Luftprøven gav til Resultat:

$N+O$	251,5	cm ³	=	98,5	pCt.
H	1,7	-	=	0,7	-
$A+He$	1,83	-	=	0,8	-

Gunnhildarhver. Kilden, hvorfra Luftprøven toges, er omtalt under Geysir II; Luften indeholdt en ringe Mængde Svovlbrinte, men en betydelig Mængde Kulsyre. Undersøgelsen af Luftprøven gav til Resultat:

$N+O$	263	cm ³	=	94,0	pCt.
H	11,8	-	=	4,2	-
$A+He$	5,1	-	=	1,8	-

2. Dyndprøvernes Undersøgelse.

Dyndprøverne bleve som Regel ikke tagne fra de Kilder, hvis Luft var bleven undersøgt for Emanation, men sædvanlig fra de Dyndkilder, hvor der havde vist sig de før omtalte Vanskeligheder ved Luftoptagningen. Dog blev det, som før nævnt, paavist, at Luften i det mindste fra nogle af disse Kilder var radioaktiv.

Omtrent 4 Maaneder efter Optagningen blev Dyndprøverne undersøgte dels for Tilstedeværelse af Emanation dels for Udsendelse af Becquerelstraaler. Undersøgelsesmetoderne var i Hovedsagen følgende: Et Elster-Geitels Elektrometer med Spredningscyliner blev, omgivet af en foroven lukket Cylinder af Metaltraadsnet, stillet under en Glasklokke paa en Luftpumpe-tallerken, hvortil Klokkens Rand sluttede lufttæt. To Aabninger i Traadcylinerens tjente, den ene til Elektrometrets Ladning, den anden til Aflæsning af Aluminiumbladenes Stilling.

Prøven for Emanation blev udført paa den Maade, at 100 g af det lufttørrede Dynd blev glødet i et Staalrør, der

var forbundet saaledes med Klokkens Hulrum, at dettes Luft kunde bringes til at cirkulere ved Hjælp af en Slangepumpe gennem Staalrøret (jvfr. Fig. 2). Idet Dyndets mulige Indhold af Emanation antages at blive uddrevet ved Glødningen, vil det blande sig med Luften og saaledes føres ind i Klokken for der at give sig tilkende ved et forøget Spændingsfald. Paa Vejen fra det glødende Rør til Klokken blev der anbragt Absorptionsrør for SO_2 og H_2S samt for Vanddamp.

Prøven for Becquerelstraaler blev udført i det væsenlige efter den af ELSTER og GEITEL angivne Metode¹, idet 100 eller 125 g af det tørrede og pulveriserede Dynd blev anbragt under den ovenfor omtalte Glasklokke i en Æske, som omsluttede Elektrometrets Fod. Her var der selvfølgelig ikke Tale om nogen Cirkulation af Luften.

Paa disse to Maader blev ialt 11 Dyndprøver undersøgt; men for ingen af dem kunde der med Sikkerhed paavises Radioaktivitet. 2 af Prøverne var fra Krisuvík, 2 fra Reykjafoss, 1 fra Hengladalir, 1 fra Mineralkilden og 4 fra Geysir. Endvidere blev Kiselsinter fra Reykjafoss undersøgt.

¹ ELSTER og GEITEL: Physikal. Ztschr. 5. S. 321. 1904.