

# Thermochemiske Undersøgelser.

---

IX. Undersøgelser over vandige Opløsningers Varmefylde.

Med 1 Tavle.

Ved

**Julius Thomsen.**

Vidensk. Selsk. Skr. 5 Række, naturvidenskabelig og matematisk Afd. 9 B. IV.

---

**Kjøbenhavn.**

Blanco Lunos Bogtrykkeri ved F. S. Muhle.

1870.



# Undersøgelser

over

## vandige Opløsningers Varmefylde.

Med 1 Tavle.

---

Ved

**Julius Thomsen.**

---

**Kjøbenhavn.**

Bianco Lunos Bogtrykkeri ved F. S. Muhle.

**1870.**



Da de vandige Opløsningers Varmefylde spiller en stor Rolle ved alle thermochemiske Undersøgelser paa den vaade Vei, har det været mig om at gjøre at skaffe mig nøiagtig Kundskab om de herhen hørende Forhold. Rigtignok existerer der allerede forskjellige Forsøg af denne Art, navnlig af *Schüller* (Pogg. Ann. V. 126), og nogle ældre Forsøg af *Andrews* (Pogg. Ann. V. 66) og *Person* (Ann. de chimie et de phys. (3) V. 33.); men disse Forsøg ere desværre anstillede efter en Methode, der ikke er istand til at give nøiagtige Resultater, selv om Forsøgene anstilles med al Omhyggelighed. Den Vædske, som skulde undersøges, blev nemlig i en Beholder med tynde Vægge opvarmet til en temmelig høi Varmegrad og derefter nedsænket i Vand for at afgive sin Varme til dette, eller ogsaa blev omvendt Vandet opvarmet i Beholderen og nedsænket i den Vædske, som skulde undersøges. Det Unøiagtige i denne Methode ligger *for det Første* i, at den Varmegrad, som det opvarmede Legeme har i det Øieblik, det nedsænkes, ikke nøiagtigt kan angives af Thermometret, og *for det Andet* i, at man ikke nøiagtigt kan beregne Correctionen for den Varmemængde, som afgives til Luften, medens Forsøget varer. Det opvarmede Legeme har nemlig ved Nedsænkningen ikke den Varmegrad, til hvilken det er blevet opvarmet, og som angives af Thermometret; der indtræder en Afkøling, medens Legemet flyttes fra Opvarmningsapparatet til Calorimetret, og denne Afkøling angives ikke af Thermometret, da den i den korte Tid kun omfatter de yderste Lag af Legemet. Den iagttagne Varmegrad er altsaa stedse for høi, og Feilens Størrelse lader sig vanskeligt beregne, da den paa een Gang afhænger af Beholderens Form, Temperaturdifferensen, Vædskens Ledningsevne og Bevægelighed og af Thermometrets Følsomhed. Selv om man, saaledes som det fra anden Side er foreslaaet, vilde benytte selve det Legeme, der skal undersøges, som Thermometer og bestemme Vædskens Varmegrad ved dens Stand i en smal thermometerlignende Beholder, vilde man ikke kunne undgaae Feilen; thi Beholderens Afkøling, hvorved dens

Rumfang formindskes, frembringer en høiere Stand i Røret og altsaa en tilsyneladende høiere Varmegrad.

Det er ogsaa vanskeligt at indføre en nøiagtig Correction for Lufttemperaturens Indflydelse paa Calorimetret, da man ikke med Sikkerhed kan bestemme det Punct, da det nedsænkede Legeme og Vandet have naaet samme Varmegrad. Dette sees tydeligt, naar man kaster et Blik paa Forsøgenes Enkeltheder. Da Schüller ikke meddeeler de fornødne Enkeltheder til Beregning af Correctionen, men kun anfører, at han anvender samme Methode som *Wüllner*, maa jeg henvise til *Wüllners* Afhandling i *Pogg. Ann.* V. 133, hvor Beregningen af denne Correction for et enkelt Forsøgs Vedkommende er angivet med de fornødne Details. (S. 297). Det opvarmede Legeme bringer allerede i det 1ste Tidsinterval (20 Secunder efter Nedsænkningen) Calorimetrets Varmegrad op over Luftens; derefter stiger Varmegraden langsomt, bliver constant fra det 5te til det 8de Tidsinterval og aftager derefter temmelig eensformigt indtil Slutningen eller det 13de Tidsinterval med gennemsnitligt  $0,^{\circ}004$ . Til hvilket Tidspunct have nu de to Vædskers Varmegrader udjævnet sig mod hinanden? Saalænge Varmegraden stiger, er dette Punct ikke naaet, og heller ikke under den constante Maximumstemperatur; thi denne holdes kun constant derved, at den Varme, der meddeles fra det opvarmede Legeme til Calorimetret, opveier Afkølingen fra Luften; senere aftager Varmegraden, fordi den sidste Størrelse faaer Overvægten over den første. Men naar er den første Størrelse = 0 eller saa ringe, at man ikke behøver at tage Hensyn til den? Derom giver Forsøget ingen Oplysning. *Wüllner* antager, at dette finder Sted i det 11te Interval efter Nedsænkningen, Noget der naturligviis kun er en Formodning. Men lad os antage, at det forholder sig saaledes, saa komme vi til Beregningen af Afkølingen fra Luften. *Wüllner* beregner en Correction af  $0,^{\circ}002$ , hvormed Maximumstemperaturen maa forhøies; men denne Correction er ubetinget beregnet efter urigtige Principer. Fra 8de til 13de Interval falder nemlig Varmegraden temmelig eensformigt  $0,^{\circ}004$  for hvert Interval ved en Temperaturdifferens af  $0,^{\circ}6$ . Men nu er Calorimetrets Temperatur allerede fra 2det Interval  $0,^{\circ}6$  høiere end Luftens, og for de følgende Intervaller stiger den til  $0,^{\circ}7$ . Det er altsaa fudstændigt indlysende, at der fra 2det Interval indtræder en Afkøling, der beløber sig til  $0,^{\circ}004$  pr. Interval. I 13 Intervaller har Calorimetret mistet  $0,^{\circ}052$ , og Maximumstemperaturen bliver altsaa  $24,^{\circ}252$ ; samme Resultat faaer man ved Benyttelsen af den iagttagne Maximumstemperatur  $24,^{\circ}220$ , naar man dertil lægger Afkølingen i 8 Intervaller. *Wüllner* beregner det virkelige Maximum til  $24,^{\circ}222$ , altsaa  $0,^{\circ}03$  for lavt. Man kan ikke slaae sig til Ro med, at Varmegraden i det første Interval tildeels har været under Luftens; thi hele Temperaturstigningen i et Interval før Nedsænkningen beløber sig til  $0,^{\circ}02$ , og det er klart, at i det Høieste Halvdelen af denne Størrelse kan bringes i Regning, da Calorimetrets Varmegrad allerede efter det 1ste Intervalls Forløb overstiger Luftens. Correctionen er saaledes  $0,^{\circ}02$  eller 10 Gange større end den af *Wüllner* beregnede. Om

Schüller har anvendt samme Methode til Beregningen af sine Correctioner, kan ikke sees af hans Afhandling; det er muligt, at han har benyttet en rigtigere Methode, thi hans Correctioner ere betydeligt større end Correctionerne i den nævnte Afhandling af Wüllner. Schüllers Correctioner beløbe sig i de fleste Forsøg til omtrent 5 Procent, i eet Forsøg endogsaa til 12 Procent; men det er altid betænkeligt, naar Correctionerne blive saa store, navnlig naar Grundlaget for deres Beregning ikke er ganske sikkert.

Skjøndt jeg ikke tvivler om, at Schüllers Forsøg ere meget omhyggeligt udførte, kan man dog paa Grund af Methodens Unøjagtighed ikke vente stor Nøjagtighed i Resultaterne. Jeg vil senere komme tilbage til dette Punct.

### A. Beskrivelse af den calorimetriske Methode.

Da jeg for omtrent 2 Aar siden besluttede at udføre den foreliggende Række Undersøgelser, underkastede jeg de sædvanlige Metoder en nøjagtig Prøvelse; da de alle viste temmelig stor Usikkerhed, bestemte jeg mig for den noget besværlige, men nøjagtige Methode, at bestemme Opløsningernes Varmefylde ved at opvarme dem med en bekjendt Varmekilde. Jeg valgte hertil Forbrændingen af Brint.

*Min Fremgangsmaade er den, at den Vædske, der skal undersøges, opvarmes i et Calorimeter, der rummer omtrent 1000 Cubikcentimetre, ved den Varmemængde, der udvikles ved Forbrændingen af et bestemt Rumfang Brint.* Forsøgene indrettedes saaledes, at Vædskens Varmegrad steg omtrent 3 Grader, saaat Forskjellen mellem Luftens og Vædskens Varmegrad kun kunde beløbe sig til  $1,5^{\circ}$ ; endvidere skete Forbrændingen under fuldkomment constant Tryk, saaat Temperaturstigningen var fuldkomment proportional med Tiden. Fordelen ved denne Methode ligger i, at man kun har at gjøre med Varmegrader, der ligge meget nær ved Luftens, hvorved dennes Indflydelse allerede iforveien bliver meget ringe; og at denne Indflydelse endvidere udjævner sig selv, fordi Opvarmingen foregaaer fuldkomment proportional med Tiden; endvidere, at Resultatet udtrykker Varmefylden indenfor meget snævre Temperaturgrændser (3 Grader), medens disse Grændser ved de sædvanlige Metoder afvige 40—50 Grader fra hinanden.

Det temmelig complicerede Apparat, der benyttedes til denne Undersøgelse, er fremstillet paa vedføjede Tavle.

*AC* er Brintudviklingsapparatet, *D* er Renseapparatet for Brinten, *E* Regulatoren for Trykket, *HJ* Gasometret, *K* Calorimetret, *MN* et Apparat, der leverer Ilten til Forbrændingen, og *O* den elektromagnetiske Maskine, der frembringer Bevægelsen i de calorimetriske Vædske. Jeg skal nu nærmere beskrive de enkelte Dele.

Den trehalsede Flaske *C*, der indeholder omtrent 5 Pund Zink, er ved Hjælp af to Rør sat i Forbindelse med Flasken *A*, der indeholder temmelig stærk Saltsyre. Gjennem

det nederste, med Hanen 2 forsynede Rør løber Syren til Zinken, medens det øverste Rør tjener til at holde et ligestort Luftryk i begge Flasker. Den udviklede Brint gaar gennem Røret *d* til Renseapparatet *D*. Den Opløsning af Chlorzink, der dannes i Flasken *C*, kan tømmes ud, og frisk Syre kan hældes i Flasken *A*, uden at den ydre Luft kan trænge ind i Apparatet. Naar Opløsningen af Chlorzink skal tømmes ud, lukkes Hanen 5, og Hanen 3 aabnes; Opløsningen drives da ved det høiere Tryk i Apparatet gennem det bøiede Rør ned i Beholderen *B*. Naar man vil hælde frisk Syre i *A*, lukkes ligeledes Hanen 5, man aabner Hanen 4 for at formindske Trykket i Apparatet og hælder dernæst Syre gennem Røret *a*, idet man passer ikke at aabne Hanen 1, førend Tragten er fyldt med Syre, og naar Flasken er fyldt, at lukke den, medens der endnu staaer Syre i Tragten.

Det Tryk, hvormed Brinten føres til Renseapparatet, er omtrent 7 Centimetre Qvicksølvytryk og angives af et Manometer *c*. Renseapparatet bestaaer af 4 Glasrør, hvert indsnævret paa 2 Steder og svarende til et Kugleapparat med 3 Kugler; denne Form for Absorptionsapparatet er meget beqvem og concentreret; ogsaa ved quantitative analytiske Bestemmelser har jeg med Fordeel anvendt saadanne Apparater.

Trykregulatoren er et fornedet aabent og noget ombøiet Rør, som er anbragt paa Brintledningen *e* og nedsænket i den høie, med Vand fyldte Cylinder *E*. Dette Apparat bevirker, at alle de følgende Dele af Apparatet ikke kunne modtage høiere Tryk end det, der svarer til Vandtrykket, selv naar Luftudviklingen gaar hurtigere for sig, end Forbruget fordrer.

Apparaterne *H* og *I* danne Gasometret og have det dobbelte Øiemed nøiagtigt at afmaale den Mængde Brint, der er bestemt til Forbrændingen, og derefter at føre den til Calorimetret. Glasbeholderne *H* og *J* staae i indbyrdes Forbindelse baade foroven og forneden; foroven gennem Røret *feg*, en Forbindelse, der kan afbrydes ved Hjælp af Hanen 11, forneden gennem Røret *h*, som deler sig i to Rør og træder ind i Beholderen *J* som *i* og *k*, der dog hver for sig kunne aflukkes med Hanerne 9 og 10. *H* og *J* indeholde saa meget Vand, som omtrent svarer til deres halve Rumfang. Naar Brinten skal afmaales, er Beholderen *J* fyldt med Vand indtil et Mærke i Røret *g*, medens Vandet i *H* netop lukker for Røret *f*. Foroven er Hanen 11 aaben og Hanen 12 lukket, forneden er 9 aaben og 10 lukket. Brinten træder da ud af Røret *e* gennem Hanen 11 og Røret *g* ind i Beholderen *J*. Vandet drives fra *J* gennem Røret *k*, Hanen 9 og Røret *h* til Beholderen *H*; den Luft, som findes i denne Beholder, undviger gennem Hanen 7, der holdes aabnet paa passende Maade. Naar Vandet er saa vidt uddrevet af Beholderen *J*, som *k* tillader, lukkes atter Hanerne 7, 9 og 11. Brinten, som stadig udvikler sig, trænger da gennem Trykregulatoren *E* ud i Atmosfæren. Skal nu Brinten ledes til Calorimetret, aabner man Hanerne 12 og 13, hvorved Brintens Tryk bliver lig Atmosfærens, idet Overskudet undviger. Dernæst aabnes Hanen 10, Brinten strømmer gennem Rørene *e* og *f* ind i Behold-



eren  $H$ , stiger op gennem Vandet til den øverste Deel og presser Vandet gennem Røret  $h$ , Hanen 10 og Røret  $i$  ind i Beholderen  $J$ , og den Brint, som findes i denne Beholder, drives da gennem Røret  $g$  til Calorimetret. Saasnart Vandet i Beholderen  $J$  har naaet Mærket i Røret, lukker man Hanerne 12 og 10, og den Brint, der udvikles, undviger atter gennem Trykregulatoren. Apparatet er nu i ganske den samme Stilling som tidligere; man fylder paany Beholderen  $J$  ligesom før ved at aabne Hanerne 11, 9 og 7 i den angivne Orden o. s. v.

Beholderne  $H$  og  $J$  staae i de store Glas cylindre  $F$  og  $G$ , der ere heelt fyldte med Vand og skulle tjene til at holde Varmegraden i de indre Beholdere  $H$  og  $J$  constant. Vandet i alle 4 Beholdere bringes til Luftens Varmegrad; da jeg ved en hensigtsmæssig Indretning af mit Arbejdslocale kan holde Luftens Varmegrad i flere Timer saa constant, at den næppe varierer en Tiendedeel af en Grad, forandrer Brintens Varmegrad i Beholderen  $J$  sig ikke i Løbet af en Arbejdsdag. Forat Vandet i Beholderne  $H$  og  $J$  ved Begyndelsen af Forsøgene kan bringes til Luftens Varmegrad, sædvanligt  $18^{\circ} C.$ , er der anbragt en Hane 8. Ved at aabne denne Hane opnaaer man, at Trykket af den udviklede Brint driver Vandet fra de indre Beholdere ud i et passende indrettet Kar, hvor det bringes til den rette Varmegrad, og hvorfra det atter ved hydrostatisk Tryk løber ind i Beholderne  $H$  og  $J$ . Vandets Varmegrad i de ydre Beholdere iagttages paa Thermometrene  $m$  og  $n$ , og de indre Beholderes og Brintens Varmegrad iagttages paa Thermometret  $o$ . Ved Hjælp af Røreapparatet  $l$  holdes Vandet i den store Cylinder  $G$  i stadig Bevægelse.

Som man let vil see af Tegningen, strømmer Brinten til Calorimetret under fuldstændigt constant Tryk; ved Hjælp af Trykregulatoren  $E$  holdes nemlig Trykket i Røret  $e$  constant, idet man fremskynder Brintudviklingen saa meget, at der altid undviger nogle Luftbobler gennem Regulatoren. Men er Trykket i Røret  $e$  constant, bliver den Hastighed, hvormed Vandet strømmer fra Beholderen  $H$  til Beholderen  $J$ , ligeledes constant. Brinten, der driver Vandet ud af Beholderen  $H$ , maa undvige gennem den nederste Ende af Røret  $f$ , medens Vandet strømmer ind i Beholderen  $J$  gennem den øverste Ende af Røret  $i$ ; da den lodrette Afstand mellem disse to Rørmundinger er constant, strømmer Vandet ind i  $J$  med constant Hastighed; det er Mariottes Kar i en noget afændret Form. Den Hastighed, hvormed Vandet bevæger sig, kan fra Begyndelsen af reguleres ved Trykhøiden af Vandet i Regulatoren  $E$ ; ved samme Vandstand i  $E$  bliver saaledes den Hastighed, hvormed Brinten strømmer ud af Beholderen  $J$ , ganske uforandret, ikke alene i det enkelte Forsøg, men for alle Forsøg, der udføres med samme Vandstand i  $E$ . Heraf følger *for det Første*, at Varmestigningen i Calorimetret bliver fuldstændigt proportional med Tiden, og *for det Andet*, at alle Forsøg vare nøiagtigt lige længe. *Alle Correctioner for Udstraaing eller Bevægelse af Varmen mellem Calorimetret og Luften falde saaledes bort af sig selv, naar*

man vælger *Begyndelsestemperaturen* saaledes, at den ligger saa meget under *Luftens Temperatur*, som det *Halve af Varmestigningen* beløber sig til.

Brintens Forbrænding i Calorimetret skeer ved Tilledning af Ilt; denne tilføres Calorimetret med fuldstændigt reguleret Hastighed ved Hjælp af Apparatet *MN*, der ligeledes er et Mariottes Kar i afændret Form. De to store Glasbeholdere ere indbyrdes forbundne ved Rørene *qr* og *st*. Skal Ilten ledes fra Beholderen *M* til Calorimetret, ere Hanerne 15 og 16 lukkede, Hanerne 14, 17 og 18 aabne. Vandet bevæger sig fra Beholderen *N* gennem det hævertformede Rør *st* til *M*, hvor det falder ned gennem den Luft, der indeholdes i Beholderen. Den atmosfæriske Luft trænger gennem Hanen 17 og Røret *r* ind i Beholderen *N*, hvor den stiger op gennem Vandet. Vandet strømmer saaledes til Beholderen *M* med en constant Hastighed, der bestemmes ved Høiden af Flasken *N*; med Skruen *u* stiller man den fra Begyndelsen af saa høit, at der udstrømmer en til Brintens Forbrænding tilstrækkelig Mængde Ilt.

Brintapparatet giver saaledes stedse i samme Tid den samme Brintmængde, og Iltapparatet giver ligeledes en constant Iltmængde; der er altsaa slet Intet at forandre ved disse Dele af Apparatet, naar de eengang for alle ere nøiagtigt regulerede.

Naar Beholderen *M*, der indeholder den til een Arbejdsdag fornødne Mængde Ilt, efterat den er tømt paany skal fyldes med Ilt, lukker man Hanerne 14, 17 og 18, aabner Hanen 15, der fører til Iltgasometret, og Hanen 16, der staaer i Forbindelse med Vandaspiratoren. Luften suges nu ved Hjælp af Aspiratoren ud af Beholderen *N*, Vandet fra Beholderen *M* stiger gennem *qr* over i *N*, og Ilten i Gasometret gaar gennem Hanen 15 ind i Beholderen *M*. Naar denne paany er fyldt med Ilt, lukker man Hanerne 15 og 16, aabner 17 og 18, og Apparatet er da ganske i samme Stilling som tidligere; saasnart man aabner Hanen 14, passerer Ilten atter med samme Hastighed til Calorimetret.

Calorimetret *K* er af samme Construction, som jeg altid benytter. To concentriske Cylindre af tyndt Messingblik, af hvilke den ydre har en c. 4 Centimetre større Diameter end den indre, danne det Calorimetrets ydre Hylster, der lukkes med et Laag, som dækker den mindre Cylinder. Midt i dette Hylster staaer Calorimetrets Beholder, der omtrent rummer 1 Litre; Afstanden mellem dennes Væg og den inderste Cylinder er c. 4 Centimetre. Beholderen er dannet af stærkt forgyldt, tyndt Kobberblik, og Forbrændingskamret, som findes deri, er af forgyldt Sølv; dette er forneden lufttæt sammenslebent med Beholderen og har en noget conisk Aabning af 12—14 Millimetres Diameter; foroven staaer det gennem et snævert Rør i Forbindelse med Luften. I Calorimetrets Beholder findes det sædvanlige Røreapparat *v* og Thermometret, som ikke er viist paa Tegningen; Beholderen lukkes med en ganske tynd, forgyldt Plade, forsynet med de nødvendige Aabninger til Thermometret, Røreapparatet og Røret fra Forbrændingsrummet.

Ilten og Brinten træde fra neden ind i Calorimetret; det Apparat, som hertil anvendes, er et 10 Centimetre langt Glasrør, som foroven og forneden er lukket med Kautschukpropper; disse have to Gjennemboringer, hvorigjennem der gaaer to ganske tynde Glasrør af c. 2 Millimetres Aabning. Det ene af disse Glasrør staaer i Forbindelse med Brintapparatet, det andet med Iltapparatet; det første har ved sin øverste Ende indsmeltet et tyndt Platinrør af omtrent 1 Centimeters Længde og 1 Millimeters Aabning, der naaer omtrent 5 Millimetre længere op i Forbrændingskamret end Ilt-røret; dette Platinrør veier kun 2 Decigram. Den øverste Kautschukprop, af hvilken de to Rør træde ud, er sphærisk afslæbet, saaat den med et let Tryk kan bringes til at lukke for den nederste Aabning i Forbrændingskamret.

Brinten træder ind i Calorimetret efter at være mættet med Vanddamp; Ilten derimod, der strømmer gennem Kalirøret *L*, træder ind i tør Tilstand.

*Forsøgene anstilles paa følgende Maade:* Beholderen *J* fyldes med Brint paa den ovenangivne Maade, og Hanerne 7, 9 og 11, der vare aabnede for Fyldningens Skyld, lukkes atter. I Calorimetrets Beholder afveies den Vædske, der skal undersøges, en Vægt, der omtrent svarer til 900 Cubikcentimetre. Beholderen stilles paa sin Plads i Calorimetret, Røreapparatet sættes ind, Laaget lægges paa, og Thermometret stikkes ind. Derefter sættes den elektromagnetiske Maskine *o* i Bevægelse, og Røret *x* med Luftledningerne sættes ind i Calorimetrets nederste Aabning. Man aabner Hanen 14 og lader Ilten trænge ind i Forbrændingsrummet og fordrive den atmosfæriske Luft. Vædskens Varmegrad aflæses nu med Kikkert ved Hjælp af et Kathetometer, der er opstillet i en Afstand af 2 Metre. Man aabner Hanen 12; der viser sig da paa Vandmanometret et Tryk af c. 40 Centimetre. Derpaa tager man Røret *x* ud af Calorimetret, aabner lidt for Hanen 13, antænder den udstrømmende Brint og iagttager Manometret *p*. Saasart Trykket er faldet til 1 Centimeter, fører man Røret *x* med Brintflammen, der nu brænder yderst svagt, ind i Calorimetret, idet man samtidigt aabner Hanen 10. Endeligt aabner man heelt for Hanen 13, og Brintens Forbrænding gaaer nu for sig med den regulerede Hastighed. Man indretter sig saaledes, at Flammen bringes ind i Calorimetret  $\frac{1}{2}$  Minut efter, at man har aflæst Thermometret. Omtrent  $4\frac{1}{2}$  Minuter senere, altid nøagtigt efter samme Tids Forløb, staaer Vandet i Beholderen *J* ved Mærket i Røret *g*, man lukker da Hanerne 12 og 14, og  $\frac{1}{2}$  Minut senere aflæses Thermometret; Forsøget er da tilende. Man fylder nu paany Beholderen *J* med Brint paa den oven angivne Maade, tager Røret *x* ud af Calorimetret, aabner dette, hælder Vædsken ud af Beholderen og afveier derefter en ny Portion Vædske for at gjøre et nyt Forsøg paa samme Maade som før.

Apparatet arbejder saaledes continuerligt, idet Beholderen *J* fylder sig med Brint, medens Calorimetrets Dele tages fra hinanden og paany samles. Skjøndt det hele Apparat

er temmelig compliceret, ere dog dets enkelte Dele saa hensigtsmæssigt indrettede, at jeg har kunnet udføre alle Manipulationer uden fremmed Hjælp.

*Methodens Nøjagtighed* afhænger af Følgende. Rumfanget af den anvendte Brint maa afmaales nøjagtigt; Apparatet er nu indrettet saaledes, at Afmaalingen skeer med en Nøjagtighed, der er større end  $\frac{1}{2}$  Promille; vare nu Varmegrad og Lufttryk stedse de samme, vilde Forbrændingen altid udvikle samme Varmemængde; men dette er ikke Tilfældet, og derfor bestemtes i en større Række Forsøg Varmeudviklingen ved forskellige Lufttryk og ved Varmegraderne i Nærheden af  $18^{\circ} C$ . De saaledes vundne Værdier vise, naar de beregnes for samme Lufttryk og Varmegrad, Afvigelser fra Middeltallet, der ikke overstige 2 Promille; dette er altsaa den høiere Grændse for Feilen. Luftvarmens Indflydelse vil, som allerede ovenfor udviklet, udjævne sig selv fuldstændigt, naar Vædsken Varmegrad ved Forsøgets Begyndelse er saameget under Luftens Varmegrad som det Halve af Varmestigningen, Noget der let lader sig opnaae. Endvidere afhænger Resultaternes Nøjagtighed af Beskaffenheden af det Rør, ved hvis Munding Brinten brænder. I mit Apparat er dette Rør, som ovenfor omtalt, af ganske tyndt Glas med et meget tyndt indsmeltet Platinrør af kun 0,2 Grams Vægt. Derved opnaaer man, at der ikke afledes Varme gennem Forbrændingsrøret og at dette ved Forsøgets Slutning næsten øieblikkeligt afkøles, saaat Calorimetrets Varmegrad efter nogle Secunders Forløb ikke mere forandres. Anvendelsen af en Metalbrænder, som den *Favre & Silbermann* have benyttet i deres Forsøg over Brintens Forbrænding, er forkastelig, da en saadan opvarmes stærkt og kun langsomt atter afgiver Varmen.

Bestemmelsen af den normale Varmeudvikling og *Beregningen af Forsøgene* skeer paa følgende Maade. Calorimetret fyldes med 900 Gram Vand, og Forsøget udføres paa den oven angivne Maade. Er Calorimetrets caloriske Æquivalent  $= a$ , de iagttagne Varmegrader  $t_1$  og  $t_2$ , da er den udviklede Varmemængde:

$$C = (900 + a) (t_2 - t_1) \dots \dots \dots (1)$$

Er nu Lufttrykket under Forsøget  $B$ , Brintens Varmegrad  $T$ , Vanddampens Spænding ved denne Varmegrad  $b$ , ved  $18^{\circ}$  derimod  $\beta$ , kan man beregne den Varmeudvikling, som vilde indtræde ved normalt Lufttryk,  $760^{mm}$ , og den for Forsøgene normale Varmegrad  $18^{\circ} C$ . Betegnes den normale Varmeudvikling ved  $C^1$ , da har man

$$C^1 = \frac{1 + a T}{1 + a \cdot 18} \cdot \frac{760 - \beta}{B - b} C \dots \dots \dots (2)$$

Ved et større Antal overensstemmende Forsøg er  $C^1$  bestemt med den fornødne Nøjagtighed.

Naar nu  $C^1$  er bestemt, beregner man Varmefylden for Vædskerne i Forsøgene paa følgende Maade.  $T$ ,  $B$ ,  $b$ ,  $\beta$ ,  $C$  og  $C^1$ , betegne de samme Størrelser som ovenfor, og saaledes er den i Forsøget udviklede Varmemængde givet ved Hjælp af Formel (2), nemlig:

$$C = \frac{1 + \alpha \cdot 18}{1 + \alpha T} \cdot \frac{B - b}{760 - \beta} C^1 \dots \dots \dots (3)$$

For at undgaa Beregningen kan man eengang for alle indrette en Tabel, der angiver Værdierne af  $C$  for de forskjellige Værdier af  $B$  og  $T$ .

Er endvidere  $A$  Vægten af den Vædske, der skal undersøges,  $a$  Calorimetrets caloriske Æquivalent og  $q$  den søgte Varmefylde, da har man:

$$C = (Aq + \alpha) (t_2 - t_1)$$

eller:

$$q = \frac{1}{A} \left( \frac{C}{t_2 - t_1} - a \right) \dots \dots \dots (4)$$

idet man ved  $t_1$  og  $t_2$  betegner de to iagttagne Varmegrader i Calorimetret.

## B. Forsøgenes Enkeltheder.

I alle de følgende Tabeller er Bogstavernes Betydning følgende:

$B$  er Lufttrykket i Millimetre, reduceret til  $0^\circ$ .

$T$  - Brintens Varmegrad.

$C$  - den Varmemængde, der frembringes ved Brintens Forbrænding, naar Brinten har en Varmegrad  $T$  og Lufttrykket er  $B$ .

$A$  - er Vægten i Gram af den Vædske, der skal undersøges.

$t$  - Luftens Varmegrad.

$t_1$  - Calorimetrets Varmegrad ved Forsøgets Begyndelse.

$t_2$  - Calorimetrets Varmegrad ved Forsøgets Slutning.

$q$  - den fundne Varmefylde.

$a$  - Calorimetrets caloriske Æquivalent = 24 Gram.

### 1. Bestemmelsen af den ved Forbrændingen udviklede Varme.

I disse Forsøg fyldtes Calorimetret med destilleret Vand, hvis Vægt  $A$  var 900 Gram, og det fyldte Calorimeters calorimetriske Værdi var altsaa  $A + a = 924$  Gram. Endvidere betegnes ved  $C^1$  den Varmemængde, som vilde være udviklet, naar Brintens Varmegrad havde været  $18^\circ$  og Lufttrykket  $760^{mm}$ .

Nr.	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>t</i>	<i>t</i> <sub>1</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub> — <i>t</i> <sub>1</sub>	<i>C</i> <sup>1</sup>
245	762,9 <sup>mm</sup>	17,8°	18,4°	{ 17,054 16,850	{ 19,940 19,725	{ 2,886 2,875	} 2649 <sup>c</sup>
246	765,3	19,2	19,0	{ 17,418 18,108	{ 20,294 20,970	{ 2,876 2,862	} 2647
247	758,8	19,7	18,8	{ 17,370 17,297	{ 20,200 20,137	{ 2,830 2,840	} 2645
248	761,0	18,8	18,7	{ 17,248 17,269	{ 20,107 20,138	{ 2,859 2,869	} 2655
249	754,6	18,0	18,2	{ 16,900 16,965	{ 19,748 19,818	{ 2,848 2,853	} 2653
250	755,8	18,0	18,0	{ 16,356 16,510 16,613	{ 19,210 19,354 19,458	{ 2,854 2,844 2,845	} 2646
251	755,9	18,1	18,1	{ 16,739 16,755	{ 19,591 19,601	{ 2,852 2,846	} 2649

Beregningen af Forsøgene skeer efter de ovenfor under (1) og (2) angivne Formler:

$$C^1 = \frac{1 + \alpha T}{1 + \alpha \cdot 18} \frac{760 - 15,4}{B - b} (t_2 - t_1) \cdot 924^c,$$

idet *b* betegner Vanddampens Spænding ved Varmegraden *T*. Middeltallet af samtlige Forsøg er:

$$C^1 = 2649^c,$$

og Afvigelserne fra Middeltallet beløbe sig i det Høieste til + 4<sup>c</sup> og — 4<sup>c</sup> eller 1,5 pro Mille.

Da jeg med en Nøiagtighed af 1 Promille har bestemt Vægten af det Vand, der dannes ved Forbrændingen, kan *Forbrændingsvarmen for 1 Molecul Brint* beregnes med stor Nøiagtighed; jeg skal i et senere Afsnit af mine Arbejder meddele de herhen hørende Størrelser.

De øvrige Forsøg ere nu anstillede ganske paa samme Maade som Forsøgene 245—251, kun at Calorimetret ikke indeholdt destilleret Vand, men vandige Opløsninger af forskjellige chemiske Forbindelser i meget forskjellige Concentrationsgrader. Vædskernes Sammensætning er angivet i Molecularformler, som jeg for Fremtiden vil benytte. Beregningen af Vædskens Varmefylde *q* skeer i alle Tilfælde efter de ovenfor under (3) og (4) angivne Formler.

Jeg skal nu, forinden jeg gaaer over til nærmere at betragte de vundne Resultater, fremsætte Forsøgenes Enkeltheder.

### 2. Svovlsyre, $SO^3 + nH^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
252	5	1350 <sup>Gr</sup>	18,3	$\left\{ \begin{array}{l} 16,499 \\ 16,716 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,978 \\ 20,185 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3,479 \\ 3,469 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 757,8^{mm} \\ 757,8 \end{array} \right.$	18,0	2641 <sup>c</sup>	0,545
253	10	1160	17,6	$\left\{ \begin{array}{l} 16,459 \\ 16,610 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,645 \\ 19,777 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3,156 \\ 3,167 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 758,3 \\ 758,3 \end{array} \right.$	18,0	2642	0,700
254	10	1160	16,8	$\left\{ \begin{array}{l} 15,292 \\ 15,392 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18,472 \\ 18,567 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3,180 \\ 3,175 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 762,8 \\ 762,8 \end{array} \right.$	17,8	2662	0,701
255	20	1100	18,0	$\left\{ \begin{array}{l} 16,568 \\ 16,697 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,452 \\ 19,551 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,844 \\ 2,854 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 758,3 \\ 758,3 \end{array} \right.$	18,0	2642	0,821
256	20	1100	16,6	$\left\{ \begin{array}{l} 15,334 \\ 15,356 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18,201 \\ 18,225 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,870 \\ 2,869 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 763,3 \\ 763,3 \end{array} \right.$	17,9	2661	0,821
257	50	970	17,9	$\left\{ \begin{array}{l} 16,550 \\ 16,642 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,444 \\ 19,524 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,894 \\ 2,882 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 758,3 \\ 758,3 \end{array} \right.$	18,0	2642	0,918
258	50	970	16,6	$\left\{ \begin{array}{l} 15,252 \\ 15,320 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18,160 \\ 18,230 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,908 \\ 2,910 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 763,6 \\ 763,6 \end{array} \right.$	18,0	2661	0,919
259	100	950	16,6	$\left\{ \begin{array}{l} 15,253 \\ 15,276 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18,163 \\ 18,199 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,910 \\ 2,923 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 762,8 \\ 762,8 \end{array} \right.$	17,7	2662	0,956
260	200	950	16,6	$\left\{ \begin{array}{l} 15,246 \\ 15,360 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18,106 \\ 18,208 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,860 \\ 2,848 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 762,3 \\ 762,3 \end{array} \right.$	17,7	2661	0,977

### 3. Salpetersyre, $NO^3H + nH^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
261	10	1050 <sup>Gr</sup>	18,2	$\left\{ \begin{array}{l} 16,589 \\ 16,650 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,768 \\ 19,830 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3,179 \\ 3,180 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 758,3^{mm} \\ 758,3 \end{array} \right.$	18,3	2659 <sup>c</sup>	0,768
262	20	990	18,1	$\left\{ \begin{array}{l} 16,506 \\ 16,570 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,542 \\ 19,603 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3,036 \\ 3,033 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 752,7 \\ 752,7 \end{array} \right.$	18,0	2623	0,849
263	50	960	18,1	$\left\{ \begin{array}{l} 16,577 \\ 16,640 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,443 \\ 19,499 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,866 \\ 2,859 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 752,7 \\ 752,7 \end{array} \right.$	18,0	2623	0,930
264	100	950	18,1	$\left\{ \begin{array}{l} 16,611 \\ 16,671 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,462 \\ 19,525 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,851 \\ 2,854 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 752,7 \\ 752,7 \end{array} \right.$	18,0	2623	0,963
265	200	915	18,1	$\left\{ \begin{array}{l} 16,840 \\ 16,550 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19,680 \\ 19,398 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,840 \\ 2,848 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 752,7 \\ 752,7 \end{array} \right.$	18,0	2623	0,982

4. Chlorbrintesyre,  $HCl + n H^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
266	10	1000 $Gr$	18,3	{ 16,590 16,621	{ 20,003 20,039	{ 3,413 3,418	{ $^{mm}$ 758,3	18,3	2639 $c$	0,749
267	20	950	18,1	{ 16,471 16,548	{ 19,608 19,689	{ 3,137 3,141	{ 752,7	18,0	2625	0,855
268	50	955	18,3	{ 16,827 16,888	{ 19,776 19,842	{ 2,949 2,954	{ 756,8	17,8	2642	0,932
269	100	915	18,4	{ 17,207 16,964	{ 20,117 19,882	{ 2,910 2,918	{ 756,8	17,9	2641	0,964
270	200	905	18,5	{ 17,080 17,127	{ 19,983 20,030	{ 2,903 2,903	{ 756,8	18,0	2640	0,979

5. Viinsyre,  $C^4 H^6 O^6 + n H^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
271	10	1150 $Gr$	18,3	{ 16,882 16,702	{ 19,905 19,718	{ 3,023 3,016	{ $^{mm}$ 762,9	17,8	2661 $c$	0,745
272	25	1140	19,0	{ 18,010 17,446	{ 20,907 20,352	{ 2,897 2,906	{ 765,3	19,2	2653	0,856
273	50	1000	18,8	{ 17,213 17,142	{ 20,022 19,950	{ 2,809 2,808	{ 758,9	19,7	2626	0,911
274	100	955	18,8	{ 17,368 17,262	{ 20,244 20,132	{ 2,876 2,870	{ 758,9	19,7	2626	0,952
275	200	955	19,1	{ 17,862 17,558	{ 20,692 20,398	{ 2,830 2,840	{ 765,3	19,2	2655	0,975

6. Natriumhydrat,  $NaOH + n H^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
276	7 $\frac{1}{2}$	1145 $Gr$	17,2	{ 15,787 15,910	{ 18,438 18,552	{ 2,651 2,642	{ $^{mm}$ 755,3	17,9	2629 $c$	0,847
277	15	1060	16,9	{ 15,371 15,360	{ 18,124 18,100	{ 2,753 2,740	{ 751,3	17,5	2623	0,878
278	50	970	16,9	{ 15,450 15,654	{ 18,320 18,515	{ 2,870 2,861	{ 751,3	17,5	2623	0,919
279	50	940	16,9	{ 15,584 15,655	{ 18,468 18,540	{ 2,884 2,885	{ 751,3	17,5	2623	0,942
280	100	920	18,2	{ 16,528 16,616	{ 19,440 19,524	{ 2,912 2,908	{ 762,9	17,8	2661	0,968
281	200	910	18,2	{ 16,570 16,614	{ 19,464 19,515	{ 2,894 2,901	{ 762,9	17,8	2661	0,983



**7. Kaliumhydrat,  $KOH + n H^2O$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
282	30	985 $Gr$	18,1	{ 16,703 16,560	{ 19,675 19,540	{ 2,972 2,980	{ 757,4 <sup>mm</sup>	17,9	2640 $c$	0,876
283	50	955	18,1	{ 16,651 16,700	{ 19,588 19,638	{ 2,937 2,938	{ 758,3	18,3	2659	0,916
284	100	925	18,1	{ 16,536 16,650	{ 19,442 17,564	{ 2,906 2,914	{ 758,3	18,3	2659	0,954
285	200	910	18,3	{ 16,822 16,717	{ 19,741 19,642	{ 2,919 2,915	{ 765,3	18,3	2665	0,975

**8. Ammoniumhydrat,  $NH^4OH + n H^2O$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
286	50	900 $Gr$	18,1	{ 16,681 16,656	{ 19,540 19,510	{ 2,859 2,854	{ 755,9 <sup>mm</sup>	18,1	2655 $c$	0,997
287	50	900	18,1	{ 16,556 16,462	{ 19,415 19,318	{ 2,859 2,856	{ 757,4	17,9	2659	0,999
288	100	900	18,1	{ 16,454 16,483	{ 19,310 19,343	{ 2,856 2,860	{ 757,4	17,9	2659	0,999

**9. Chlornatrium,  $NaCl + n H^2O$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
289	10	1100 $Gr$	18,2	{ 16,918 17,045	{ 19,908 20,028	{ 2,990 2,983	{ 765,9 <sup>mm</sup>	18,0	2669 $c$	0,791
290	20	1020	18,2	{ 16,660 17,035	{ 19,577 19,961	{ 2,917 2,926	{ 757,8	18,0	2641	0,863
291	50	1000	18,2	{ 16,675 16,776	{ 19,574 19,686	{ 2,899 2,910	{ 766,0	18,0	2669	0,895
292	50	950	18,0	{ 16,691 16,815	{ 19,654 19,784	{ 2,963 2,969	{ 775,0	18,0	2695	0,931
293	100	929,2	19,1	{ 17,836 17,454	{ 20,714 20,339	{ 2,878 2,885	{ 761,7	18,0	2645	0,962
294	200	925	18,2	{ 16,860 16,952	{ 19,732 18,829	{ 2,872 2,877	{ 765,8	18,0	2669	0,973

10. Chlorkalium,  $KCl + n H^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
295	15	1050 $Gr$	18,5	{ 16,865 16,922	{ 20,114 20,164	{ 3,246 3,242	} 765, <sup>mm</sup> 8	18,0	2669 $c$	0,761
296	50	1000	18,0	{ 16,706 16,805	{ 19,795 19,901	{ 3,089 3,096	} 775,3	18,0	2703	0,850
297	50	970	18,0	{ 16,747 16,748	{ 19,751 19,741	{ 3,004 2,993	} 775,3	18,0	2703	0,904
298	100	950	18,0	{ 16,643 16,863	{ 19,565 19,788	{ 2,922 2,925	} 775,3	18,0	2703	0,948
299	200	940	19,0	{ 17,741 17,849	{ 20,573 20,678	{ 2,832 2,829	} 763,3	18,8	2650	0,970

11. Chlorammonium,  $NH^4Cl + n H^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
500	7 $\frac{1}{2}$	990 $Gr$	18,3	{ 17,169 16,171	{ 20,617 19,615	{ 3,448 3,444	} 767, <sup>mm</sup> 9	17,9	2678 $c$	0,760
501	10	960	18,3	{ 16,764 16,805	{ 20,184 20,234	{ 3,420 3,429	} 757,8	18,1	2640	0,778
502	25	965	18,3	{ 16,990 16,940	{ 20,013 19,970	{ 3,023 3,030	} 757,8	18,1	2640	0,881
503	50	920	18,3	{ 16,602 16,480	{ 19,588 19,458	{ 2,986 2,978	} 757,9	18,0	2641	0,937
504	100	927	19,0	{ 17,560 17,644	{ 19,441 19,515	{ 2,881 2,871	} 761,7	18,8	2645	0,966
505	200	923	18,2	{ 16,848 17,010	{ 19,672 19,842	{ 2,824 2,832	} 754,6	18,0	2650	0,982

12. Salpetersuurt Natron,  $NaNO^3 + n H^2O$ .

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_1 - t_2$	$B$	$T$	$C$	$q$
506	10	1160 $Gr$	18,1	{ 16,596 16,714	{ 19,474 19,600	{ 2,878 2,886	} 757, <sup>mm</sup> 4	17,9	2641 $c$	0,769
507	25	1050	18,5	{ 17,048 17,052	{ 19,904 19,912	{ 2,856 2,860	} 751,3	18,9	2609	0,863
508	50	985	19,3	{ 17,860 17,885	{ 20,725 20,758	{ 2,868 2,873	} 763,3	18,8	2650	0,918
509	100	940	17,2	{ 15,761 15,839	{ 18,621 18,695	{ 2,860 2,856	} 754,3	17,9	2626	0,950
510	200	920	18,2	{ 16,791 16,711	{ 19,653 19,570	{ 2,862 2,859	} 756,8	18,3	2634	0,975

**13. Salpetersuurt Kali,  $KN\theta^3 + n H^2\theta$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
311	25	1050 <sup>Gr</sup>	16,8	{ 15,222 15,340	{ 18,173 18,288	{ 2,951 2,948	{ 758, <sup>mm</sup> <sub>8</sub>	17,6	2650 <sup>c</sup>	0,832
312	50	1000	18,2	{ 16,649 16,785	{ 19,504 19,646	{ 2,855 2,861	{ 759,3	18,2	2643	0,901
313	100	950	18,2	{ 16,715 16,692	{ 19,593 19,568	{ 2,878 2,876	{ 759,3	18,2	2643	0,942
314	200	920	18,2	{ 16,880 16,907	{ 19,772 19,804	{ 2,892 2,897	{ 759,3	18,2	2643	0,966

**14. Salpetersuur Ammoniak,  $NH^4N\theta^3 + n H^2\theta$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
315	5	1050 <sup>Gr</sup>	{ 18,3 18,2	{ 16,810 16,680	{ 20,215 20,123	{ 3,405 3,443	{ 759,2 <sup>mm</sup> 746,7	{ 17,4 18,2	{ 2583 <sup>c</sup> 2598	{ 0,699 0,696
316	20	1000	18,5	{ 17,003 16,872	{ 20,050 19,926	{ 3,047 3,054	{ 772,9	18,1	2694	0,859
317	50	980	18,0	{ 16,735 16,650	{ 19,652 19,562	{ 2,917 2,912	{ 765,8	18,0	2669	0,929
318	100	940	18,0	{ 16,852 16,568	{ 19,688 19,400	{ 2,834 2,832	{ 754,8	18,0	2651	0,962

**15. Kulsuurt Natron,  $Na^2\theta, \theta\theta^2 + n H^2\theta$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
319	50	1000 <sup>Gr</sup>	18,0	{ 16,653 16,850	{ 19,465 19,654	{ 2,812 2,804	{ 759,2 <sup>mm</sup>	17,4	2583 <sup>c</sup>	0,896
320	100	953	18,1	{ 16,622 16,660	{ 19,470 19,513	{ 2,848 2,853	{ 746,7	18,0	2602	0,933
321	200	926,5	18,1	{ 16,706 16,743	{ 19,560 19,598	{ 2,854 2,855	{ 746,7	18,1	2600	0,958

**16. Svovlsuurt Natron,  $Na^2\theta, S\theta^3 + n H^2\theta$ .**

Nr.	$n$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
322	65	1000 <sup>Gr</sup>	18,4	{ 16,969 17,105	{ 19,904 20,050	{ 2,935 2,945	{ 772,9 <sup>mm</sup>	18,0	2694 <sup>c</sup>	0,892
323	100	971	18,0	{ 16,992 16,348	{ 19,500 19,258	{ 2,908 2,910	{ 765,8	18,0	2669	0,920
324	200	925	18,5	{ 17,018 16,991	{ 19,929 19,906	{ 2,911 2,915	{ 761,0	18,8	2642	0,955

**17. Svovlsuur Ammoniak,  $Am^2\theta SO^3 + nH^2\theta$ .**

Nr.	<i>n</i>	<i>A</i>	<i>t</i>	<i>t</i> <sub>1</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub> — <i>t</i> <sub>1</sub>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>q</i>
325	30	1000 <sub>Gr</sub>	18,3	{ 16,920 17,052	{ 20,120 20,242	{ 3,200 3,190	} 772, <sup>mm</sup> <sub>9</sub>	18,0	2694 <sub>c</sub>	0,820
326	50	1000	18,2	{ 16,844 16,904	{ 19,824 19,885	{ 2,980 2,981	} 765, <sub>8</sub>	18,0	2669	0,871
327	100	960	18,2	{ 16,574 16,588	{ 19,502 19,516	{ 2,928 2,928	} 765, <sub>8</sub>	18,0	2669	0,924
328	200	933	18,7	{ 17,211 17,277	{ 20,089 20,152	{ 2,878 2,875	} 761, <sub>0</sub>	18,8	2642	0,959

**18. Svovlsuur Magnesia,  $Mg\theta, SO^3 + nH^2\theta$ .**

Nr.	<i>n</i>	<i>A</i>	<i>t</i>	<i>t</i> <sub>1</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub> — <i>t</i> <sub>1</sub>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>q</i>
329	20	1150 <sub>Gr</sub>	18,1	16,643	19,643	3,000	757, <sup>mm</sup> <sub>4</sub>	17,9	2641 <sub>c</sub>	0,745
330	20	1200	19,0	{ 17,494 17,543	{ 20,386 20,432	{ 2,892 2,889	} 763, <sub>3</sub>	18,8	2650	0,744
331	50	1020	18,6	{ 17,004 17,036	{ 19,914 19,948	{ 2,910 2,912	} 751, <sub>3</sub>	18,9	2609	0,855
332	50	1015	18,2	{ 16,640 16,670	{ 19,585 19,616	{ 2,945 2,946	} 758, <sub>3</sub>	18,3	2639	0,859
333	100	960	18,5	{ 16,943 16,958	{ 19,827 19,841	{ 2,884 2,883	} 751, <sub>3</sub>	18,9	2609	0,917
334	200	930	18,6	{ 16,897 16,860	{ 19,780 19,734	{ 2,863 2,874	} 751, <sub>3</sub>	18,9	2609	0,952

**19. Eddikesuurt Natron,  $Na.C^2H^3\theta^2 + nH^2\theta$ .**

Nr.	<i>n</i>	<i>A</i>	<i>t</i>	<i>t</i> <sub>1</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub>	<i>t</i> <sub>2</sub> — <i>t</i> <sub>1</sub>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>q</i>
335	20	1000 <sub>Gr</sub>	17,0	{ 15,684 15,650	{ 18,577 18,544	{ 2,893 2,894	} 754, <sup>mm</sup> <sub>3</sub>	17,9	2629 <sub>c</sub>	0,884
336	50	980	17,4	{ 15,896 15,975	{ 18,716 18,798	{ 2,820 2,823	} 763, <sub>0</sub>	17,8	2662	0,938
337	100	940	17,5	{ 15,948 15,982	{ 18,805 18,843	{ 2,857 2,861	} 763, <sub>0</sub>	17,8	2662	0,965
338	200	920	17,5	{ 16,031 16,031	{ 18,892 18,896	{ 2,861 2,865	} 763, <sub>0</sub>	17,8	2662	0,983

20.  $R + 200 H^2 \theta$ .

Nr.	$R$	$A$	$t$	$t_1$	$t_2$	$t_2 - t_1$	$B$	$T$	$C$	$q$
339	$K Br$	920 <sup>Gr</sup>	18,1	$\begin{cases} 16,860 \\ 16,764 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,778 \\ 19,686 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,918 \\ 2,922 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,3^{mm}$	18,0	2655 <sup>c</sup>	0,962
340	$Am Br$	920	19,2	$\begin{cases} 17,684 \\ 17,792 \end{cases}$	$\begin{cases} 20,577 \\ 20,680 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,893 \\ 2,888 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,7$	18,8	2645	0,968
341	$Na J$	920	18,1	$\begin{cases} 16,775 \\ 16,955 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,715 \\ 19,900 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,940 \\ 2,945 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,3$	18,0	2653	0,954
342	$K J$	950	18,1	$\begin{cases} 16,864 \\ 17,031 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,793 \\ 19,952 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,929 \\ 2,921 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,3$	18,0	2653	0,950
343	$Am J$	920	18,1	$\begin{cases} 16,860 \\ 16,968 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,779 \\ 19,882 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,919 \\ 2,914 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,3$	18,0	2653	0,963
344	$K^2 \theta + S \theta^3$	945	18,7	$\begin{cases} 16,957 \\ 17,022 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,858 \\ 19,929 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,901 \\ 2,907 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,0$	18,8	2642	0,940
345	$Zn \theta + S \theta^3$	940	18,7	$\begin{cases} 17,131 \\ 17,174 \end{cases}$	$\begin{cases} 20,026 \\ 20,062 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,895 \\ 2,888 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,0$	18,8	2642	0,947
346	$Fe \theta + S \theta^3$	955	18,7	$\begin{cases} 17,200 \\ 17,130 \end{cases}$	$\begin{cases} 20,096 \\ 20,030 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,896 \\ 2,900 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,0$	18,8	2642	0,951
347	$Cu \theta + S \theta^3$	957	18,7	$\begin{cases} 17,067 \\ 17,044 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,951 \\ 19,938 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,884 \\ 2,894 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 761,0$	18,8	2642	0,953
349	$Ba \theta + N^2 \theta^5$	960	18,0	$\begin{cases} 16,506 \\ 16,540 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,371 \\ 19,404 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,865 \\ 2,864 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 755,8$	18,0	2654	0,933
350	$Pb \theta + N^2 \theta^5$	980	18,2	$\begin{cases} 16,763 \\ 16,868 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,601 \\ 19,711 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,838 \\ 2,843 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 754,6$	18,0	2629	0,920
51	$Pb \theta + N^2 \theta^5$	980	18,1	$\begin{cases} 16,654 \\ 16,782 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,505 \\ 19,627 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,851 \\ 2,845 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 755,9$	18,1	2653	0,919
352	$Ba Cl^2$	950	18,2	$\begin{cases} 16,928 \\ 16,757 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,826 \\ 19,643 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,898 \\ 2,886 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 754,6$	18,0	2629	0,932
353	$Ca Cl^2$	927	18,0	$\begin{cases} 16,644 \\ 16,309 \end{cases}$	$\begin{cases} 19,552 \\ 19,204 \end{cases}$	$\begin{cases} 2,888 \\ 2,895 \end{cases}$	$\left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} 755,8$	18,0	2654	0,957

## C. Sammenstilling og Discussion af de vundne Resultater.

Af de ovenfor bestemte Tal for de vandige Opløsningers Varmefylde fremgaaer der ved en umiddelbar Betragtning kun, at Varmefylden ved stigende Fortyndingsgrad efter-

haanden nærmer sig til Eenheden. Men anderledes stiller Sagen sig, naar man beregner Productet af Varmefylden og Moleculetallet; thi man vil da ved første Øiekast kunne danne sig et Begreb om den Varmemængde, som Opløsningen fordrer, sammenlignet med den, som Opløsningens enkelte Bestanddele vilde fordrer.

De følgende Tabeller indeholde derfor i første Spalte det Antal Vandmoleculer, der tjener som Opløsningsmiddel for 1 Molecul af Stoffet; i anden Spalte Varmefylden; i tredje Opløsningens Molecul eller, mere correct, den Vægt, der svarer til Opløsningens chemiske Formel; den er angivet som Summen af Moleculetallene for det opløste Stof og for Opløsningsmidlet, fordi det derved bliver lettere at sammenligne den med Productet af disse Størrelser og Varmefylden, som findes anført i fjerde Spalte. Den femte Spalte indeholder det Antal Varmeenheder, hvormed det ovenomtalte Product overstiger den Varmemængde, som vilde udfordres til Opvarmningen af den Mængde Vand, der tjener som Opløsningsmiddel.

For samtlige Opløsninger har jeg ligeledes bestemt Vægtfylden, der findes opført i sjette Spalte; den syvende Spalte indeholder Qvotienten af Opløsningens Molecularvægt og Vægtfylden, eller med andre Ord Opløsningens Molecularvolumen; ottende Spalte viser, hvormeget dette Rumfang er større end Rumfanget af Vandet i Opløsningen.

Ved denne Sammenstilling kan man ogsaa undersøge Fortyndingsgradens Indflydelse paa den moleculære Varme og det moleculære Volumen og det gjensidige Forhold mellem disse.

<i>n</i>	Varmefylde.	Molecul.	Moleculær-Varme.	Differens.	Vægtfylde.	Moleculær-Volumen.	Differens.
<b>Svovlsyre, <math>S\theta^3 + nH^2\theta</math>.</b>							
5	0,545	80 + 90	92,7	+ 2,7	1,4722	115,5	+ 25,5
10	0,700	80 + 180	182,0	+ 2,0	1,2870	202,0	+ 22,0
20	0,821	80 + 360	361,2	+ 1,2	1,1593	379,6	+ 19,6
50	0,918	80 + 900	900	0	1,0692	916,6	+ 16,6
100	0,956	80 + 1800	1797	- 3	1,0355	1815,5	+ 15,5
200	0,977	80 + 3600	3595	- 5	1,0180	3615,4	+ 15,4
<b>Salpetersyre, <math>NO^3H + nH^2\theta</math>.</b>							
10	0,768	63 + 180	186,6	+ 6,6	1,1542	210,5	+ 30,5
20	0,819	63 + 360	359,1	0,9	1,0551	389,8	+ 29,8
50	0,930	63 + 900	896	- 4	1,0360	929,5	+ 29,5
100	0,963	63 + 1800	1794	- 6	1,0185	1829,2	+ 29,2
200	0,982	63 + 3600	3597	- 3	1,0094	3629,0	+ 29,0

$n$	Varmefylde.	Molecul.	Moleculær- Varme.	Differens.	Vægtfylde.	Moleculær- Volumen.	Differens.
-----	-------------	----------	----------------------	------------	------------	------------------------	------------

Chlorbrintesyre,  $HCl + n H^2O$ .

10	0,749	36,5 + 180	162,2	- 17,8	1,0832	199,9	+ 19,9
20	0,855	36,5 + 360	338,9	- 21,9	1,0456	379,2	+ 19,2
50	0,932	36,5 + 900	875	- 27	1,0193	918,8	+ 18,8
100	0,964	36,5 + 1800	1770	- 30	1,0100	1818,5	+ 18,5
200	0,979	36,5 + 3600	3561	- 39	1,0052	3617,7	+ 17,7

Viinsyre,  $C^4H^6O^6 + n H^2O$ .

10	0,745	150 + 180	246	+ 66	1,2409	265,9	+ 85,9
25	0,856	150 + 450	513	+ 63	1,1229	554,3	+ 84,3
50	0,911	150 + 900	957	+ 57	1,0677	983,4	+ 83,4
100	0,952	150 + 1800	1856	+ 56	1,0358	1882,5	+ 82,5
200	0,975	150 + 3600	3656	+ 56	1,0186	3681,3	+ 81,3

Natriumhydrat,  $NaOH + n H^2O$ .

$7\frac{1}{2}$	0,847	40 + 135	148,2	+ 13,2	1,2576	159,2	+ 4,2
15	0,878	40 + 270	272,2	+ 2,2	1,1450	270,7	+ 0,7
50	0,919	40 + 540	533	- 7	1,0782	537,9	- 2,1
50	0,942	40 + 900	885	- 15	1,0486	896,4	- 3,6
100	0,968	40 + 1800	1781	- 19	1,0246	1795,9	- 4,1
200	0,983	40 + 3600	3578	- 22	1,0124	3594,8	- 5,2

Kaliumhydrat,  $KOH + n H^2O$ .

30	0,876	56 + 540	522	- 18	1,0887	547,5	+ 7,5
50	0,916	56 + 900	876	- 24	1,0550	906,3	+ 6,4
100	0,954	56 + 1800	1770	- 30	1,0284	1804,9	+ 4,9
200	0,975	56 + 3600	3565	- 35	1,0144	3604,1	+ 4,1

Ammoniumhydrat,  $NH^4OH, n H^2O$ .

30	0,997	35 + 540	573	+ 33	0,9878	582,1	+ 42,1
50	0,999	35 + 900	934	+ 34	0,9927	941,9	+ 41,9
100	0,999	35 + 1800	1833	+ 33	0,9967	1841,2	+ 41,2

$n$	Varmefylde.	Molecul.	Moleculær- Varme.	Differens.	Vægtfylde.	Moleculær- Volumen.	Differens.
<b>Chlornatrium, <math>NaCl + nH^2O</math>.</b>							
10	0,791	58,5 + 180	188,5	+ 8,5	1,1872	200,9	+ 20,9
20	0,863	58,5 + 360	361,0	+ 1,0	1,1033	379,3	+ 19,3
50	0,895	58,5 + 450	556	- 4	1,0718	558,4	+ 18,4
50	0,931	58,5 + 900	892	- 8	1,0444	917,8	+ 17,8
100	0,962	58,5 + 1800	1788	- 12	1,0234	1816,1	+ 16,1
200	0,978	58,5 + 3600	3578	- 22	1,0118	3616,0	+ 16,0
<b>Chlorkalium, <math>KCl + nH^2O</math>.</b>							
15	0,761	74,6 + 270	262,4	- 7,6	1,1468	300,4	+ 30,4
50	0,850	74,6 + 540	522,4	- 17,4	1,0800	569,0	+ 29,0
50	0,904	74,6 + 900	881	- 19	1,0496	928,2	+ 28,2
100	0,948	74,6 + 1800	1775	- 25	1,0258	1827,3	+ 27,3
200	0,970	74,6 + 3600	3565	- 35	1,0136	3625,0	+ 25,0
<b>Chlorammonium, <math>NH^4Cl + nH^2O</math>.</b>							
7½	0,760	55,5 + 155	145,3	+ 8,3	1,0718	175,9	+ 40,9
10	0,778	55,5 + 180	181,6	+ 1,6	1,0664	219,0	+ 39,0
25	0,881	55,5 + 450	445,6	- 6,4	1,0314	488,2	+ 38,2
50	0,937	55,5 + 900	895	- 7	1,0167	937,8	+ 37,8
100	0,966	55,5 + 1800	1791	- 9	1,0086	1837,7	+ 37,7
200	0,982	55,5 + 3600	3588	- 12	1,0044	3637,6	+ 37,6
<b>Salpetersuurt Natron, <math>NaN\theta^3 + nH^2O</math>.</b>							
10	0,769	85 + 180	203,8	+ 23,8	1,2474	212,5	+ 32,5
25	0,863	85 + 450	461,7	+ 11,7	1,1137	480,4	+ 30,4
50	0,918	85 + 900	904	+ 4	1,0600	929,2	+ 29,2
100	0,950	85 + 1800	1791	- 9	1,0311	1828,2	+ 28,2
200	0,975	85 + 3600	3593	- 7	1,0160	3627,0	+ 27,0
<b>Salpetersuurt Kali, <math>KN\theta^3 + nH^2O</math>.</b>							
25	0,832	101 + 450	458,4	+ 8,4	1,1228	490,7	+ 40,7
50	0,901	101 + 900	902	+ 2	1,0651	459,8	+ 39,8
100	0,942	101 + 1800	1791	- 9	1,0336	1839,2	+ 39,2
200	0,966	101 + 3600	3575	- 25	1,0173	3638,3	+ 38,3



$n$	Varmefylde.	Molecul.	Moleculær- Varme.	Differens.	Vægtfylde.	Moleculær- Volumen.	Differens.
-----	-------------	----------	----------------------	------------	------------	------------------------	------------

Salpetersuur Ammoniak,  $NH^4.N\theta^3 + nH^2\theta$ .

5	0,697	80 + 90	118,7	+ 28,7	1,2046	141,1	+ 51,1
20	0,859	80 + 360	378,0	+ 18	1,0743	409,6	+ 49,6
50	0,929	80 + 900	910	+ 10	1,0331	948,6	+ 48,6
100	0,962	80 + 1800	1808	+ 8	1,0189	1846,8	+ 46,8

Kulsuurt Natron,  $Na^2\theta C\theta^2 + nH^2\theta$ .

50	0,896	106 + 900	901	+ 1	1,1131	903,8	+ 3,8
100	0,933	106 + 1800	1778	- 22	1,0593	1799,3	- 0,7
200	0,958	106 + 3600	3550	- 50	1,0306	3596,0	- 4,0

Svovlsuurt Natron,  $Na^2\theta S\theta^3 + nH^2\theta$ .

65	0,892	142 + 1170	1170	0	1,1010	1191,6	21,6
100	0,920	142 + 1800	1787	- 13	1,0675	1819,5	+ 19,2
200	0,955	142 + 3600	3574	- 26	1,0350	3615,4	+ 15,4

Svovlsuur Ammoniak,  $Am^2\theta S\theta^3 + nH^2\theta$ .

50	0,820	152 + 540	551	+ 11	1,1148	602,8	+ 62,8
50	0,871	152 + 900	899	- 1	1,0774	957,6	+ 57,6
100	0,924	152 + 1800	1785	- 15	1,0420	1854,1	+ 54,1
200	0,959	152 + 3600	3579	- 21	1,0214	3655,8	+ 55,8

Svovlsuur Magnesia,  $Mg\theta.S\theta^3 + nH^2\theta$ .

20	0,744	120 + 360	357	- 5	1,2864	375,1	+ 15,1
50	0,857	120 + 900	874	- 26	1,1253	906,4	+ 6,4
100	0,917	120 + 1800	1761	- 39	1,0649	1805,0	+ 5,0
200	0,952	120 + 3600	3541	- 59	1,0334	3599,8	- 0,2

Eddikesuurt Natron,  $Na\theta C^2H^3\theta + nH^2\theta$ .

20	0,884	82 + 360	391	+ 31	1,0993	402,1	+ 42,1
50	0,938	82 + 900	921	+ 21	1,0442	940,4	+ 40,4
100	0,965	82 + 1800	1817	+ 17	1,0230	1859,7	+ 39,7
200	0,983	82 + 3600	3620	+ 20	2,0120	3658,3	+ 38,3

<i>R</i>	Varmefylde.	Molecul.	Moleculær- Varme.	Differens.	Vægtfylde.	Moleculær- Volumen.	Differens.
$R + 200 H^2 \theta.$							
<i>K Br</i>	0,962	119 + 3600	3578	— 22	1,0236	3653	+ 53
<i>Am Br</i>	0,968	98 + 3600	3580	— 20	1,0154	3642	+ 42
<i>Na J</i>	0,954	150 + 3600	3578	— 22	1,0318	3634	+ 54
<i>K J</i>	0,950	166 + 3600	3578	— 22	1,0355	3644	+ 44
<i>Am J</i>	0,963	145 + 3600	3606	+ 6	1,0248	3654	+ 54
<i>Ba Cl<sup>2</sup></i>	0,932	208 + 3600	3549	— 51	1,0502	3626	+ 26
<i>Ca Cl<sup>2</sup></i>	0,957	111 + 3600	3551	— 49	1,0253	3619	+ 19
<i>K<sup>2</sup> O, S O<sup>3</sup></i>	0,940	174 + 3600	3548	— 42	1,0380	3636	+ 36
<i>Zn O, S O<sup>3</sup></i>	0,947	161 + 3600	3562	— 38	1,0455	3598	— 2
<i>Fe O, S O<sup>3</sup></i>	0,951	152 + 3600	3568	— 32	1,0413	3603	+ 3
<i>Cu O, S O<sup>3</sup></i>	0,953	159 + 3600	3583	— 17	1,0444	3599	— 1
<i>Ba O, N<sup>2</sup> O<sup>5</sup></i>	0,933	261 + 3600	3602	+ 2	1,0584	3648	+ 48
<i>Pb O, N<sup>2</sup> O<sup>5</sup></i>	0,919	351 + 3600	3613	+ 13	1,0771	3649	+ 49

Productet af Varmefylden og Moleculetallet, som findes i 4de Spalte, er betegnet som Vædskens moleculære Varme, d. e. den Varmemængde, som udfordres til at opvarme Moleculet een Grad. Tallene ere ogsaa et Udtryk for Vædskens caloriske Æquivalent eller den Vandmængde, som til sin Opvarmning fordrer den samme Mængde Varme som Opløsningens Molecul. Betragtede fra dette Standpunct vise Tallene flere interessante Forhold.

Man finder ved det første Blik paa de foreliggende Tabeller, at Vædskens caloriske Æquivalent i de fleste Tilfælde kun afviger lidet fra den i Vædskens indeholdte Vandmængde. Saaledes viser t. Ex. Svovlsyre med 5 Moleculer Vand et calorisk Æquivalent af 92,7, medens det i Opløsningen indeholdte Vand beløber sig til 90, og Moleculet selv veier 170; med andre Ord, en Opløsning af 80 Gram vandfri Svovlsyre i 90 Gram Vand fordrer til sin Opvarmning ikke mere Varme end 92,7 Gram Vand. Indeholder Syren 50 Moleculer Vand, er dens caloriske Æquivalent netop lig Vandmængden,  $50 \cdot 18 = 900$ . Fortyndes Syren endnu stærkere, da *indtræder det mærkelige Tilfælde, at Opløsningen har et lavere calorisk Æquivalent end det, der svarer til den indeholdte Vandmængde.*

Tallene i 5te Spalte, som udtrykke disse Differenser mellem Opløsningens caloriske Æquivalent og dens Vandmængde, ere sædvanligt i Begyndelsen positive, men ved stærkere Fortynding negative. I enkelte Tilfælde, som ved Chlorbrintesyre og Kaliumhydrat, ere Tallene strax fra Begyndelsen negative; saaledes fordrer t. Ex. Chlorbrintesyre med 10 Moleculer Vand en 10 Procent mindre Varmemængde til sin Opvarmning end det Vand, den

indeholder. I andre Tilfælde ere Differenserne gennemgaaende positive, men dog aftagende ved stærkere Fortynding. Dette Forhold fremtræder ved Stoffer, der indeholde et større Antal Brintatomer i Moleculet; det viser sig saaledes tydeligt i Tallene for Viinsyre, Ammoniumhydrat, salpetersuur Ammoniak og eddikesuurt Natron. Opløsningerne af disse Stoffer med 50 Moleculer Vand behøve til deres Opvarmning henholdsvis 57, 34, 10 og 21 Varmeenheder mere end den i Opløsningen indeholdte Vandmængde (900 Gram).

At en vandig Opløsnings Varmefylde staaer i nøie Forbindelse med dens Sammensætning, er utvivlsomt, og man kan let udvikle empiriske Formler, der med tilstrækkelig Nøiagtighed udtrykke en Opløsnings Varmefylde som Function af den indeholdte Vandmængde og det opløste Stofs Varmefylde. Men saadanne Formler have kun ringe Interesse; thi det viser sig ved en nærmere Betragtning af alle herhen hørende Forhold, at Varmefylden, Vægtfylden og Varmetoningen ved Opløsningens Dannelselse staae i nøie Forbindelse med hinanden og maatte fremgaae som fælles Resultater af Formlerne, naar disse nogenlunde skulde være et Udtryk for de virkelige Forhold. Det gjælder altsaa om at udlede Formlerne af en Hypothese, der omfatter de moleculære Forandringer, og kun da kan man vente at faae almeengyldige Resultater. Naar jeg har afsluttet mine Undersøgelser over Vandets Indvirkning paa de Stoffer, som det opløser, skal jeg komme tilbage hertil; jeg skal her kun ved nogle Exempler vise, hvor nøie den moleculære Varme er knyttet til det moleculære Volumen.

Af de Vægtfyldebestemmelser, jeg har foretaget, fremgaaer det i Overeenstemmelse med ældre Erfaringer, at *der indtræder en Contraction, naar en vandig Opløsning blandes med Vand*, eller med andre Ord: Rumfanget af den Vædske, der dannes, er mindre end Summen af Rumfangene af de to Vædsker, der sammenblandes. Ex. 270,7 Rumfang Natronopløsning af Sammensætningen  $Na OH + 15 H^2O$  giver ved Blanding med 15 Moleculer eller 270 Rumfang Vand ikke 540,7, men 537,9 Rumfang.

Af mine Undersøgelser over Varmefylden fremgaaer det, at *naar en vandig Opløsning blandes med Vand*, opstaaer en Vædske, hvis Moleculærvarme er mindre end Summen af Moleculærvarmen for de to Vædsker, der blandes sammen, eller med andre Ord: *Blandingen fordrer til sin Opvarmning en mindre Varmemængde end dens Bestanddele*. Den omtalte Natronopløsning t. Ex. behøver til sin Opvarmning 272,7 Varmeenheder; blandet med 270 Gram Vand behøver den ikke 542,7, men kun 533 Varmeenheder. Moleculærvolumen og Moleculærvarme ere altsaa for saadanne Blandinger stedse mindre end Summen af de tilsvarende Størrelser for deres Bestanddele; kun ved Ammoniumhydrat ere disse Differenser saa smaa, at de ikke kunne betragtes som afgjørende.

Ved Sammenblanding af Opløsninger af forskellige Stoffer, saasom Syrer og Alkalier, indtræder der en Forandring baade af Rumfanget og af den moleculære Varme; ogsaa her viser der sig en nøie Forbindelse mellem disse Phænomener. Af de ovenfor bestemte

Værdier af Moleculærvarme og Moleculærvolumen for Svovl-, Salpeter- og Chlorbrintesyre, Natrium-, Kalium- og Ammoniumhydrat og de 9 Salte, der dannes af disse Stoffer, fremgaaer det tydeligt, hvilken Forandring der indtræder. Vi ville først betragte *den moleculære Varme*:

$R =$	$Na$	$K$	$Am$
$R\theta H + 100 H^2\theta$	1781 <sup>c</sup>	1770 <sup>c</sup>	1853 <sup>c</sup>
$HCl + 100 H^2\theta$	1770	1770	1770
Sum	3551	3540	3603
$RCl + 201 H^2\theta$	3596	3583	3606
Differens	+ 45	+ 43	+ 3
$R\theta H + 100 H^2\theta$	1781	1770	1853
$NO^3H + 100 H^2\theta$	1794	1794	1794
Sum	3575	3564	3627
$RNO^3 + 201 H^2\theta$	3611	3593	3624
Differens	+ 36	+ 29	- 3
$2(R\theta H + 50 H^2\theta)$	1770	1752	1868
$SO^3 + 100 H^2\theta$	1797	1797	1797
Sum	3567	3549	3665
$R^2SO^4 + 201 H^2\theta$	3592	3566	3597
Differens	+ 25	+ 17	- 68

I Tabellen er Moleculærvarmen for Syreopløsningen og for Alkaliopløsningen adderede og sammenlignede med Moleculærvarmen for den ved Blandingen dannede Vædske. Det viser sig da, at *den Opløsning, der dannes ved Neutralisationen, fordrer en større Varmemængde til sin Opvarmning end Opløsningerne hver for sig, naar der dannes et Natrium- eller Kaliumsalt, derimod en mindre Varmemængde, naar der dannes et Ammoniumsalt.* Ved de svovlsure Salte er Forøgelsen af det caloriske Æquivalent ved Kalium- og Natriumsaltet og Formindskelsen ved Ammoniumsaltet meget tydelig. Ved Chlorammonium og salpetersuur Ammoniak ere Tallene saa smaa, kun omtrent  $\frac{1}{2}$  Promille af Summen, at disse Størrelsens negative Charakter ikke kan betragtes som absolut beviist; men da disse Differenser ogsaa ved andre Fortyndingsgrader vise sig negative, kan man vel antage, at de i Virkeligheden ere negative ligesom for det tilsvarende svovlsure Salt.

Vi skulle nu sammenligne det *moleculære Volumen* for de samme Opløsninger.

$R =$	$Na$	$K$	$Am$
$R\theta H + 100 H^2\theta$	1796 <sup>c</sup>	1805 <sup>c</sup>	1841 <sup>c</sup>
$HCl + 100 H^2\theta$	1818	1818	1818
Sum	3614	3623	3659
$RCl + 201 H^2\theta$	3654	3643	3656
Differens	+ 20	+ 20	- 3
$R\theta H + 100 H^2\theta$	1796	1805	1841
$NO^3H + 100 H^2\theta$	1829	1829	1829
Sum	3625	3634	3670
$RNO^3 + 201 H^2\theta$	3645	3656	3664
Differens	+ 20	+ 22	- 6
$2(R\theta H + 50 H^2\theta)$	1793	1813	1884
$SO^3 + 100 H^2\theta$	1815	1815	1815
Sum	3608	3628	3699
$R^2SO^4 + 201 H^2\theta$	3633	3654	3672
Differens	+ 25	+ 26	- 27

Det fremgaaer af disse Tal, at der *ved Neutralisation af Kali og Natron skeer en Udvidelse, ved Neutralisation af Ammoniak derimod en Sammentrækning*; der kan her ikke være nogen Tvivl om Sammentrækningen, selv ved Neutralisation med Chlorbrintesyre og Salpetersyre; thi det *moleculære Volumen* kan bestemmes med betydeligt større Nøiagtighed end den *moleculære Varme*.

Overeensstemmelsen mellem de to Tabeller er saare overraskende og viser tydeligt, at der hersker en meget *noie Forbindelse mellem de vandige Opløsningers Varmefylde og deres Vægtfylde*. —

De af *Schüller* fundne Størrelser for Varmefylden af vandige Opløsninger kunne egenligt ikke ligefrem sammenlignes med mine, da de førstnævnte Tal udtrykke *Middelværdien* af Varmefylden for Varmegrader mellem temmelig vide Grændser, medens mine Tal give Varmefylden indenfor meget snævre Grændser, der kun afvige 3 Grader fra hinanden. Der findes dog saadanne Differenser, der ikke udelukkende kunne tilskrives denne Aarsag, men tildeels maae hidrøre fra selve Methoden. En Sammenligning mellem de fundne

Varmefylder for Opløsninger af Chlorforbindelserne af Natrium, Kalium og Ammonium viser Følgende:

Formel.	$n$	Schüller.	Thomsen.	Differens.
$NaCl + n H^2O$	10	0,779	0,791	— 0,012
	20	0,853	0,863	— 0,010
	30	0,885	0,895	— 0,010
	50	0,918	0,931	— 0,015
$KCl + n H^2O$	15	0,770	0,761	+ 0,009
	30	0,870	0,850	+ 0,020
	50	0,911	0,904	+ 0,007
	100	0,955	0,948	+ 0,007
$NH^4Cl + n H^2O$	$7\frac{1}{2}$	0,754	0,760	— 0,006
	10	0,796	0,778	+ 0,018
	25	0,895	0,881	+ 0,014
	50	0,944	0,937	+ 0,007

Som man seer, ere Afvigelserne snart positive, snart negative og beløbe sig i Gjennemsnit til 1 Procent, undertiden endog til 2 Procent. En saadan Afvigelse kan ganske vist synes ubetydelig, men betænker man, at den største Afvigelse mellem de her bestemte Varmefylder og Eenheden (Vandets Varmefylde) kun naaer 0,240, vil man indrømme, at en Differens af en Eenhed i anden Decimal er en temmelig betydelig Størrelse. At Schüllers Methode ikke egner sig meget til at give absolute Værdier, fremgaaer allerede deraf, at Forskjellen mellem Maximums- og Minimumsværdierne i hver enkelt Forsøgsrække er temmelig stor; for Chlornatrium 0,018—0,012—0,012—0,024—0,013—0,019—0,010; for Chlorkalium 0,010—0,013—0,008—0,014—0,017—0,008—0,003—0,004; for Chlorammonium 0,008—0,0017—0,005—0,004. Nu har Schüller rigtignok anstillet en større Mængde Forsøg med hver Opløsning, hvorved Middeltallet kommer Sandheden nærmere; men jeg troer dog, at Experimentators Flid og Nøiagtighed ikke kan opveie de ovenomtalte Kilder til Feil, som ligge i selve Methoden.

Schüller sammenligner de fundne Varmefylder med den beregnede Middelværdi; for Chlornatriumopløsning antager han Forholdet imellem disse Størrelser at være constant, uagtet de af Forsøgene fundne Værdier afvige 0,0131 fra hinanden, og giver da til Beregningen af Chlornatriumopløsningens Varmefylde Formlen:

$$Cp = 0,9624 \frac{100 + p \cdot 0,214}{100 + p},$$

hvor  $p$  betyder den i 100 Dele Vand opløste Saltmængde og  $Cp$  Opløsningens Varmefylde.

At Forholdet mellem den sande Varmefylde og Middelvarmfylden ikke kan sættes constant = 0,9624, fremgaaer allerede deraf, at i saa Tilfælde ingen Chlornatrjumopløsning kunde have en Varmefylde større end 0,9624. Men da Varmefylden for stærkt fortyndede Opløsninger nærmer sig til Vandets og, for  $p = 0$ , maa være = 1, er Formlen ikke noget Udtryk for Varmefylden af svage Saltopløsninger. Varmefylden 0,962 svarer efter mine Undersøgelser til Opløsningen  $NaCl + 100 H^2 O$ , medens  $NaCl + 200 H^2 O$  har en Varmefylde af 0,978; men dette Tal kan ikke findes af Schüllers Formel.

---





