

Karl Björkman

III.

Niels Bjerrum.

11. marts 1879—30. september 1958.

Tale i Videnskabernes Selskabs møde den 20. marts 1959.

Af Aksel Tovborg Jensen.

Niels Janniksen Bjerrum var født 11. marts 1879. Han var søn af øjnlægen, den senere professor ved Universitetet, dr. med. Jannik Petersen Bjerrum og hans hustru Anna Johansen. Forældrenes forfædre var saa langt tilbage, det lader sig efterspore, nord-slesvigske bønder. Faderens yngre søster var fysikeren dr. phil. Kirstine Meyer.

Af sit og broderens fælles barndomshjem i Skærbæk har Kirstine Meyer givet en smuk karakteristik. Det var gæstfrit og livligt, og børnene var prægede af hjemmets respekt for aandelig dannelse. Den samme karakteristik gjaldt for Niels Bjerrums barndomshjem i København. Det var — med hans egne ord — »samlingssted for en naturvidenskabelig interesseret, politisk og religiøst frisindet kreds, hvis samtaler paavirkede de lyttende børn«. Det skal nævnes, at faderen var medstifter af Studenter-samfundet og kendt med Christen Berg. Bjerrum mindedes sit barndomshjem med dyb taknemmelighed og førte meget i sin livsholdning tilbage til hjemmets paavirkning: sit demokratiske sindelag, sin uvilje imod vilkaarlighed og en holdning til kristendommen, der vel var kritisk, men ogsaa respektfuld.

Niels Bjerrum var hjemmets ældste barn og fik med tiden seks yngre søskende. Om hjemmets gæstfrihed faar man et begreb, naar man hører, at det søndag aften var regelen snarere end undtagelsen at se en snes gæster ved bordet. Havde børnene kammerater paa besøg lørdag aften, og det blev sent, redte fru Bjerrum op til 4—5 af de fjernest boende af dem.

Var Bjerrum gennem sit gode hjem begunstiget af skæbnen, var han det ikke mindre ved at faa et feriehjem hos sine unge

bedsteforældre i Kolding. Her tumlede han sig med sin moders søskende, hvoraf den yngste dreng kun var eet aar ældre end han selv. Herfra kom han, fra han var 11 til han var 23 aar gammel, næsten hvert aar paa langtur med en stor sejlbaad, og her fødtes hans livslange kærlighed til søen og sejlerlivet.

5 aar gammel kom Bjerrum i Bondesens skole, 4 aar senere blev han flyttet til Borgerdydskolen og 3 aar senere, i 1891, kom han i Metropolitanskolen, hvorfra han 1897 blev student. I skolen kom den tidligt afdøde matematiker Eigil Schmidts undervisning til at betyde meget for ham. Men kammeraterne betød mere for ham end lærerne, navnlig den senere overlæge i Sønderborg Johs. Ipsen, de senere professorer Erland Thaulow og K. A. Wieth Knudsen, og sidst men ikke mindst J. N. Brønsted. De matematiske og naturhistoriske fag gik som en leg for Bjerrum, men sprogene var ham til besvær, og i dansk stil fik han ikke sjældent anmærkninger, saa det var til stor forbavselse for hans sproglærere, at han blev student med en meget stor første karakter. Han læste kemi allerede som skolediscipel. Fra Kirstine Meyer, hvis betydning for Bjerrum, menneskeligt som videnskabeligt, vanskeligt kan overvurderes, overtog han Ostwalds store »Handbuch der allgemeinen Chemie«. Ogsaa Ostwalds store »Geschichte der Elektrochemie« gav han sig i kast med. Alligevel stod det ham efter aflagt studentereksamen ikke klart, om det var kemi eller matematik, han vilde læse. For at komme til klarhed over det tog han efter ferien imod et tilbud fra kemikeren, professor Emil Koefoed ved Farmaceutisk Læreanstalt om at arbejde med kemisk præparation paa dennes laboratorium et stykke tid. I løbet af efteraaret besluttede han, at han vilde være kemiker, og efter en samtale med S. M. Jørgensen begyndte han 1. februar 1898 at studere til magisterkonferens i kemi. Kemistudiet var den gang næsten mere end frit. Julius Thomsen holdt sine begynderforelæsninger — som Bjerrum følte sig hævet over at høre — for studenter af alle kategorier, men gav sig ellers ikke af med studenterne.

Kontakten til de øvrige lærere i kemi var svag og incitamenter fra deres side faa, saa Bjerrum sluttede sig til Polyteknisk Læreanstalts fabrikingeniørstuderende. Da Bjerrum og Brønsted sidst i deres studietid opsøgte S. M. Jørgensen og bad om arbejdsplads i laboratoriet for at forsøge at besvare en prisopgave, advarede han dem saa stærkt imod det, at det nærmede sig et

forbud. S. M. Jørgensen var aabenbart tilhænger af det Birck'ske princip om at studenter først skal sætte sig ind i de herskende vildfarelser. Det kom ogsaa frem, da han skulde bedømme Bjerrums store opgave til konferensen. Den hed »En kritisk-historisk fremstilling af fumar- og maleinsyreisomerien«, og S. M. Jørgensen var utilfreds med besvarelsen. Bjerrum havde erklæret den af Wislicenus fremsatte forklaring paa fumar- og maleinsyrens struktur for den ene rigtige, hvortil S. M. Jørgensen bemærkede, at opgaven skulde have handlet om, hvad *man* mente om forholdet, ikke om, hvad studiosus magisterii Bjerrum mente. Eftertiden har dog givet Bjerrum ret i hans tilslutning til Wislicenus, hvis forklaring nu i mange aar har staaet i enhver lærebog i elementær organisk kemi. Bjerrum blev magister paa 4 aar, men naaede dog ogsaa at sejle, spille tennis, danse og løbe paa skøjter. Foreningslivet spillede derimod ingen større rolle for ham i studietiden. Det kom først til efter konferensen, hvor han ofte lod den sidste sporgvogn gaa for at fortsætte det kammeratlige samvær i Studentersamfundet og travede hjem til Hellerup ud paa natten.

Umiddelbart efter Bjerrums konferens blev han assistent ved Universitetets kemiske laboratorium. Han blev først Emil Petersens forelæsningsassistent, men avancerede nogen tid efter til at undervise medicinske studenter i kvalitativ analyse og kom til at holde eksaminatorier for dem. Senere fik han et kursus i kemiske skoleforsøg betroet. Undervisningen var nok triviel, men ikke uden betydning for ham. Han skærpede sin egen analytiske duelighed og trænede sig skridt for skridt fri af de udtryksvanskeligheder, der havde plaget ham i skoletiden. Det lykkedes efterhaanden, men en vis nervøsitet ved at tage ordet forlod ham vist aldrig helt. Livet igennem forberedte han, naar det var muligt, omhyggeligt ethvert indlæg.

Hans første videnskabelige arbejde var en undersøgelse over nøjagtigheden ved chloridbestemmelse i havvand, som Martin Knudsen havde tilskyndet ham til. Det var dog den rene kemi, ikke oceanografien, der havde hans interesse. Skønt S. M. Jørgensen ikke personligt havde taget sig af ham i studietiden, var det under indtrykket af hans fremragende arbejder over de komplekse metalforbindelser, at Bjerrum valgte et emne fra komplekskemien for sit første større arbejde, nemlig chromichloridernes forhold i

vandig opløsning. Sommeren 1905 arbejdede han som gæst i Ostwalds laboratorium i Leipzig. Ostwald var gammel og fik ingen betydning for Bjerrum, men Bjerrum nød det rige videnskabelige liv i Leipzig og blev ven med forskere som Luther og Bodenstein, v. Halban, Drucker og Benedicks. Fra dette ophold stammer Bjerrums første berømte arbejde, en lille afhandling om en halvempirisk metode til elimination af diffusionspotentialet ved maaling af galvaniske elementers elektromotoriske kraft. Foraaret 1907 blev Bjerrum gift. Hans hustru var Randers-vinhandleren, Konsul Peter Dreyers smukke og livfulde datter, Ellen. Nogen tid efter rejste han til Zürich for at studere en kortere tid hos Alfred Werner, den moderne komplekskemis grundlægger. De to korte studieophold gav ham et stort udbytte, men de var ogsaa grundigt forberedt. Det var ud fra sine egne erfaringer, at Bjerrum senere indprentede sine elever, at en grundig forberedelse er det halve af en studierejse.

Arbejderne over chromiforbindelser fra disse aar er nedlagt i to store afhandlinger. Den første: »Studier over Kromiklorid«, kom i Selskabets Skrifter 1907 og blev belønnet med Selskabets sølvmedaille. Største parten af denne afhandling udkom samme aar paa tysk i »Zeitschrift für physikalische Chemie«. Den anden var hans disputats: »Studier over basiske Kromiforbindelser. Et bidrag til Hydrolysens Teori«, der tryktes i oktober 1908, men hvoraf kun første halvdel i 1910 udkom paa tysk.

Disse arbejder er, naar ret skal være ret, ikke morskabslæsning, men de indvarslede en ny epoke i komplekskemien — ja, som det senere skulle vise sig i den uorganiske kemi. De klassiske komplekskemikers vigtigste arbejdsmetode havde været præparativ. De havde med reagenser udfældet velkrystalliserede salte af reaktionsblandinger, analyseret saltene og undersøgt deres omsætninger med andre stoffer. Den vigtigste fysisk-kemiske undersøgelsesmetode havde — siden Werner — været at opløse de velkrystalliserede salte i vand og undersøge ændringen af opløsningernes ledningsevne med tiden. Bjerrum føjer hertil flere andre metoder. Han studerer — længe før S. P. L. Sørensen — opløsningernes brintionkoncentration ved maaling med brintelektrode og bestemmer de sure kompleksers dissociationskonstanter. Han bestemmer konstanterne ved tre forskellige temperaturer og beregner heraf processernes varmetoning. Han indfører i stedet for

kvalitative betragtninger over saltenes og opløsningernes farve kvantitative maalinge af opløsningernes absorptionsspektre og slutter herfra til koncentrationen af de forskellige slags molekyler i opløsningen. Men det afgørende er ikke saa meget de nye metoder han indfører, som den nye problemstilling. Bjerrum vil ikke blot vide, hvad der kan faas ud af en reaktionsblanding i krystallinsk form — maaske kun i mindre mængde. Han søger at gøre rede for *alle* de forskellige komplekse former, hvori chrom forekommer i opløsningen. Finder han en omdannelse, der forløber med en passende hastighed, studerer han dens kinetik og drager herfra slutninger om de slags molekyler, der skal være til stede i opløsningen for at forklare reaktionsforløbet. Paa denne maade kom han til det resultat, at der i opløsningen maatte være en form for chromichlorid, der var forskellig fra de to kendte. Derpaa isolerede han den. Dette indbragte ham Werners højeste anerkendelse.

I disputatsen studeres de basiske chromiforbindelser: saadan kan dannes af normale chromisaltes, naar de ved reaktion med vand eller base i opløsning afgiver syre. De fandtes at være af to typer: de »aaabenlyst basiske«, der hurtigt kunde neutralisere samme syremængde, som de havde afgivet, og de »skjult basiske«, hvor denne proces tog tid. Han viste, at der var flere chromatomer pr. molekyle i de skjult basiske forbindelser — de var »flerkærrede« — og han opstillede den hypotese, at chromatomerne var indbyrdes forbundne med oxygenatomer eller med hydroxylgrupper.

Den vanskelig tilgængelige form, disse arbejder har faaet, har mange aarsager. Tankegangene og metoderne var nye. Bjerrum var i de første aar endnu ikke fuldt overbevist om rigtigheden af den Werner'ske opfattelse af kompleksforbindelserne. Og paa et tidspunkt, hvor det var mode at benægte atomers og molekylers reelle existens og reducere dem til blotte regnestørrelser, maa det have været svært at tænke saa detailleret i molekyler.¹ Men hertil kom for disputatsens vedkommende, at den blev til under haardt pres. Bjerrum skulde hurtigst muligt kvalificere sig. Emil Petersen var død, S. M. Jørgensen vilde trække sig tilbage, og der blev

¹ Alligevel kom de Bjerrum'ske forestillinger, endnu uafklarede og svært forståelige som de var, til at danne grundlaget for chromgarvningens teori. Det havde han aldrig tænkt sig.

arbejdet paa at faa oprettet et tredje professorat i kemi. I september 1907 blev Biilmann Emil Petersens efterfølger, og i januar 1908 fulgte Julius Petersen efter S. M. Jørgensen som professor. Det tredje professorat blev bevilget og opslaaet i maj 1908. Som ansøgere meldte kun Bjerrum og Brønsted sig. Fakultetet besluttede, at der skulde være konkurrence, og udsatte den til november for at give Bjerrum tid til at disputere. Disputatsen blev afsluttet i september og forsvaret 6. november. Allerede 13. november begyndte konkurrencen. Den varede til 5. december og omfattede fem forelæsninger, tre over selvvalgt emne, to over bundet. Bjerrums emne knyttede sig til hans eget arbejde. Det hed: »Elektrolyternes Farve og Bygning«. Brønsted forelæste over »De luftformige Stoffers Ligevægtsforhold«, altsaa mere et emne fra den fysiske kemis fællesgods. Udfaldet svarede ikke til Bjerrums forventninger. Udvalget foretrak enstemmigt Brønsted. Men i den betænkning de afgav, og som de opnaaede ministeriets tilladelse til at offentliggøre i dagbladene, hed det »— at begge Konkurrenter var ualmindelig dygtige og lovende unge Videnskabsmænd — — — saa at vi ikke vilde have taget i Betænkning at anbefale enhver af dem, saafremt Vedkommende havde været Eneansøger«. Resultatet var et haardt slag for Bjerrum. Skønt han anerkendte Brønsted som sin jævnbyrdige, ansaa han utvivlsomt med rette sin egen videnskabelige produktion for den vægtigste. For den, der i de senere aar har kendt Bjerrums klippefaste ro overfor alle tilskikkelser, er det svært at forstaa, at slaget følte saa haardt. Men Bjerrum var overanstrengt, han havde i lang tid arbejdet for tre, og tanken om, at herved var alle kemiprofessorater besat med unge mænd fik ham til at tro, alle sunde var lukkede. Han kom dog hurtigt over modgangen, og de henved 6 aar, der gik før han blev professor, blev lykkelige arbejds- og rejseaar. Maj 1909 fremlagde han ved den internationale kemikongres i London hypotesen om, at stærke elektrolyter i fortyndet vandig opløsning er fuldstændigt dissocierede. Under sine tidlige arbejder med chromisaltene havde han iagttaget, at en ændring i et kompleksalts sammensætning altid førte til en drastisk farveændring. Der var dog een ændring: den fremadskridende dissociation ved fortynding af en saltopløsning, der slet ikke paavirkede dens farve. Han havde først tolket dette forhold som et bevis paa, at saltet og dets farvede ion havde samme farve. Men allerede ved kon-

kurrenceforelæsningserne var det ham klart, at dette var urimeligt. Forklaringen maatte være en anden: saltet var i virkeligheden fuldstændigt dissocieret allerede ved de stærkere koncentrationer, og den konstante farve, man maalte ved stigende fortynding, simpelthen hele tiden det samme, nemlig ionens farve. Den kendte stigning i molær osmotisk tryk og molær elektrisk ledningsevne ved stigende fortynding, som dissociationsteoriens fader, Arrhenius, havde tolket som et tegn paa fremadskridende dissociation, maatte skyldes noget andet, nemlig at de elektriske kræfter mellem ionerne blev svagere, efterhaanden som ionerne ved stærkere fortynding af opløsningen fjernedes længere og længere fra hinanden. Bjerrum betegnede beskedent sin revolutionerende teori blot som en værdifuld ændring af Arrhenius' dissociationsteori, men Arrhenius vilde intet høre om den hverken da eller senere. Ansete forskere som Walden og Donnan tog den derimod straks alvorligt.

Næste sommer studerede Bjerrum hos Perrin i Paris og foretog under hans vejledning en af de nu klassiske bestemmelser af Avogadros tal: det antal enkeltmolekyler, der findes i kemikernes stofenhed, et grammolekyle. Det følgende efteraar traf Bjerrum Nernst i København, og Nernst tilbød ham en stilling i sit institut næste aar. Lønnen var kun 100 Mark om maaneden, men hertil føjede universitetet Thotts legat, og Carlsbergfondet generøst 3000 kr., saa at Bjerrum blev i stand til at tage ophold i Berlin med sin familie et aar, og — fri for undervisning og administration — at hellige sig sin forskning. Dette aar stod altid senere for Bjerrum i et straalende lys. Aftalen med Nernst var, at Bjerrum skulde studere de fleratomige molekylers varmfyldeforøgelse ved høj temperatur efter den saakaldte explosionsmetode. Princippet i metoden er, at man i en stor beholder fylder en explosiv luftblanding, antænder den, og maaler det maximale explosionstryk ved at registrere, hvor meget en metalmembran i beholderens væg trykkes udad. Membranens udbuling registreres ved at lade en lysstraale falde paa et spejl, der sidder paa membranen, derpaa paa et fotografisk papir, hvor den tegner en kurve. De unge vil i dag smile ad metoden, men den betegnede i 1911 et højdepunkt af teknik. Ved at kombinere resultaterne af forsøg med forskellig sammensætning af luftblandingen, bl. a. saadanne hvor en inaktiv luftart er tilsat, kan faas talmæssige

udtryk baade for luftarternes varmfylde og for explosionens ufuldstændighed ved den høje temperatur, udtrykt ved forbrændingsprodukternes dissociationsgrad. Programmet blev gennemført, og Bjerrum udførte et stort arbejde, forbedrede metoden og korrigerede hidtil upaaagtede fejl i resultaterne. Men vigtigere var det dog, at Bjerrum ved at forklare sine talresultater kom ind paa at studere luftarternes absorptionsspektre i infrarødt, og gav den første kvanteteoretiske tydning af dem. Naar fleratomige molekyler har større varmfylde end enatomige, skyldes det, at fleratomige molekyler i modsætning til enatomige har vibrations- og rotationsenergi. For molekyler af elektrisk ladede atomer, der vibrerer og roterer, skulde man vente absorption i spektret ved rotations- og vibrationsfrekvenserne. Paa dette grundlag tydede Bjerrum chlorbrintens absorptionsspektrum, og viste, at et smalt baand i det nære infrarøde skyldtes brint- og chloratomernes vibrationer imod hinanden, et bredt baand i det fjerne infrarøde molekylets rotation. En trappeagtig form af rotationsbaandet viste han svarede til, at rotationsenergien ændrede sig i spring, var kvantiseret. Han pegede paa, at rotation og vibration maatte være kombinerede og forudsagde, at det smalle baand, der skyldtes optagelsen af vibrationsenergi, i virkeligheden maatte være dobbelt svarende til vibration plus rotation og vibration minus rotation, og han forudsagde afstanden imellem baandets to komponenter. Knap et aar senere blev hans forudsigelser verificeret af Burmeister, og afstanden mellem de to komponenter i baandet viste sig at være 0.2μ , hvor Bjerrum havde forudsagt 0.15μ . Nøjagtigere maalingen af Eva v. Bahr samme aar viste, at dette dobbeltbaand havde en finstruktur, og Bjerrum viste, at de deraf beregnede rotationsenergier med god tilnærmelse svarer til de af molekylets dimensioner og masser beregnede, naar man indfører en kvantiserings-betingelse efter Planck. Alt dette naaedes paa klassisk grundlag plus den enkle kvantiseringsbetingelse. At han kunde naa den smukke overensstemmelse mellem teori og forsøg paa saadant grundlag illustrerer paa en smuk maade det Bohr'ske korrespondensprincip.

Han søgte ogsaa at analysere de infrarøde spektre af vanddamp og kuldioxid, han indførte det betydningsfulde valenskraftsystem, men denne opgave var vanskeligere, og resultaterne blev ikke saa nær entydige. Et andet resultat af disse arbejder var, at luft-

arters varmeyfælde kan beregnes af spektrale data. Den samme opdagelse blev tolv aar senere gjort af Urey og af Tolman og Badger, hvem prioriteten tillægges i haandbogslitteraturen.

Bjerrum blev tidligt bekendt med de langt mere revolutionerende principper, der laa til grund for Niels Bohrs tydning af atomernes líniespektre lidt senere, men de paavirkede ham ikke. Først i den publikation, hvormed han i juli 1914 tager afsked med det spektroskopiske arbejde, nævner han Bohrs navn. Han skriver: »Hvis nye, fuldstændigere Undersøgelser af ultrarøde Spektre ikke lader sig forene med Overvejelser som de, der her er givet, saa maa man vel heri se Tegn paa, at vi ogsaa for Atomsvingninger og Molekylrotationers Straaling maa gribe til lignende revolutionære Anskuelser, som dem N. Bohr nyligt har udviklet for Elektronstraaling«.

Med disse arbejder grundlagde Bjerrum paa tre aar — som det ved hans død udtaltes af Deutsche Bunsengesellschaft — molekylspektrernes kvanteteori. Det varede mange aar, før man kom ret meget længere. Naar han forlod emnet for aldrig mere aktivt at tage det op, var det paa ingen maade, fordi han undervurderede disse aars arbejde, men fordi han følte, at han var ved at komme for langt væk fra kemien, hvor store opgaver indenfor kompleks- og elektrolytkemien ventede paa deres løsning.

Samtidig skete der en afgørende vending i hans liv, idet han 1. august 1914 blev udnævnt til professor i kemi ved den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole i den stilling, der var blevet ledig ved Odin T. Christensens død. Til denne gerning stod han stærkt rustet. Mange vil sige overkvalificeret. Ikke blot var han som kemiker ligemand med de største i Europa. Men han havde efterhaanden, bl. a. i to aars virke som docent ved universitetet, erhvervet sig en udtryksform, der vel ikke havde en Brønstedes blændende elegance, men til gengæld var enestaaende tydelig. Parret med den havde han viljen til at gøre sit bedste, og hvad det vil sige, naar talen er om Bjerrum, ved mange af mine tilhørere. En mere tankevækkende læsning for en kemistuderende eller lærer i kemi — ikke blot for 40 aar siden, men i dag — end de beskedne graa særtryk af Fysisk Tidsskrift, hvori Bjerrum i disse aar fremstillede læren om sur og basisk reaktion, galvaniske elementer, stærke elektrolyter, og andre emner fra elektrolyternes kemi, findes ikke. En stor monografi paa tysk fra 1914 om syre-

base-titreringens teori er præget af samme mesterskab. Sammenligner man hvad man læser hos Bjerrum med hvad andre samtidige — jeg kunde nævne ogsaa danske eksempler — skriver om de samme ting, ser man, at Bjerrum ikke blot fremstiller stoffet, han saa at sige nyskaber det. Hvad Bjerrum kom til at betyde for Landbohøjskolen med dens navnlig den gang meget heterogene og læseuvante studenterflok, lader sig næppe overvurdere. Han skrev for sine elever her en lærebog i uorganisk kemi, der, da den i 1931 blev oversat til engelsk, af Donnan blev betegnet som den fineste introduktion til moderne kemi, han kendte. Det har forstaaeligt nok været hævdet, at det var synd, Bjerrum hele livet skulde spille sine skønne kræfter paa mindreværdig undervisning: Første aars kemi med medicinere og landbrugsstuderende. Han har maaske nok i sine unge dage følt noget i den retning, men som ældre gik han omgaaende og skarpt imod saadanne synspunkter, naar de blev fremført af yngre kemikere. Ungdommens uddannelse *skulde* foregaa i føling med videnskabeligt forskningsarbejde. *Han* havde faaet nogle af sine bedste videnskabelige ideer i tilknytning til sin undervisning.

Bjerrums forhold til Landbohøjskolen og landbrugskemien skal jeg i øvrigt gaa let hen over. Jeg har for nylig i Højskolens jubilæumsskrift og i dens sidste aarsskrift forsøgt at give en fremstilling heraf. Jeg skal heller ikke omtale hans videnskabelige elever og medarbejdere. Han havde henimod hundrede.

Fra Bjerrums første landbohøjskoleaar stammer endnu to store arbejder om komplekse forbindelser, et om chromirhodanider, og et sammen med Aage Kirschner om guldets rhodanider. Det experimentelle arbejde er udført paa universitetets kemiske laboratorium, men affattelsen er af senere dato og afspejler den modningsproces, Bjerrum havde gennemgaaet, siden han skrev sin disputats. Mens chromichloriderne gennemgaaende er lidet bestandige og i reglen kun indeholder et eller to chloratomer, er chromirhodaniderne mere bestandige og mere afvekslende. Bjerrums egne ord giver den bedste oversigt over, hvad han naaede til. Han skriver: »Det er lykkedes at paavise Existensen af sex forskellige Rhodanokromikomplekser, at isolere fire af disse og at finde Metoder til analytisk Bestemmelse af alle sex. Endvidere er det blevet undersøgt, hvormeget af de forskellige Komplekser, der dannes i rhodanholdige Kromisaltopløsninger, og hvor hurtigt

Komplexdannelsen finder sted. Gennem disse Undersøgelser er der for første Gang givet en udførlig og med de nødvendige Talkonstanter ledsaget Beskrivelse af den kemiske Ligevægt i en stærk kompleks Saltopløsning og derigennem af Komplexaffiniteten. — — — De mange Talangivelser i Afhandlingen maa ikke betragtes under Synspunktet exakte Konstantbestemmelser. Det er blot forsøgt overalt, saavidt det kunde gøres uden alt for meget Arbejde, at erstatte de sædvanlige ubestemte Beskrivelser af Forbindelsernes Holdbarhed, Opløselighed, Fordelingskoefficient o. s. v. med lidt bestemtere kvantitative Angivelser i den fysiske Kemis Sprog«.

Bjerrum har hermed naaet det maal, der havde foresvævet ham, da han i sin første ungdom slog ind paa komplexkemi. Arbejdet blev trykt i Selskabets Skrifter, og efter indstilling fra bedømmelsesudvalget, S. M. Jørgensen og S. P. L. Sørensen, belønnet med Selskabets guldmedaille. Det andet arbejde om guldets rhodanider er bemærkelsesværdigt ikke saa meget ved, at existensen af det frie rhodan blev paavist — skønt dette var en sensation for uorganiske kemikere — som derved, at Bjerrum paa grundlag af sine forsøg skilte det gamle begreb bestandighed op i to: kompleksitet og robusthed.

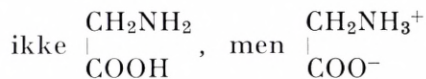
Bjerrums arbejde udgør det faste grundlag for nutidens blomstrende komplexkemi. Først og fremmest for Jannik Bjerrums skole her i København, dernæst for skolerne i Lund og Stockholm og mange andre verden over.

1916 holdt Bjerrum ved Naturforsker mødet i Kristiania et foredrag om de stærke elektrolyters fuldstændige dissociation. Skitsen fra 1909 var nu fuldt udarbejdet. Han fastslaar, at man i stedet for at regne med dissociationsgrader for stærke elektrolyter i opløsning beregnet af deres elektriske ledningsevne skal regne med aktivitetskoefficienter. Han stiller den opgave ved experimentelle undersøgelser og teoretiske betragtninger at bestemme disse koefficienters størrelse og finde de love, der gælder for dem. Han angiver, at aktivitetskoefficienterne hovedsagelig afhænger af opløsningens ionkoncentration, af ionernes valens og af opløsningsmidlets dielektricitetskonstant. Han viser, hvordan man af en opløsnings osmotiske tryk eller andre osmotiske egenskaber kan beregne aktivitetskoefficienter, og viser, at mange experimentelle resultater ret godt kan gengives ved en formel,

der sætter logaritmen til aktivitetskoefficienten proportional med kubikroden af opløsningens ionnormalitet. I den følgende snes aar kom der fra Bjerrum og hans medarbejdere en strøm af afhandlinger, der experimentelt og teoretisk fulgte dette program op. Ikke faa af dem udkom i Selskabets Meddelelser, men kun en enkelt blev forelagt her i salen. Det var et digert værk af Bjerrum og Augusta Unmack om de Sørenseneske stødpudestoffer, hvis dissociationskonstanter og deres variation med fortynding og med neutralsaltkoncentration, de underkastede en grundig experimentel og teoretisk behandling, et arbejde af grundlæggende betydning for nøjagtig maaling af surhed i vandige opløsninger.

Naar Bjerrum har undladt at forelægge de andre, tør det vel tages som et udtryk for, at han har fundet dem for vanskelige at fremstille for den ikke meget grundigt forberedte. Jeg skal heller ikke gøre noget forsøg paa det, men henvise til J. A. Christiansens mindeforelæsning i Kemisk Forening, der trykkes i Fysisk Tidsskrift og til den mindeforelæsning, Bjerrums elev, Selskabets udenlandske medlem, E. A. Guggenheim, til efteraaret skal holde i The Chemical Society i London.

Et arbejde kan jeg dog ikke forbigaa i tavshed, en afhandling fra 1923 om aminosyrernes dissociation, fordi det illustrerer Bjerrums lykkelige greb som forsker. Aminosyrerne har kemikerne interesse, fordi de er de byggesten, hvorefter æggehvide stofferne er bygget op. Bjerrum viste uden at udføre nye forsøg, blot ud fra de kendte bestemmelser af aminosyrernes dissociation og simple kemiske ræsonnementer, at de i vandig opløsning ikke er til stede som *neutrale* molekyler, men som *baade positivt og negativt ladede* molekyler, saakaldte amfoioner. Med den simpleste aminosyre som eksempel:



Heraf følger, at, naar de virker som syrer, spalter de brintionen H^+ ikke fra $-\text{COOH}$, men fra $-\text{NH}_3^+$ -enden. Og at de omvendt, naar de virker som base, ikke optager brintionen H^+ ved $-\text{NH}_2$ -gruppen, men ved $-\text{COO}^-$ -gruppen. Bjerrum lagde ikke større vægt paa sin opdagelse, og Brønsted fandt den ved første øjekast saa selvfølgelig, at den daarlig nok var værd at publicere. Men

opdagelsen har haft vidtrækkende følger. Den har ført til en rigtigere forestilling om æggehvide-stofferne baade i opløst og i krystallinsk tilstand, og den er af biokemikere, der kun kendte Bjerrum fra dette ene arbejde, blevet betegnet som rent ud epokegørende.

Skønt Bjerrum ofte har studeret kemiske reaktionshastigheder, har han kun givet et enkelt bidrag til den kemiske reaktionshastigheds teori: to diskussionsindlæg fra tyvernes første halvdel, hvori han søger at opstille et nyt grundlag for Brønsted's berømte formel for ionkoncentrationens indflydelse paa den kemiske reaktionshastighed. Hvem af de to store, der havde mest ret, vil jeg overlade til kyndigere at bedømme. Jeg nævner disse diskussionsindlæg, fordi man har fundet, at Bjerrums tone deri var skarpere, end den plejede at være overfor anderledes menende. Tonen er unægtelig noget polemisk. Man skal vist ikke lægge for meget heri. Bjerrum og Brønsted kunde — for Bjerrums vedkommende navnlig i hans unge dage — være skarpe begge to, som mange husker fra deres diskussionsindlæg i Kemisk Forening, naar det hændte, at de ikke var af samme mening.

Heller ikke i en polemik først i fyrrerne foranlediget af en boganmeldelse, hvor Bjerrum havde kritiseret Brønsted's symboler og sprogbrug, lagde nogen af dem fingrene imellem. Men mon ikke man glemmer, at de var gamle klassekammerater og kunde falde tilbage til skoletidens ligefremme form for meningsudvekslinger? Det bør i denne forbindelse ikke glemmes, at Bjerrum først forholdt sig køligt til Brønsted's nye opfattelse af syrer og baser, men skiftede syn og som den første indførte de Brønsted'ske synspunkter i sin elementære lærebog, hvorved han mere end nogen anden bidrog til deres udbredelse i verden.

Langt mere bemærkelsesværdigt end deres meningsforskelles udtryk var det, at to saa fremragende forskere paa felter, der gik ind over hinanden — forskere der var ligemænd med van't Hoff, Ostwald og Nernst — samtidig kom til at virke i samme by.

I 1934 havde Bjerrum den store sorg at miste sin hustru, hvis støtte havde betydet saa overordentlig meget for ham.

Fra midten af trediverne og til Bjerrums afgang som professor indstillede han sit experimentelle arbejde. Carlsbergfondets direktion og dets bryggeriraad tog mange af hans kræfter. Allerede i 1931, da Universitetet opfordrede ham til at lade sig kalde til

professor i uorganisk kemi, var det en medvirkende grund til hans afslag, at han ikke vilde forsømme det arbejde for Fønden og bryggeriet, han nylig var kommet ind i. I de private erhvervs-virksomheder, der havde kaldt paa hans arbejdskraft og indsigt, lagde han et stort arbejde, og posten som direktør for Landbohøjskolen, som han havde i de vanskelige aar fra 1939 til 1946, gav ham meget at tænke paa. Men han passede samvittighedsfuldt sin stadig store undervisning, og vejledningen af videregaaende studerende var vist hans kæreste arbejde. Mange udefra søgte Bjerrums raad og vejledning i videnskabelige spørgsmaal, og fandt han, at de havde tænkt over tingene og havde forberedt sig, gik de bort med fulde hænder. Sine medarbejderes videnskabelige arbejder fulgte han nøje. To af dem, med hvem han en dag havde drøftet deres problemer og forsøg i et par timer, fandt til deres undren, da han var gaaet, at nu havde de nok at tænke paa i det første par maaneder.

Bjerrum var formand for Carlsberglaboratoriets bestyrelse fra 1937 til 1956. Dets store fremgang i disse aar glædede ham meget. Han betød meget for arbejdet i laboratoriets kemiske afdeling, men han gjorde aldrig noget væsen deraf, saa lidt som af noget andet.

1949 fyldte Bjerrum halvfjerds og gik af som professor, men det varede længe, før han ogsaa blev befriet for sine øvrige pligter. Han genoptog dog sit videnskabelige arbejde og skrev en række afhandlinger, de to vigtigste i Selskabets matematisk-fysiske Meddelelser. Den første, en stor afhandling om isens struktur, har for nylig maattet trykkes op. Den anden, der kom foraaret 1958, en monografi over de faste calciumfosfater, var et arbejde, han havde afbrudt i midten af trediverne. Han havde ikke mistet taget i de femten aar, hvor han intet havde publiceret. Til lige før sin død arbejdede han ivrigt paa den vigtige anden del af sit calciumfosfatarbejde.

Han laa kun syv dage. Savnet af ham mildnes ved tanken om, at han ikke oplevede at føle sine store evner svigte.

Bjerrum var æresmedlem eller korresponderende medlem af 21 lærde selskaber i Vesteuropa og U.S.A., æresdoktor ved Polyteknisk Læreanstalt og ved universiteterne i Göttingen og Åbo. Han modtog 1928 samtidig med Brønsted H. C. Ørsted medaillen.

1949 udgav venner og medarbejdere et stort bind afhandlinger af ham paa engelsk.

Af Selskabet blev han medlem i 1916. Han har givet en halv snes meddelelser, og han var levende optaget af alt Selskabet vedkommende. Han forsømte i de mange aar kun faa af Selskabets møder. Her fik han lejlighed til at lære og at lære andre. Han elskede begge dele. Jeg tror, jeg tør sige, at for ham betød Selskabet noget afgørende. Alle her i Selskabet har kendt Bjerrum, mange meget længere og meget bedre end jeg, og det er saa kort siden, han før hvert møde kom ind ad døren og satte sig paa sin vante plads, lidt bøjet af alderen, men altid med et venligt smil til enhver. Vi kan vel alle paa en maade besvare spørgsmaalet, hvordan var Bjerrum? Bjerrum var ikke blot et af naturen rigt udstyret menneske. Han var i sandhed et rigt menneske. Retskaffenhed og myndighed var fremherskende karaktertræk hos ham. Han var hurtig i tanken og hurtig til at tage en beslutning. Han var viljestærk, men det var forkert i ham at se et rent viljesmenneske. Han havde blot svært ved at give gængse udtryk for følelser. Det kunde give sig rent legemlige udslag: han maatte rejse sig og gaa op og ned ad gulvet eller se ud af vinduet. I hans sidste aar, da ansvarets byrde efterhaanden blev løftet af hans skuldre, kom hans naturlige mildhed stærkt frem.

Bjerrum var fremfor alt en god mand.

Ære være hans minde.



En fortegnelse over Niels Bjerrums videnskabelige arbejder fra aarene 1903—1948 findes i Niels Bjerrum: Selected Papers. København (Munksgaard) 1949. En fortegnelse over arbejder fra aarene 1949—1958 findes efter J. A. Christiansens nekrolog i Fysiske Tidsskrift 57 (1959) 35—36.