

METALDAMPES FORTÆTNING PAA AFKØLEDE LEGEMER

AF

MARTIN KNUDSEN.

(FORELAGT PAA MØDET DEN 3. NOV. 1916).

Lader man Kvægsølv damp fortættes paa en Glasflade, som er afkølet til flydende Ilt's Temperatur, bemærker man først et gennemsigtigt Beslag, der er ganske svagt spejlende og i gennemgaaende hvidt Lys viser en brunlig Farvetone. Efterhaanden som Fortætningen fortsættes, bliver Beslaget mere uigennemsigtigt, og den tilbagekastede Lysmængde tiltager. Beslagets Dannelse gør Indtryk af, at ethvert Kvægsølv molekule, der træffer den stærkt afkølede Væg, bliver hængende paa Væggen, saa at Sandsynligheden for, at det skal blive tilbagekastet, er meget ringe. For at afgøre, om denne Sandsynlighed har nogen Størrelse, har jeg anstillet nogle Forsøg, og det har herved vist sig, at man kan regne med, at ethvert Kvægsølv molekule, der træffer et Legeme, som er afkølet til flydende Ilt's Temperatur, bliver hængende paa Legemet ved første Stød, hvorimod et Kvægsølv molekule kun har en Sandsynlighed, som er mindre end $\frac{1}{5000}$ for at blive hængende ved første Stød, naar det ramte Legeme er en Glasvæg, som er afkølet til $-77,5^{\circ}$. Et Kvægsølvbeslag, som er afkølet til -63° , tilbageholder derimod næsten alle stødende Kvægsølv molekulær, og vilde antagelig tilbageholde alle, hvis Kvægsølvoverfladen var fuldstændig ren.

En Række Forsøg ved Temperaturer mellem flydende Ilts og fast Kulsyresnes Temperaturer viste, at en Afkøling til ca. -140° er tilstrækkelig til, at Glasset tilbageholder ethvert stødende Molekul, og at en Opvarmning fra denne Temperatur til -130° er tilstrækkelig til, at gentagne Tilbagekastninger kan finde Sted før Kondensationen, naar de

stødende Kvægsølvmolekuler kommer med Hastigheder, som svarer til almindelig Stuetemperatur.

For Kvægsølvkondensation paa Glas synes der altsaa at eksistere en Art kritisk Temperatur mellem -140° og -130° . Den omtrentlige Beliggenhed af den tilsvarende Temperatur bestemtes for Cadmium, Zink, Magnium, Sølv og Kobber. Det fandtes, at enkelte Molekuler eller mindre Molekulaggregater, som var blevet hængende paa Glasset, atter kunde fordrives derfra af andre stødende Molekuler. Disse Forhold staar i nøje Forbindelse med Fænomenet Overmætning og spiller utvivlsomt en Rolle ved ustabile Tilstande og langsomt forløbende Processer i det hele taget.

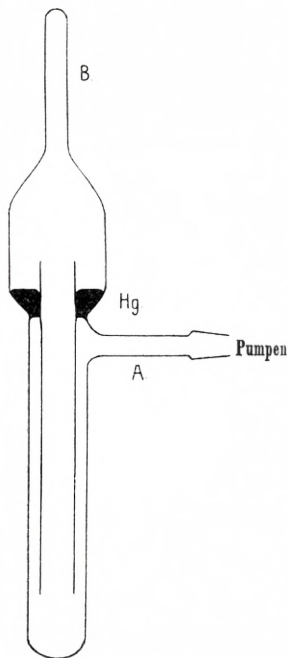


Fig. 1.

I et 3 cm vidt Glasrør indblæstes et andet Glasrør, som Fig. 1 viser, saa at de to Glasrør havde fælles Akse, og at der ved Sammenblæsningen foroven dannedes en ringformet Rende, hvori det flydende Kvægsølv (Hg paa Figuren) befandt sig under Forsøget. Ved et Siderør A var Apparatet forbundet med Pumpen ved Hjælp af en Schliff, og under Udpumpningen var Apparatet drejet, saaledes at Røret B vendte nedad. Kvægsølvet befandt sig da i dette Rør og blev udkogt deri. Efter at Apparatet var blevet lufttomt, dreje-

des det, saa B vendte opad, og Kvægsølvet løb ned i den ringformede Rende. Apparatets nederste Del omgaves nu med flydende Ilt, saa denne holdt det udvendige Rør afkølet ca. 5 cm over i den nederste Munding af det indre Rør. Det indre Rør havde en Længde af 18 cm og en indre Diameter paa 2 cm, saa dets Modstand mod Kvægsølvdampernes molekulære Strømning gennem Røret var meget ringe. Det viste sig da ogsaa, at naar den flydende Ilt blev sat op om det ydre Rør, dannedes der næsten øjeblikkelig et uigennemsigtigt spejlende Kvægsølvbeslag paa Rørets nederste Ende. Dette Beslag var tyndere opad, og mellem Kvægsølvbeslaget og Munden af det indre Rør fandtes et ringformet Bælte, hvor intet Kvægsølvbeslag kunde ses. Dette Bælte blev smallere og smallere, efterhaanden som Destillationen fortsattes, og efter at Destillationen var blevet stærkt fremskyndet ved at opvarme Glasapparatets øverste Del, blev det gennemsigtige Bælte hurtig

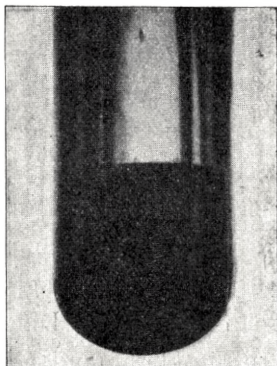


Fig. 2.

saa smalt, at det end ikke kunde ses med Lup. Kvægsølvbeslaget viste sig da at staa med en fuldstændig skarp Rand foroven i Højde med Munden af det indre Rør. Fig. 2 viser en fotografisk Gengivelse af Kvægsølvbeslagets Rand. Efter at den forholdsvis hastige Destillation var blevet fortsat nogen Tid, saa hele Forsøget varede $1\frac{1}{4}$ Time, blev den flyvende Ilt fjernet, og forinden det faste Kvægsølvbeslag var blevet flydende, fyldtes Apparatet med atmosfærisk Luft, hvorved Kvægsølvbeslaget hindredes i at fordampe.

Saa snart Kvægsølvbeslaget blev flydende, blev det gennemskinneligt, idet det delte sig i Draaber. Disse Draaber betragtedes med et Mikroskop, der forstørrede 300 Gange, og herved viste det sig, at ved Kvægsølvbeslagets Rand

var Draaberne saa smaa, at de netop kunde ses, og man saa kun ganske enkelte. Over Mundingen af det indre Rør saas ingen Draaber, men fra Randen og nedefter tiltog Draabernes Tæthed meget hastig. Nogle faa hundrededels Millimeter under Kvægsølvbeslagets Rand, hvor man maa vente, at Kvægsølvbeslaget har haft en noget større Tykkelse, aftog atter Draabernes Tæthed, men deres Størrelse voksede, og visse Draabestørrelser var foretrukket for andre, saa der blandt de næsten utallige Draaber kun forekom 4 à 5 forskellige Størrelser. I enkelte Bælter fandtes kun een Draabestørrelse, i andre fandtes indtil tre forskellige Draabestørrelser blandede mellem hverandre paa en ret regelmæssig Maade. Set med blotte Øjne var Kvægsølvbeslaget graat med fuldstændig skarp Rand opad.

Kvægsølvdraaberne samledes og vejedes. Vægten af den hele Mængde fandtes at være $G = 0,0356$ Gram.

Har et Kvægsølvmolekule, som træffer en i Ilt afkølet Glasvæg Sandsynligheden α for at blive tilbagekastet, kan man af Rørets Dimensioner vente, at Kvægsølv mængden $0,070 \alpha G$ Gram vil passere op gennem den ringformede Flade mellem det ydre Rør og det indre Rørs Munding, og forudsættes α at være meget lille i Sammenligning med 1, vil den største Del af denne Kvægsølv mængde kondenseres paa det ydre Rør i et Bælte, som strækker sig ca. 1 cm opad fra det indre Rørs Munding. En jævn Fordeling af Kvægsølvet paa dette Bælte vilde give Mængden $0,0074 \alpha G = 2,6 \cdot 10^{-4} \alpha$ paa hver Fladeenhed. Da Kvægsølvbeslaget over det indre Rørs Munding imidlertid ikke kan ses, maa dets Tæthed i Følge Forsøg, som senere skal omtales, være mindre end $32,5 \cdot 10^{-8}$, saa man altsaa faar $2,6 \cdot 10^{-4} \alpha < 32,5 \cdot 10^{-8}$, hvoraf man finder

$$\alpha < 1,3 \cdot 10^{-3}.$$

Sandsynligheden for, at et Kvægsølvmolekule skal blive tilbagekastet fra en Glasvæg, der har flydende Ilts Tempera-

tur, er altsaa højst $1,3/1000$, og formodentlig er den langt mindre.

Et lignende Forsøg, som udførtes, idet Apparatets nederste Del blev afkølet i en Blanding af Æter og Kulsyresne i Stedet for i flydende Ilt, viste, at Kvægsølvbeslaget, som dannedes i Rørets nederste Del ikke var spejlende, samt at Beslaget ikke var skarpt begrænset i Højde med det indre Rørs nederste Rand, men fortsattes 1 à 1,5 cm op over denne Rand. Kvægsølv molekylerne maa altsaa i dette Tilfælde have en meget kendelig Sandsynlighed for at blive tilbagekastet. Ved dette Forsøg viste det sig forøvrigt, at Kvægsølvbeslaget havde et ret forskelligt Udseende i Bælter, som laa i forskellig Højde, og for at undersøge Grunden hertil udførtes atter et Forsøg, ved hvilket Afkølingen foretoges med flydende Ilt. Forsøget varede kun 20 Minutter, og Apparatets øverste Del blev ikke opvarmet, saa den destillerede Kvægsølv mængde langt fra var saa stor som i det første Forsøg. Forsøget blev afbrudt, mens man med blotte Øje endnu kunde se en kontinuert Overgang paa et Bælte af et Par mm Bredde mellem det helt uigennemsigtige Kvægsølvbeslag og det helt ubelagte Glas. Efter at Apparatet var fyldt med Luft og havde faaet Stuetemperatur, var Kvægsølvbeslaget halvt gennemsigtigt og stærkt opaliserende. Betragtet med blotte Øje viste der sig meget tydelige Nuancer mellem forskellige Bælter i Nærheden af Beslagets Rand, indtil et Par mm fra denne; saaledes syntes et Bælte at være langt mere uigennemsigtigt end det øvrige Beslag, der har haft en større eller mindre Tykkelse. Betragtet i Mikroskop viste det sig, at de omtalte Nuancer skyldtes forskellig Draabetæthed og Draabestørrelse. Det ret uigennemsigtige Bælte skyldtes saaledes ganske smaa Draaber, der alle havde samme Størrelse, og hvis Tæthed voksede nedad fra Grænsen af Beslaget, indtil man naaede

et Omraade, hvor Draaberne blev større, med større indbyrdes Afstande.

Som bekendt samler Kvægsølvet sig efterhaanden i større Draaber paa Grund af det større Damptryk over de indre Draaber. Denne Proces gaar imidlertid ikke saa hurtig for sig i Luften, at den har kunnet gøre de ovennævnte Iagttagelser illusoriske. Et Stykke under Beslagets Grænse taltes 270 Draaber paa et Areal af $0,007 \text{ mm}^2$ 104 Minut, efter at Draaberne var dannet, og efter yderligere 1 Times Henstand var dette Antal blot reduceret til 243. Efter 18 Timers Forløb var Antallet reduceret til 70, og de ganske smaa synlige Draaber tæt ved Beslagets Rand var alle forsvundne og erstattede med større Draaber, der alle havde omtrent samme Størrelse, og hvis indbyrdes Afstand tiltog jævnt nedad fra Beslagets Grænse.

Den Omstændighed, at Draaberne hidrørende fra et tyndt Beslag alle bliver meget nær lige store, selv om Kvægsølvbeslagets Tykkelse varierer en Del, bevirker de omtalte tydelige Nuancer i det smeltede Kvægsølvbeslags Udseende, og man kan derfor slutte, at hvis et draabeformet Kvægsølvbeslag har samme Udseende overalt, maa det faste Beslag, hvoraf det er dannet, ogsaa meget nær have haft samme Tykkelse overalt. Jeg skulde tro, at man maa kunne skelne en Forandring paa et Par Procent af Lagtykkelsen.

For at prøve, om slet ingen Kvægsølv-molekuler tilbagekastes fra den afkølede Væg, selv om den fortættede Kvægsølv-mængde er langt større end i det her omtalte Forsøg, udførtes en Prøve med det i Fig. 3 skitserede Glasapparat. Paa lignende Maade som i et tidligere beskrevet Apparat¹⁾ opvarmedes Kvægsølvet Hg (Fig. 3), saa det hastig kunde fordampe ud gennem Hullet H. Kvægsølv-dampens Molekuler afsattes paa det ydre Rør, der holdtes afkølet i flydende

¹⁾ M. KNUDSEN: Vid. Selsk. Overs. 1916, Nr. 3, S. 273.

Ilt, og en Del Mosekuler passerede frit gennem Siderøret lige for Hullet og ind i Kuglen K. Denne Kugle var ganske lille, Diameter 25 mm, og det viste sig nu, at Kvægsølv-dampene kondenseredes paa en Plet lige for Siderørets Munding. Plettens Diameter blev 13 mm, og paa Resten af Kuglen viste sig ingen Antydning af Beslag. At Pletten

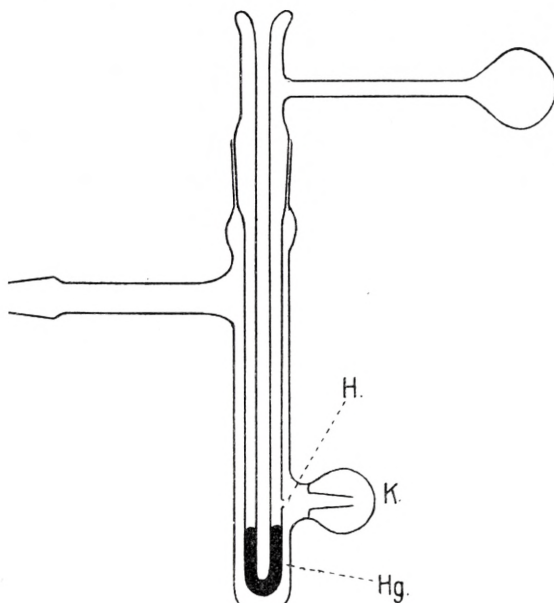


Fig. 3.

fik en saa stor Diameter, skyldtes utvivlsomt, at Siderøret, som ragede 12 mm ind i Kuglen, ikke hurtigt kunde blive stærkt afkølet, saa ved Forsøgets Begyndelse kan der tilbagestes nogle Kvægsølv-molekuler fra Siderørets indre Vægflade nær ved Rørmundingen, og disse Kvægsølv-molekuler kan da faa en skraa Retning og danne Plettens Rand. Efterhaanden som Forsøget fortsattes, kondenseredes Kvægsølvet næsten udelukkende i Plettens centrale Del, hvor Pletten fik en betydelig Tykkelse paa et Omraade, som skønnedes at være 6 mm i Diameter, og paa dette Omraade

blev Pletten snart hvidlig set fra Glaskuglens Inderside, medens Plettens Randparti holdt sig spejlblank. Dette Forhold viser, at den tilfældige Ophobning af Kvægsølv-molekuler er i Stand til at give en Overflade, som bliver forholdsvis ru med større Lagtykkelse, ligesom en tyk Spejl-belægning er ru paa Forsiden.

Efter Forsøgets Afslutning fandtes Kvægsølvets Masse at være 0,144 Gram, saa man herefter er berettiget til at antage, at Sandsynligheden for Tilbagekastning er forsvindende lille.

Det maa dog herved erindres, at kun den første Del af Kvægsølvbeslaget dannes direkte paa den afkølede Glas-overflade, og at denne forholdsvis hurtig bliver saaledes dækket af Kvægsølv, at man i Virkeligheden ved Forsøget faar at vide, at en til flydende Ilt's Temperatur afkølet Kvægsølvmasse binder ethvert stødende Kvægsølvmolekule allerede ved første Stød.

For at undersøge Kvægsølvmolekulernes Tilbagekastning fra en Flade, som kan gives andre Temperaturer end den flydende Ilt's, anvendtes det i Fig. 4 skitserede Glasapparat. En Straale af Kvægsølv damp frembragtes paa sædvanlig Maade. Straalen førtes ind i en Glaskugle af 6 cm Diameter. Foroven paa Glaskuglen var anbragt et Glasrør med Schliff, i hvilken et fornedet lukket Glasrør A var indsat. I dette Glasrør kunde man anbringe den Kuldeblanding, hvis Temperatur man vilde give det indre Glasrør A, mod hvilket Kvægsølvmolekulerne stødte. Apparatet var som sædvanlig forsynet med Siderør (drejet 90° fra den paa Figuren viste Stilling), i hvilket Kvægsølvet kunde udkoges, før det bragtes paa Plads i Apparatets nederste Del. Hele Kuglen K med Siderør og den øvrige nederste Del af Apparatet anbragtes efter Udpumpning i flydende Ilt, hvorefter Kuldeblandingen anbragtes i A og Kvægsølvet Hg opvarmedes.

Ved et Forsøg fyldtes flydende Ilt i A, og der dannedes da meget snart et spejlende Kvægsølvbeslag paa Røret. En ringe Del af de Kvægsølvmolekuler, som kommer fra Kuglens Siderør, kan imidlertid passere forbi Siderne af Røret A og danne et Beslag paa Bagsiden af Kuglen K. Bag Røret A dannedes ikke mindste Antydning af Beslag, saa dette

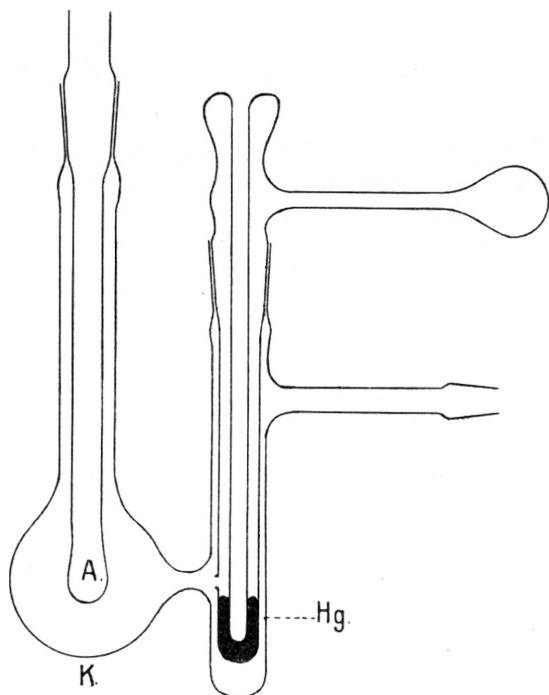


Fig. 4.

Rør virker som en fuldkommen Skyggegger, idet de indvendige Rande af Beslaget paa Kuglens Bagside var meget skarpe. Som det var at vente efter de i det foregaaende omtalte Forsøg, dannedes ved dette Forsøg ikke mindste Antydning af Kvægsølvbeslag paa den Side af Kuglen K, som er nærmest Siderøret. Denne Side skal i det følgende betegnes som Kuglens Forside. Den Kvægsølvmængde, som afsattes paa Røret A ved dette Forsøg, var 0,14 Gram, og

Beslaget var hvidligt undtagen ved Randen, hvor det var spejlende.

Ved et andet Forsøg anbragtes en Kuldeblending af fast Kulsyre og Æter i det indvendige Rør A, og det viste sig nu, at Beslaget hurtig fremkom paa Kuglens Bagside, og næsten lige saa hurtig dannedes et Beslag paa Kuglens Forside. Dette Beslag blev tættere og tættere og var bestandig tættest lige omkring Siderøret, saaledes som man kunde vente det. Det strakte sig efterhaanden længere og længere ud fra Indstrømningsaabningen (Siderøret), saa man under Forsøgets sidste Del vanskelig kunde se det indre Rør gennem Beslaget. Saa længe man imidlertid kunde se det indre Rør, var der intet Beslag at opdage paa det. Da Røret blev taget ud efter Forsøgets Slutning, viste det sig imidlertid, at der dog havde samlet sig en Del Kvægsølv paa det, og at dette Kvægsølv dannede et nogenlunde sammenhængende Lag. Paa sædvanlig Maade bestemtes, at Vægten af Kvægsølv, som var blevet hængende paa det indvendige Rør A, var 20,5 Milligram, medens Vægten af Beslaget paa Kuglens Forside var 13,8 Milligram. I dette Tilfælde er Antallet af de Molekuler, som er blevet hængende ved første Stød, altsaa større end Antallet af tilbagekastede Molekuler.

Man kan imidlertid befrygte, at dette Forsøg giver et falsk Udtryk for Sandsynligheden for Tilbagekastning fra en afkølet Glasflade, idet en stor Del af de indfaldende Molekuler maa have ramt en afkølet Kvægsølvsflade i Stedet for en afkølet Glasflade. Forsøget gentoges derfor, men bragtes til Ophør, saa snart der var blevet dannet et kendeligt Beslag paa Kuglens Forside. Der var da endnu intet synligt Beslag paa det indre Rør. Ved Forsøget med flydende Ilt i det indre Rør havde det vist sig, at Arealet af Beslaget paa dette Rør havde en Størrelse af $2,1 \text{ cm}^2$, og da der, som det siden skal vises, fordres en Beslagtæthed

paa mindst $3,25 \cdot 10^{-8}$ Gram/cm² for at kunne ses, maa Vægten af Beslaget paa det indvendige Rør have været mindre end $32,5 \cdot 10^{-8} \cdot 2,1 = 68,25 \cdot 10^{-8}$ Gram. Ved Vejning fandtes, at Beslaget paa Kuglens Forside havde Massen $3,30 \cdot 10^{-3}$ Gram, saa man heraf finder, at Sandsynligheden for, at et Kvægsølvmolekule skal blive hængende paa en til $-77,5^\circ$ afkølet Glasflade allerede ved første Stød, er mindre end $68,25 \cdot 10^{-8} / 3,30 \cdot 10^{-3}$, altsaa mindre end $2,07 \cdot 10^{-4}$.

Den nævnte Sandsynlighed er altsaa yderst ringe, mindre end $1/5000$, men selv denne ringe Størrelse kan som foran vist dog bevirke en betydelig Beslagdannelse, idet de faa Molekuler, som først bliver indfanget, atter indfanger alle eller næsten alle de Kvægsølvmolekuler, som træffer dem.

For at undersøge Tilbagekastningen fra et fast Kvægsølvbeslag, der er afkølet til en lav Temperatur af samme Størrelsesorden, som den, der anvendtes i det sidst omtalte Forsøg, udførtes følgende Prøve.

I det indvendige Rør A fyldtes først flydende Ilt, og da et netop uigennemsigtigt spejlende Beslag var blevet dannet overalt paa Rørets nederste Del, idet hele Apparatet ikke var anbragt i flydende Ilt, erstattedes den flydende Ilt i Røret med en Kuldeblanding, der havde Temperatur -63° . Apparatet omgaves dernæst med flydende Ilt, og Forsøget fortsattes, indtil der var dannet et kendeligt Beslag paa Kuglens Forside. Efter Forsøgets Slutning fandtes, at Vægten af Kvægsølvet paa det Sted af Røret A, som træffes af de fra Indstrømningsaabningen kommende Molekuler, var $24,45 \cdot 10^{-3}$ Gram. Heraf udgjordes kun en ringe Del af de Kvægsølvmolekuler, som indfangedes, medens det indre Rør havde flydende Ilt's Temperatur, thi paa hele Resten af Rørets Overflade fandtes kun Mængden $1,85 \cdot 10^{-3}$ Gram. Den Mængde Kvægsølv, som fandtes paa Kuglens Forside, var $2,85 \cdot 10^{-3}$ Gram, saa Sandsynligheden for Tilbagekastning i dette Tilfælde bliver ca. $1/10$.

Som jeg tidligere har vist¹⁾, vil ethvert Kvægsølvmolekule, som træffer en Overflade af flydende Kvægsølv ved almindelig Temperatur, blive optaget i det flydende Kvægsølv, naar Overfladen er ren, og det ligger da nær at antage, at ogsaa ethvert Kvægsølvmolekule, som træffer Overfladen af et fast Kvægsølvbeslag, vil blive indfanget. Naar dog ca. $\frac{1}{10}$ af Molekulerne bliver tilbagekastet i det her omtalte Forsøg, kan dette dels hidrøre fra, at Kvægsølvet fordamper fra den afkølede Flade. Den under hele Forsøget fordampede Kvægsølvmenge beregnes i Følge den af mig tidligere opstillede Damptryksformel²⁾ at være $4,2 \cdot 10^{-6}$ Gram og er altsaa forsvindende i denne Sammenhæng. Damptryksformlen kan ganske vist ikke ventes at gælde med Nøjagtighed for det faste Kvægsølv, men at den ikke kan være ganske misvisende, skønnedes af den Hastighed, hvormed Gennemsigtheden tiltog af de halv gennemsigtige Partier af Kvægsølvbeslaget paa det indvendige Rør i Kuglens øverste Del. Man maa derfor vente, at de tilbagekastede Kvægsølvmolekuler til Dels er kommet fra Steder, hvor det indre Glasrørs Væg endnu har været ubedækket, til Trods for det netop uigennemsigtige Beslag. Det maa jo nemlig erindres, at naar de ubedækkede Partier er blevet smaa i Sammenligning med Lysets Bølgebredde, vil den gennemgaaende Lysmængde nedsættes noget stærkere end i Forhold til det ubedækkede Areal, idet Lyset spredes til alle Sider. Dette Forhold er dog neppe heller tilstrækkeligt til at forklare, at $\frac{1}{10}$ af de indfaldende Molekuler tilbagekastes, saa det synes nødvendigt at antage, at Kvægsølvoverfladen er blevet noget forurennet ved Fedtdampe fra Schliffen. Da det tidligere er vist, hvor følsom en Kvægsølvoverflade er for Urenheder, naar det drejer sig om dens Fordampningshastighed, finder jeg ikke nogen Anledning til

¹⁾ M. KNUDSEN: Vid. Selsk. Overs. 1915, Nr. 3—4, S. 307.

²⁾ — : Ann. d. Phys. 29, 1909, S. 193.

at benytte dette Forsøg som Bevis for, at et Kvægsølvmolekule overhovedet kan blive tilbagekastet fra en fuldstændig ren Overflade af fast Kvægsølv.

Et Apparat som det i Fig. 5 afbildede kan benyttes som Demonstrationsapparat, idet man forbinder det øvre og det nedre Rum med et bøjet Glasrør med ca. 3 mm Lysning som vist i Figuren. Efter Evakuationen smelttes Apparatet fra Pumpen. Naar et Beslag er dannet paa Apparatets nederste Del, kan man, naar Apparatet atter har faaet Stuetemperatur, bringe det overdestillerede Kvægsølv tilbage i Apparatets øverste Kammer ved at lade noget Kvægsølv løbe gennem Siderøret og opsamle Beslaget. Med et saadant Apparat har jeg anstillet en Række Forsøg, idet Apparatets nederste Ende efterhaanden fik forskellige Temperaturer, ved at den nedsattes i et Bad af lette Kulbrinter, som var afkølet i flydende Ilt. Badets Temperatur maalt med et Pentantermometer. Det viste sig herved, at naar Badets Temperatur var ca. 140° , dannedes et fuldkomment spejlende Kvægsølvbeslag, medens Beslaget ved nogle faa Graders højere Temperatur vel blev spejlende, men dog fik en meget karakteristisk Opalescens-Udseende, der i nogen Grad mindede om en Perles Udseende. Dette Udseende skyldes ganske utvivlsomt, at nogle Kvægsølvmolekuler tilbagekastes ved Stød mod den afkølede Glasvæg.

Med andre Metaller end Kvægsølv udførtes nogle orienterende Forsøg. De letflygtige Metaller som Zink, Cadmium og Magnium anbragtes i et lille Glasrør af 4 cm Længde og 8 mm Lysning. Røret var lukket i begge Ender, forsynet

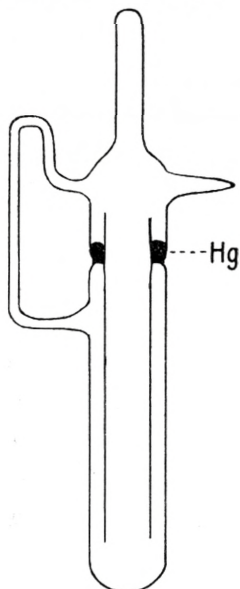


Fig. 5.

med et Hul paa Midten og kunde opvarmes ved Hjælp af en omviklet Platintraad, som var indsmeltet i Glasrørets Overflade. Røret ophængtes i lodret Stilling, som Fig. 6 viser, inde i et videre Glasrør, der stod i Forbindelse med Pumpesystemet. Efter Udpumpningen omgaves det ydre Glasrør med et Bad af den Temperatur, som skulde undersøges, en elektrisk Strøm sendtes gennem Opvarmningsplatintraaden, og ved Fordampning gennem Hullet dannedes et Metalbeslag paa det ydre Glas.

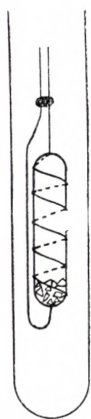


Fig. 6.

Holdtes det ydre Glasrør afkølet i flydende Ilt, dannedes ved Kondensationen et spejlende Metalbeslag paa det ydre Rør lige ud for Hullet i det indre Rør, og der var intet Spor af Metalbeslag at se paa noget andet Sted. Heraf kan man slutte, at Zink-, Cadmium- og Magnium-molekuler hefter fast paa den afkølede Glasflade allerede ved første Stød mod denne, ligesom Tilfældet var med Kvægsølv. Kondensationen fortsattes nogen Tid efter, at det spejlende Beslag var blevet helt uigennemsigtigt, og det viste sig da, at Beslaget skilte sig fra Glasset der, hvor Beslaget var tykkest, altså lige ud for Hullet i det indvendige Glasrør. Beslaget fik derved en lille Bule eller Bøjning ind i Glasrøret, hvilket tyder paa, at Metalfilmens Vedhængning ved Glasset ikke er synderlig stor, samt at der fremkommer Temperaturforskelle, som kan bevirke Fraspaltningen. Et lille Øjeblik efter, at Bulen er dannet, revner Metalbeslaget, og en Figur, som den i Fig. 7 (5 Gange forstørret) viste, fremkommer. Metalbeslagets Rand, der er tyndere, vedbliver derimod at hefte paa Glasset og danner tilsyneladende en fuldstændig sammenhængende Metalfilm, selv naar den ses i Mikroskop med stor Forstørning.

Baade ved Kulsyresnes Temperatur og almindelig Stuetemperatur viser det sig, at Sandsynligheden for, at et Zink- eller

et Cadmiummolekule skal hefte paa Glasset ved første Stød, er meget nær Nul. Ogsaa for Magnium er denne Sandsynlighed meget ringe. Beslaget sætter sig uregelmæssig overalt paa Rørets nederste Del, og Mængden, som sidder lige ud for Hullet i det indre Glasrør, er ingenlunde større end Mængden paa Glasrørets modsatte Side. Fig. 8 viser med 23,7 Ganges Forstørring Beslagets Udseende. Fig. 10 viser i omtrent naturlig Størrelse et Billede af det udvendige Rør, efter at et Cadmiumbeslag var dannet med Røret nedsat i en Blanding af Kulsyresne og Æter. I den første Tid, mens det uregelmæssige Beslag dannedes paa forskellige Steder i Røret, holdt den Plet, som laa lige ud for Hullet i det indre Glasrør sig fuldkommen klar. Ret pludselig dannedes en spejlende Plet midt i den klare, og efter at denne Plet var dannet, kondenseredes al Cadmiumdampen paa den, saa den hurtig voksede i Tykkelse og blev mat paa den indvendige Side. Fotografiet (Fig. 10) viser denne Plet med det omgivende fuldstændig klare Parti. Længere ned mod Rørets Bund ses en langagtig Piet i det skjoldede Beslag. Af dette Forsøg synes det at fremgaa, at naar Cadmiummolekulerne kommer fra det indvendige Glasrør med stor Hastighed (Rørers Temperatur var ca. 300°), formaar de at hindre Beslagdannelsen, hvor de træffer. Da der blandt Molekulerne utvivlsomt findes nogle med lille Hastighed, hvoraf atter nogle bliver hængende paa Glasset, maa man vente, at disse Molekuler atter kan fordrives af dem med stor Hastighed. Først naar en større Cadmiummængde tilfældiger blevet dannet, formaar den at tilbageholde alle stødende Cadmiummolekuler.

Denne Opfattelse bekræftes yderligere ved følgende Forsøg. Det ydre Rør nedsattes i flydende Ilt, og der dannedes et Zinkbeslag af en saadan Tykkelse, at Beslaget var næsten uigennemsigtigt. Som foran omtalt synes et saadant Beslag at være ganske kontinuert set med Mikroskop. Ved dette Forsøg erstattedes den flydende Ilt med Kulsyresne,

og Kondensationen fortsattes i kort Tid. Betragtet i Mikroskop viste Metalbeslaget nu det i Fig. 9 gengivne Udseende. Fotografiet er 50 Gange forstørret, og man ser, at der nu findes en Mængde Huller i Beslaget. Især af ganske smaa næsten usynlige Huller findes der et Utal frembragt af de stødende Molekuler.

Nogle Forsøg med Destillation af Salmiak viste, at naar Salmiakdampen fortættedes i et Glasrør, som var afkølet til flydende Ilts Temperatur, var det dannede Beslag meget uregelmæssigt. Salmiakken satte sig i Pletter eller Streger, saa man heraf ser, at Sandsynligheden for, at et Salmiakmolekule skal blive hængende paa Glasset ved første Stød, er meget ringe. Denne Sandsynlighed er her som i alle andre undersøgte Tilfælde afhængig af Glassets Overfladebeskaffenhed. For Salmiakkens Vedkommende spiller Dissociationen muligvis ogsaa en Rolle.

Jeg undersøgte Kobber og Sølv ved at omgive en Platintraad med vedkommende Metal og bringe Traaden til Glødning ad elektrisk Vej. Om Glasrørets nederste Ende anbragtes et Bad af letsmelteligt Metal, saa Glasrøret holdtes opvarmet til en høj Temperatur op til det Sted, hvor det fordampede Metal fandtes. Ved Benyttelse af Forbrændingsglas viste det sig, at Sølvbeslagets Udseende var ganske det samme, hvor Glassets Temperatur havde været 575° , som højere oppe paa Glasrøret, hvor Temperaturen var flere hundrede Grader lavere. Sølvmolekulerne bliver altsaa hængende paa Glasset ved første Stød selv ved en saa høj Temperatur som den nævnte. Kobbermolekulerne har derimod nogen Sandsynlighed for at blive tilbagekastet ved 575° , hvorimod de bliver hængende ved første Stød, naar Glassets Temperatur er 350° . Ved Forsøgene med Kobber sattes et Glimmerblad ned i Glasset, hvorved det viste sig, at Metalbeslaget paa Glimmerbladet var ganske det samme som paa Glasset.

Af de her omtalte Forsøg synes at fremgaa den Regel, at naar et Metalmolekule træffer et fast eller flydende Legeme af samme Metal som Molekulet selv, vil Molekulet blive hængende paa Legemet allerede ved første Stød og antage Legemets Tilstandsform. Sandsynligheden for Tilbagekastning er Nul.

Ganske anderledes kan Forholdet være, naar Metalmolekulet træffer et andet Stof, f. Eks. Glas. Der synes da at eksistere en Art kritisk Temperatur, under hvilken Sandsynligheden for Metalmolekulets Tilbagekastning er Nul eller saa nær Nul, at Tilbagekastning ikke har kunnet konstateres ved mine Forsøg.

For de undersøgte Stoffer er opført de Grænser, mellem hvilke denne Temperatur er fundet at være beliggende.

Salmiak	under -183°
Kvægsølv	mellem -140° og -130°
Zink	} mellem -183° og -78°
Cadmium	
Magnium	
Kobber	mellem 350° og 575°
Sølv	over 575°

Det maa være fremtidige Undersøgelser forbeholdt at bestemme nøjagtigere Værdier for denne kritiske Temperatur, samt at finde, hvorledes den afhænger af Dampens Temperatur og af de Stoffer, for hvilke den skal gælde. Selv et Stof som Messing, der let amalgameres med Kvægsølv, viste sig ved Undersøgelserne over Cos.-loven at tilbagekaste alle indfaldende Kvægsølv molekuler, naar dets Temperatur ikke blev for lav.

Naar Glassets Temperatur er højere end den saaledes fundne kritiske Temperatur, har Metalmolekulerne en fra 1 forskellig Sandsynlighed for at blive hængende ved første Stød, og Forsøgene med Kvægsølv synes at vise, at en lille

Forøgelse af Temperaturen over den kristiske er tilstrækkelig til at gøre den nævnte Sandsynlighed meget lille. I saa Fald maa man vente, at Molekulerne maa støde mange Gange mod Glasvæggen, før de bliver hængende. Hvor de bliver hængende, kan da dels være tilfældigt og dels afhængigt af Glassets Overfladebeskaffenhed. Især vil Kondensationen foregaa hurtig paa de Steder, hvor et Metalbeslag ialt er dannet, thi der er Sandsynligheden for at blive hængende ved første Stød som omtalt lig 1. At Sandsynligheden for, at Molekulerne bliver hængende paa en Glasvæg ved første Stød, kan være saa nær Nul, maa bero paa en ufuldstændig Energiudveksling ved Stødet, saa vi her har at gøre med en Akkomodationskoefficient af lignende Art som tidligere beskrevet¹⁾.

Vi vil nu antage, at en vis Stofmængde er indesluttet i en Glasbeholder ved en saadan Temperatur, at alt Stoffet forekommer i Dampform. Dernæst afkøles Glasbeholderen, saa dens Temperatur bliver lavere end den Temperatur, ved hvilken Dampen er mættet. Er Sandsynligheden for, at et Molekule da skal blive hængende ved første Stød meget nær Nul, har man Mulighed for, at der vil hengaa en kende- lig Tid, før Fortætningen begynder, og indtil da vil Dampen være overmættet. Denne Overmætning vil kunne blive næsten permanent, hvis enkelte Molekuler eller mindre Molekulaggregater, som alt er blevet fortættede, atter kan bringes i Dampform af andre stødende Molekuler. Betingelsen for, at en fuldstændig permanent Overmætning skal kunne finde Sted, maa være, at den omtalte Sandsynlighed for Fasthængning er nøjagtig Nul.

¹⁾ M. KNUDSEN: Vid. Selsk. Overs. 1911, Nr. 2, S. 139.

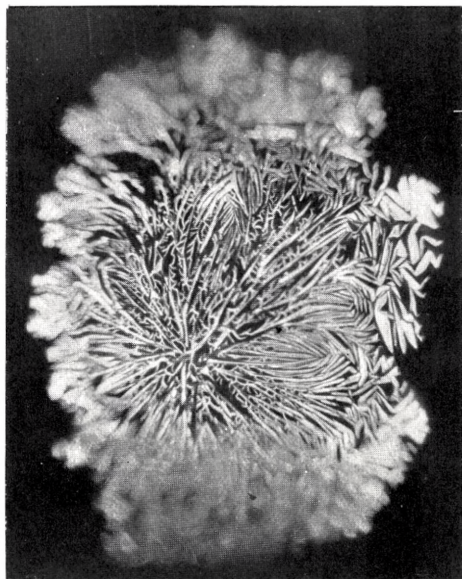


Fig. 7.
Revnet Metalbeslag, 5 Gange forstorret.

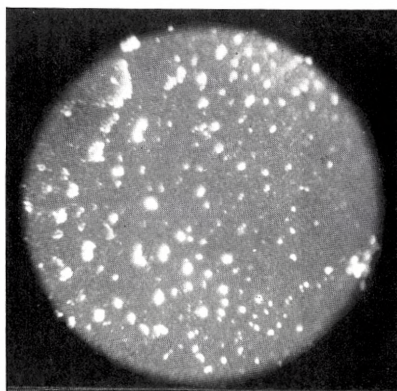


Fig. 9.
Zinkbeslag, 50 Gange forstorret.

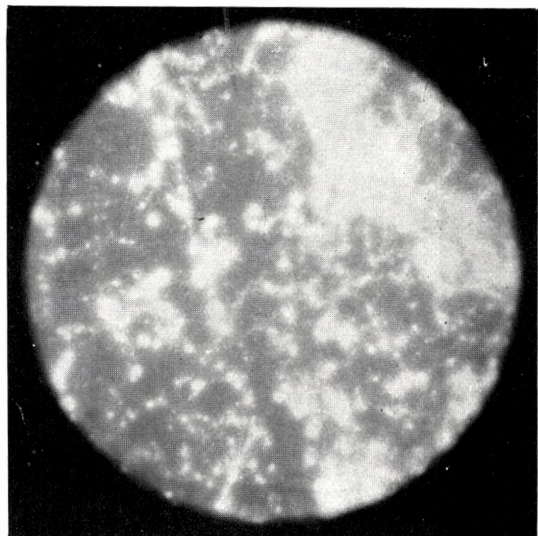


Fig 8.
Metalbeslag, 23,7 Gange forstorret.

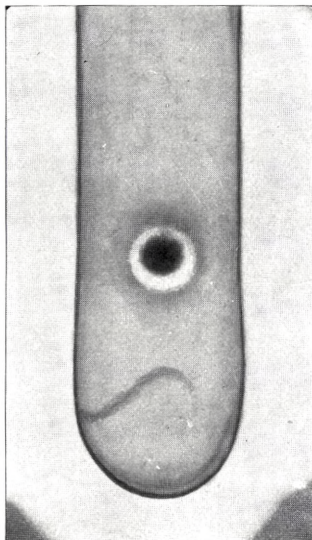


Fig. 10.
Cadmiumbeslag, nat. Storrelse.