

FREMgangsMAADE, VED HVILKEN DET HIDTIL  
HYPOTETISKE STOF ENKELT-SVOVLKULSTOF (CS)  
MED LETHED KAN DANNES.

AF

JULIUS THOMSEN

Siden Midten af det forrige Aarhundrede have forskellige Kemikere forsøgt at danne en Forbindelse af Kulstof og Svovl, hvis Sammensætning skulde svare til Kuliltens, ligesom Kulstofsulfidets svarer til Kulsyre's; men en uheldig Skæbne har været disse Bestræbelsers Lod. Naar en Kemiker mente at have fundet en Fremgangsmaade til Dannelse af en saadan Forbindelse, optraadte stedse en kort Tid efter en anden, som benægtede Rigtigheden af den førstes Iagttagelser. BAUDRIMONT meddelte saaledes i 1857, at det var lykkedes ham at danne et lavere Svovlkulstof ved at føre Kulstofsulfid i dampformig Tilstand igennem glødende Rør, som indeholdt Platinsvamp, Pimpsten eller Kul, eller ved Ophedning af en Blanding af Brint og Kulstofsulfiddampe. Forbindelsen skulde være luftformig og have den ønskede Sammensætning, CS. To Aar senere optraadte saa BERTHELOT, benægtende Rigtigheden af BAUDRIMONT'S Iagttagelse; det dannede luftformige Produkt erklæredes for en Blanding af Kulilte, Svovlbrint o. desl.; men denne Angivelse viser tillige, at BERTHELOT ikke har gjort sig den Ulejlighed at uddrive den atmosfæriske Luft af Apparatet

og dets Indhold forinden Forsøgets Begyndelse: thi ellers vilde Kulilte ikke været dannet.

I Aaret 1875 meddelte SIDOT, at det var lykkedes ham ved langvarig Indvirkning af Lyset, med eller uden Medvirkning af Metaller, at danne en rød, fast Forbindelse, hvis Sammensætning skulde være  $CS$ ; men Aaret efter kom saa S. KERN med en Undersøgelse, af hvilken det skulde fremgaa, at det røde Stof indeholder Jern og svarer til Formlen  $FeS_2 + 2CS$ .

I Aaret 1895 fremkom en Afhandling af DENINGER, ifølge hvilken det søgte Svovlkulstof skulde kunne dannes ved Indvirkning af Natrium paa en Blanding af Kulstofsulfid og Anilin, eller ved Ophedning i tilmeltede Rør af Svovlnatrium eller Svovlsølv med henholdsvis Kloroform eller Jodoform; men i Aar 1902 reviderede E. J. RUSSEL og N. SMITH denne Angivelse og kom til det Resultat, at ogsaa her forelaa en Fejltagelse, og at den tilstræbte Forbindelse ikke dannes i de angivne Processer. Spørgsmaalet om en Methode til Dannelse af en Forbindelse  $CS$  er saaledes endnu ikke besvaret paa en afgørende Maade. —

Fra et teoretisk Standpunkt synes det højst rimeligt, at ligesom Kulstof danner to Ilter  $CO_2$  og  $CO$ , maatte det ogsaa kunne give Anledning til Dannelse af to Svovlforbindelser  $CS_2$  og  $CS$ , og da  $CS_2$  er en flygtig Vædske med lavt Kogepunkt ( $46^{\circ},8$ ), fører Analogien med Ilterne til, at  $CS$  utvivlsomt maa være luftformig ved almindelig Varmegrad, men langt lettere fortættelig til Vædske end det tilsvarende Ilte,  $CO$ .

En Vanskelighed med Hensyn til Dannelsen af den søgte Forbindelse ligger deri, at Kulstofsulfidet,  $CS_2$ , er en endothermisk Forbindelse, d. v. s. dets Dannelse foregaaer under Varmeabsorption, som for Dannelsen af et Molekul  $CS_2$  i dampformig Tilstand af amorf Kulstof og dampformig Svovl ved c.  $440^{\circ}$  udgør —  $18250^{\circ}$ . Ogsaa  $CS$  maa være endothermisk, og dets Dannelsesvarme udgøre c. —  $28000^{\circ}$  under de samme Betingelser. Saadanne Forbindelser kunne i Reglen

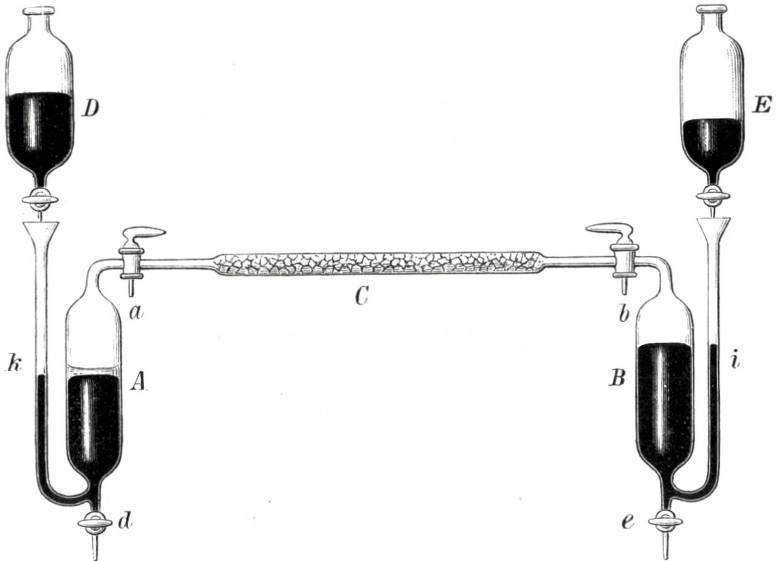
ikke dannes direkte, i ethvert Tilfælde ikke uden ved meget høj Varmegrad, og de engang dannede Forbindelser omdannes meget let ved lavere Varmegrad, naar de blive paavirkede af andre Stoffer, som kunne forene sig med Forbindelsens Bestanddele. Der er derfor næppe anden Udvej for Dannelse af CS end at benytte  $CS_2$  som Udgangspunkt, hvilket ogsaa har været Tilfældet i næsten alle hidtil forsøgte Dannelsesmaader.

Opgaven maa altsaa være, at berøve Kulstofvesovl Halvdelen af dets Svovlmængde; men her fremtræder nu den Vanskelighed, at de Stoffer, saasom Jern, Kobber, Sølv o. s. v., der kunne optage Svovl af Svovlkulstoffet, meget let berøve det den hele Svovlmængde under Udskilning af Kul, da Processen bliver stærkt exothermisk. Det var mig derfor klart, *dels* at man maatte vælge et saa svagt Reduktionsmiddel som gørligt — jeg valgte derfor metallisk Kobber —, og *dels* om muligt svække dettes Virkning ved at blande Svovlkulstoffedampen med en indifferent Luft, hvortil jeg valgte Kvælstof. Min Fremgangsmaade blev altsaa den, at *føre Kvælstof, mættet med Svovlkulstoffedamp, over metallisk Kobber ved passende Varmegrad.*

Da der ved de Forsøg, som dernæst blev udførte, kun var Kulstofvesovl, Kvælstof og metallisk Kobber tilstede, kunde der kun indtræde to Reaktioner: *enten* maatte Kobberet berøve Svovlkulstoffet den hele Svovlmængde, og der vilde i dette Tilfælde dannes Svovlkobber og Kul, *eller* Reaktionen kunde foregaa i to Faser saaledes, at først Kobberet berøvede Svovlkulstoffet dets halve Svovlmængde, og at det dannede Enkelt-Svovlkulstof, helt eller tildels, førtes bort med Kvælstoffet og derved undgik selv at blive berøvet sin Svovlmængde. Forsøgene bekræftede, at denne anden Mulighed indtræder.

Det Apparat, som jeg har benyttet til denne Undersøgelse, er gengivet i omstaaende Skitse. *A* og *B* ere to Glasbeholdere fyldte med Kvægsølv; de ere forsynede hver med to Haner, nemlig *d* og *e* til Afløb for Kvægsølvet, samt *a* og *b*, som ere

Tregangshaner, gennem hvilke Luft kan føres til og fra Beholderne. Disse ere indbyrdes forbundne ved et c. 40<sup>em</sup> langt snævert Glasrør, i hvilket spiralformet vundet Kobbertraad gaar igennem Rørets hele Længde; Kobbertraaden var rensed paa sædvanlig Maade ved Glødning og Neddypning i absolut Alkohol.



Forsøget begynder nu med, at den atmosfæriske Luft i Røret fortrænges af tør Kvælstof; Hanerne *a* og *b* have da den i Tegningen angivne Stilling, saa at Kvælstof føres ind gennem det nedgaaende Rør i Hanen *b*, medens Luften undviger gennem det tilsvarende Rør i Hanen *a*. Naar Luften er uddreven, opvarmes Røret til stærk Glødning for at uddrive den af det metalliske Kobber absorberede Luft. Dernæst drejes Hanen *a* saaledes, at der bliver Forbindelse imellem Røret *C* og Beholderen *A*, der nu fyldes med et passende Rumfang

Kvælstof, medens den tilsvarende Mængde Kvægsølv udlades gennem Hanen *d*. Efter at den tilførte Kvælstofmængde er maalt og Apparatet afspærret fra Omgivelserne ved Lukning af Hanen *b*, føres et Par Gram rent Svovlkulstof gennem Røret *k* ind i Beholderen *A*, idet samtidig Kvægsølvniveauet i *A* sænkes ved forsigtig Aftapning gennem Hanen *d*; paa denne Maade kan Vædsken føres ind i Beholderen, uden at der trænger Luft ind. Naar Svovlkulstof er ført ind i Beholderen *A*, stiger den indeholdte Lufts Rumfang meget stærkt ved Vædskens Fordampning; thi Svovlkulstoffdampen har ved c. 20° en Spænding af c. 300<sup>mm</sup>, saa at Luftens Rumfang forøges til omtrent 1,7 Gange det oprindelige. Apparatet er nu færdigt til at arbejde.

Hanerne *a* og *b* stilles saaledes, at der er Forbindelse mellem Beholderne *A* og *B*; Varmegraden i Røret *C* skal være en svag Rødgledhede. Ved at lade Kvægsølv fra Beholderen *D* træde ind i *A* og samtidig lade Kvægsølv med passende Hastighed træde ud af *B* gennem Hanen *e*, føres saa den i *A* indeholdte Luftblanding (Kvælstof mættet med Svovlkulstoffdamp) gennem Røret *C* med glødende Kobber til Beholderen *B*, som altsaa kommer til at indeholde det benyttede Rumfang Kvælstof forøget med den muligvis, ved Svovlkulstoffets Adskillelse af det glødende Kobber, dannede Luft og lidt Svovlkulstoffdamp, som muligvis har undgaaet Adskillelsen. Luften føres saa tilbage til Beholderen *A*, idet man lader Kvægsølv løbe fra *E* til *B* og samtidig aabner for Hanen *d*, for at Kvægsølvets Rumfang i *A* kan formindskes og give Plads for den fra *B* kommende Luft. I *A* mætter Luften sig atter med Damp af Svovlkulstof og indtager sit forrige Rumfang, forøget med den dannede Lufts Rumfang. Dernæst føres Luften fra *A* atter tilbage til *B* og saaledes fremdeles frem og tilbage mellem *A* og *B*, idet Luften hver Gang i *A* mættes med Svovlkulstoffdamp, som da helt eller tildels bliver adskilt af Kobberet ved Gennemgangen gennem det glødende Rør *C*.

Forsøget begyndte med et Rumfang af  $87^{\text{cc}}$  Kvælstof, som ved Mætning med Svovlkulstofdamp udvidede sig til  $140^{\text{cc}}$ . Efter at Luften var ført 7 Gange frem og tilbage, var Rumfanget i *B* steget til  $192^{\text{cc}}$ , d. v. s. der var foruden de oprindelige  $87^{\text{cc}}$  Kvælstof  $105^{\text{cc}}$  Luft, som var dannet ved Adskillelse af Svovlkulstof. Rumfanget var nu blevet saa stort, at der ikke kunde arbejdes videre med den hele Luftmængde, og den største Del af denne blev derfor gennem Hanen *b* ført over i en anden Beholder til nærmere Undersøgelse. Der blev tilbage i *A* et Rumfang af  $34^{\text{cc}}$ , som altsaa svarede til

$$\frac{87}{192} \cdot 34 = 15,4^{\text{cc}} \text{ Kvælstof.}$$

Med denne Luftmængde blev saa Forsøget fortsat paa samme Maade som forhen, og da Luften var ført 6 Gange frem og tilbage gennem Røret *C*, var Rumfanget steget til  $82^{\text{cc}}$ , og en yderligere Stigning kunde ikke opnaas.

Saafernt Forsøget var bleven fortsat med samtlige i det første Forsøg dannede  $192^{\text{cc}}$  Luft, vilde Rumfanget altsaa være blevet

$$\frac{192}{34} \cdot 82^{\text{cc}} = 463^{\text{cc}},$$

saaledes at der vilde være dannet  $463 - 87$  eller  $376^{\text{cc}}$  Luft, som maa antages at være *CS*, maaske med en ringe Mængde ikke dekomponeret Damp af *CS*<sub>2</sub>, altsaa c. 4,3 Gange det benyttede Rumfang Kvælstof.

Der blev dernæst udført et lignende Forsøg med et ringere Rumfang Kvælstof, nemlig  $20^{\text{cc}}$ , som mættet med Svovlkulstof blev ført frem og tilbage over glødende Kobber. Rumfanget steg derved til  $105^{\text{cc}}$ , saaledes at der i Forsøget var blevet dannet  $85^{\text{cc}}$  Luft eller 4,2 Gange det anvendte Rumfang Kvælstof. Det fremgaar altsaa af disse Forsøg, at Kvælstof kun beskytter Damp af Svovlkulstof mod fuldstændig Dekomposition af det glødende Kobber, saa længe dets Mængde udgør mindst 20 pCt. af Luftblandingen.

Det luftformige Legeme, som dannes i disse Forsøg, maa selvfølgelig være Enkelt-Svovlkulstof, *CS*; thi de Stoffer, med

hvilke der arbejdes, ere Kobber, Kvælstof og Kulstoftvesovl; imellem disse 3 Stoffer ere kun de to Processer mulige, nemlig enten adskilles Svovlkulstof fuldstændig under Dannelsen af faste Stoffer (Svovlkobber og Kul), i hvilket Tilfælde Kvælstoffets Rumfang ikke vil forandre sig, eller en Del Svovlkulstof mister Halvdelen af sin Svovlmængde og omdannes til en luftformig Forbindelse, hvilket Tilfælde altsaa svarer til Forsøgenes Resultat, og det dannede Enkelt-Svovlkulstof undgaar kun den fuldstændige Adskillelse derved, at det er blandet med Kvælstof.

Til yderligere Sikkerhed forsøgte jeg at bestemme den dannede luftformige Forbindelses Sammensætning ved at bestemme den Iltmængde, som Stoffet behøver til sin Iltning. Da i den første Forsøgsrække Luftmængden var steget til 192<sup>cc</sup>, blev, som omtalt, en Del af samme overført paa en anden Beholder og anvendt til Analysen.

Apparatet, som blev benyttet til Iltningen, havde en lignende Form som Beholderne *A* og *B*, kun at der i denne Beholders Sider var indsmeltet to Platintraade, imellem hvilke en Induktionsstrøm kunde føres for dels at fremkalde Antændelsen, dels fremtvinge Kvælstoffets fuldstændige Iltning. Den ene Beholder var fyldt med Ilt, afspærret med Kvægsølv, over hvilket der var en koncentreret Kaliopløsning. Efter at Iltens Rumfang var bleven maalt, sattes Induktionsstrømmen i Gang, og dernæst førtes den til Undersøgelse foreliggende Luftblanding langsomt fra den anden Beholder ind i dette Apparat. Det i Luften indeholdte Svovlkulstof brændte selvfølgelig hurtigt, efterhaanden som Luftblandingen førtes over i Gnistapparatet, medens Kvælstoffet dernæst langsomt blev iltet under den fortsatte Gnistning. De dannede Iltningsprodukter, Kulsyre, Svovlsyrling og Kvælstofilter, optoges af den i Gnistapparatet værende koncentrerede Opløsning af Kalihydrat. Forsøgets Enkeltheder vare følgende:

Af de omtalte 192<sup>cc</sup> Luftblanding blev 115<sup>cc</sup> indførte i

Gnistapparatets ene Beholder; efter at Maalingen var udført, blev der i Apparatet indført koncentreret Kalilud, hvorved Rumfanget gik ned til 111<sup>cc</sup>, hvilket rimeligvis hidrørte fra Absorption af en ringe Mængde Damp af ikke adskilt Kulstof-tvesvovl. Da Kvælstofmængden i de 115<sup>cc</sup> udgjorde

$$\frac{87}{192} 115^{\text{cc}} = 52^{\text{cc}},$$

kan altsaa S sammensætningen af de resterende 111<sup>cc</sup> antages at have været saaledes:

$$111^{\text{cc}} = 52^{\text{cc}} \text{ Kvælstof} + 59^{\text{cc}} \text{ enkelt Svovlkulstof.}$$

Ved den første livlige Iltning, ved hvilken nærmest kun CS blev iltet, efterhaanden som det indførtes i Gnistningsbeholderen, blev der forbrugt 128<sup>cc</sup> Ilt, altsaa svarer til hver Cubikcentimeter af den brændte Luft

$$\frac{128}{59} = 2^{\text{cc}}, 17 \text{ Ilt.}$$

Da nu et Rumfang CS til Forbrænding under Dannelsen af Kulsyre og Svovlsyrling fordrer 2<sup>cc</sup> Ilt, er det fundne Forbrug lidt større end det beregnede; men da der ved Forbrænding af Svovlkulstof i Ilt stedse dannes en Del Svovltrioxyd, hvis Dannelse fordrer halvanden Gange saa megen Ilt som Dannelsen af Svovldioxyd, og hvis Mængde ifølge mine Forsøg over Forbrænding af CS<sub>2</sub> i Ilt<sup>1</sup> udgør c. 5 Procent, og da ogsaa en ringe Mængde Kvælstof maa være iltet under denne Gnistning, finder dette Overskud af c. 8 Procent i Iltforbruget sin naturlige Forklaring.

For at opnaa fuld Sikkerhed i denne Retning blev Iltningen fortsat, indtil ogsaa den hele Kvælstofmængde var bleven iltet og absorberet af Kaliluden; der medgik til denne Iltning 81<sup>cc</sup>. Da Kvælstofmængden, som angivet, var 52<sup>cc</sup>, var der altsaa for hver Kubikcentimeter forbrugt

$$\frac{81}{52} = 1,55 \text{ Kubic. Ilt.}$$

Kvælstof forbruger under disse Forhold 1,6 Gange sit Rumfang Ilt, hvilket fremgaar af talrige i andet Øjemed med Gnist-

<sup>1</sup> Thermochemische Untersuchungen II, 377.



apparatet udførte Forsøg, og altsaa viser Resultatet, at en ringe Del af Kvælstof er blevet iltet samtidig med CS.

Det samlede Iltforbrug har ifølge ovenstaaende været  $128 + 81$  eller  $209^{\text{cc}}$ , medens de iltede  $111^{\text{cc}}$  Gas af den antagne Blanding skulde have forbrugt

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kvælstof} \dots 52 \cdot 1,6 = 83^{\text{cc}} \\ \text{CS} \dots\dots\dots 59 \cdot 2,0 = 118^{\text{cc}} \end{array} \right\} = 201^{\text{cc}}.$$

Forskellen af  $8^{\text{cc}}$  forklares altsaa af den ovenfor omtalte Dannelse af Svovltrioxyd.

Selvfølgelig er en Bestemmelse af Iltmængden, som en Luftblanding behøver til Forbrænding, ikke afgørende med Hensyn til Luftens Sammensætning; men dels kan Luften ikke have indeholdt Svovlbrint eller Kulsyre, da den har været behandlet med stærk Kalilud, og dels er Reaktionen jo foregaaet mellem  $CS_2$ ,  $Cu$  og  $N_2$ , som neppe kunde være i Stand til at danne andet luftformigt Dekompositionsprodukt end CS. Der kan saaledes neppe være Tvivl om, at det ved denne Reaktion fremtrædende luftformige Legeme er *Enkelt-Svovlkulstof*, CS.

Det var min Agt, da jeg for 3 Aar siden udførte denne Undersøgelse, at forfølge Resultatet yderligere, blandt andet ved Forsøg paa at skille den dannede Forbindelse fra det til Stede værende Kvælstof, hvilket vistnok let vil kunne ske ved tilstrækkelig Afkøling, og dernæst nærmere bestemme Forbindelsens Egenskaber; men andre Undersøgelser lagde den Gang Beslag paa min Tid; nu, efter at jeg har opgivet min Stilling som Bestyrer af Universitetets kemiske Laboratorium, er jeg forhindret i at udføre dette Arbejde. Den meddelte Fremgangsmaade er imidlertid saa simpel og Undersøgelsens Formaal har saa stor teoretisk Interesse, at jeg ikke tvivler om, at denne Undersøgelse vil blive fortsat og bragt til en Afslutning af yngre Kræfter.

*Anmærkning.* Vort Sprog savner et kort og betegnende Ord for den Proces, i hvilken luftformige Legemer paavirkes af en elektrisk Induktionsstrøms Gnister, og i Reglen maa man derfor benytte en længere og ved Gentagelser trættende Omskrivning. Jeg skal derfor foreslaa, at man for at udtrykke denne Proces, som ofte anvendes ved fysiske og kemiske Forsøg, benytter Ordet „*Gnistning*“, saaledes som det er sket i ovenstaaende Afhandling. Vil man saaledes angive, at Kvælstof forener sig med Ilt, naar en Blanding af disse Luftarter paavirkes af en elektrisk Induktionsstrøms Gnister, kan det kort udtrykkes ved, at Foreningen foregaar ved *Gnistning*. Ogsaa Verbet „at *gniste*“ kan benyttes; f. Eks. naar en Blanding af disse Luftarter gnistes, dannes en Forbindelse o. s. v. Ordet skal altsaa udtrykke en Behandling med elektriske Gnister, ligesom Vanding, Kæmning eller Dampning betyder Behandling med Vand, Kam eller Damp.

---