

Mødet den 22^{de} Marts.

Hr. Docent *Thomsen* holdt følgende Foredrag:

»*Om de chemiske Processers almindelige Charakter og en paa denne bygget Affinitetslære.*«

Iblandt de chemiske Processer have ligefra Chemiens Barn-
dom indtil vore Dage Forbrændingsphænomenerne særligt til-
trukket sig ikke alene Chemikernes, men ogsaa den større
Mængdes Opmærksomhed. Den Livlighed, med hvilken disse
Phænomener udvikle sig, den hemmelighedsfulde Forsvinden af
mangt et brændende Stof, den stærke Udvikling af Varme og
Lys og Flammens ødelæggende Virkning, Alt dette maatte
i langt høiere Grad fængsle Opmærksomheden, end Jernets
Rusten og Stenens Hensmuldren, der vel ere fremtrædende
nok til ikke at kunne undgaae den udholdende Iagttagelse,
men dog skride for langsomt frem til at fængsle Mængdens
flygtige Blik.

Faa ere de brændbare Stoffer, som Naturen byder; de ind-
skrænke sig i Hovedsagen til Svovl, Kul, Plantestoffer og de
mineralske Olier og Harpixer; men Chemikerne lærte efter-
haanden at fremstille mange Stoffer, som kunne brænde med
større eller mindre Lethed. Overensstemmelsen imellem for-
skjellige Stoffers Forbrændingsphænomener ledede til Opstillingen
af Theorier, der vel i Begyndelsen vare af en reen philosophisk
Natur, uden tilstrækkeligt experimentalt Grundlag, men dog alle-
rede fra Aaret 1772, da Lavoisier udtalte den Sætning: *For-
brænding er Iltning*, førtes ind paa den rette Vei. Det brændende
Svovl og det glødende Kul forene sig med Ilt af Luften og
danne derved Forbindelser, Svovlsyring og Kulsyre, der som
Luftarter blande sig med den atmosfæriske Luft. Svovlet og Kullet
forsvinde tilsyneladende; men Forbrændingsprodukterne findes

i Luften, hvor de let kunne opdages. Det brændende Jern forsvinder derimod ikke; thi dets Forbrændingsprodukt er et fast Legeme, Jernilte (Hammerskjæl).

Det viste sig imidlertid snart, at Begrebet Forbrænding maatte udvides, forsaavidt som det skulde indbefatte alle Forbrændingsphænomener. Det er bekjendt, at Jern og Kobber forbrænde med Livlighed i Svovldamp og i Chlorluft, og at Forbrændingsproduktet ikke er et Ilte, men en Forbindelse af Metallet med Svovl eller Chlor. Ogsaa Syrers Forening med Metalilte ledsages ofte af en saa stærk Varmeudvikling, at Stoffet bliver glødende, saa at Processen fuldkomment har Forbrændingens Natur; Bariumilte gløder, naar det overgydes med koncentreret Svovlsyre, og Blyoverilte, naar det indsluger Svovlsyrling. Det viste sig endvidere, at ligesom Brint kan forbrænde i Ilt og Chlor, saaledes kunne omvendt disse tvende Luftarter brænde med Flamme i en Atmosfære af Brint. Grændsen mellem brændbare og ildnærende Stoffer maatte saaledes hæves, og Begrebet Forbrænding maatte udvides til at omfatte *alle Foreninger af ueensartede Stoffer, naar de foregaae under Lys- og Varmeudvikling.*

Men ogsaa denne Betragtningssmaaede viste sig snart for indskrænket. Mange sammensatte chemiske Processer fremtræde med Forbrændingsphænomenernes eiendommelige Særkjende, Varme og Lysudvikling. Svagt opvarmet Kobberveilte, som bringes i en Atmosfære af Brint, kommer i en fuldstændig Glødning og danner Kobber og Vand; Chlorluft adskiller Ammoniakvand under Forbrændingsphænomener i Chlorammonium og Qvælstof, idet hver Boble Chlor er indhyllet i en grønlig Flamme, der kun ikke er synlig i det stærke Dagslys; ja endog selvstændige Adskillelser af bestaaende Forbindelser kunne foregaae under stærk Lys- og Varmeudvikling, hvilket f. Ex. indtræder med Chlorqvælstof, Knaldmetaller, oxalsuurt Sølvilte, Chlorilte, salpetersuur Ammoniak, chlorsuurt Kali og mange flere. Glødningsphænomenet ved det chlorsure Kalis Adskillelse

fremtræder meget let, naar man blander det smeltede og dernæst fiinpulveriserede Salt med noget Jerntveilte; ved en svag Opvarmning vil da Massen pludseligt gløde, idet den udstøder sin hele Iltmængde, og dette Salts Adskillelse frembyder saaledes et Forbrændingsphænomen, der saa langtfra er en Iltning, at det netop er det modsatte; thi Saltets hele Iltmængde (40 pCt.) bliver udviklet i fri Tilstand.

Endnu fjernere føres man fra den oprindelige Anskuelse om Forbrændingens Natur, naar man tager Hensyn til de Glødningsphænomener, som et Stof kan frembyde, uden at det forandrer sin Sammensætning. Ved de hidtil betragtede Processer have stedse ueensartede Stoffer fremkaldt Phænomenet derved, at enten disse direkte træde i Forbindelse, eller at en forud bestaaende Forbindelse bliver adskilt, eller at en Forening og en Adskillelse samtidigt foregaae. Men ved den Klasse af Phænomener, som vi nu skulle henvende vor Opmærksomhed paa, have vi kun eet Stof tilstede. Chromilte, Jerntveilte, phosphorsuur Magnesia, Aragonit frembyde Exempler paa saadanne Virkninger; thi naar de opvarmes til et bestemt Punkt, undergaae de, uden at forandre deres Vægt, en indre Forandring, der stedse giver sig tilkjende ved en Varmeudvikling, som undertiden stiger til en livlig Glødning. Disse Phænomener kaldes *isomere* Forbrændinger. De gjenfindes i alle Grupper af kemiske Forbindelser, ja endog ved selve Grundstofferne; saaledes vil det amorphe Selen, naar det opvarmes til 125° , pludseligt antage den krystallinske Tilstand under en stærk Varmeudvikling, der bringer Varmegraden til at stige 70 Grader. Lignende Forhold findes ved en stor Deel af vore Grundstoffer, som kunne fremtræde med høist forskjellige fysiske og kemiske Egenskaber, saasom Ilt, Chlor, Svovl, Kul, Bor, Silicium, Phosphor o. s. v.

Det fremgaaer saaledes, at Forbrændingsphænomenerne omfatte kemiske Processer af enhver Art, og man kunde saaledes være tilbøielig til at antage, *at enhver kemisk Proces, betragtet i sin Heelhed, vil fremstille sig som et Forbrændingsphænomen,*

naar man kun vilde tage Hensyn til, om den ledsages af en Varmeudvikling og ikke til den tilfældige Omstændighed, om denne netop er saa stærk, at Legemet kan blive glødende. Vel er det sandt, at der ved enkelte Processer kan finde en Afkjøling Sted, f. Ex. naar et Salt opløses i en Vædske, eller naar der foregaaer en Luftudvikling; men Aarsagen til denne Varmebinding maa søges i en Forandring af Legemets Tilstandsform, i en Overgang fra den faste til den flydende, eller fra denne til den luftformige Tilstand, der maa betragtes som et Forhold, der er den chemiske Proces uvedkommende. Men udenfor disse Forhold er det mig ikke bekjendt, at nogen af de mangfoldige chemiske Processer, som hidtil have været undersøgte af mig eller af andre Experimentatorer, frembyder et Exempel paa en Proces, der betragtet i sin Heelhed og i sin Reenhed ikke skulde være ledsaget af en større eller mindre Varmeudvikling.

De chemiske Processer have saaledes een fælles Egenskab, en almindelig Charakter, nemlig den, at enhver chemisk Proces, naar den betragtes i sin Heelhed og i sin Reenhed, ledsages af en Varmeudvikling. Forbrændingsphænomenet er altsaa Grundtypus for de chemiske Processer, hvor forskjellige de iøvrigt kunne være.

Det var disse Betragtninger, som for 10 Aar siden ledede mig til at opstille en Theorie for de chemiske Processer, som mine senere Arbeider have ydet en væsentlig Støtte, og som nu tæller ikke faa Tilhængere blandt Udlandets Chemikere og Physikere, saameget mere som den opstillede Theorie er i fuldkommen Samklang med Mechanikens Grundsætninger og tillader idetmindste indtil en vis Grad en Anvendelse af den mathematiske Methode paa de chemiske Processer.

Idet jeg betragter den Varmeudvikling, som fremtræder ved en chemisk Forbindelses Dannelse som et Maal for Affiniteten, som et Maal for det Arbeide, der udfordres til at adskille den dannede Forbindelse i dens Bestanddele, bliver det muligt at

udvikle almindelige Love for de chemiske Processer, og at ombytte den ældre, paa et usikkert Grundlag hvilende Affinitetslære med en ny, bygget paa Talstørrelsernes sikre Basis.

Idet jeg med Hensyn til en detailleret Undersøgelse og Udvikling af de Slutninger, som kunne drages af den opstillede Grundsætning, maa henvise til mine tidligere Afhandlinger over denne Gjenstand**), skal jeg i Korthed anføre endeel af de *almindelige* Resultater, som jeg hidtil har udledet af den opstillede Grundtanke:

1. *To eller flere Stoffer kunne kun da direkte træde i Forbindelse, naar deres Forening vil være ledsaget af en Varm udvikling*).*
2. *Naar en Forbindelses Adskillelse er ledsaget af en Varm udvikling, kunne dens Bestanddele ikke direkte danne den samme Forbindelse.*
3. *Den samme chemiske Proces udvikler stedse en ligestor Varmemængde.*
4. *Varm udviklingen, som ledsager en chemisk Forbindelses Dannelse eller Adskillelse, er den samme, hvad enten Forbindelsen eller Adskillelsen skeer direkte eller gradviis.*
5. *Ved Adskillelse af en Forbindelse i dens Bestanddele forbruges en ligesaa stor Varmemængde, som der udvikles ved Forbindelsens Dannelse af de samme Bestanddele.*
6. *Sammensatte chemiske Processer ere kun da mulige, naar Summen af den til de enkelte Led af Processen svarende Udvikling eller Binding af Varme er positiv, saa at altsaa den samlede Proces foregaaer under Udvikling af Varme.*
7. *Den udviklede Varmemængde er i Reglen et Minimum. Naar nemlig to eller flere Processer ere mulige, fremtræder*

*) Da en Varmemængde kan omdannes til en tilsvarende Arbeidsmængde, svarer en Udvikling af Varme altsaa til en Udvikling af en Arbeidsmængde.

**) Selskabets Skrifter 5te Række, 3die Bind. Pogg. Ann. LXXXVIII, XC, XCI og XCII.

*i Reglen først den eller de, der give den ringeste Varmeu-
udvikling.*

8. *Forbindelser af Stoffer, til hvis Forening der udfordres en Arbeidsmængde (ved hvis Forening der bindes Varme) kunne paa en chemisk Maade kun dannes ad Omveie.*

Jeg skal anføre nogle Exempler, der nærmere belyse disse Hovedsætninger. Der gives mange Stoffer, som ikke direkte kunne bringes til at indgaae Forbindelser, f. Ex. Qvælstof med Ilt, Svovl, Kulstof, Chlor, Brom og Jod, eller Chlor med Ilt, Jod med Brint o. s. v. Det viser sig nu ved en Undersøgelse af saadanne Forbindelsers thermiske Forhold, at en Adskillelse af Forbindelsen ledsages af en Varmeu-udvikling, der ofte endda er saa stærk og pludselig, at der fremtræder en Explosion. Saadanne Forbindelsers Dannelse vilde selvfølgelig være ledsaget af en Varmebinding, og de kunne derfor ikke direkte foregaae. Ligesom tvende Legemer, der ere ladede med eensartet Elektricitet, eller tvende eensartede Magnetpoler ikke kunne bringes i Berøring, uden at de tvinges dertil ved et anvendt Arbeide, og ligesom de, efterat være komne i Berøring, ville fjerne sig fra hinanden, saasnart det ydre Tryk ophører, og derved udvikle en Arbeidsmængde lig den, som var nødvendig for at iværksætte deres Tilnærmelse, saaledes gaaer det ogsaa med chemisk forskjellige Stoffer, der ikke udøve nogen gjensidig Tiltrækning.

Omendog forskjellige Stoffer udøve en stærk gjensidig Tiltrækning, behøves ofte en Arbeidsmængde for at bevirke deres Forening. En Blanding af Chlor og Brint er ingen Forbindelse af disse Stoffer; Foreningen fremtræder først, naar den paa en eller anden Maade indledes, f. Ex. ved en glødende Spaand, ved en Solstraale eller derved, at en Strimmel Metal bringes i Blandingen. De to Stoffer befinde sig nemlig i en ustadig Ligevægtstilstand; først naar denne forstyrres, træde de i Forening. Ligesom Stenen, der hviler paa en Bakke, ikke ruller ned ad denne for at nærme sig Jorden, af hvilken den tiltrækkes, førend

Stenen bringes ud af sin Ligevægtsstilling og begynder sin rullende eller glidende Bevægelse, saaledes gaar det ogsaa med de chemiske Stoffer.

Ligesom der stedse udvikles den samme Arbeidsmængde, naar et Legeme falder igjennem den samme lodrette Høide, uafhængigt af den Vei, som Legemet iøvrigt maatte gennemløbe, og Tiden, som dertil udfordres, saaledes gaar det ogsaa med den ved de chemiske Foreninger fremtrædende Arbeidsmængde; den er uafhængig af Tiden, som medgaaer til Forbindelsens Dannelse, og af den Maade, paa hvilken denne bringes tilveie. Om en Forbindelse imellem to Stoffer skeer direkte, eller om der først dannes mellemliggende Forbindelser, er uden Indflydelse paa Slutningsresultatet.

Chemisk forskjellige Stoffer, som komme i Berøring med hinanden, ere altsaa i en ustadig Ligevægtstilstand; den chemiske Proces indtræder, saasnart denne forstyrres. Men ikke altid er Resultatet den inderligste Forening; de kunde indtræde i en anden ustadig Ligevægtstilstand, som de først forlade, naar en ny Impuls indleder deres inderligere Forening. Dette Forhold fremkalder de Phænomener, som kaldes Isomeri; manges en chemisk Forbindelse vil ved en eller anden ydre Indvirkning, f. Ex. ved en Opvarmning, omdannes til en inderligere Forbindelse, og denne Omdannelse ledsages da af en Varmeudvikling, der ofte bringer Legemet til at gløde. Stenen, som ruller ned ad Bjerget, frembyder et lignende Forhold; Jordens Tiltrækning vilde først skee fuldkommen Fyldest, naar Stenen faldt paa Havets Bund; men de Hindringer, som fremtræde, bringe Stenen i midlertidig Hvile paa mangt et Sted, som den først ved en ny Impuls kan forlade.

De nys omtalte Forhold fremtræde endnu tydeligere ved sammensatte chemiske Dekompositioner, ved hvilke Forbindelser samtidigt adskilles og dannes. Adskillelsen af en Forbindelse ved et andet Stof kan ifølge det Udviklede kun da foregaae, naar de nye Forbindelser ved deres Dannelse frigjøre en større

Arbeidsmængde, end der udfordres til Adskillelse af de alt bestaaende Forbindelser. Chlor adskiller Kaliumilte i Chlorkalium og Ilt, idet Chlor ved sin Forening med Kalium frembringer en større Arbeidsmængde, end der udfordres til Adskillelse af en æquivalent Mængde Kaliumilte. Som Chlorkalium og Ilt ere de tre Stoffer indtraadte i en stadig Ligevægtstilstand, de stærkeste Affiniteter ere tilfredsstillende. Men ikkedestomindre fremtræde disse to Produkter som oftest først som Slutningsresultat, efter at de tre Stoffer uden at forandre deres Mængdeforhold, have passeret flere mellemliggende Forbindelsestrin, der alle ere at betragte som ustadige Ligevægtstilstande, nemlig:

Chlor og Kaliumilte

Chlorkalium og chlorundersyrligt Kali

Chlorkalium og chlorsuurt Kali

Chlorkalium, chloroversuurt Kali og Ilt

Chlorkalium og Ilt.

Mængden af de tre Stoffer er i alle disse Tilfælde den samme, det er kun Forbindelsesmaaden, som er forskjellig, og som navnlig bestemmes af Varmegraden; enhver Forandring ledsages af en Udvikling af Varme, indtil Stofferne omsider som Chlorkalium og Ilt ere i stadig Ligevægt. Af deslige Forhold lade sig mange anføre, og jeg skal kun tilføie een saadan Række, som har en særlig Interesse derved, at jeg har fundet dens Led ad Beregningens Vei, forinden jeg efterviste dem ved Forsøg. Det er bekjendt, at Bly og vandbunden Svovlsyre dekomponeres til svovlsuurt Blyilte og Svovlsyrning; men denne Dekompositionsform er kun den sidste Ligevægtstilstand; de forskjellige mellemliggende Processer, som fremtræde efterhaanden som Syrens Vandmængde aftager og Varmegraden stiger, ere følgende:

Svovlsyre, Bly og Vand

Svovlsuurt Blyilte og Brint

Svovlsuurt Blyilte og Svovlbrint

Svovlsuurt Blyilte og Svovl

Svovlsuurt Blyilte og Svovlsyrning.

Varmeudviklingen, som svarer til Processen, bliver desto større, jo nærmere vi komme til Slutningsprocessen, Dannelsen af Svovlsyrning.

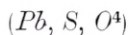
Ligesom Gnidningsmodstanden spiller en overmaade væsentlig Rolle ved Bevægelsesphænomenerne paa Jorden, saaledes er det ogsaa Tilfældet med den Modstand, som hindrer Stofferne i umiddelbart at indgaae de faste Forbindelser, som maatte følge af deres gjensidige Tiltrækninger. Thi netop ved denne Modstands Tilstedeværelse lykkes det at danne mange Forbindelser, som ellers vilde blive umulige, ligesom man ved Gnidningsmodstandens Hjælp kan bringe et Legeme i mangel en Stilling, som uden den vilde være en Umulighed. Dette gjælder navnlig alle Forbindelser imellem Stoffer, som ingen gjensidig Tiltrækning udøve. Erfaringen har lært os, at saadanne Forbindelser ikke kunne dannes direkte, men kun ad Omveie. Chlor forbinder sig ikke ligefremt med Ilt; men lede vi Chlor til Kaliumilte, da træder Chlor samtidigt i Forbindelse med Kalium og Ilt. Den Arbeidsmængde, som følger af Chlorets Forening med Kalium, bliver ikke frigjort i sin Heelhed; thi en Deel af den anvendes til at bringe Chlor i Forbindelse med Ilt. Ligesaa er Forholdet, naar Chlor indvirker paa en Opløsning af Salmiak, som er en Forbindelse af Chlorbrint og Qvælstofbrint; Chloret vil adskille Qvælstofbrinten og forene sig med begge Bestanddele; endeel af den Kraftmængde, som udvikles ved dets Forening med Brint, bliver da anvendt til at tvinge Qvælstof i Forening med Chlor til en Forbindelse i en saa ustadig Ligevægtstilstand, at en ringe ydre Indvirkning kan indlede dens Adskillelse, som ledsages af en Explosion, ved hvilken den laante Arbeidsmængde fremtræder i Form af Varme.

I Slutningen af denne lille Afhandling findes en *Oversigt over Affinitetens Størrelse* i en stor Deel chemiske Forbindelser,

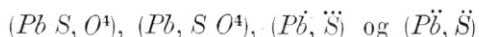
saaledes som den fremgaaer af de talrige Undersøgelser, som ere anstillede deels af mig selv og deels af andre Experimentatorer over den Varmedvikling, som ledsager de chemiske Processer. Størrelserne ere udtrykte i Varmeenheder og angive, hvormange Vægteenheder Vand der kunne opvarmes 1 Grad Celsius ved den Varmemængde, som frigjøres ved Dannelsen af eet Æquivalent af Forbindelsen, naar Iltens Æquivalent sættes lig een Vægteenhed, og Iltens Tal altsaa er Eenhed for Æquivalenttallene. Varmedviklingen ved Dannelsen af 1 Æquivalent Vand er ifølge Tabellerne 4300° ; det vil sige, ved Forening af 1 $\bar{\mu}$ Ilt (1 Æquivalent Ilt) og 0,125 $\bar{\mu}$ Brint (1 Æquivalent Brint) udvikles en Varmemængde, som er tilstrækkelig til at opvarme 4300 $\bar{\mu}$ (4300 Vægteenheder) Vand 1 Grad Celsius. Paa Grund af de store Vanskeligheder, som saadanne Bestemmelser frembyde, have Resultaterne endnu ikke opnaaet den Grad af Nøjagtighed, som kunde være ønskelig, idet Iagttagelsesfeilene i Reglen ikke udgjøre under en Procent af Resultatet. Da nu de Tal, som udtrykke Varmedviklingen i Reglen indeholde 4 Chiffre, hvis nøjagtige Bestemmelse altsaa vilde fordre en 10 Gange større Nøjagtighed end den, der hidtil er opnaaet, har jeg foretrukket at udelade de beviisligt usikre Chiffre og i deres Sted at sætte et lille o. Det vil nemlig kun nytte lidet at indføre Talstørrelserne saaledes, som Forsøget har givet dem, eller som Middeltal af flere Experimentatorers Resultater, naar disse ikke stemme tilstrækkeligt indbyrdes, ligesom det ogsaa i Reglen er en illusorisk Nøjagtighed, som opnaaes ved at angive Æquivalenttallene med flere Decimaler, naar de hele Tal ikke kunne hævde deres Plads. I det foreliggende Tilfælde vil det derfor være rettest at holde sig til, hvad der vides med nogenlunde Sikkerhed, og at overlade Tiden at udfylde de tomme Pladser.

Da jeg begyndte mine Arbejder i thermochemisk Retning, indsaae jeg strax, at det var nødvendigt at have en exakt Betegnelsesmaade for de chemiske Processer, betragtede fra det nye Standpunkt; thi uden en saadan vilde deels Resultaterne af For-

søgene ofte blive misforstaaede, dels den nødvendige matematiske Undersøgelse blive meget besværet. Det *Tegnsprog*, hvis Grundtræk jeg udviklede paa Naturforsker mødet i Stokholm i Aaret 1851, og som senere har været gjengivet i sin Detail i Selskabets Skrifter og i flere udenlandske Tidsskrifter, har nu vundet Borgerret i Videnskabens Tjeneste og endog fundet Vei til enkelte Lærebøger i Udlandet. Idet jeg med Hensyn til dets Detail maa henvise til de nævnte Steder, skal jeg kun anføre, hvad der er nødvendigt for Forstaaelsen af de følgende Tabeller. De thermochemiske Formler knytte sig umiddelbart til de almindelige chemiske Formler, kun at disse betegne Forbindelsen, hine derimod den Maade, paa hvilken Forbindelsen tænkes dannet. Imedens f. Ex. $Pb\ S\ O^4$ er den chemiske Formel for svovlsuurt Blylte, betegner



Varmeudviklingen ved denne Forbindelses Dannelse af Bly, Svovl og Ilt, imedens



betegne Varmeudviklingen ved det svovlsure Blylites Dannelse ved Iltning af Svovlbly, ved Forening af Bly med det hypothetiske Radikal $S\ O^4$, ved Forening af Blyforilte med vandfri Svovlsyre og ved Forening af Byoverilte og Svovlsyrling. Det indskudte Komma adskiller altsaa de Bestanddele, af hvilke Forbindelsen tænkes dannet, og Parantesen forener alle Bestanddelene til et Hele.

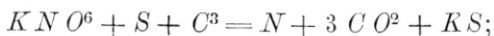
Varmeudviklingen, som fremtræder ved Opløsning af et Stof i Vand, betegnes paa samme Maade, idet den ubestemte Vandmængde betegnes ved Aq , og tænkes saa stor, at en yderligere Forøgelse af Vandmængden ikke vilde frembringe nogen maalelig thermisk Virkning. Medens altsaa (S, O^3) betegner Varmeudviklingen ved Dannelse af vandfri Svovlsyre af Svovl og Ilt, betegner (\ddot{S}, \ddot{H}) Varmeudviklingen ved Forening af vandfri Svovlsyre mod 1 Æquivalent Vand, og $(\ddot{S}\ddot{H}, Aq)$ Varmeudviklingen ved Blanding af Svovlsyrehydratet med en stor Mængde Vand.

I Analogi hermed betegner (HCl, Aq) den Varmeudvikling, som ledsager Indsugning af luftformig Chlorbrint af Vand, og (NH^4Cl, Aq) den Varmeudvikling (Afkjøling), som fremtræder ved Opløsning af Salmiak i Vand.

Foruden den Oversigt, som de medfølgende Affinitetstavler give over Affinitetens Størrelse, tilstede de flere Anvendelser, der ikke ere af ringe Betydning.

1) *kunne Affinitetstavlerne benyttes til Beregning af den Arbeidsmængde, som en chemisk Proces formaaer at frembringe.*

Som et Exempel skal jeg anføre Krudtet, der som bekjendt er en Blanding af Salpeter, Kul og Svovl. Ved sin Forbrænding giver Krudtet i Hovedsagen Svovlkalium, Kulsyre, Kulilte og Qvælstof. De sidstnævnte tre Produkter ere luftformige og frembringe ved den Spænding, som de modtage ved den stedfindende Varmeudvikling, det store Tryk, med hvilket Krudtet virker. Vil man danne sig et Begreb angaaende det Arbejde, som en given Mængde Krudt vil kunne udrette, behøver man kun at benytte de Størrelser, som Tabellerne indeholde. For Kulsyre-Krudtet er den chemiske Dekomposition i sin Oprindelig-
lighed fremstillet ved



der dannes altsaa 3 Æquivalenter Kulsyre og 1 Æquivalent Svovlkalium, idet der adskilles 1 Æquivalent Salpeter. Varmeudviklingen er altsaa

$$v = 3 (C, O^2) + (K, S) - (K, N, O^6)$$

$$12000 = 18000 + 6400 - 12400.$$

1 Æquivalent Kulsyre-Krudt, som veier 16,9, giver altsaa ved Forbrænding en Varmemængde af 12000 Varmeenheder, eller 1 Vægtdeel Krudt frembringer 710 Varmeenheder.

For Kulilte-Krudtet er den chemiske Proces



og Varmeudviklingen bliver altsaa

$$v = 6 (C, O) + (K, S) - (K, N, O^6)$$

$$4620 = 10620 + 6400 - 12400.$$

Æquivalentet veier 18,1, altsaa giver 1 Vægtdeel Kulilte-Krudt kun 256 Varmeenheder.

For en Blanding af chlorsuurt Kali og Kul vilde man derimod have, idet

$$K Cl O^6 + 3 C = 3 C O^2 + K Cl$$

$$v = 3 (C, O^2) + (K, Cl) - (K, Cl, O^6)$$

$$19300 = 18000 + 12900 - 11600.$$

Da Æquivalentet af dette Krudt veier 17,55, giver altsaa en Vægteenhed en Varmeudvikling af 1100 Varmeenheder, omtrent 1½ Gange saameget som Kulsyre-Krudt og 4 Gange saameget som Kulilte-Krudt. At man i Praxis ikke opnaar den fulde Virkning, hidrører navnlig fra Forbrændingens Ufuldstændighed.

Et andet Exempel frembyde de galvaniske Apparater; deres udviklede Arbeidsmængde har sin Kilde i den chemiske Virksomhed. I det Daniellske Apparat er den chemiske Proces en Dannelse af svovlsuurt Zinkilte og en Adskillelse af svovlsuurt Kobberilte, og den dertil svarende Varmeudvikling er

$$v = (Zn, O, \ddot{S}Aq) - (Cu, O, \ddot{S}Aq)$$

$$3200 = 6660 - 3460$$

Naar man nu vil anvende et saadant galvanisk Apparat til at dekomponere en chemisk Forbindelse, da maa man erindre, at de chemiske Virkninger i alle Apparatets enkelte Dele ere æquivalente, saa at til et Æquivalent Zink, som opløses i det galvaniske Apparat, ikke alene svarer en Fældning af et Æquivalent Kobber, men ogsaa en Adskillelse af et Æquivalent af den for den elektriske Strøm udsatte chemiske Forbindelse. Naar man altsaa vilde adskille Vand ved et saadant Apparat, vilde den Arbeidsmængde, som udvikles, ikke være tilstrækkelig til i samme Tid at udrette det Arbeide, som forlanges; thi for det hele samlede Apparats chemiske Virkninger vilde man erholde

$$v = (Zn, O, \ddot{S}Ag) - (Cu, O, \ddot{S}Ag) - (H, O) \\ - 1100 = 6660 \quad - 3460 \quad - 4300.$$

Derfor er det, at man danner det sammensatte galvaniske Apparat. For n Elementer, stillede i Kjæde, ville de chemiske Virkninger, som samtidigt foregaae, være udtrykt ved

$$v = n (Zn, O, \ddot{S}Ag) - n (Cu, O, \ddot{S}Ag) - (H, O) \\ v = n. 3200 \quad - 4300.$$

Allerede for $n = 2$, eller ved 2 Elementer, bliver Vandadskillelsen mulig.

Det ligger nu i Sagens Natur, at det galvaniske Apparat vil kunne adskille enhver chemisk Forbindelse, omend Stofferne ere bundne ved nok saa stærk Affinitet, naar kun Forbindelsen kan lede den elektriske Strøm; thi

$$v = n. 3200 - v^1$$

vil blive positiv for alle Værdier af v^1 , naar kun n , Antallet af Elementer, bliver tilstrækkeligt stor. Iblandt alle chemiske Forbindelser er Chlorkalium det Stof, hvis Bestanddele bindes med den største Affinitet; det vil sige, at der til at udskille 1 Æquivalent Chlor af Chlorkalium udfordres en større Arbeidsmængde end til at frigjøre et Æquivalent af den elektronegative Bestanddeel af enhver anden Forbindelse. Ifølge Tabellen er $(K, Cl) = 12900$; allerede 5 Daniellske Elementer ville altsaa være tilstrækkelige til at adskille denne Forbindelse.

At den elektromotoriske Kraft er proportional med den ved den chemiske Proces udviklede Arbeidsmængde, har jeg allerede berørt ved mine første Arbejder og senere nærmere udviklet og begrundet ved Forsøg. Af Tabellerne fremgaaer for det Bunsenske Apparat

$$v = (Zn, O, \ddot{S}Ag) - \frac{1}{3}(\ddot{N}, O^3, Ag) \\ 5860 = 6660 \quad - 800$$

og for det Wollastonske Apparat (uden Polarisation)

$$v = (Zn, O, \ddot{S}Ag) - (H, O) \\ 2340 = 6640 \quad - 4300$$

Deres indbyrdes Forhold er altsaa

Daniell 100

Bunsen 183

Wollaston . . . 73

At det Bunsenske Apparat ved direkte Maalinger kun giver 171, hidrører efter al Sandsynlighed fra, at det aldrig er frit for de Sidevirkninger, som kaldes Polarisation.

2) *yde Affinitetstavlerne et væsentligt Middel til en nøiagtig Forklaring af de chemiske Processer.*

Enhver, som har studeret Chemi, har vistnok følt det lidet Tilfredsstillende i, at maatte tage de chemiske Resultater saaledes, som Erfaringen har givet dem, uden at kunne finde nogen positiv Grund til, at det maa være saaledes og ikke anderledes; men ved Anvendelse af Affinitetstavlerne ved Selvstudiet og ved Underviisningen, nærmer Chemien sig stedse meer og meer til de exakte Videnskaber, og mange tilsyneladende Modsigelser fremtræde da som en Nødvendighed. Jeg skal anføre nogle Exempler.

Det er ved den almindelige Opfattelse af de chemiske Processer noget uforstaaeligt, at Chlor kan adskille Vand i Chlorbrint og Ilt, imedens paa den anden Side Chlorbrint og Ilt kunne give Chlor og Vand; at Jern kan adskille Vanddamp i Jernilte og Brint, imedens Jernilte af Brint reduceres til Jern og Vand; at Myresyre adskiller sig i Kulilte og Vand, imedens Kulilte og Vand atter kunne danne Myresyre; at Jod, Svovlsyrning og Vand give Jodbrint og Svovlsyre, imedens Jodbrint og Svovlsyre adskille hinanden til Jod, Svovlsyrning og Vand o. s. v. Men alle saadanne tilsyneladende modsatte Processer finde deres rette Forklaring ved Anvendelse af Affinitetstavlerne.

At Chlor kan adskille Vand, følger af, at

$$\begin{aligned} (H, Cl, Ag) &> (H, O) \\ 4920 &> 4300 \end{aligned}$$

den modsatte Virkning er en Umulighed. Men Chlorbrintluft

kan adskilles af Ilt, idet der dannes Vanddamp og Chlor; thi de virkende Affiniteter ere andre, nemlig

$$\begin{aligned} [H, O] &> (H, Cl) \\ 3700 &> 2990 \end{aligned}$$

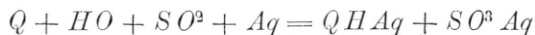
Jern kan adskille Vanddamp, idet der navnlig danner sig Jernforilte og Brint; thi

$$\begin{aligned} (Fe, O) &> [H, O] \\ 4300 &> 3700 \end{aligned}$$

Paa den anden Side kan Brint adskille Jerntveilte i Jern og Vanddamp, idet

$$\begin{aligned} 3 [H, O] &> (Fe^2, O^3) \\ 11100 &> 10600 \end{aligned}$$

Chlor, Brom og Jod kunne adskille Svovlsyringvand i Chlor-, Brom- og Jodbrint og Svovlsyre efter Schemaet



idet Q betegner Cl , Br eller J . Betingelsen for Processens Mulighed er bestemt ved

$$\begin{aligned} (H, Q, Aq) + (\ddot{S} Aq, O) &> (H, O) \\ \text{eller } (H, Q, Aq) &> (H, O) - (\ddot{S} Aq, O) \\ &> 4300 - 2870 \\ &> 1430 \end{aligned}$$

Ifølge Tabellerne er nu

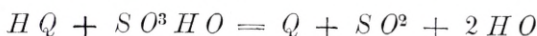
$$\begin{aligned} (H, Cl, Aq) &= 4920 \\ (H, Br, Aq) &= 3550 \\ (H, J, Aq) &= 1870 \end{aligned}$$

altsaa er Processen mulig. Derimod vilde Svovl ikke kunne frembringe en saadan Virkning; thi

$$(H, S) = 340$$

Naar der derimod er en mindre Mængde Vand tilstede, kan omvendt Svovlsyren adskilles af Brintesyren, f. Ex. naar man behandler Brom- og Jodnatrium ved koncentreret Svovlsyre, i hvilket Tilfælde det ikke er Affiniteten imellem den vandbundne Brinte-

syres Bestanddele, men derimod imellem den vandfrie, luftformige Syres Bestanddele, som spiller en Rolle. Schemaet er følgende:



og den thermiske Proces

$$(H, Q) + (\check{S}, O, \dot{H}) - [H, O] = v.$$

Betingelsen for Dekompositionens Mulighed bliver

$$\begin{aligned} (H, Q) &< [H, O] - (\check{S}, O, \dot{H}) \\ &< 3700 - 2270 \\ &< 1430 \end{aligned}$$

Ifølge Tabellerne er

$$\begin{aligned} (H, Cl) &= 2990 \\ (H, Br) &= 1160 \\ (H, J) &= -450 \\ (H, S) &= 340 \end{aligned}$$

hvoraf altsaa følger, at Chlorbrint ikke reducerer Svovlsyre; men at derimod de øvrige Brintesyre fremkalde denne Virkning, hvilket stemmer med Erfaring. Ved Indvirkning af koncentreret Svovlsyre paa Chlornatrium udvikles kun Chlorbrint, ved Indvirkning paa Bromnatrium derimod Brombrint og Brom, og ved Indvirkning paa Jodnatrium kun Jod.

Brom danner Overgangen, og Dekompositionen bliver der deelviis, idet endeel af Brombrinten ved sin Forflygtigelse unddrager sig Decompositionen.

Saavidt mig bekjendt er Svovlsyrens Afiltning ved Svovlbrint ikke tidligere iagttaget; og her er saaledes atter et lille Phænomen, med Hensyn til hvilket Beregningen er gaaet forud for Iagttagelsen. Forsøget viser nemlig, at Svovlsyre i svagt opvarmet og næsten koncentreret Tilstand adskiller Svovlbrint, idet der fælder sig Svovl, og dannes Svovlsyrling.

Som Exempler paa andre Rækker af Processer, der ved Affinitetstavlerne finde en fyldestgørende Forklaring, skal jeg nævne Vandets og Chlorbrintsluftens Adskillelse ved Metaller, Metaller

Opløsning i fortyndede og koncentrerede Syrer; Metalsaltes Fældning ved Svovlbrint o. s. v.

Ved Indvirkning af et Metal paa vandbunden Svovlsyre kunne forskjellige Processer fremtræde, alt efter Syrens Styrke og Varmegrad. De almindeligt bekendte ere Adskillelse af den fortyndede Syre under Brintudvikling og Adskillelse af den koncentrerede Syre under Udvikling af Svovlsyrling. Medens denne sidste Virkning kan indtræde ved alle Metaller undtagen Guld og Platin, er derimod Antallet af de Metaller, som kunne foranledige Udvikling af Brint, mere indskrænket. For at finde Grænsen, behøver man kun at betragte den chemiske Proces, som er



Den thermiske Virkning bliver

$$(R, O, \ddot{S}Aq) - (H, O) = v$$

og Betingelsen for Processens Mulighed er da, at v er positiv, eller at

$$\begin{aligned} (R, O, \ddot{S}Aq) &> (H, O) \\ &> 4300 \end{aligned}$$

Ifølge Affinitetstavlerne er dette nu Tilfældet med Kalium, Natrium, Zink, Jern, Cobalt, Nikkel, Cadmium og Bly, idet Varmevirkningen varierer fra

$$(K, O, \ddot{S}Aq) = 12100$$

$$(Pb, O, \ddot{S}Aq) = 4690$$

Blyets vanddekomponerende Egenskab har tidligere ikke været iagttaget; først efter at jeg ved denne Beregning havde indset Muligheden, har jeg anstillet det direkte Forsøg, som bekræfter Theorien.

Adskillelse af et Metalsalt ved Svovlbrinte, kan udtrykkes ved Schemaet



Den thermiske Virkning er

$$v = (R, S) + (H, O) - (R, O, \ddot{S}Aq) - (H, S)$$

For v positiv, er Dannelsen af Svovlmetallet mulig, eller naar

$$(R, O, \ddot{S}Aq) - (R, S) < (H, O) - (H, S) \\ < 3960$$

Man finder af Tabellerne for Kobber og Bly, som fældes af Svovlbrint,

$$(Cu, O, \ddot{S}Aq) - (Cu, S) = 2360 \\ (Pb, O, \ddot{S}Aq) - (Pb, S) = 3490$$

derimod for Jern og Zink, som ikke fældes,

$$(Fe, O, \ddot{S}Aq) - (Fe, S) = 4350 \\ (Zn, O, \ddot{S}Aq) - (Zn, S) = 4160$$

Ved disse Metaller kan derimod den omvendte Proces indtræde, idet overensstemmende med Erfaringen, Svovlmetallet adskilles af den fortyndede Syre.

Jeg har af de mangfoldige kemiske Dekompositioner, paa hvilke Affinitetstavlerne kunne anvendes, kun valgt nogle faa; thi Enhver vil let ved den i disse Exempler indeholdte Anviisning kunne anvende dem paa andre Tilfælde.

3) kunne Affinitetstavlerne benyttes til at bestemme Muligheden af ikke iagttagne kemiske Processer; eller med andre Ord til ad Beregningens Vei at opdage kemiske Processer, som Experimentet endnu ikke har efterviist.

En saadan Anvendelse er en ligefrem Følge af det tidligere Udviklede. Vil man ad denne Vei undersøge, om en Proces er mulig, maa man af Tabellerne søge at udfinde, om den Arbeidsmængde, som frigjøres ved de respektive Forbindelsers Dannelse overstiger det Arbeide, som forbruges ved Adskillelsen af de bestaaende Forbindelser; er dette Tilfældet vil Processen være mulig, under visse almindelige Betingelser, som jeg imidlertid her ikke nærmere skal gaae ind paa. Spørger man f. Ex., om et Metal kan adskille Chlorbrinteluft, ligger Svaret i

$$(R, Cl) > (H, Cl) \\ > 2990$$

Frembringer Metallet ved sin Forening med Chlor en større Varmemængde end 2990°, er Dekompositionen mulig. Paa denne Maade fandt jeg i Aaret 1851, at Kobber maatte kunne adskille Chlorbrinteluft, og efterviste ved direkte Forsøg, at Resultatet var rigtigt*). Først i Aaret 1858 blev denne Proces for anden Gang fundet, men ad en experimental Vei, nemlig af Wöhler.

Svovlsyrevandets Adskillelse ved Bly under Udvikling af Brint (Svovlbrint og Svovl) er ligeledes en chemisk Proces, som jeg har fundet ad Beregningens Vei*), forinden den nogensinde har været iagttaget. Betingelsen for Muligheden er

$$\begin{array}{r} (Pb, O, \ddot{S}Ag) > (H, O) \\ 4690 > 4300 \end{array}$$

At denne chemiske Proces har unddraget til Opmærksomheden, indtil jeg ledet af Beregningen selv anstillede direkte Forsøg, har vel sin Grund i, at Processen kun skrider langsomt frem, som en Følge af den ringe Forskjel i Affiniteternes Størrelse.

Jeg havde for længere Tid tilbage oftere Leilighed til at iagttage en Udvikling af Svovlbrint, for hvilken jeg ikke kunde finde nogen fyldestgjørende Forklaring i tidligere Iagttagelser. Naar jeg nemlig fremstillede Flussyre af Kryolith og svagt fortyndet Svovlsyre i Blykar, fremtraadte ofte en stærk Udvikling af Svovlbrint, som ikke kunne hidrøre fra Svovlmetaller; men denne Svovlbrintudvikling er netop den, som fremtræder ved Svovlsyrens og Blyets gjensidige Indvirkning ved en bestemt Fortyndingsgrad.

Af andre Processer, som ere opdagede ad Beregningens Vei, skal jeg anføre Adskillelsen af i Vand uopløselige Svovlmetaller ved en Opløsning af salpetersuurt Sølvite, hvorved der dannes Svovlsølv og salpetersuurt Metalite, en Virkning, som synes at fremtræde ved alle Svovlmetaller (undtagen Svovl-

*) Selskabets Skrifter, 5te Række, 3die Bind.
Pögg. Ann. XCII p. 39.

Qviksølv), og som kan have nogen Betydning som analytisk Operation, idet man da let og hurtigt kan omdanne de fældede Svovlmetaller til salpetersure Salte. Den thermiske Proces er

$$(Ag, S) + (R, O, \ddot{N}Ag) - (R, S) - (Ag, O, \ddot{N}Ag) = V$$

og Processen er mulig for

$$(R, O, \ddot{N}Ag) - (R, S) > 350$$

Adskillelsen af Svovlsyrehydratet ved Svovlbrint i Svovl, Svovlsyrning og Vand er ligeledes en Proces, som er udledt af Affinitetstavlerne.

Endvidere kan jeg anføre, at jeg ad Beregningens Vei har fundet en Proces, ved hvilken man med Lethed paa den vaade Vei fremstiller større Mængder Kobberforchlor. Den chemiske Proces er

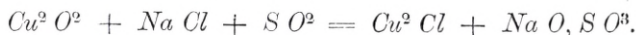


Altsaa man leder Svovlsyrning i en Opløsning af Kobberchlorid. Betingelsen for Muligheden er

$$(Cu^2, Cl) + (H, Cl, Ag) + (\ddot{S} Ag, O) > 2(Cu, Cl) + (H, O)$$

$$12090 \qquad \qquad \qquad > \quad 11300$$

For at undgaae de frie Syrers opløsende Virkning paa det dannede Kobberforchlor, kan man modificere Processen, idet man udrører Kobberveilte i en concentreret Kogsaltopløsning og tilleder Svovlsyrning, hvorved Kobberveilte (selv glødet Kobbervilte) hurtigt omdannes til krystallinsk ufarvet Kobberforchlor; den chemiske Virkning er



Ved de anførte Exempler vil det være tilstrækkeligt indlysende, at man ved en skjønsem Benyttelse af Affinitetstavlerne vil kunne ledes paa Spor efter manganen en chemisk Proces. Jeg skal endnu kun tilføie eet Exempel, som er af en egen Natur.

Ved mine tidligere Arbejder har jeg viist, at den hele Arbeidsmængde, som et galvanisk Apparat kan give, er (som Maximum) lig den, der bliver frigjort ved de i Apparatet tilstedeværende, gjensidigt afhængige chemiske Virkninger, og jeg sætter derfor

den usvækkede elektromotoriske Kraft lig med den til disse Virkninger svarende Varmeudvikling eller Arbeidsmængde. For det Bunsenske og det Daniellske Apparat ere de elektromotoriske Kræfter

$$E = (Zn, O, \ddot{S}Ag) - \frac{1}{3} (\dot{N}, O^3, Ag)$$

$$E_1 = (Zn, O, \ddot{S}Ag) - (Cu, O, \ddot{S}Ag)$$

Ere disse tvende Ligninger rigtige, da maa ogsaa deres Differents være det, og man vilde have

$$E_{12} = E - E_1 = (Cu, O, \ddot{S}Ag) - \frac{1}{3} (\dot{N}, O^3, Ag)$$

Betragte vi nu den høire Side som Udtrykket for en elektromotorisk Kraft, da maa det tilsvarende Apparat være construeret med Kobber i fortyndet Svovlsyre som positivt Led og Kul i Salpetersyre som negativt Led. At en saadan Sammenstilling skulde kunne give et brugbart Apparat, kunde vel betvivles; thi imellem de enkelte af Apparatets Dele, der ere i gjensidig Berøring, kan ingen chemisk Virkning finde Sted efter de almindelige chemiske Principer. Kobber iltes ikke af fortyndet Svovlsyre, Svovlsyren er uden Virkning paa Salpetersyren, og denne uden Virkning paa Kullet. Imidlertid viste Forsøget strax, at denne Sammenstilling giver et meget brugbart Apparat, hvis elektromotoriske Kraft netop er Forskjellen imellem de tvende andre Apparaters, saaledes som Beregningen har givet. Apparatet har endda nogle Fortrin fremfor de ældre Apparater; dels finder der ingen chemisk Virkning Sted, saalænge Kjæden ikke er sluttet, et Forhold, som ved de ældre Apparater kun tildeels kan opnaaes ved en hyppig og omhyggelig Amalgamering af Zinken, og dels kan man anvende en mere koncentreret Svovlsyre, saa at denne ikke behøver at fornyes, før efter længere Tids Benyttelse. Ved at ombytte Salpetersyren med en Blanding af Svovlsyre med tvechromsuurt Kali, erholder man et galvanisk Apparat, som er fuldkomment frit for Lugt, og som altsaa egner sig til Forsøg ved Forelæsninger og i physiske Kabinetter.

Ved enhver sammensat chemisk Proces, som bestaaer i en samtidig Adskillelse af bestaaende Forbindelser og Dannelse af nye, er der et Arbeide, som skal udrettes. Den ene Deel af de forskjellige enkelte Processer, som ere Led i den samlede chemiske Proces, giver den Arbeidsmængde, som udfordres til at frembringe den anden Deel af Processen. Her ere altsaa to eensartede Kræfter tilstede, som virke i modsat Retning, og den Stærkeres Ret gjør sig gjældende. Men man kunde ogsaa tænke sig Kampen ført imellem to ueensartede Kræfter; man kunde tænke sig en chemisk Forbindelse adskilt ved den Arbeidsmængde, som tilføres udenfra som Elektricitet, Varme, Lys eller i en anden Form. Med Hensyn til Elektricitetens chemiske Virkning stiller Forholdet sig ligesaa bestemt, som ved de reent chemiske Virkninger; thi Adskillelsen vil kunne foregaae, naar den elektriske Strøms elektromotoriske Kraft er større end Affiniteten imellem de Stoffer, som skulle adskilles, og Forbindelsen overhovedet leder Elektricitet. Derimod er Forholdet med Hensyn til den Rolle, som en udenfra tilført Varme- eller Lysmængde kan spille, endnu meget uklar; thi den har endnu kun i overordentligt ringe Grad været Gjenstand for Undersøgelse. Det er ingen Tvivl underkastet, at Affiniteten forandrer sig med Varmegraden, ved hvilken den bestemmes, og de i Affinitets-tavlerne indeholdte Størrelser kunne derfor kun betragtes som nøiagtige Udtryk for Affiniteten ved Varmegrader, der ligge under Vandets Kogepunkt. Der er imidlertid Grund til at antage, at mange af disse Tal ikke væsentligt forandre deres indbyrdes Forhold, førend Varmegraden naaer 4—500 Grader, hvilket synes at fremgaae af de mange Anvendelser, som Tallene finde paa Processer, som foregaae ved høiere Varmegrader.

Saaledes aabner sig da en vid Mark for fremtidige Undersøgelser, hvis Resultater ville føre Chemien fra sit nuværende empiriske Standpunkt og nærme den til de exakte Videnskaber.

Naar man først har lært Affinitetens Størrelse og dens Forandring med Varmegraden at kjende, vil man sikkert kunne føre sin Beregning, og derved undgaae mangt et møisommeligt og resultatløst Forsøg, og man vil da kunne sammenføie Chemiens næsten utallige, mere eller mindre løst sammenhængende Iagttagelser til et sluttet Hele af indbyrdes afhængige Phænomener.

Affinitetstavlerne og Affinitetslæren i deres nuværende Skikkelse og Udstrækning kunne kun betragtes som Resultatet af et indledende, et orienterende Arbeide, ved hvilket det var mig af større Vigtighed at komme til enkelte, almindelige Synspunkter, end at fordybe mig i en enkelt Deels Detail. De opstillede Sætninger ere vel alle mere eller mindre Gisninger, naar man betragter dem fra Iagttagelsernes Standpunkt; men de ere nødvendige Conseqventser af den samme Grundtanke; er denne rigtig, da ere hine det ogsaa.

Den Overeensstemmelse imellem Erfaring og Theori, paa hvilken jeg i det Foregaaende har anført mange Exempler, og hvis Antal kunne forøges meget betydeligt, vil vække Tillid til den nye Lære, og drage mangan en Forsker ind paa de nye Undersøgelers Gebeet; og naar kun en ringe Deel af den Arbeidskraft, som anvendes til at forøge Chemiens Alt overvældende store Materiale, blev anvendt i den nye Læres Tjeneste, vilde Affinitetslæren snart fremtræde i en Skikkelse, der i rigeligt Maal vilde erstatte Tiden og Kraften, som blev anvendt til den nye Læres Fremme.

Affinitetstavler.

Affinitetens Størrelse er i disse Tavler udtrykt ved den Varmeudvikling, som ledsager de kemiske Processer.

Varmeudviklingen er angivet for et Æquivalent af Forbindelsen, idet Iltens Æquivalenttal sættes = 1; den er udtrykt i Varmeenheder, det er Vægteenheder Vand opvarmede 1 Grad Celsius. Et negativ Fortegn betegner, at Foreningen af de nærmere angivne Bestanddele vilde være ledsaget af en Varmebinding. Den kemiske Proces betegnes ved (P, Q, R) , $(P Q, R)$ eller $(P, Q R)$, eftersom Forbindelsen $P Q R$ tænkes dannet af P, Q og R eller af $P Q$ og R eller af P og $Q R$. De smaa Tal ere usikkre.

Metalloiders indbyrdes Forbindelser.

Den kemiske Proces.	Varmeudvikling.
Brintforbindelser.	
(H, O)	4300°
$[H, O]^*$	3700
(H, O^2)	3000
(\dot{H}, O)	—1300
(H, S)	340
(H, Cl)	2990
(H, Cl, Aq)	4920
$(H Cl, Aq)$	1930
(H, Br)	1160
(H, Br, Aq)	3550
$(H Br, Aq)$	2390
(H, I)	—450
(H, I, Aq)	1870
$(H I, Aq)$	2220

*) for Vanddamp ved 0°.

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
(N, H^3)	4890 ^c
(NH^3, Aq)	1050
(N, H^3, Aq)	5940
(N, H^4, O, Aq)	10200
(NH^3, HCl)	4700
(N, H^4, Cl)	12300
(N, H^4, Cl, Aq)	11800
(NH^4Cl, Aq)	-500
Ilter.	
(N, O)	-1000
(N, O^2)	-3000
(N, O^5, \dot{H})	-1400
(N, O^5, \dot{H}^4)	-900
(N, O^5, Aq)	-500
$(\ddot{N} \dot{H}, Aq)$	945
$(\dot{N}, O^3, \dot{H}^4)$	2000
(\ddot{N}, O^3, Aq)	2500
(Cl, O, Aq)	-300
(Cl, O^3, Aq)	-1460
(S^2, O^2, Aq)	4600
(S, O^2)	4530
(S, \dot{O}^2, Aq)	5030
(\ddot{S}, Aq)	500
(S^2, O^5, Aq)	12700
(S, O^3)	5300
(S, O^3, \dot{H})	6800
(S, O^3, Aq)	7900
$(\ddot{S} \dot{H}, Aq)$	1085
(\ddot{S}, O, \dot{H})	2270

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
$(\ddot{S} Ag, O)$	2870 ^c
(Se, O^2, Ag)	2900
(Se, O^3, Ag)	4500
(P, O, Ag)	5000
(P, O^3, Ag)	16500
(P, O^5)	22700
(P, O^5, Ag)	25100
$(P, O^5, Ag)^*)$	21600
(\ddot{P}, Ag)	2370
$(As, O^3)^{**})$	9400
(As, O^3, Ag)	8900
(As, O^5, Ag)	13800
(C, O)	1770
(C, O^2)	6000
(\dot{C}, O)	4230
(C^2, O^3, \dot{H}^3)	8800
(C^2, O^3, Ag)	8300
Kulforbindelser.	
(C, H)	—120
(C, H^2)	1480
(C^2, N)	—4400
(C, S^2)	—1200
Chlorforbindelser.	
(P, Cl^3)	11800
(P, Cl^5)	13000
(As, Cl^3)	9100

*) amorph Phosphor.

**) emailleagtig Arseniksyrling

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
(<i>Sb</i> , <i>Cl</i> ³)	11700°
(<i>Sb</i> , <i>Cl</i> ⁵)	15000
(<i>Bi</i> , <i>Cl</i> ³)	12700
(<i>Bi</i> , <i>Cl</i> ⁵)	13400

Metallers Forbindelse med Metalloider.

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
Iltet.	
(<i>K</i> , <i>O</i> , <i>Aq</i>)	10200°
(<i>Na</i> , <i>O</i> , <i>Aq</i>)	9900
(<i>Zn</i> , <i>O</i>)	5320
(<i>Fe</i> , <i>O</i>)	4300
(<i>Fe</i> ² , <i>O</i> ³)	10600
(<i>Sn</i> , <i>O</i>)	4300
(<i>Sn</i> , <i>O</i> ²)	8700
(<i>Co</i> , <i>O</i>)	4000
(<i>Ni</i> , <i>O</i>)	3700
(<i>Cd</i> , <i>O</i>)	4800
(<i>Pb</i> , <i>O</i>)	3390
(<i>Pb</i> , <i>O</i> ²)	4940
(<i>Cu</i> ² , <i>O</i>)	2300
(<i>Cu</i> , <i>O</i>)	2360
(<i>Hg</i> , <i>O</i>)	1300
(<i>Ag</i> , <i>O</i>)	310
Chlorforbindelser (vandfrie).	
(<i>K</i> , <i>Cl</i>)	12900
(<i>Na</i> , <i>Cl</i>)	12200
(<i>N</i> , <i>H</i> ⁴ , <i>Cl</i>)	12800
(<i>Al</i> ² , <i>Cl</i> ³)	17200
(<i>Zn</i> , <i>Cl</i>)	6280

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
<i>(Fe, Cl)</i>	5600 ^c
<i>(Fe², Cl³)</i>	12900
<i>(Sn, Cl)</i>	5200
<i>(Sn, Cl²)</i>	8000
<i>(Pb, Cl)</i>	5000
<i>(Cu², Cl)</i>	4300
<i>(Cu, Cl)</i>	3500
<i>(Hg², Cl)</i>	2700
<i>(Hg, Cl)</i>	2500
<i>(Ag, Cl)</i>	3360
Bromforbindelser (vandfrie).	
<i>(K, Br)</i>	11500
<i>(Zn, Br)</i>	5100
<i>(Fe², Br³)</i>	8900
<i>(Pb, Br)</i>	4100
Jodforbindelser (vandfrie).	
<i>(K, I)</i>	9900
<i>(Zn, I)</i>	3200
<i>(Fe², I³)</i>	3200
<i>(Pb, I)</i>	2900
Svovlforbindelser (vandfrie).	
<i>(K, S)</i>	6400
<i>(Zn, S)</i>	2500
<i>(Fe, S)</i>	1400
<i>(Pb, S)</i>	1200
<i>(Cu, S)</i>	1100
<i>(Ag, S)</i>	700

Amphidsalte, dannede af deres Grundbestanddele.

Saltets Formel.	Den chemiske Proces.	Varmendvikling	
		ved Saltets Dannelse	ved Saltets Opløsning i Vand.
Salpetersure Salte.			
$\dot{K} \ddot{N}$	(K, N, O^6)	12400 ^c	—1044 ^{c*)}
$\dot{Na} \ddot{N}$	(Na, N, O^6)	11700	—628
$\dot{NH}^+ \ddot{N}$	(N, H^1, N, O^6)	12000	—785
$\dot{Pb} \ddot{N}$	(Pb, N, O^6)	4200	—465
$\dot{Ag} \ddot{N}$	(Ag, N, O^6)	1200	—670
Svovlsure Salte.			
$\dot{K} \ddot{S}$	(K, S, O^4)	20400	—398
$\dot{Na} \ddot{S} + \dot{H}^{10}$	(Na, S, O^4, \dot{H}^{10})	20800	—1089
$\dot{NH}^+ \ddot{S}$	(N, H^1, S, O^4)	20000	—95
$\dot{Zn} \ddot{S} + \dot{H}^7$	(Zn, S, O^4, \dot{H}^7)	14800	—265
$\dot{Fe} \ddot{S} + \dot{H}^7$	(Fe, S, O^4, \dot{H}^7)	13900	—242
$\dot{Pb} \ddot{S}$	(Pb, S, O^4)	12600	—190 ^{**)}
$\dot{Cu} \ddot{S} + \dot{H}^5$	(Cu, S, O^4, \dot{H}^5)	11500	—150
Svovlundersure Salte.			
$\dot{K} \ddot{S}^2$	(K, S^2, O^6)	25300	—765
$\dot{Pb} \ddot{S}^2 \dot{H}^4$	(Pb, S^2, O^6, \dot{H}^4)	17500	—517
Svovlsyrligt Salt.			
$\dot{Pb} \ddot{S}$	(Pb, S, O^3)	10200	
Chlorsuurt Salt.			
$\dot{K} \ddot{Cl}$	(K, Cl, O^6)	11600	—1168
Kulsure Salte.			
$\dot{K} \ddot{C} + \dot{H}^2$	(K, C, O^3, \dot{H}^2)	17500	+13
$\dot{Na} \ddot{C} + \dot{H}^{10}$	(Na, C, O^3, \dot{H}^{10})	18100	—923
$\dot{Zn} \ddot{C}$	(Zn, C, O^3)	13100	
$\dot{Pb} \ddot{C}$	(Pb, C, O^3)	10400	
$\dot{Ag} \ddot{C}$	(Ag, C, O^3)	7200	

*) altsaa ($\dot{K} \ddot{N}, Ag$) = —1044°.

**) beregnet.

Saltets Formel.	Den chemiske Proces.	Varmeudvikling	
		ved Saltets Dannelse.	ved Saltets Oplosning i Vand.
$\dot{K} \overset{\dots}{\text{O}^2} + \dot{H}$ $\dot{Pb} \overset{\dots}{\text{O}^2}$ $\dot{Hg} \overset{\dots}{\text{O}^2}$ $\dot{Ag} \overset{\dots}{\text{O}^2}$	Oxalsure Salte.		
	(<i>K</i> , <i>O</i> ² , <i>O</i> ⁴ , <i>H</i>)	20800 °c	—457 °c
	(<i>Pb</i> , <i>O</i> ² , <i>O</i> ⁴)	13500	
	(<i>Hg</i> , <i>O</i> ² , <i>O</i> ⁴)	11500	
	(<i>Ag</i> , <i>O</i> ² , <i>O</i> ⁴)	10400	

Haloidsalte i vandig Oplosning.

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling	
	ved Saltets Dannelse.	ved Saltets Oplosning i Vand.
Chlorforbindelser.		
(<i>K</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	12370 °c	—500 °c
(<i>Na</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	12100	—125
(<i>N</i> , <i>H</i> ⁴ , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	12300	—520
(<i>Zn</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	7000	+720
(<i>Fe</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	6100	
(<i>Fe</i> ² , <i>Cl</i> ³ , <i>Aq</i>)	13300	
(<i>Sn</i> , <i>Cl</i> ² , <i>Aq</i>)	9000	
(<i>Sn</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	6000	
(<i>Co</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	5800	
(<i>Ni</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	5600	
(<i>Pb</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	4800	
(<i>Cu</i> , <i>Cl</i> , <i>Aq</i>)	3780	
Bromforbindelser.		
(<i>K</i> , <i>Br</i> , <i>Aq</i>)	10900	
(<i>Na</i> , <i>Br</i> , <i>Aq</i>)	10600	
(<i>Zn</i> , <i>Br</i> , <i>Aq</i>)	5600	
(<i>Fe</i> , <i>Br</i> , <i>Aq</i>)	5200	
(<i>Cu</i> , <i>Br</i> , <i>Aq</i>)	2800	

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.	
	ved Saltets Dannelse.	ved Saltets Oplosning i Vand.
Jodforbindelser.		
(<i>K, J, Aq</i>)	9300 ^c	
(<i>Na, J, Aq</i>)	8900	
(<i>Zn, J, Aq</i>)	3900	
(<i>Fe, J, Aq</i>)	3400	
Svovlforbindelser.		
(<i>K, S, Aq</i>)	7050	
(<i>Na, S, Aq</i>)	6750	

Amphidsaltes Dannelse efter Formel
(*R, O, Syre Aq*).

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
Svovlsure Salte.	
(<i>K, O, S̄ Aq</i>)	12100 ^c
(<i>Na, O, S̄ Aq</i>)	11800
(<i>Zn, O, S̄ Aq</i>)	6660
(<i>Fe, O, S̄ Aq</i>)	5750
(<i>Fe², O³, S̄³ Aq</i>)	12900
(<i>Co, O, S̄ Aq</i>)	5400
(<i>Ni, O, S̄ Aq</i>)	5200
(<i>Cd, O, S̄ Aq</i>)	5200
(<i>Pb, O, S̄ Aq</i>)	4690 ^{*)}
(<i>Cu, O, S̄ Aq</i>)	3460
(<i>Ag, O, S̄ Aq</i>)	1260

^{*)} gjælder for Saltet i uopløst Tilstand.

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
Salpetersure Salte.	
$(K, O, \ddot{N} Aq)$	11900 °
$(Na, O, \ddot{N} Aq)$	11600
$(Zn, O, \ddot{N} Aq)$	6460
$(Pb, O, \ddot{N} Aq)$	4300
$(Cu, O, \ddot{N} Aq)$	3270
$(Hg, O, \ddot{N} Aq)$	2300
$(Ag, O, \ddot{N} Aq)$	1050

Neutralisation.

	$\ddot{S} Aq$	$\ddot{N} Aq$	$H Cl Aq$	\ddot{U}
$\dot{K} Aq$	1901 °	1688 °	1580 °	1300 °
$\dot{Na} Aq$	1896	1691	1581	1250
$\overline{N H^3} Aq$	1735	1500	1400	
$\dot{Ba} Aq$	2280	1742	1633	
\dot{Ca}			1690	2334 Kalkspath 2254 Aragonit
\dot{Mg}	1900	1700	1600	
\dot{Zn}	1350	1140	1067	1818
\dot{Fe}	1450		1188	
\dot{Pb}	1303	913		1053
\dot{Cu}	1090	916	810	
\dot{Hg}		1000		
\dot{Ag}	950	737		920

Den chemiske Proces.	Varmeudvikling.
Kalisalte.	
$(\dot{K} Aq, \ddot{S} Aq)$	1901 ^e
$\ddot{S}^2 Aq)$	1900
$\ddot{N} Aq)$	1688
$HCl Aq)$	1580
$\ddot{C})$	1300
$\ddot{C}^2)$	1557
$\ddot{S}^2 Aq)$	1626
$\dot{Cl} Aq)$	1335
$\ddot{Cl} Aq)$	1760
$\ddot{C}^2 Aq)$	1769
$\ddot{S}_i Aq)$	391
$\ddot{S}_i^2 Aq)$	669
$\ddot{S}_i^4 Aq)$	1039
Natronsalte.	
$(\dot{Na} Aq, \ddot{S} Aq)$	1896
$\ddot{S}^2 Aq)$	1903
$\ddot{S}^4 Aq)$	1877
$\ddot{N} Aq)$	1891
$HCl Aq)$	1581
$\ddot{C} Aq)$	1250
$\ddot{P}_\alpha Aq)$ *)	1875
$(\dot{Na}^2 Aq, \ddot{P}_\alpha Aq)$	3407
$(\dot{Na}^3 Aq, \ddot{P}_\alpha Aq)$	4285
$(\dot{Na}^2 Aq, \ddot{P}_\beta Aq)$ **)	3682
$(\dot{Na} Aq, \ddot{B} Aq)$	909
$\ddot{B}^{\frac{3}{2}} Aq)$	1253
$\ddot{B}^2 Aq)$	1309
$\ddot{B}^3 Aq)$	1415

*) hydro Phosphorsyre.

**) pyro Phosphorsyre.

Opløsning af Syrer i Vand
($Q \dot{H}^a, Aq$).

a	Q			
	\ddot{S}	\ddot{N}	\ddot{P}	\ddot{P}
1	1085 ^c	945 ^c		
2	690	680		
3	505	511	690 ^c	466 ^c
4	399	470		
5	329	339	441	
6	280	273		304
7	244		337	
8	214	174		
9	194		259	
10	176	119		
11			193	

Opløsning af Baser i Vand
($R \dot{H}^a, Aq$)

a	R	
	\dot{K}	$\dot{N}a$
6	369 ^c	487 ^c
8	251	261
10	153	130
12	116	58

Hr. Professor Chemiæ *E. A. Scharling* medeelte Selskabet Resultaterne af nogle Forsøg paa at omdanne Nellikæolien ved en længe fortsat Ophedning dels i aabne dels i lukkede Rør. De herhenhørende Præparater bleve foreviste; Beskrivelsen over selve Forsøgene med tilhørende Analyser findes indrykket i Archiv for Pharmaci 18de Bind, Side 31—34. I samme Hefte Side 74—82 findes ligeledes den i Selskabet mundtligt meddeelte Beretning om Midlerne til at smelte større Quantiteter af Platin.