



ELFELT FOT.

FOTOTYPI PACTH & CRONES EFTF.

J. N. Asousted

MINDEORD

over afdøde medlemmer.

I.

J. N. Brønsted.

22. februar 1879—17. december 1947.

Tale i Videnskabernes Selskabs møde den 15. oktober 1948.

Af J. A. Christiansen.

Johannes Nicolaus Brønsted blev født 22. februar 1879 i Varde. Hans fader var en anset ingeniør i hedeselskabet, hvis minde levede længe i de egne, hvor han havde virket, hvad sønnen ved senere besøg paa egnen fik mange vidnesbyrd om. Moderen døde kort efter fødslen, og faderen giftede sig påny et par år efter. Stedmoderen, som blev enke, da drengen kun var 14 år, forstod, hvilke rige evner han havde og sørgede trods sine beskedne indtægter for, at han fik den bedst mulige uddannelse.

Til drengen var 12 år boede familien på en af hedeselskabets gårde, Hesselvig Enggård, ved Skernå, hvor han fik sin sans for den uberørte naturs skønhed og sin medfødte iagttagelsesevne udviklet. Lige til sin død var Brønsted en kender og elsker af de få uberørte egne, der endnu findes i vort tætbefolkede land, og ved avisindlæg og brevveksling med de personer, der havde indflydelse på vedkommende sag, kæmpede han for at beskytte dem mod indgreb. Han kom derved ofte i opposition bl. a. netop til hedeselskabet, og han var ligeledes en skarp modstander af den form for naturfredning, der går ud på at lokke besøgende til en egn og derved ødelægge netop den uberørthed, som er dens charme.

Hans velkendte interesse for fugle og fugleliv blev utvivlsomt også grundlagt i disse år. Den blev senere nærret og udviklet af hans kunstneriske tilbøjeligheder i forbindelse med hans tilknytning til maleren Johs. Larsen.

12 år gammel flyttede drengen med sine forældre til Århus og gik i skole der. Det berettes, at også Århusegnens natur har-

monerede godt med hans medfødte anlæg, og at han var dygtig i skolen, specielt i matematik. Imidlertid blev opholdet i Århus afbrudt ved faderens død kun to år efter tilflytningen. Familien, moderen med de to børn Johannes og hans helsøster, flyttede til København, og sønnen kom ind på metropolitanskolen i den klasse, fra hvilken der senere udgik så påfaldende mange højt fortjente mænd. Blandt kammeraterne var Niels Bjerrum, en af den bekendte øjenlæge professor J. Bjerrums sønner. I 1897 blev han student, begyndte sine studier ved polyteknisk læreanstalt som fabrikeningenør og tog 1ste del som sådan 2 år efter. Derefter gik han over til universitetsstudiet og blev mag. scient. i kemi 1902, 3 uger efter Niels Bjerrum. Magistre, navnlig i kemi, var ellers den gang sjældne fugle, så sjældne, at Brønsted endnu i mange år derefter blandt venner blev kaldt magisteren. I studietiden havde han mange andre interesser end kemi, interesser som han bevarede og dyrkede livet igennem. F. eks. holdt han meget af musik og sang og spillede selv i familiens og vennernes kreds. Efter sin eksamen var han bl. a. en tid Valdemar Poulsens medarbejder ved telegrafonen og blev først 1905 assistent ved universitetets kemiske laboratorium. Hans første experimentelle arbejder er imidlertid fra 1903, så han har åbenbart ikke været doven, hvad han den gang selv sagde at han var, vel sagtens fordi han på grund af sit nemme for videnskab havde tid tilovers for andre sysler. På det tidspunkt var han bleven gift med cand. polyt. Louise Brønsted, f. Warberg. Familien bosatte sig lidt nord for Birkerød i et lille hus på en meget stor grund, der for største delen lå hen i naturtilstand så at sige i læ af nordbanen, der endnu i dag beskytter stedets yndigheder mod den omsiggribende bebyggelse. Fru Brønsteds søster var gift med maleren Johs. Larsen, og den herved knyttede forbindelse med kunstnerkredse som de fynske malere fik Brønsted megen glæde af, kunstnerisk anlagt som han selv var. Måske under påvirkning fra disse kredse begyndte han i årene omkring krigen 1914—18 selv at male. Huset blev en tid under krigen oplyst med elektricitet produceret af galvaniske elementer af husherrens egen konstruktion, som forøvrigt blev patenteret. Senere, da familien voksede til 6, og forbindelsen med byen var dårlig, flyttedes hjemmet (1923) til Willemoesgade og derfra i 1930 til professorhøjen i det nye institut på Blegdamsvej.

I maj 1908 forsvarede Brønsted sin doktorafhandling Affinitetsstudier III, $\frac{1}{2}$ år før Niels Bjerrum forsvarede sin. Opponenten ex officio var den nyudnævnte professor dr. E. Biilmann og professor i fysik ved polyteknisk læreanstalt K. Prytz. Ex auditorio opponerede direktør G. A. Hagemann, som fulgte Brønstedes arbejder med stor interesse. 17. december samme år blev Brønsted efter konkurrence med Niels Bjerrum udset til at beklæde det nyoprettede tredje professorat i kemi ved universitetet. Man forstår også i dag, at valget har været svært, og bedømmelseskomiteens betænkning af 7. december udtaler sig da også i de mest smigrende vendinger om begge ansøgere. Som et kuriosum kan anføres, at udgiften til konkurrencen beløb sig til 71 kr. og 40 øre, der blev afholdt af den opsparede begyndelseslønnig. Betænkningen blev offentliggjort i morgenbladene d. 24. december efter dertil indhentet ministeriel tilladelse.

Meddelelsen om udfaldet fik familien Brønsted højst dramatisk ved at et forbi kørende godstog pludselig stoppede ved huset i Birkerød, hvorpå en togmand sprang af og afleverede et telegram fra Niels Bjerrum med lykønskning til udvalgets afgørelse. Denne episode fandt formentlig sted d. 17. december, nøjagtig 39 år før Brønstedes død.

Selve oprettelsen af det nye professorat var ikke gået gnidningsfrit for sig. Der var enighed om, at det var tiltrængt, men nogen uenighed om placeringen, om det skulle henlægges under universitetet eller under den polytekniske læreanstalt. I fakultetet var der flertal for, men ikke eenstemmighed om, at det skulle henlægges under universitetet. Læreanstaltens stilling synes at have været vaklende. Der har sikkert været en betydelig stemning for at faa professoratet til læreanstalten, men læreanstaltens direktør, G. A. Hagemann, gik meget stærkt ind for, at det nye professorat skulle stilles lige med de to ældre, således at det blev henlagt under universitetet, men med pligt for professoren til at undervise også læreanstaltens studerende. Om Hagemanns vidsyn vidner følgende citat, der kunne stå som motto for hele hans skrivelse: »Kemien og Fysiken, jeg havde nær sagt Mathematiken, kender ingen Grænser mellem Videnskab og Teknik, og der er ingen som helst Grund til at tro, at Fremtiden vil forandre dette Forhold«.

Resultatet blev, at Brønsted blev ansat som professor i kemi

ved universitetet med forpligtelse til dels at undervise læreanstaltens studerende med undtagelse af fabrikingeniørerne i elementær uorganisk kemi, og dels at undervise de sidstnævnte samt universitetets studerende i fysisk kemi. Først i 1919 blev han fritaget for den tidsslugende undervisning i uorganisk kemi. Lokaleforholdene i læreanstaltens kemiske fløj, hvor han nu fik sin arbejdsplads, var højst beskedne for ikke at sige mangelfulde, men ikke desto mindre var det her, hans videnskabelige virksomhed havde sin rigeste blomstring. Hans eget arbejde og hans mange medarbejdere, navnlig fra England og Amerika, bragte hans ry viden om. Et synligt resultat heraf var, at The International Education Board bekostede bygningen af universitetets fysisk-kemiske institut, hvor han tillige fik sin bolig. Her i dette gæstfrie hjem kunne han i familiens og vennernes kreds rigtig udfolde sin stilfærdige charme. Samtidig fortsatte han naturligvis sit videnskabelige arbejde, som fra midten af trediverne koncentrerede sig om fremstillingen af thermodynamiken. Dette arbejde, som i perioder helt opslugte ham og vistnok også sled på hans helbred, optog ham til hans død, men jævnsides dermed arbejdede han med andre, mere håndgribelige problemer. Kun en del af de senest vundne resultater nåede han at få publiceret.

Personlig kunne Brønsted med sine mangesidede interesser og ved hele sin personlighed virke højst charmerende på dem, der efterhånden lærte ham nøjere at kende. For de studerende og for de yngre kolleger, der havde ondt ved at overvinde den følelse af ærefrygt, han uvilkårligt indgød, stod han noget fjernere. Måske hang dette sammen med den skarphed i logikken, hvormed han yndede at udtrykke sig, og hans klippefaste tro på logiske argumenters overbevisende kraft, også udenfor videnskabelige kredse. Den samme skarphed i logikken krævede han også ubønhørligt af sine medarbejdere og af sine modstandere i diskussioner. Disse egenskaber voldte ham lejlighedsvis personlige vanskeligheder, og de var måske ikke altid til gavn for de sager, han plæderede for. Egentlig var han vist polemiker *con amore*, men sikkert er det, at de sager, som han bl. a. i dagspressen kæmpede for, lå ham dybt og alvorligt på sinde. I de tidligere år var det navnlig naturfredningsspørgsmål, han skrev om, men under og efter verdenskrig II samlede hans interesse sig om politiske spørgsmål, og navnlig om det sydslesvigske pro-

blem. Det er velkendt, at han var en heftig modstander af grænseligger-fast politiken, og hans avisartikler herom har sikkert væsentligt bidraget til, at han i efteråret 1947 blev valgt ind i rigsdagen med et stort antal personlige stemmer. Valget kom ham og hans nærmeste aldeles uventet. De optog det i første øjeblik som en god vittighed, men derefter gik han, sine videnskabelige vaner tro, straks i gang med grundigt at studere rigsdagens forretningsorden og de sager, der særlig interesserede ham. For hans venner var det en sorg, at han ikke nåede at indtage sin plads i rigsdagen, for hvilken hans veltalenhed og dygtighed ville have været både til pyrd og til nytte.

Brønsted var vidtberejst. I sin ungdom rejste han mest sydpå. Han deltog dog i den internationale kemikerkongres i New York 1912, hvor han genså Th. W. Richards, den store amerikanske kemiker, som han før havde truffet i Hamburg. Brønsted beundrede Richards både som menneske og som videnskabsmand, og beundringen var gensidig, hvilket så vidt vides ikke var uden betydning for den ærefulde amerikanske bevilling til det nye institut.

Imidlertid gav allerede den første verdenskrig Brønsted en vis afsmag for vore sydlige naboer, og da oven i købet den af kollegerne sydfra, som han satte højest, van't Hoff, forlængst var død, knyttede han sig efter krigens afslutning navnlig til engelske og amerikanske kolleger. Han rejste hyppigt til England, som han elskede, særlig til møder i The Faraday Society, og var visiting professor 1926—1927 ved Yale University i U.S.A. Fra et af møderne i The Faraday Society beretter fru Brønsted følgende episode: Brønsted stod og talte, og en af hans venner sad blandt tilhørerne. Han hørte der en tilhører sige til sin nabo: »Han har aabenbart læst Brønsted«, hvortil den anden svarede: »Ja, men han har ikke rigtig forstået ham.«

Hans sympati for England er let forståelig, thi han selv havde netop nogle af de bedste af de egenskaber, som vi plejer at anse for karakteristisk engelske, et stille lune og en dyb interesse for menneskelige forhold. Af udseende kunne han særdeles vel passere for englænder, og engelsk talte og skrev han let og flydende.

Under den sidste verdenskrig tvivlede han ikke et øjeblik på dens endelige udfald, selv da det så sortest ud, og jeg mindes

fra sommeren 1945 den hjertelighed, hvormed han modtog den første engelske kollega efter de mange års isolation.

Antallet af videnskabelige æresbevisninger, som i tidens løb tilfaldt ham, er legio, den sidste var udnævnelsen til æresdoktor ved University of London under den internationale kemikerkongres i sommeren 1947. Af vort selskab her var han medlem fra 1914, af akademiet for de tekniske videnskaber fra dets oprettelse i 1937, og endelig bør det nævnes, at han i 1928 samtidig med Niels Bjerrum fik tildelt Ørsted-medajllen. Men det største æresminde satte han sig selv ved sine publikationer, der i antal når op til ca. 130, deraf mange udgivet af dette selskab og 2 i Københavns universitets festskrifter.

Vi kan endnu så nogenlunde forestille os det videnskabelige milieu, som Brønsted voksede op i. Julius Thomsen var i 1901 bleven afløst af Emil Petersen som bestyrer af universitetets kemiske laboratorium, medens S. M. Jørgensen endnu virkede ved den polytekniske læreanstalts kemiske laboratorium. Assistenten ved dette laboratorium var S. P. L. Sørensen (1892—1901), E. Biilmann (1898—1907) og Julius Petersen (1892—1908). Blandt Brønstedes medstuderende må atter nævnes hans jævnaldrende, Niels Bjerrum og stud. polyt. Charlotte Louise Warberg.

De arbejder over uorganiske kompleksforbindelsers kemi, der udgik fra S. M. Jørgensen selv og kredsen omkring ham, har uden tvivl gjort indtryk på den unge kemiker. Dette fremgår bl. a. af den forkærlighed, hvormed han senere anvendte sådanne forbindelser som objekter ved fysisk-kemiske arbejder. Ikke desto mindre gik han i overensstemmelse med sit naturel helt fra begyndelsen af sine egne veje, idet allerede hans første arbejder er af fysisk-kemisk natur. Fysisk kemi blev, efter at J. Thomsen havde afsluttet sine termokemiske arbejder, i en årrække næsten ikke dyrket her i landet. Som velbekendt var det et fag i stærk opblomstring efter de grundlæggende arbejder af van't Hoff, W. Ostwald, Arrhenius og W. Nernst i firserne og halvfemserne, men så vidt mig bekendt var Emil Petersen den eneste herhjemme, der i halvfemserne tog aktiv del i udviklingen. Faget fysisk kemi, som principielt danner et omraade, der er svært at afgrænse, var den gang dog ret velafgrænset. Det omfattede navnlig thermodynamikens og elektricitetslærens anvendelse paa kemiske pro-

blemer, samt læren om de kemiske reaktioners hastighed, reaktionskinetiken, men inden for disse områder vrimglede det af problemer, som forståeligt nok øvede stor tiltrækning på den nye generation af kemikere. Arrhenius' dissociationsteori fra firserne virkede efter samtidiges udsagn som en åbenbaring, man fik med et slag helt nye og meget simple muligheder for beskrivelse af gammelkendte fænomener, f. eks. de analytiske fældningsreaktioner. Hertil kom, at massevirkningsloven og thermodynamiken åbnede muligheden for at kunne udtrykke det i tal, som man før havde måttet beskrive i mere eller mindre vage udtryk, såsom syrernes styrke og i almindelighed stoffernes tilbøjelighed til at reagere med hinanden, affiniteten.

Julius Thomsen mente oprindeligt, at man i varmetoningen ved de kemiske processer havde et mål for deres affinitet, men at dette ikke var rigtigt havde allerede omkring 1900 længe været en velkendt sag. Det rigtige mål for affiniteten var derimod fundet at være det maximale arbejde, som den givne proces kan bringes til at udføre, og man forstår, at Brønsted stræbte efter at udvikle metoder til sådanne bestemmelser og således skaffe sig midler til at nå det mål, som Julius Thomsen ved sine undersøgelser havde sat sig.

I overensstemmelse med dette program drejede hans første arbejder sig om måling af den elektromotoriske kraft af visse galvaniske elementer, hvortil senere kom målinger af damptryk og opløseligheder. Hans eksperimenter udmærkede sig altid ved præcision og ved den elegance, hvormed han med simple og billige midler overvandt de ofte forekommende experimentelle vanskeligheder. Endnu mere indtryk på os, der var unge den gang, gjorde måske den fantasi, hvormed han forstod at opbygge sine måleobjekter, specielt galvaniske elementer. Endnu bevarer jeg mindet om hans beskrivelse af en reversibelt arbejdende ammoniumelektrode fra 1911, formentlig fra et af de første foredrag, jeg hørte i kemisk forening.

Det var karakteristisk for ham, at han i en årrække så vidt muligt undgik at arbejde med elementer med diffusionspotential, hvorved hans resultater vel vandt betydeligt i præcision, men hvorved han på den anden side afskar sig selv fra at deltage i den så overordentlig frugtbare udvikling af anvendelsen af koncentrations-elementer specielt til målinger af brintionkoncentra-

tioner, som i de år fandt sted, herhjemme initieret af N. Bjerrum og i enkeltheder gennemarbejdet af S. P. L. Sørensen.

Også i den mere teoretiske behandling af affinitetsproblemet var Brønsted dybt interesseret, hvilket bl. a. fremgår af afhandlinger fra 1904 og 1906 i dette selskabs Skrifter. Det teoretiske spørgsmål, som ikke alene optog ham, men en række af datidens kemikere som F. Haber og W. Nernst, var spørgsmålet om sammenhængen mellem affinitet og varmetoning, specielt det problem (som Brønsted dog ikke udtrykkelig nævner) om det skulle være muligt at beregne affiniteten ud fra rent termiske data. Spørgsmålet er af overordentlig stor praktisk betydning. Thi medens metoderne til bestemmelse af varmfylder og varmetoninger er relativt simple, kræver affinitetsbestemmelser ofte en raffineret forsøgsteknik, og den må derudover varieres så at sige fra system til system. Hertil kommer, at en direkte affinitetsmåling kun er mulig, hvis vedkommende reaktion virkelig kan bringes til at foregå, medens en beregning ud fra termiske data kan gennemføres også på endnu ikke realiserede reaktioner. Problemet blev i store træk løst af W. Nernst i 1906 ved hans opstilling af et berømt theorem. Brønsted var dengang kun 27 år. Da imidlertid antallet af pålidelige affinitetsmålinger stadig var meget begrænset og yderligere eksperimentelle bekræftelser af theoremet derfor tiltrængte, fortsatte Brønsted sine affinitetsstudier i mange år derefter. Det sidste arbejde i denne serie (nr. 13) udkom i 1921. Det var iøvrigt netop gennem Nernst, at Brønsteds navn tidligt blev internationalt berømt. Brønsted publicerede nemlig i 1904 i dette selskabs Skrifter et arbejde, hvori der bl. a. findes en bestemmelse af differenserne i energi og fri energi mellem rhombisk og monoklint svovl. Arbejdet blev i 1906 publiceret i *Zeitschrift für physikalische Chemie*, som den gang var det førende indenfor denne gren af videnskaben, og det blev citeret af W. Nernst i 5te udgave af hans berømte *Theoretische Chemie* (1907) som et eksempel på experimentel bekræftelse af hans theorem.

Desværre varede den herved etablerede venskabelige forbindelse mellem Nernst og Brønsted ikke længe, hvorom en heftig polemik (1914) vidner tilstrækkeligt. Den umiddelbare anledning var formentlig, at Brønsted i sin disputats, *Affinitetsstudier III* (1908), i en thesis kategorisk erklærede, at et af Nernst op-

stillet begreb (ideale koncentrerede opløsninger) ingen berettigelse havde, og at det samme begreb andet steds i samme afhandling omtales i lignende, men dog mindre ligefremme vendinger. Dette foranledigede Nernst til nogle skarpe bemærkninger i 7de udgave (1913) af den omtalte bog, og Brønsted blev ham ikke svar skyldig. Den heftighed, hvormed polemiken fra begge sider førtes, giver bl. a. et godt indtryk af de to mænds lidenskabelige trang til at finde de bedst mulige udtryk for experimentelle kendsgerninger. Stridens genstand har historisk interesse derved, at det var disse opløsningers særlige thermodynamiske egenskaber, der efter Nernst's egne udtalelser ledte ham ind paa opstillingen af det omtalte theorem; men hans definition af »ideale koncentrerede opløsninger« er mig bekendt ikke trængt igennem, idet man nu foretrækker og for øvrigt allerede den gang som nævnt af Brønsted foretrak at definere ideale opløsninger (blandinger) på anden måde.

I forbindelse med affinitetsstudierne, hvis midler hovedsagelig var måling af elektromotoriske kræfter og af damptryk foretog Brønsted også målinger af visse stoffers varmfylde, som kræver en særlig teknik. Her som altid, hvor det gjaldt om at udtænke, realisere og anvende apparater, der på den simplest mulige måde kunne præstere den krævede præcision, deltog Brønsted sammen med sine betroede medarbejdere i vid udstrækning i arbejdet og undgik derved den risiko for fejl, som anvendelsen af mindre øvet arbejdskraft, f. eks. doktorander, der er så udbredt i mange lande, kunne medføre. Netop i de år stod varmfyldemålinger i brændpunktet for fysikerens og kemikerens interesse, idet P. Debye og også W. Nernst ved kvanteteoriens hjælp i store træk havde formået at tyde varmfyldernes for den klassiske statistiske mekanik uforståelige forløb som funktion af temperaturen. Brønsted blev ved sine undersøgelser hemmet af, at han ikke havde flydende brint til rådighed, men det lykkedes ham ved hjælp af flydende luft at fortsætte målingerne ned til så lave temperaturer, at han kunne få tilknytning til et af Debye udledet udtryk, der var gyldigt ved lave temperaturer.

Imidlertid begyndte andre problemer at melde sig for ham. Som dr. E. Güntelberg, hans medarbejder fra 1913, har gjort opmærksom på, finder man tidligt i Brønsteds produktion spor af, at han er bleven opmærksom på den forøgelse af visse

»ionogene« tungt opløselige stoffers opløselighed, som finder sted ved tilsætning af fremmede salte, salte, som ikke har ioner fælles med det betragtede stof.

I disse år var man, navnlig ved Niels Bjerrums arbejder fra 1909 og 1916, bleven opmærksom på, at mange salte og en del andre elektrolyter måtte være så godt som fuldstændig dissocierede i ioner. Men det var velbekendt, at saadanne opløsninger i thermodynamisk henseende afveg betydeligt fra opløsninger af uladede molekyler, og man så sig nu nødsaget til efter forslag fra forskellig side, navnlig under påvirkning af tidligere arbejder af G. N. Lewis, at indføre såkaldte aktivitetskoefficienter, koncentrationsfunktioner, der ved multiplikation med de kendte koncentrationer giver de af Lewis indførte aktiviteter, der er således definerede, at de følger de simple love, som gælder for uladede partikler i fortyndet opløsning. Disse aktivitetskoefficienter kan bestemmes empirisk, men det var også en tillokkende opgave for theoretikerne at bestemme dem theoretisk for visse simple systemer, specielt stærkt fortyndede elektrolytopløsninger. Forsøg i sidstnævnte retning blev gjort af S. R. Milner, N. Bjerrum og O. Klein. Brønsted, som alle dage først og fremmest lagde vægt på det eksperimentelle, koncentrerede sit arbejde om mulighederne for den empiriske bestemmelse af aktivitetskoefficienter netop på sådanne systemer, der også i theoretisk henseende var lettest at behandle, nemlig fortyndede elektrolytopløsninger. Efter nogle indledende arbejder, der trods den klarhed, hvormed problemerne og tidligere forfatteres anskuelser heri blev diskuteret, måske næppe vakte fortjent opmærksomhed, satte han i et arbejde sammen med V. K. la Mer, en amerikansk medarbejder, kronen på sit værk ved ad rent empirisk vej at bestemme aktivitetskoefficienter i afhængighed af den såkaldte ionstyrke, en størrelse, der indeholder middelværdien af kvadraterne på de enkelte ioners ladninger som faktor. Brønsted og la Mer fandt herved netop den lov, som kort før publikationen af arbejdet ad theoretisk vej var fundet af P. Debye og E. Hückel. Til dette arbejde, som vakte berettiget beundring hos alle interesserede, var Brønsted gennem sin tidligere virksomhed usædvanlig godt udrustet. I de indledende arbejder havde han vist, at bestemmelsen af opløselighederne af tungtopløselige stoffer i fortyndede saltopløsninger var det bedst egnede middel til måling af aktivitetskoefficienter. End-

videre måtte de tungtopløselige stoffer være således beskafne, at deres koncentration let og nøjagtigt kunne bestemmes. Hertil kom hans fra S. M. Jørgensen nedarvede kendskab til uorganiske kompleksforbindelser af cobolt ham til hjælp, idet mange af disse netop er tungtopløselige og tillige indeholder ammoniak, der meget let kan bestemmes. Og endelig kunne han ved etablering af ligevægt mellem opløsning og krystaller benytte det samme simple princip, gennemsivning af opløsningsmidlet gennem et passende højt lag af krystaller, som han i sin tid havde benyttet i det af Nernst citerede arbejde, hvor han bestemte opløseligheden af rhombisk og monoklint svovl.

Imens de ovennævnte arbejder stod på, optog Brønsted sammen med G. v. Hevesy et arbejde fra et helt andet felt, nemlig et forsøg på at adskille kvægsølvets isotoper. Det lykkedes herved ved hjælp af den nu også på andre områder af kemien så hyppigt anvendte kortvejsdestillation for første gang at nå til en analytisk påviselig adskillelse, idet det lykkedes at fremstille kvægsølv, hvis vægtfylde afveg kendeligt fra den normale. Resultaterne blev første gang offentligt omtalt af E. Rutherford i hans foredrag i universitetets festsal (1920). Også for chlorets vedkommende opnåedes der ved destillation af koncentreret saltsyre efter samme princip en delvis adskillelse.

Opgaven var formentlig stillet af G. v. Hevesy, men man sporer i beretningen tydeligt Brønstedes evne til ved yderst simple metoder at nå den præcision, som var nødvendig til sikker påvisning af de bitte små differenser i vægtfylde og atomvægt, som det drejede sig om.

Også teorien for adskillelsen behandledes udførligt efter de samme linier, som nu til dags er bleven så betydningsfulde ved renfremstilling af isotoper ved destillation og beslægtede metoder.

Trods den opsigt, som disse arbejder vakte, kom de dog ikke til at spille nær så stor en rolle for kemien i snævrere forstand, som de arbejder over problemer fra reaktionskinetikens område og hvad deraf fulgte, som Brønsted i de samme frugtbare år publicerede. Efter at aktivitetskoefficienternes betydning for ligevægtsfænomenerne ved reaktioner, specielt mellem ioner, var bleven klar, meldte spørgsmålet om deres indflydelse på de kemiske reaktioners hastighed sig. Spørgsmålet blev løst af Brønsted i 1922, idet han fremsatte den nu bagefter næsten selvfølgelige

tanke, at man måtte tage hensyn ikke alene til de reagerende ioners aktivitetskoefficienter, men også til aktivitetskoefficienten af det af disse dannede såkaldte kritiske kompleks. Dette begreb var egentlig allerede indført af Arrhenius i 1889, men i mere overbevisende form af R. Marcelin i 1915. Antagelsen blev verificeret på et stort antal eksempler hentet fra litteraturen. Dens fremkomst udløste en syndflod af arbejder fra mange sider, eksperimentelle så vel som theoretiske. I forbindelse hermed optog Brønsted selv sammen med K. J. Pedersen et arbejde over nitramidets katalytiske sønderdeling, som førte til ganske uventede resultater. Det viste sig nemlig, at reaktionen katalyseredes ikke alene af hydroxylioner, men også af syrerestioner og andre molekularter, som man ikke den gang plejede at betegne som baser. Herved viste der sig visse lovmæssigheder, en sammenhæng mellem basernes styrke og deres katalytiske evne, som er højst interessant, og som man endnu næppe helt forstår, men endnu vigtigere, arbejdet ledte Brønsted ind på den tanke, at vore hidtidige definitioner af syrer og baser, de for kemien så overordentlig vigtige begreber, ikke var hensigtsmæssige. Han foreslog derfor i 1923 før publikationen af nitramidarbejdet nye definitioner, idet han definerede syrer som molekularter, ladede eller uladede, der kan fraspalte protoner, og baser som molekularter, der kan optage protoner. En ganske lignende definition blev samtidig foreslået af T. M. Lowry, og på grund af sine mange fortrin slog den hurtigt igennem. Endskønt der her, ved opstillingen af en ny definition, er tale om noget ganske formelt, viste det sig dog, at man herefter så mange problemer i et helt nyt og meget klarere lys, og sjældent har vel indenfor kemien en ny definition medført så store videnskabelige fremskridt. Også for den elementære undervisning blev de nye og så yderst enkle definitioner af stor værdi.

De arbejdsområder, der åbnedes ved disse pionerarbejder fra begyndelsen af tyverne gav nu Brønsted og hans talrige medarbejdere, danske og udenlandske, nok at bestille i en halv snes år, men mod slutningen af denne periode, i trediverne, begyndte han at interessere sig for andre problemer, problemer der stod i forbindelse med kemikernes nyvakte interesse for højmolekulære stoffer. Karakteristisk nok publiceredes et af disse arbejder i festskriftet for S. P. L. Sørensen 1938, idet jo Sørensens hoved-

tema allerede længe havde været studiet af de højmolekulære æggehvidestoffers fysisk-kemiske forhold. Man får af denne gruppe arbejder et vist om end højst ufuldstændigt indblik i Brønstedts arbejdsmetode. Han begynder med mer eller mindre intuitivt at danne sig en hvad jeg vilde kalde halvkvantitativ teori for fænomenet, hvorefter han udformer detaillerne ved hjælp af eksperimenter, planlagte under vejledning af den foreløbige teori. Derimod følte han sig, så vidt jeg ved, aldrig tilskyndet til en vidtgående fordybning i de statistiske teorier, der på mange punkter spiller så stor en rolle netop for behandlingen af de højmolekulære stoffers egenskaber. Måske af denne grund, men måske også fordi hans intuition førte ham langt forud for hans samtidige, har den herhenhørende gruppe af arbejder trods mange interessante iagttagelser og vigtige almene synspunkter ikke nær vakt den opmærksomhed, som hans arbejder fra tyverne. Han påpeger bl. a. det meget påfaldende faktum, at det netop er højmolekulære stoffer, hvis opløselighedskurver som funktion af opløsningsmidlets sammensætning udviser diskontinuitet, således at forstå, at et stof f. eks. er yderst let opløseligt i sprit med lidt over en bestemt alkoholprocent, medens det er uopløseligt, når alkoholprocenten falder ubetydeligt under samme værdi.

En udløber af disse arbejder var en rent thermodynamisk studie over blandinger af lave og høje led i paraffinernes række udført sammen med J. Koefoed og publiceret i dette selskabs Meddelelser (1946). Arbejdet, som skulde blive det sidste eksperimentalarbejde, som Brønsted nåede at få publiceret, udmærker sig i lige grad ved de anvendte stoffers renhed, opnået ved hjælp af det af dr. A. Klit angivne apparat, ved den elegante metodik, hvormed forsøgene blev udført, og ved den simple form, hvori det lykkedes at gengive resultaterne. Som et eksempel på hans simple og effektive teknik kan det nævnes, at han løste den opgave at veje luftarter kun i berøring med glas og kvægsølv simpelt hen ved at forbinde en glasbeholder, ophængt på en analytisk vægt, gennem en let bøjelig kapillar med den øvrige del af apparatet, hvorved kapillarens tilstedeværelse kun uvæsentlig forringede vejningens nøjagtighed.

Fra midten af trediverne til sin død arbejdede Brønsted derudover næsten med lidenskab på problemet om den bedst mulige formulering af thermodynamiken. Anledningen var den, at en ny

udgave af hans lille lærebog fra 1912, Grundrids af den fysiske Kemi, der som en nødforanstaltning var bleven mimeograferet i flere oplag, efterhånden blev påtrængende nødvendig. Lærebogen er med sine 175 sider meget kortfattet, men med støtte af forelæsningerne gjorde den god fyldest, og til senere brug var dens lapidarstil en fordel. Forelæsningerne holdt Brønsted så elegant, at man ofte først ved hjemmearbejdet opdagede, hvor svært stoffet kunne være. I grundridset fulgte han i sin fremstilling af thermodynamikens hovedsætninger i hovedsagen de gængse fremgangsmåder, men under arbejdet med den nye udgave blev han mere og mere utilfreds med disse, så meget mere som han ved studium af de klassiske fremstillinger fandt adskillige eksempler på åbenbart uholdbare ræsonnementer. Hans ideal var at fremstille thermodynamiken alene på grundlag af aksiomer bekræftede af erfaringer vedrørende makroskopiske systemer, altså netop det ideal, som naturnødvendigt måtte være de klassiske thermodynamikeres. I udførelsen fjernede han sig imidlertid efterhånden stærkt fra klassikerne og slog ind på en vej, der stærkt minder om den af W. Ostwald i sin tid betrådte, for således at nå til de klassiske udtryk i den af W. J. Gibbs i 1878 angivne form. Dette sidste betød afgjort en modernisering. I årtierne omkring århundredskiftet anvendtes nemlig, f. eks. også i Brønsteds »Grundrids«, til udledning af thermodynamiske relationer hyppigt s.k. reversible kredspocesser, til hvis gennemførelse man måtte udtenke ofte ret komplicerede idealiserede maskiner, d. v. s. man søgte at erstatte Gibbs' matematiske operationer med håndgribelige fysiske. Metoden er anskuelig og forholdsvis let, især for begyndere; så snart det ikke drejer sig om de allersimpleste systemer, bliver den imidlertid alt for besværlig, og man vendte efterhånden også i lærebøger mere og mere tilbage til den Gibbs'ske form, den Brønsted kendte fra Gibbs' hovedværk, som han i Ostwalds oversættelse ejede fra ung af.

Det hedder sig om Gibbs, at han efterlod sig en stabel ikke publicerede manuskripter, som ved eftersyn viste sig at være forelæsningsmanuskripter udfærdiget på ny hvert år om thermodynamikens grundlag, og faktisk antager han i sit berømte arbejde fra 1878 dette grundlag (energisetningen og entropisetningen) for givet og forsøger ikke selv nogen fremstilling deraf. Man forstår da bedre, at Brønsted, idet han følte sig forpligtet til at

give en logisk uangribelig fremstilling af thermodynamikens hovedsætninger, måtte ofre et så stort arbejde, som han faktisk gjorde, på en for hans samtidige at se utaknemlig opgave.

I sin fremstilling benytter han visse ord, navnlig ordene arbejde og varme i betydninger, der kan afvige fra de betydninger, som fysikerne lægger i de samme ord, hvilket nødvendigvis måtte medføre vanskeligheder og gav anledning til meget heftige polemiker, herhjemme mest i fysisk tidsskrift. Brønstedes indlæg var i højeste grad præget af det personlige ansvar, han følte over for de synspunkter, han anså for rigtige eller mest formålstjenlige. Hvis hans opponenter, som det kunne ske, i argumentationen antydede, at de oprådte som repræsentanter for et kollektiv f. eks. for fysikerne, opponerede han derimod i bidende vendinger. Den sætning, som måske mest faldt Brønstedes fagfæller for brystet, var den, at varme ikke kan omdannes til arbejde. Til grund for denne påstand, der så skarpt viser bruddet med den klassiske fremstilling, ligger så vidt jeg forstår følgende tankegang: Det er velkendt, at man af eet kalorimeter ikke kan udvinde arbejde, hvorimod man af et system bestående af to kalorimetre med hver sin temperatur kan udvinde et vist arbejde, idet man ved en reversibel proces transporterer en vis lille mængde entropi fra det varmere til det koldere kalorimeter. Da nu det vundne arbejde kun afhænger af temperaturforskellen og den transporterede mængde entropi, men er uafhængigt af om man samtidigt tilfører små positive eller negative varmemængder til de to kalorimetre, er det naturligt at tilskrive systemet en vis potentiel termisk energi, og det er denne der ved processen formindskes med netop den mængde, som det vundne arbejde udgør. Mit eget indtryk er, at det sprog til hvilket Brønsted således søger at oversætte de mere tilvante fremstillinger i pædagogisk henseende kan have betydelige fortrin ved sin simpelhed, men selve lærebogen specielt den sidste udgave (1943) blev dog navnlig for de indledende kapitlers vedkommende meget svært tilgængelig. I universitetets festskrift fra november 1946 har han for sidste gang fremstillet sine synspunkter i afklaret form. Afhandlingen indeholder desuden et meget interessant bidrag til den thermodynamiske behandling af systemer, der ikke er i ligevægt, en problemkreds, der er af stor betydning f. eks. for

reaktionskinetiken og dermed også for biologien, og som endnu er ret uudviklet.

Jeg skal endnu nævne, at Brønstedes kærlighed til den levende natur også har givet sig udtryk i hans videnskabelige virksomhed, karakteristisk nok i et af hans første og i det allersidste arbejde fra hans hånd. Det første var et stort arbejde sammen med C. Wesenberg-Lund over Furesøens hydrografi, og det sidste en i indhold og form lige besnærende notits i »Naturens Verden«, som beretter om en pudsig »Ensretning i Insektverdenen«, en iagttagelse fra hans sidste sommerferie.

Til slut kun dette: Trods hjælp fra Brønstedes nærmeste, hans familie og hans medarbejdere, føler jeg at jeg kun højst ufuldstændigt har formået at give et billede af J. N. Brønsted, hans retlinede, skarptskårne og charmerende personlighed. Hans død, der indtrådte uventet efter et kort sygeleje 17. dec. 1947, kom som et hårdt slag for hans venner og kolleger i udlandet, her i Danmark og i dette selskab, og vi vil mindes ham som et af vore store forbilleder.

Publikationer af J. N. Brønsted.

1. Hovedpunkterne af den kemiske massevirkningsteori. Fys. Tds. 1 (1902–1903) 144–150, 182–185.
2. Über den Nachweis der gewöhnlichen Weinsäure mittelst Linksweinsäure. Z. analyt. Chem. 42 (1903) 15–19.
3. Zur Berechnung der elektromotorischen Kraft zweier gegeneinander geschalteten Elemente des Kalomelelementtypus. Z. anorg. Chem. 37 (1903) 158–163.
4. Über die Reduktion des Quecksilberchlorürs durch Silber. Z. physik. Chem. 50 (1904) 481–486.
5. Om ændringen i fri energi ved kemiske processer. Kgl. d. Vid. Selsk. Skr. nat.-math. afd. 7. II. 3 (1904) 103–137.
6. Om muligheden for et kritisk punkt: fast-flydende. Fys. Tds. 3 (1904–1905) 242–246.
7. Studien zur chemischen Affinität I. Z. physik. Chem. 55 (1906) 371–382.
8. Affinitetsstudier II. Kgl. d. Vid. Selsk. Skr. nat.-math. afd. 7. II. 6. (1906) 299–365.
9. Studien zur chemischen Affinität II. Z. physik. Chem. 56 (1906) 645–685.
10. Affinitetsstudier III. Blandingsaffiniteten i binære systemer. (1908) 119 sider. Prior. Disputats.
11. Über inverse Schmelzpunkte. Z. physik. Chem. 64 (1908) 374–377.
12. Studien zur chemischen Affinität III. Mischungsaffinität binärer Systeme I. Theoretischer Teil. Z. physik. Chem. 64 (1908) 641–656.
13. Die elektromotorische Kraft der Knallgaskette. Z. physik. Chem. 65 (1908) 84–92.
14. Die elektromotorische Kraft der Knallgaskette. Berichtigung. Z. physik. Chem. 65 (1908) 744.
15. Tale ved mindefest for Julius Thomsen. Fys. Tds. 7 (1908–1909) 132–141.
16. Julius Thomsen. Danske stormænd fra de senere århundreder. (1909) 709–710.
17. Professor Wilhelm Ostwald. Fys. Tds. 8 (1909–1910) 114–117.
18. Ammoniumblykloridets dannelsesaffinitet. Oversigt Kgl. d. Vid. Selsk. Forh. (1910) 451–479.

19. Studien zur chemischen Affinität III. Mischungsaffinität binärer Systeme. II. Das System Schwefelsäure-Wasser. Z. physik. Chem. 68 (1910) 693—725.
20. Die Affinität kristallinischer Umwandlungen. Z. Elektrochem. 17 (1911) 841—842.
21. Studien zur chemischen Affinität IV. Die Bildung des Ammoniumbleichlorids. Z. physik. Chem. 77 (1911) 129—144.
22. Studien zur chemischen Affinität V. Die Bildung des Kaliumbleisulfats. Nachtrag: Die thermochemischen Daten des Bleis. Z. physik. Chem. 77 (1911) 315—330.
23. Studien zur chemischen Affinität VI. Die Bildungsaffinität des Naphtalinpikrats. Z. physik. Chem. 78 (1911) 284—292.
24. Untersuchungen über die spezifische Wärme I. Z. Elektrochem. 18 (1912) 714—717.
25. Grundrids af den fysiske kemi. (1912) 176 sider. Gjellerup. Auto-graferet udgave ved K. J. Pedersen. Polytekn. læreanstalt. (1932) 192 sider. Mimeograferet udgave ved polyteknikerrådet. 198 sider.
26. Studien zur chemischen Affinität VII. Doppelsalzbildung und doppelte Umsetzung. Z. physik. Chem. 80 (1912) 206—234.
27. Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer, nebst Bemerkungen über ihre Bedeutung für unsere Auffassung der Temporalvariation [sm. m. C. Wesenberg-Lund]. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr. 4 (1912) 251—290, 437—492.
28. Die thermische Berechnung elektromotorischer Kräfte. Z. Elektrochem. 19 (1913) 754—757.
29. Studien zur chemischen Affinität VIII. Kristallinische Umwandlungen der Alkalisalze. Z. physik. Chem. 82 (1913) 621—640.
30. Zur Thermodynamik der CaH_2 -bildung. Z. Elektrochem. 20 (1914) 81—83.
31. Über »Ideale konzentrierte Lösungen«. Z. Elektrochem. 20 (1914) 151—153.
32. »Ideale konzentrierte« Lösungen. Z. Elektrochem. 20 (1914) 278—279.
33. Untersuchungen über die spezifische Wärme II. Die Alkalihalogenide. Z. Elektrochem. 20 (1914) 554—556.
34. Studien zur chemischen Affinität IX. Die allotrope Zinnumwandlung. Z. physik. Chem. 88 (1914) 479—489.
35. Undersøgelser over racemiske omdannelsers affinitet. Affinitetsstudier X. Kgl. d. Vid. Selsk. Skr. nat.-math. afd. 7. XII. 6. (1915) 241—268.
36. Grundrids af den uorganiske kemi. (1916) 408 sider. 2. udg. (1920) 408 sider. Gjellerup.
37. Den fysiske kemis stilling til tekniken. Fys. Tds. 15 (1916—1917) 221—235.
38. Undersøgelser over omdannelse af reciproke saltpar. Affinitetsstudier XI [sm. m. Agnes Petersen]. Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. I, No. 3 (1917) 23 sider.

39. En thermodynamisk relation mellem blandingsaffiniteterne i delvis mættede opløsninger og dens anvendelse til affinitetsbestemmelse. Affinitetsstudier XII. Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. I, No. 5 (1918) 40 sider.
40. On the Solubility of Salts in Salt Solutions. Studies on Solubility I. Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. II, No. 10 (1919) 47 sider.
41. On the Applicability of Gas Laws to Strong Electrolytes. Medd. K. Vetenskapsakad. Nobelinstit. 5, No. 25 (1919) 19 sider.
42. On the Applicability of Gas Laws to Strong Electrolytes II. Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. III, No. 9 (1920) 21 sider.
43. The Separation of the Isotopes of Mercury [sm. m. G. Hevesy]. Nature 106 (1920) 144.
44. Studies on Solubility I. The Solubility of Salts in Salt Solutions. J. Am. Chem. Soc. 42 (1920) 761–786.
45. Studies on Solubility II. The Solubility Ratios of Salts in Strong Homöionic Solvents. J. Am. Chem. Soc. 42 (1920) 1448–1454.
46. The Influence of Salts on Chemical Equilibria in Solutions. J. Chem. Soc. 119 (1921) 574–592.
47. The Separation of the Isotopes of Chlorine [sm. m. G. Hevesy]. Nature 107 (1921) 619.
48. On the Separation of the Isotopes of Mercury [sm. m. G. Hevesy]. Phil. Mag. (6) 43 (1922) 31–49.
49. Studien zur chemischen Affinität XIII. Die Umwandlungsaffinität in Systemen fester Salze. Z. physik. Chem. 98 (1921) 239–243.
50. Über die Trennung der Isotopen des Quecksilbers [sm. m. G. Hevesy]. Z. physik. Chem. 99 (1921) 189–206.
51. The Principle of the Specific Interaction of Ions. Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. IV, No. 4 (1921) 36 sider.
52. Studies on Solubility III. The Solubility of Metal Ammonia Salts in Salt Solutions [sm. m. Agnes Petersen]. J. Am. Chem. Soc. 43 (1921) 2265–2292.
53. The Atomic Weight of Mercury from Different Sources [sm. m. G. Hevesy]. Nature 109 (1922) 780.
54. Das Atomgewicht von Quecksilber verschiedener Herkunft [sm. m. G. Hevesy]. Z. anorg. Chem. 124 (1922) 22–24.
55. Über die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit und der Aktivitäts- und osmotischen Koeffizienten von Salzen. Z. physik. Chem. 100 (1922) 139–150.
56. Zur Theorie der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit. Z. physik. Chem. 102 (1922) 169–207.
57. Über die Gültigkeit des Massenwirkungsgesetzes für Ionengleichgewichte [sm. m. Kai Pedersen]. Z. physik. Chem. 103 (1922) 307–315.
58. Studies on Solubility IV. The Principle of the Specific Interaction of Ions. J. Am. Chem. Soc. 44 (1922) 877–898.
59. Calculation of the Osmotic and Activity Functions in Solutions of Uni-Univalent Salts. J. Am. Chem. Soc. 44 (1922) 938–948.

60. The Individual Thermodynamic Properties of Ions. *J. Am. Chem. Soc.* 45 (1923) 2898—2910.
61. Einige Bemerkungen über den Begriff der Säuren und Basen. *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas* 42 (1923) 718—728.
62. On Kinetic Salt Effect [sm. m. C. E. Teeter jr.]. *J. Physic. Chem.* 28 (1924) 579—587.
63. The Activity Coefficients of Ions in Very Dilute Solutions [sm. m. Victor K. La Mer]. *J. Am. Chem. Soc.* 46 (1924) 555—573.
64. Die katalytische Zersetzung des Nitramids und ihre physikalisch-chemische Bedeutung [sm. m. Kai Pedersen]. *Z. physik. Chem.* 108 (1924) 185—235.
65. Secondary Kinetic Salt Effect in the Case of Hydroxyl-Ion Catalysis [sm. m. Cecil V. King]. *J. Am. Chem. Soc.* 47 (1925) 2523—2531.
66. Über die Verseifungsgeschwindigkeit von Ionenestern [sm. m. Agnes Delbanco] *Z. anorg. Chem.* 144 (1925) 248—256.
67. Zur Theorie der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit II. *Z. physik. Chem.* 115 (1925) 337—364.
68. Om syre- og basekatalyse. Københavns universitets festskrift sept. (1926) 120 sider.
69. The Acid-Basic Function of Molecules and its Dependency on the Electric Charge Type. *J. Physic. Chem.* 30 (1926) 777—790.
70. Activity Coefficients of Tervalent Ions in Very Dilute Solutions [sm. m. N. J. Brumbaugh]. *J. Am. Chem. Soc.* 48 (1926) 2015—2020.
71. Die Nitramidkatalyse der einfachen NH_2 -Basen. Nitramidkatalytische Studien II [sm. m. H. C. Duus]. *Z. physik. Chem.* 117 (1925) 299—311.
72. Zur Kinetik der Aquotisierung [sm. m. Agnes Delbanco og Kirsten Volqvartz]. *Z. physik. Chem.* 122 (1926) 383—397.
73. On the Activity of Electrolytes. *Trans. Farad. Soc.* 23 (1927) 416—432.
74. The Dissociation Constant of Nitramide [sm. m. Cecil V. King]. *J. Am. Chem. Soc.* 49 (1927) 193—200.
75. The Velocity of Ionic Reactions [sm. m. Robert Livingston]. *J. Am. Chem. Soc.* 49 (1927) 435—446.
76. Contribution to the Theory of Acid and Basic Catalysis. The Mutarotation of Glucose [sm. m. E. A. Guggenheim]. *J. Am. Chem. Soc.* 49 (1927) 2554—2584.
77. Über die Säuredissoziation von Aquoionen I [sm. m. Cecil V. King]. *Z. physik. Chem.* 130 (1927) 699—708.
78. Om sur og basisk katalyse. *Sv. kem. Tds.* 40 (1928) 230—233.
79. The Theory of Acid and Basic Catalysis. *Trans. Farad. Soc.* 24 (1928) 630—640.
80. The Activity Coefficients of Ions in Aqueous Solutions of Non-Electrolytes [sm. m. John Warren Williams]. *J. Am. Chem. Soc.* 50 (1928) 1338—1343.

81. The Determination of Reaction Affinity in Systems of Solid Salts [sm. m. W. T. Richards]. *J. Am. Chem. Soc.* 50 (1928) 3028–3035.
82. Acid and Basic Catalysis. *Chem. Rev.* 5 (1928) 231–338.
83. Zur Theorie der Säure-Basen-Funktion. *Ber. dtsh. chem. Ges.* 61 (1928) 2049–2063.
84. Über die thermischen Daten des Zinns und angebliche Verzögerungserscheinungen bei der allotropen Zinnumwandlung. *Z. physik. Chem.* 131 (1928) 366–370.
85. Über die Säuredissoziation von Aquoionen. II [sm. m. Kirsten Volqvartz]. *Z. physik. Chem.* 134 (1928) 97–134.
86. Solubility of Salts and of Strong Acids and Bases in Water. *Int. Crit. Tabl.* 4 (1928) 216–249.
87. Foredrag i anledning af modtagelsen af H. C. Ørsted-medaljen. *Refer. af K. J. Pedersen. Fys. Tds.* 26 (1928) 141–162.
88. Acid Catalysis in Hydrolytic Reactions [sm. m. W. F. K. Wynne-Jones]. *Trans. Farad. Soc.* 25 (1929) 59–76.
89. Om mediets betydning for ionpotentialet [sm. m. Agnes Delbanco]. *Ber. 18. skand. naturforskermøde* (1929) 220–225.
90. Kinetic Studies on Ethylene Oxides [sm. m. Mary Kilpatrick og Martin Kilpatrick]. *J. Am. Chem. Soc.* 51 (1929) 428–461.
91. On the Separation of Isotopes [sm. m. G. Hevesy]. *Phil. Mag.* (7) 7 (1929) 631–632.
92. Über Acidität und Ionenpotentiale. *Z. physik. Chem. A* 143 (1929) 301–312.
93. The Kinetic Determination of Hydrogen Ion Concentrations in Aqueous Solution [sm. m. Clinton Grove]. *J. Am. Chem. Soc.* 52 (1930) 1394–1403.
94. Neuere Gesichtspunkte für die Säure-Basenfunktion. *Z. angew. Chem.* 43 (1930) 229–233.
95. Julius Christian Petersen. *Københavns universitets festskrift sept.* (1931) 125–127.
96. Molekülgrösse und Phasenverteilung I. *Z. physik. Chem. Bodenstein Festbd.* (1931) 257–266.
97. Die Nitramidkatalyse zweiwertiger Kationenbasen. Nitramidkatalytische Studien III [sm. m. Kirsten Volqvartz]. *Z. physik. Chem. A* 155 (1931) 211–224.
98. Molekülgrösse und Phasenverteilung II [sm. m. E. Warming]. *Z. physik. Chem. A* 155 (1931) 343–352.
99. A Kinetic Study of Some Reactions of Diazoacetic Ester in Benzene Solution [sm. m. R. P. Bell]. *J. Am. Chem. Soc.* 53 (1931) 2478–2498.
100. On the Dissolution of Metals in Acids [sm. m. N. L. Ross Kane]. *J. Am. Chem. Soc.* 53 (1931) 3624–3644.
101. Some Aspects of the Medium Effect on the Solubility of Electrolytes. *Rep. Meeting Brit. Ass.* (1931) 39–48.
102. Über die Bedeutung des Lösungsmittels für die Löslichkeit von Salzen und die Aktivitätskoeffizienten der Ionen [sm. m. Agnes

- Delbanco og Kirsten Volqvartz]. *Z. physik. Chem. A* 162 (1932) 128–146.
103. Die Nitramidkatalyse in isoamylalkoholischer Lösung. Nitramidkatalytische Studien IV [sm. m. John E. Vance]. *Z. physik. Chem. A* 163 (1933) 240–256.
 104. On the Definition of the Gibbs Potential. *Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. XII*, No. 6 (1933) 7 sider.
 105. On the Use of Osmotic Pressure in Chemical Thermodynamics. The Solubility Curve of Slightly Soluble Substances. *Kgl. d. Vid. Selsk. Mat.-fys. Medd. XII*, No. 7 (1933) 15 sider.
 106. Molekulargröße und Phasenverteilung III [sm. m. P. Colmant]. *Z. physik. Chem. A* 168 (1934) 381–390.
 107. Zur Theorie der Säuren und Basen und der protolytischen Lösungsmittel. *Z. physik. Chem. A* 169 (1934) 52–74.
 108. Die Säure-Basenfunktion in nichtwässrigen Lösungsmitteln I. Calorimetrische Untersuchungen in m-Kresol [sm. m. Agnes Delbanco og A. Tovborg-Jensen]. *Z. physik. Chem. A* 169 (1934) 361–378.
 109. Die Nitramidkatalyse in m-Kresol. Nitramidkatalytische Studien V [sm. m. Anne Lea Nicholson og Agnes Delbanco] *Z. physik. Chem. A* 169 (1934) 379–387.
 110. Sur la relation entre solubilité et point de fusion inverse. *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas* 53 (1934) 421–424.
 111. On the Definition of the Gibbs Potential. *J. Chem. Physics* 3 (1935) 223.
 112. On the Use of Direct Current in the Measurement of Electrolytic Conductance [sm. m. R. F. Nielsen]. *Trans. Farad. Soc.* 31 (1935) 1478–1481.
 113. Lærebog i fysisk kemi. (1936) 471 sider. Levin og Munksgaard. 2. udg. (1943) 498 sider. Ejnar Munksgaard.
 114. Om relationen mellem varme og arbejde. *Kgl. d. Vid. Selsk. Math.-fys. Medd. XV*, No. 4 (1937) 59 sider.
 115. *Physical Chemistry*. Translated by R. P. Bell (1937) 390 sider. William Heineman Ltd., London.
 116. Solubility Relations of High Molecular Substances. *C. R. Trav. Lab. Carlsberg Ser. chim.* 22 (1938) 99–108.
 117. Om kvældning og opløselighed af højmolekulære stoffer. *Nord. kemikermøde forh.* 5 (1939) 188.
 118. Solubility and Swelling of High Polymers [sm. m. Kirsten Volqvartz]. *Trans. Farad. Soc.* 35 (1939) 576–579.
 119. De thermodynamiske hovedsætningers grundlag og formulering. *Kgl. d. Vid. Selsk. Math.-fys. Medd. XVI*, No. 10 (1939) 82 sider.
 120. The Fundamental Principles of Energetics. *Phil. Mag.* (7) 29 (1940) 449–470.
 121. The Derivation of the Equilibrium Conditions in Physical Chemistry on the Basis of the Work Principle. *J. Phys. Chem.* 44 (1940) 699–712.

122. Solubility and Swelling of High Polymers in Ternary Mixtures [sm. m. Kirsten Volqvartz]. *Trans. Farad. Soc.* 36 (1940) 619–624.
 123. Om konvention og terminologi i syre-, base- og redox-systemer. *Kem. Maanedsl.* 22 (1941) 31 sider.
 124. On the Concept of Heat. *Kgl. d. Vid. Selsk. Math.-fys. Medd.* XIX, No. 8 (1941) 79 sider.
 125. Energitransformationen og den klassiske thermodynamik. *Fys. Tds.* 43 (1945) 133–154.
 126. Om grundlaget for energetiken. *Fys. Tds.* 43 (1945) 155–188.
 127. The Thermodynamic Properties of Paraffin Mixtures. I [sm. m. Jørgen Koefoed]. *Kgl. d. Vid. Selsk. Math.-fys. Medd.* XXII, No. 17 (1946) 32 sider.
 128. Principer og problemer i energetiken. *Københavns universitets festskrift nov.* (1946) 130 sider.
 129. Ensretning i insektverdenen. *Naturens Verden* (1947) 250–251.
-