

EXPERIMENTALUNDERSØGELSER OM GNIDNINGS- ELEKTRICITETENS OPRINDELSE. IV.

AF

C. CHRISTIANSEN.

MEDELT I MØDET D. 12. APRIL 1912.

§ 1. Indledning. I min sidste Meddelelse¹ gav jeg først en Oversigt over de vigtigste af de Undersøgelser, der hidtil ere udførte over den Elektricitet, der opstaaer, naar Vædske-draaber støde mod Overfladen af faste Legemer, og fremstillede dernæst Resultaterne af nogle Forsøg, jeg selv havde udført derover. Af disse Resultater skal jeg her omtale dem, der have Betydning for det følgende.

I. Støde Vanddraaber mod en Plade, som vædes af Vand, bliver Pladen og Vandet positiv elektrisk. Pladens Beskaffenhed har nogen Indflydelse paa Elektricitetsudviklingens Størrelse, muligvis paa Grund af, at alle de undersøgte Stoffer ikke vædes lige stærkt.

II. Støde Draaber af Syrer, Baser eller Salte mod Plader, som vædes af dem, bliver Pladen negativ elektrisk. Virkningen er dog kun ringe, i Reglen mindre end med Vand, men, som sagt, af modsat Fortegn. Opløsningens kemiske Beskaffenhed er af underordnet Betydning, Koncentrationen er det afgjørende. En Undtagelse gjør Ammoniak, som frembringer positiv Elektricitet.

III. Vand, som nogen Tid har været i Berøring med Fil-

¹ Oversigterne 1911. S. 209.

trerpapir, Uld eller Silke, frembringer 5 til 6 Gange saa megen Elektricitet som Vand. Det samme gælder om Vand, der har været rystet med en flygtig Olie eller har været kogt med Harpix eller Stearinsyre. Ved Vand forstaaes her altid destilleret Vand. I denne Sammenhæng henvises til at J. J. Thomson har fundet den samme Egenskab hos Opløsninger af Anilin og flere andre organiske Forbindelser.

Herefter var der Grund til at antage, at den Elektricitetsfrembringelse, hvorom her er Tale, afhænger af Egenskaber hos Legemerne, om hvis Natur man næppe endnu har nogen Anelse. Da disse Egenskaber efter det foregaaende snarest maatte søges hos organiske Forbindelser, besluttede jeg at undersøge nogle Rækker af disse.

Til disse nye Forsøg benyttede jeg et Apparat, der, bedre end det tidligere anvendte, tillod at variere Forsøgsbetingelserne; det havde følgende Indretning.

§ 2. **Ballometret.** *AA* (Fig. 1) er en isoleret opstillet Glasbeholder, som er lukket med Propper ved *B* og *C* og

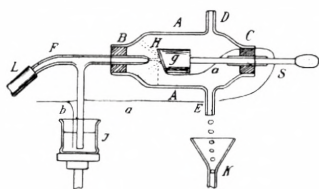


Fig. 1. *AA* er et Glasapparat, *B* og *C* Korkpropper, *G* en Korkprop, *H* en meget tynd Platinplade. *K* en Glastragt. *I* en Glasskaal, der staar paa to runde Klodser, *L* et Kautschukrør. Vand suges op af *I*, rammer *H* som smaa Draaber og kastes tilbage.

har to Siderør *D* og *E*. Gjennem *B* træder Kapillaraspiratoren *F* ind i Beholderen; gjennem *C* gaar et Glasrør, indeni hvilket en Glasstang *S* kan forskydes. Glasstangen bærer en Korkprop *G*, til hvilken en Platinplade *H* er fæstet med Lak. Gjennem Kautschukslangen *L* træder en Luftstrøm under et passende Tryk, i Reglen 31 cm. Kvægsølv, ind i Aspiratoren. Derved suges Vædsken op af Karret *J*, der staar paa en Pa-

raffinklods, og sendes i Form af smaa Draaber imod Platinpladen *H*; fra denne kastes de igjen tilbage, rammer Behol-

derens Vægge og falde tilsidst i Form af store Draaber gennem Røret *E* ned i Tragten *K*. Samtidig gaar en Strøm af Luft og af meget smaa Draaber gennem *D* ud i Luften.

Til Platinpladen *H* er en Platintraad *aa* loddet, en anden Platintraad *b* gaar ned i Vædsken i Karret *J*; begge disse Traade ere forbundne med hinanden og med et Kvadrant-elektrometers ene Pol, medens dets anden Pol er forbunden med Jorden. Den første Pol er tillige ved Hjælp af en meget slet ledende Shunt, dannet af Haarrør fyldt med Nitrobenzol, forbunden med Jorden. Under disse Omstændigheder vil Elektrometrets Viser komme i en Hvilestilling, naar den i en vis Tid frembragte Elektricitetsmængde er ligesaa stor som den, der i samme Tid ledes bort gennem Shunten. Det er denne Spænding maalt i Volt, der i det følgende tjener til Maal for den frembragte Elektricitetsmængde. Under iøvrigt lige Omstændigheder bliver Elektrometrets Udslag desto større, jo større Modstanden i Shunten er. Da det viste sig umuligt at holde denne Modstand konstant i længere Tid, kan man ikke vente at faa den samme Spænding igjen, naar et Forsøg gjentages efter længere Tids Forløb. Denne Ulæmpe er dog af underordnet Betydning i den foreliggende, nærmest orienterende, Undersøgelse.

§ 3. **Balloelektricitet.** Angaaende de Resultater, som denne Undersøgelse har ført til, vil det være hensigtsmæssigt at forudskikke følgende Bemærkninger.

Alle de undersøgte vandige Opløsninger kunne samles i to Grupper.

Første Gruppe. Til den høre alle normale Salte saavel organiske som uorganiske, der forholde sig paa normal Maade ved Dobbeltdekompositioner og ved Elektrolyse. Endvidere alle uorganiske Syrer og en Mængde organiske Syrer, som ikke er flygtige og derfor heller ikke have Lugt. Endelig ogsaa de uorganiske Baser undtagen Ammoniak.

Anden Gruppe. Til denne Gruppe høre vistnok alle de organiske Forbindelser, som have en tydelig fremtrædende Lugt og altsaa ere i større eller mindre Grad flygtige. Altsaa Opløsninger af Alkohol, fede Syrer, Aminer, Amider, ætheriske Olier, Moschus og mange andre. Endvidere Opløsninger af en Mængde organiske Baser, som Chinin, Strychnin og mange andre. Endelig Opløsninger af uorganiske Salte, som Kvægsølvcyanid og Sublimat, der forholde sig anormt i kemisk Henseende, og tilsidst Ammoniak.

Alle de Stoffer, der høre til Gruppe I, give, naar de bringes ind i Ballometret, et meget lille negativt Udslag, der næsten er ligestort for dem alle. Jeg vil i det følgende kalde den Elektricitet, som frembringes i Ballometret, Balloelektricitet, og Opløsningerne selv vil jeg kalde aballoelektriske eller kortere aballiske, hvilket skal udtrykke, at deres elektriske Virkning er saa ringe, at det i Reglen ikke er nødvendigt at tage Hensyn til den.

De Stoffer derimod, der høre til Gruppe II, give i Reglen et meget større Udslag, der snart er positivt, snart negativt efter Legemets Natur. Paa Grund af denne fremtrædende Evne til at give Balloelektricitet kalder jeg dem balloelektriske eller kortere balliske. Bliver de positive, kalder jeg dem kataballiske, bliver de negative, kalder jeg dem anaballiske. Opløsninger af Alkohol ere kataballiske, Opløsninger af Chinin anaballiske.

Det har imidlertid vist sig nødvendigt at dele Gruppe II i to Afdelinger. Aarsagen dertil er følgende. Blandes to Opløsninger, der høre til Gruppe I, med hinanden, faas samme Balloelektricitet som den, de hver for sig give; saadanne Blandinger ere aballiske. Blandinger af aballiske Opløsninger ere altsaa aballiske.

Anderledes gaar det, naar man undersøger en Blanding af et Stof, der hører til første, og et, der hører til anden Gruppe. Der maa da skjelnes mellem 2 vidt forskellige Til-

fælde. Blandes en Opløsning af Kaliumchlorid med fortyndet Alkohol, faas f. Ex. + 8 Volt, medens Kaliumchlorid alene giver — 0.1 Volt og Alkohol + 1.0 Volt. Paa lignende Maade gaar det, naar man i Stedet for Alkohol tager en af de fede Syrer, Chinin og mangfoldige andre.

Derimod giver en Blanding af Kaliumchlorid og Kvægsølvcyanid kun en ganske ringe Virkning. Opløsninger af de fede Olier, Moschus og flere andre Stoffer forholde sig i denne Henseende ligesom Kvægsølvcyanid.

Paa Grund heraf deler jeg Opløsningerne i 3 Klasser, nemlig:

I. Aballiske Opløsninger.

Dertil høre alle de ovenfor under Gruppe I anførte.

II. Hyperballiske Opløsninger.

Dertil høre alle de Opløsninger, der som Æthylalkohol ved at blandes med en aballisk Opløsning frembringe et meget stort positivt eller negativt Udslag. Dertil høre de monovalente fede Syrer, Alkoholer, Aminer, Amider, Chinin, Anilin osv.

III. Autoballiske Opløsninger.

Dertil høre Kvægsølvcyanid og lignende anomale Salte, Ammoniak, Opløsninger af ætheriske Olier og mange andre.

De hyperballiske og autoballiske Opløsninger tilsammen danne det, der overfor er betegnet som den anden Gruppe af Opløsninger.

Med Hensyn til de tre Slags Opløsningers indbyrdes Forhold bemærkes følgende fire Love.

Første Lov.

Blandes to Opløsninger, der høre til samme Klasse, med hinanden, faas en Opløsning, der forholder sig ligesom Bestanddelene.

Anden Lov.

Blandes en aballisk og en hyperballisk Opløsning med hinanden, faas en Opløsning, der frembringer en meget større Virkning end den, Bestanddelene give.

Tredie Lov.

Blandes en aballisk og en autoballisk Opløsning med hinanden, faas en Blanding, hvis balloelektriske Virkning ligger imellem Bestanddelenes Virkning.

Fjerde Lov.

Blandes en hyperballisk og en autoballisk Opløsning med hinanden, faas en Opløsning, der i nogle Tilfælde ligger imellem Komposanternes Virkning, i andre derimod kan være noget større end nogen af Bestanddelenes.

Men disse Love gjælde kun, naar ingen kemisk Omsætning sker under Blandingen. Finder saadant Sted, maa man tænke sig den fuldbragt og saa spørge: hvad vilde der være skeet, hvis det var Produkterne af denne Proces, vi havde blandet sammen. Som Exempel herpaa tænke vi os, at vi havde blandet Natriumacetat med Svovlsyre. Betragtede hver for sig ere disse Opløsninger aballiske. Men under Blandingen omsættes de helt eller delvis til Natriumsulfat og Eddikesyre. Natriumsulfat er aballisk, Eddikesyre hyperballisk; efter den anden Lov maa man altsaa vente en stærk Udvikling af Balloelectricitet i dette Tilfælde, og dette finder virkelig ogsaa Sted.

Et andet Exempel er følgende. Eddikesyre er hyperballisk, Æthylamin ligesaa. Blandes ækvivalente Mængder af dem med hinanden, faas et normalt Salt; Blandingen bliver altsaa aballisk. Havde der derimod været Overskud af det ene af dem, vilde vi i Virkeligheden have haft en Blanding af en aballisk og en hyperballisk Opløsning. I første Tilfælde vilde vi ikke have faaet nogen nævneværdig Balloelectricitet, i sidste Tilfælde derimod en meget stærk Udvikling deraf.

§ 4. **Blandinger af Æthylalkohol og Kaliumchlorid.** Først maalttes den Balloelectricitet, som frembringes af forskellige Opløsninger af Kaliumchlorid. Her som overalt i det

følgende betegner m Antallet af Molekyler i Literen; er det en aballisk Opløsning, antydes dette ved m_a , er den ballisk ved m_b . For Kaliumchloridopløsningerne fandtes følgende Værdier B for Balloelektriciteten i Volt.

Tabel I.
Kaliumchloridopløsninger.

m_a	1	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	$1/32$
B	-0.15	-0.15	-0.1	-0.1	-0.1	-0.05

Disse Maalinger gave meget konstante Resultater. Anderledes forholder det sig med Blandinger af Vand og Alkohol, som efterfølgende Tabel viser; Pilene angiver den Orden, hvori Maalingerne foretoges.

Tabel II.
Vand og Æthylalkohol.

m_b	4	2	1	$1/2$	$1/4$
$B \rightarrow$	0.6	1.05	1.2	1.45	1.4
$B \leftarrow$	0.6	1.7	1.5	1.55	1.3
$B \rightarrow$		1.5	1.9	2.0	1.6

Man seer, at den af Alkoholopløsningen frembragte Balloelektricitet er meget variabel, hvilket maa ligge i, at Platinpladen undergaar Forandringer; hvori disse bestaa, er mig ubekjendt; kun saa meget er sikkert, at de forsvinde, naar man til Alkoholopløsningen sætter et aballisk Stof, eller, hvad der er det samme, en Elektrolyt f. Ex. Kaliumchlorid. Hvad der her er vist for Alkohol, gjælder om alle Opløsninger, der høre til den anden Gruppe: man faar aldrig konstante Resultater med dem, med mindre de blandes med en Elektrolyt.

Dernæst undersøgtes Blandinger af ligestore Rumfang af Kaliumchlorid- og Æthylalkoholopløsninger.

Tabel III.

Kaliumchlorid		Æthylalkohol m_b					
m_a	$\log 1000 m_a$	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	4.0
1.0	3.0	1.86	3.68	5.73	7.20	7.43	6.76
0.5	2.7	1.65	3.05	5.06	6.34	6.73	6.12
0.2	2.3		2.45	4.40	5.52	6.00	5.34
0.1	2.0		2.17	3.85	4.96	5.27	4.62
0.05	1.7		1.85	3.20	4.18	4.56	3.88
0.02	1.3			2.53	3.28	3.58	2.93
0.01	1.0			2.05	2.77	2.84	2.30
0.005	0.7			1.56	2.06	2.10	1.70
0.002	0.3				1.48	1.52	1.20

Denne Tabel er da saaledes at forstaa: blandes ligestore Rumfang af to Opløsninger, af hvilke den ene indeholder 4.6 gr. Æthylalkohol i Literen, den anden 79.5 gr. Kaliumchlorid i Literen, faas en Blanding, der giver Platinpladen en Spænding af $+1.86$ Volt.

Vi skulle nu see, hvad denne Tabel kan lære os. Betragtes Blandinger med konstant Alkoholmængde og voxende Indhold af Kaliumchlorid, saa seer man, at Balloelektriciteten altid voxer med Mængden af Kaliumchlorid, altsaa med m_a .

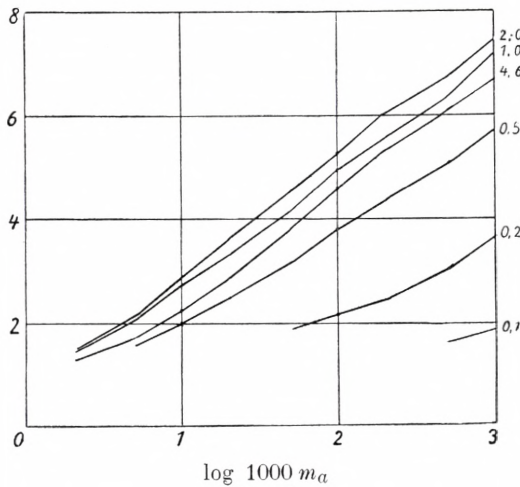


Fig. 2.

Fig. 2 er Abscisserne $\log 1000 m_a$, Ordinaterne Balloelektriciteten og de Tal, der ere anbragte ved Kurverne, de til dem svarende Værdier af m_b . Disse Kurver er meget nær ved at være rette Linier, og man kan altsaa med Tilnærmelse sætte

$$B = C \log 1000 m_a,$$

hvor C er en Funktion af m_b .

Helt anderledes er det med Alkoholmængdens Indflydelse. Saalænge m_b kun er lille, forholder Balloelektriciteten sig som m_b , naar Saltmængden er konstant, altsaa ligefrem som Mængden af tilsat Alkohol.

Ved betydelig større Mængde af Alkohol stiger Balloelektriciteten langsomt, den naar et Maximum i Nærheden af $m_b = 1,5$ og tager derpaa langsomt af. Dette oversees bedst ved at betragte Fig. 3, hvor m_b er Abscisse, B Ordinat. I denne Figur svare de tre

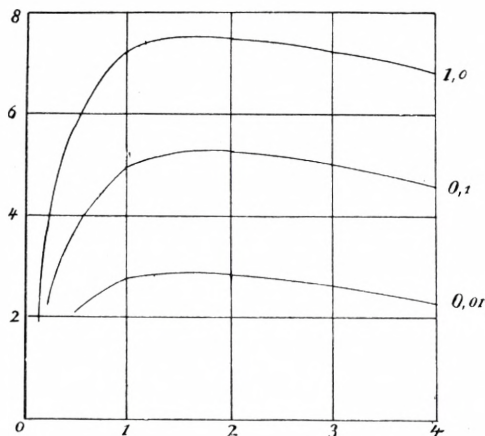


Fig. 3.

Kurver henholdsvis til $m_a = 1.0$, 0.1 og 0.01 . For dem alle synes Maximum at ligge paa samme Sted, omtrent ved $m_b = 1.5$.

Ved de beskrevne Forsøg dreves Draaberne i Ballometret ud af Kapillaraspiratoren under et Tryk af 31 cm. Hg. For at see, om Forholdene forandredes med Trykket, anstilledes følgende Forsøg. (Tabel IV).

Her som overalt, hvor ikke andet er bemærket, forstaas ved Blanding, at man har taget ligestore Rumfang af de paa-gjældende Vædsker. Disse Forsøg tyde paa, at Maximum af

Tabel IV.
Blanding af Æthylalkohol og $\frac{1}{10}$ molar KCl.

Tryk	Æthylalkohol, m_b		
	1	2	4
25 cm.	2.6	2.8	2.4
31 "	4.5	4.8	4.25
39 "	7.35	7.85	6.9

Balloelectricitet indtræder ved en Concentration, der er uafhængig af den Hastighed, hvormed Draaberne støde imod Platinpladen. Da dette Maximum ogsaa er uafhængigt af Saltmængden, synes den at være en specifik Konstant for Stoffet; der er nemlig meget, der tyder paa, at Saltets Natur heller ikke har Indflydelse paa det.

Skjøndt det væsentlig er om fortyndede vandige Opløsninger her skal være Tale, vil jeg dog for Fuldstændigheds Skyld medtage nogle Maalinger af den Balloelectricitet, som frembringes af Opløsninger af Æthylalkohol i $\frac{1}{10}$ molar Kaliumchlorid.

Tabel V.

99% Alk.	$\frac{1}{10}$ KCl	Balloelectricitet
10 ccm.	0 ccm.	-0.2
9 "	1 "	-0.5
8 "	2 "	-0.6
7 "	3 "	-0.6
6 "	4 "	-0.45
5 "	5 "	-0.1
4 "	6 "	0.8
3 "	7 "	2.35
2 "	8 "	4.2
1 "	9 "	5.6
0 "	10 "	0.0

Blandingen af 1 ccm. Alkohol og 9 ccm. Vand vil jeg kalde A. Ved at fortynde den med et ligesaastort Rumfang $\frac{1}{10}$

molar Kaliumchlorid erholdes en ny Blanding $\frac{1}{2} A$, og saaledes fortyndedes videre. Derved fandt jeg:

Tabel VI.

	A	$\frac{1}{2} A$	$\frac{1}{4} A$	$\frac{1}{8} A$	$\frac{1}{16} A$	$\frac{1}{32} A$
Balloelekt.	5.6	5.45	5.0	3.8	2.4	1.25

Disse Maalinger ere fremstillede grafisk i Fig. 4; Abscisserne angive Vandmængden, Ordinaterne Balloelektriciteten.

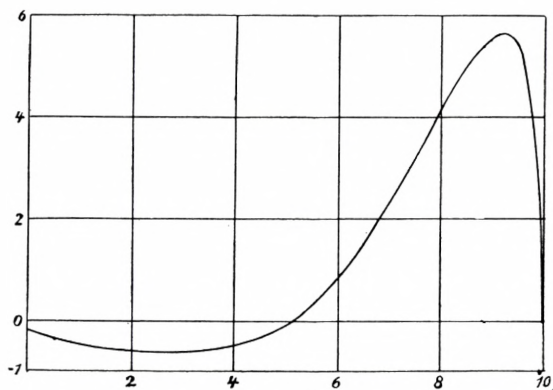


Fig. 4.

§ 5. *Æthylalkohol og Elektrolyter.* Kaldes den Balloelektricitet, som frembringes af en Blanding af 1molar Æthylalkohol og 1molar Kaliumchlorid, 100, faas følgende Værdier for en Række normale Opløsninger.

Tabel VII.

Æthylalkohol og Kaliumsalte.

$\frac{1}{2} K_2SO_4$	100	KNO_3	95	KJ	100
$\frac{1}{2} K_2CO_3$	108	$KC_2H_3O_2$	110	KFl	99
$\frac{1}{2} K_2CrO_4$	98	KCl	100	KCN	101
$\frac{1}{2} K_2C_4H_4O_6$	101	KBr	99	KSCN	101

Man seer, at Virkningen er tilnærmelsesvis den samme for en stor Del af disse Salte; der er dog ogsaa store Afvigelser

tilstede; saaledes virke Kaliumacetat og Kaliumcarbonat langt stærkere, Kaliumnitrat meget svagere end de andre.

Tabel VIII.
Alkalimetalsalte og 1molar Æthylalkohol.

	$\frac{1}{2}$ SO ₄	$\frac{1}{2}$ CO ₃	NO ₃	Cl
K	100	108	95	100
Na	101	99	98	102
Am	96	97	97	99

Her er det mærkeligt, at Natrium- og Ammonuimsaltene afvige mindre fra hinanden end Kaliumsaltene.

Tabel IX.
Forskellige Salte og 1molar Æthylalkohol.

	$\frac{1}{2}$ Ba	$\frac{1}{2}$ Mg	$\frac{1}{2}$ Zn	$\frac{1}{3}$ Al	$\frac{1}{2}$ Mn	$\frac{1}{2}$ Cu
Cl	98	99	99	101	98	97
$\frac{1}{2}$ SO ₄		93	92	88	92	90

Alle Forsøgene vise, at ækvivalente Opløsninger af Metalchloriderne have samme balloelektriske Virkning. Man kan derfor sige, at de ere isoballiske eller meget nær ved at være det.

Tabel X.
Opløsninger blandede med 1molar Æthylalkohol.

Kaliumchlorid	KCl	100
Kaliumhydroxyd	KOH	102
Natriumhydroxyd	NaOH	103
Ammoniak	AmOH	30
Svovlsyre	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	92
Salpetersyre	HNO ₃	49
Saltsyre	HCl	52
Phosphorsyre	$\frac{1}{3}$ H ₃ PO ₄	79
Chromsyre	$\frac{1}{2}$ H ₂ CrO ₄	77
Myresyre	CH ₂ O ₂	21
Eddikesyre	C ₂ H ₄ O ₂	36
Vinsyre	$\frac{1}{2}$ C ₄ H ₆ O ₆	98

At Ammoniak og Eddikesyre give saa lidt Balloelektricitet, er let forstaaeligt, da de ere balloelektriske; om Grunden til de andre Syrers eiendommelige Forhold veed jeg intet; muligvis spiller det en Rolle, at nogle af dem ere mer eller mindre flygtige.

Lignende store Uregelmæssigheder iagttages hos enkelte andre Forbindelser, navnlig Kvægsølvsalte. Dette finder imidlertid sin Forklaring i, at de ere balloelektriske.

Tabel XI.

		Blandet med	
		Vand	1 m. Alk.
Kaliumchlorid...	$\frac{1}{1}$ KCl	— 0.05	5.4
Natriumhydroxyd	$\frac{1}{1}$ NaOH	— 0.2	5.4
Ammoniak.....	$\frac{1}{1}$ Am. OH	+ 0.3	1.8
Kvægsølvchlorid.	$\frac{1}{2}$ HgCl ₂	+ 0.1	1.5
Kvægsølvcyanid..	0.44 HgCy ₂	+ 0.9	3.5
Eddikesyre... ..	$\frac{1}{1}$ C ₂ H ₄ O ₂	+ 1.2	1.0
Saltsyre	$\frac{1}{1}$ HCl	0.0	3.2

Kun de to første Stoffer i Tabel XI give i ublandet Tilstand et svagt negativt Udslag; de ere altsaa aballiske; derfor give de ogsaa samme Udslag ved at blandes med Alkohol.

§ 6. *Balloelektrisk Analyse.* Den mærkelige Egenskab ved Balloelektriciteten, at en stor Mængde Salte give det samme Udslag ved at blandes med Alkohol, kan benyttes til at faa et Skjøn over Styrken af en given Saltopløsning. Metoden giver aldeles ingen Oplysning om Saltenes Natur, den oplyser os kun om, hvor stort det samlede Antal Gramækvivalenter er, som indgaar i en Liter af Opløsningen. Paa denne Anvendelse af Balloelektriciteten skal jeg give et Par Exempler. Blandedes Københavns Vandværks Vand med et ligesaa stort Rumfang 1 molar Æthylalkohol, gav Elektrometret et Udslag paa 2.6 cm. Det samme Udslag gav en

Blanding af Æthylalkohol og en 0.005 molar Kaliumchloridopløsning. I den foran angivne Betydning kan man altsaa sige, at Vandværksvandet var 0.005 normal. Men efter en Meddelelse fra Struers kemiske Laboratorium indeholdt 100000 Vægtdele deraf 14 Dele CaO og 2.2 Dele MgO, hvilket svarer til 0.14/28 Ækvivalenter Kalk og 0.022/20.15 Ækvivalenter Magnesia i Literen, ialt 0.006, hvilket Resultat ikke ligger altfor langt fra det, som vi fandt ved den balloelektriske Metode.

Et lignende Forsøg med Havvand, som Professor M. KNUDSEN havde overladt mig, gav Udslaget 9.8 cm ved den balloelektriske Metode, hvilket ved Sammenligning med en Kaliumchloridopløsning fandtes at svare til 0.64 Ækvivalenter i Literen; af Havvandets bekjendte Sammensætning beregnedes at det var 0.59 normal.

§ 7. *Forskellige Alkoholer.* Tabel XII indeholder Resultater af Forsøg over Blandinger af fortyndede Alkoholer med Vand og 2 Kaliumchloridopløsninger.

Tabel XII.

Methylalkohol m_b	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{11}$ KCl	3.6	2.9	1.95	1.05	0.5		
$\frac{1}{10}$ KCl	2.35	1.85	1.24	0.65	0.4		
H ₂ O	1.3	1.3	1.5	1.35	1.1		
Æthylalkohol m_b	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{11}$ KCl	6.9	7.2	7.0	6.0	4.2	2.7	
$\frac{1}{10}$ KCl	4.6	5.0	4.95	3.9	2.7	1.65	
H ₂ O	0.95	1.3	1.4	1.3	1.0	0.5	
Propylalkohol m_b	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{11}$ KCl	5.7	7.7	9.1	8.8	7.2	5.3	3.1
$\frac{1}{10}$ KCl	3.7	5.4	6.6	6.4	5.8	3.65	2.3
H ₂ O	1.45	2.25	2.5	2.6	2.4	2.0	

Tabel XII (fortsat).

Isobutylalkohol m_b	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$
$\frac{1}{11}$ KCl.....	9.3	12.1	11.7	9.5	6.9	4.0	1.85
$\frac{1}{10}$ KCl.....	6.05	7.7	7.6	6.4	4.5	2.5	1.25
H ₂ O	3.2	3.3	3.4	3.05	2.6	2.2	1.5
Amylalkohol m_b	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$
$\frac{1}{11}$ KCl.....	8.2	8.75	8.8	8.0	6.2	4.1	
$\frac{1}{10}$ KCl.....	5.05	6.0	6.25	5.5	4.05	2.4	
H ₂ O	0.95	1.0	0.85	0.95	0.8	0.8	

Idet vi kun tage Hensyn til de fire første Alkoholer, finde vi en ikke ringe Overensstemmelse i balloelektrisk Henseende. Hos Methylalkohol har Balloelektriciteten, som jeg har fundet ved andre Forsøg, et Maximum ved en Concentration, der er lidt under 4 molar. De ere fremstillede grafisk i Fig. 5.

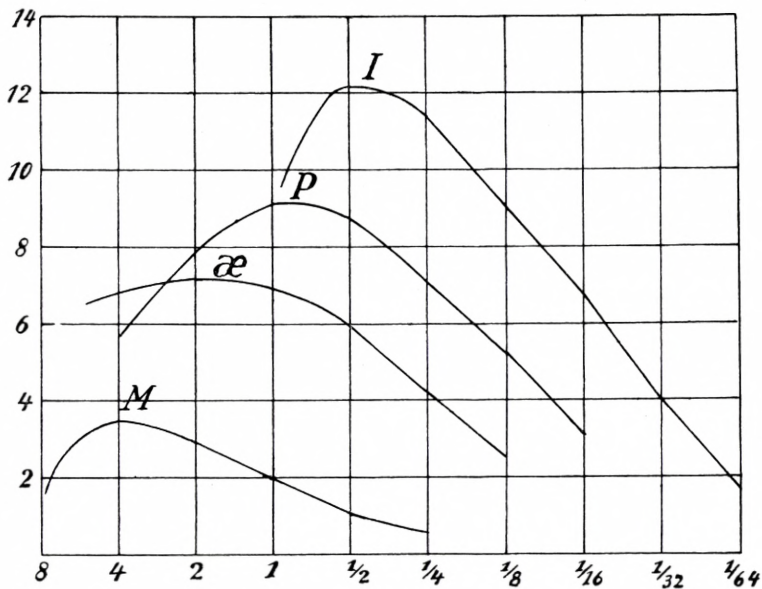


Fig. 5.

Jeg maa dog bemærke, at det viste sig vanskeligt at faa gode Maalinger med Alkoholerne, navnlig gav Isobutylalkohol

meget uregelmæssige Udslag. Jeg har derfor ved en ny Forsøgsrække søgt at finde Maximalværdierne for Balloelektriciteten ved de fire første Alkoholer samt for Amylalkohol, naar de blandes med $\frac{1}{10}$ KCl.

Tabel XIII.

	m_b	Maximum	Diff.
Methylalkohol	4	43	57
Æthylalkohol	2	100	73
Propylalkohol	1	173	70
Isobutylalkohol	$\frac{1}{2}$	243	47
Amylalkohol	$\frac{1}{4}$	290	

Heri er Maximumsværdien for Æthylalkohol sat lig 100. Disse Værdier stemme kun slet med dem, som man kunde uddrage af Tabel XII; der er aabenbart ved disse Alkoholer een eller anden ubekjendt Aarsag tilstede, som gjør det vanskeligt at faa gode Maalinger.

Følgende Lov træder dog tydeligt frem: Jo flere Kulstofatomer Alkoholen indeholder, desto mere Balloelektricitet giver den, og desto mindre er den Koncentration, som giver Maximum af Balloelektricitet.

Det har stor Interesse at vide, om isomere Forbindelser have samme balloelektrisk Virkning eller ikke. Dette Spørgsmaal er allerede stillet af J. J. THOMSON¹⁾, som nærmest besvarer det benægtende. Jeg har derfor gjort følgende sammenlignende Forsøg med Propyl- og Isopropylalkohol, samt med Butyl- og Isobutylalkohol.

Heraf kan man slutte, at der ingen Forskel er paa Butyl- og Isobutylalkohol i balloelektrisk Henseende, medens der er nogen Forskel paa Propyl- og Isopropylalkohol. Om dette kan forklares ved Ureenheder eller ikke, er det vanskeligt at vide.

¹⁾ J. J. THOMSON, Phil. Mag. (5). T. 27, 1894.

Tabel XIV.

	Blandet med	Alkoholernes Koncentration m_b					
		$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	$1/32$	$1/64$
Propylalkohol	$1/1$ KCl	11.4	9.2	6.45	3.8	1.9	
Isopropylalkohol	$1/1$ KCl	9.8	8.7	6.65	4.55	2.5	
Butylalkohol	$1/10$ KCl	11.9	11.4	9.4	6.7	3.8	1.7
Isobutylalkohol	$1/10$ KCl	11.8	11.25	9.35	6.7	3.5	1.8

Ved Blandinger af meget fortyndede alkoholiske Opløsninger med $1/1$ Kaliumchlorid lægger man Mærke til, at Balloelektriciteten tilnærmelsesvis forholder sig som Alkoholmængden. Det har derfor Interesse at kjende dette Forhold for forskellige Alkoholer. Da $1/2$ KCl Opløsning gav en Balloelektricitet af -0.15 , er denne Størrelse trukket fra de maalte Spændinger; derved fremkommer Størrelsen B , der kan betragtes som en Virkning af den tilsatte Alkohol.

Tabel XV.

		Alkoholens Koncentration m_b									
		1	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	$1/32$	$1/64$	$1/128$	$1/256$	
Methylalkohol	B	1.95	1.25	0.65	0.35						
	B/m_b	1.95	2.5	2.6	2.8						
Æthylalkohol	B			4.0	2.25	1.25					
	B/m_b			16	18	20					
Propylalkohol	B				7.3	3.8	1.95	0.95			
	B/m_b				58	61	62	61			
Butylalkohol	B					9.1	5.2	2.45	1.2		
	B/m_b					146	166	163	154		
Amylalkohol	B						8.05	4.35	2.2	0.95	
	B/m_b						258	278	282	243	

Ogsaa paa den Maade træde de høiere Alkoholers store balloelektriske Kraft tydelig frem; nogen simpel Sammenhæng mellem denne og Antallet af Kulstofatomer i Molekylet ses dog ikke.

Hidtil har der kun været Tale om Blandinger af Alkoholer og Kaliumchlorid. Jeg har dog ogsaa gjort nogle Forsøg med Blandinger med andre Elektrolyter.

Tabel XVI.

	Tryk	$\frac{1}{10}$ KCl	$\frac{1}{20}$ Pb(NO ₃) ₂	$\frac{1}{30}$ AlCl ₃
4 molar Methylalkohol	31 cm	2.3	1.9	1.6
2 " Æthylalkohol	"	5.0	4.3	3.8
1 " Propylalkohol	"	8.6	7.4	6.9
$\frac{1}{2}$ " Isobutylalkohol	20 cm	3.95	3.4	3.3

De tre Salte paavirkes altsaa, bortset fra de absolute Værdier, omtrent eens af Alkoholerne.

§ 8. *Monovalente fede Syrer.* At disse Syrer overfor Kaliumchlorid forholde sig paa lignende Maade som Alkoholerne, ses af følgende Tabel.

Tabel XVII.

	Blandet med	Syrens eller Alkoholens Koncentration m_b						
		4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
Myresyre	H ₂ O	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Eddikesyre	"	0.5	0.8	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2
Propionsyre	"		1.5	2.15	2.5	1.65	1.2	0.6
<i>n</i> -Smørsyre	"			1.35	3.25	2.85	2.45	1.9
Myresyre	$\frac{1}{10}$ KCl	-0.15	-0.15	-0.05	0.0	0.0	0.05	0.1
Eddikesyre	"	2.2	2.8	2.5	2.0	1.2	0.6	0.3
Propionsyre	"		4.75	5.7	5.5	4.8	3.0	1.75
<i>n</i> -Smørsyre	"			7.1	8.7	8.1	6.65	5.1
Methylalkohol	$\frac{1}{10}$ KCl	2.0	1.65	1.15	0.5	0.3	0.1	0.0
Æthylalkohol	"	4.4	5.6	4.6	3.35	2.2	1.1	0.4
Propylalkohol	"	5.5	7.3	8.4	7.55	6.15	4.05	0.9

Jeg har medtaget nogle Maalinger over Alkoholer for Sammenligningens Skyld. At de ikke stemme med de foran anførte Maalinger, ligger i Forskel i Apparatets Følsomhed.

Resultatet af Forsøgene med de fire Syrer blandede med $\frac{1}{10}$ KCl er fremstillet i Fig. 6. Medens Myresyren er aballisk,

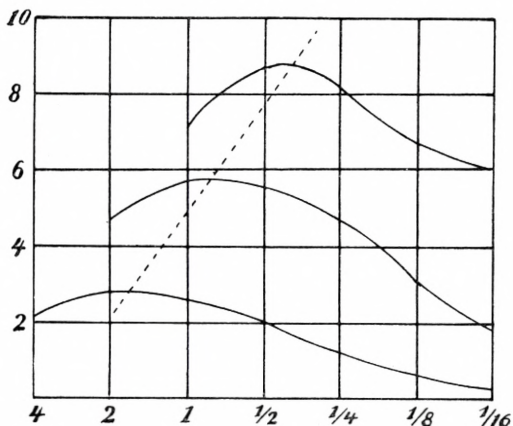


Fig. 6.

seer man, at de andre er desto mere balloelektriske, jo fler Kulstofatomer de indeholde. Balloelektriciteten har Maximum omtrent for følgende Koncentrationer.

	Eddikesyre	Propionsyre	<i>n</i> -Smørsyre
$m_b =$	$2^{0.75}$	$2^{-0.25}$	$2^{-1.25}$

De tilsvarende Værdier for Balloelektriciteten ere

$V =$	2.8	5.7	8.7,
-------	-----	-----	------

som paa det nærmeste forholde sig som 1:2:3. Man kan altsaa sige, at den Koncentration, der svarer til Maximum, er

$$2^{2.75-p},$$

og at Maximum er $2.85 \cdot (p - 1)$, naar p er Antallet af Kulstofatomer i Molekylet. Det er sandsynligt, at lignende Udtryk gjælde for Alkoholerne (sml. S. 283).

Ligesom ved Alkoholerne har jeg ogsaa for de fede Syrer søgt at finde den Værdi, hvortil Forholdet mellem Balloelek-

triciten B og Concentrationen m_b nærmer sig, naar m_b aftager til 0. Dertil anvendtes Blandinger af $1/1$ molar KCl med Syrerne.

Tabel XVIII.

B/m_b for	Syrernes Koncentration m_b							
	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	$1/32$	$1/64$	$1/128$	$1/256$
Eddikesyre	7.7	9.5	10.8	11.7				
Propionsyre		31	44	48	46	43		
<i>n</i> -Smørsyre			97	129	141	113		
Valeriansyre				205	249	251	247	210

Forholdet mellem B og m_b vil jeg kalde Ballitetsgraden. Den kunde ventes at nærme sig til at blive konstant, naar m_b nærmer sig til Nul. Dette er dog temmelig langt fra at være Tilfældet.

I Tabel XIX har jeg sammenstillet de omtrentlige Værdier for Ballitetsgraden for de undersøgte Alkoholer og Syrer (Tabel XV og XVIII).

Tabel XIX.
Ballitetsgrader.

	Alko- holer	Syrer
Myresyre		0
Methylalkohol	2.5	
Eddikesyre		11
Æthylalkohol	18	
Propionsyre		46
Propylalkohol	60	
<i>n</i> -Smørsyre		130
Isobutylalkohol	165	
Valeriansyre		250
Amylalkohol	280	

§ 9. *Eddikesyre*. Som Exempel paa de fede Syrers ballolektriske Forhold vil jeg meddele en Række Forsøg med Eddikesyre.

Tabel XX.

1-molar Eddikesyre og Elektrolyter.

$\frac{1}{2}$ KCl	5.2	$\frac{1}{2}$ $KC_2H_3O_2$	5.2	$\frac{1}{2}$ $Pb(NO_3)_2$	4.3
$\frac{1}{2}$ KBr	4.9	$\frac{1}{2}$ $AmNO_3$	4.8	$\frac{1}{2}$ $Cu(NO_3)_2$	5.0
$\frac{1}{2}$ KNO_3	4.6	$\frac{1}{2}$ $Ca(NO_3)_2$	4.8	$\frac{1}{2}$ H_2SO_4	4.5

Her virker Eddikesyre altsaa paa lignende Maade som Alkohol.

Særlig Interesse har det at faa at vide, om Eddikesyre beholder sin balloelektriske Kraft, naar den blandes med en Base. Før at undersøge dette dannedes forskellige Blandinger af 1-molar Kaliumhydroxyd, 1-molar Eddikesyre og Vand. Kaliumhydroxydmængden var altid 20 ccm; Mængden af Eddikesyre varierede fra 0 til 40 ccm; dertil sattes saameget Vand, at det samlede Rumfang blev 80 ccm.

Tabel XXI.

Kaliumhydroxyd	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Eddikesyre	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Vand	60	55	50	45	40	35	30	25	20
<i>B</i>	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.85	1.6	2.25	2.8

Disse Forsøg ere fremstillede grafisk i Fig. 7; Abscisserne angive Mængden af Eddikesyren, Ordinateerne Balloelektriciteten *B*. Saa længe Blandingen er basisk, er Eddikesyrens balloelektriske Virkning fuldstændig ophævet. Først naar der er fri Eddikesyre til-

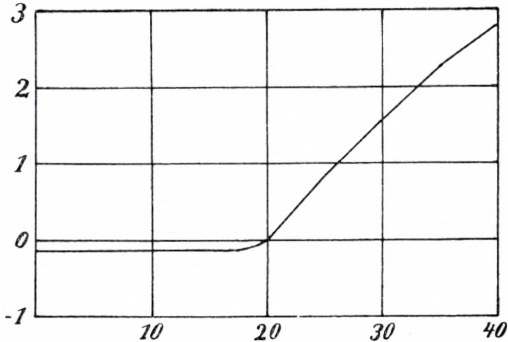


Fig. 7.

stede, kommer dens balloelektriske Kraft tilsyne, og den er til at begynde med proportional med Mængden af fri Syre.

Dette samme sees ved at gaa ud fra en konstant Mængde 1-molar Eddikesyre og efterhaanden tilsætte 1-molar Kaliumhydroxyd.

Tabel XXII.

Eddikesyre	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Kaliumhydroxyd	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Vand	60	55	50	45	40	35	30	25	20
<i>B</i>	0.6	1.2	1.85	0.95	0.0	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05

Forsøgene ere fremstillede grafisk i Fig. 8, hvor Abscisserne ere proportionale med Mængden af Kaliumhydroxyd. Saalænge

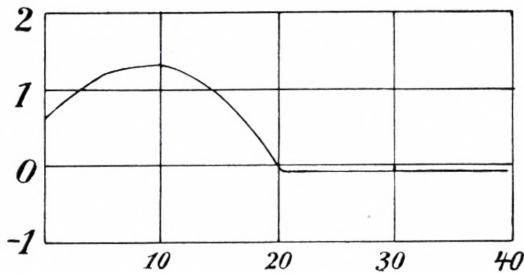


Fig. 8.

der er fri Eddikesyre tilstede, træder dens balloelektriske Kraft tydelig frem; vi have her en Virkning af fri Eddikesyre paa Kaliumacetat.

Virkningen synes at være størst, naar der er ligemegen fri og bunden Eddikesyre.

Heraf ligger det nær at drage følgende Slutning: Kaliumacetat er aballisk, da al Eddikesyren her er bunden til Kaliumhydroxyd. Tilsættes nu Saltsyre, saa frigjøres Eddikesyre, og under dens Indvirkning paa Kaliumchloriden vil vi faa Balloelectricitet; den vil voxe med Saltsyremængden, indtil al Eddikesyren er frigjort, fra dette Øjeblik af vil yderligere Tilsætning af Saltsyre være uden Indflydelse.

Tabel XXIII.

Kaliumacetat 1-molar	20	20	20	20	20
Vand	60	50	40	30	20
Syre	0	10	20	30	40
Saltsyre 1-m.	-0.05	1.85	2.9	2.8	2.9
Svovlsyre 1/2-m.	-0.05	1.8	2.6	2.75	2.8
Eddikesyre 1-m.	-0.05	1.85	2.9	3.65	3.65

Tabel XXIV.

Kaliumchlorid 1-m.	20	20	20	20	20
Vand	60	50	40	30	20
Eddikesyre 1-m.	0	10	20	30	40
Balloelektricitet	−0.05	1.7	2.8	3.35	3.65

Af Tabel XXIII sees, at Saltsyre og Svovlsyre virkelig uddrive balloelektrisk Eddikesyre af Kaliumacetat. Da Til sætning af 10 ccm Eddikesyre har samme Virkning som Til sætning af 10 cc Svovlsyre eller Saltsyre, maa disse Syrer have uddrevet en ækvivalent Mængde Eddikesyre. Forskellen mellem Virkningen af de aballiske Syrer, Saltsyre og Svovlsyre, og den hyperballiske Eddikesyre træder først frem ved de sidste i Tabel XXIII meddelte Forsøg.

Sammenlignes Tabel XXIII med XXIV sees, at det i det væsentlige fører til samme Resultat, om man sætter Eddikesyre til Kaliumacetat eller til Kaliumchlorid, og dette maatte ogsaa ventes.

Her opstaar nu det interessante Spørgsmaal: Hvorledes forholde de fede Syrer sig til hinanden, naar den ene af dem er bunden til en Base? Til Oplysning herom tjener efterfølgende Forsøg, ved hvilke alle Opløsningerne var $1/4$ -molare.

Tabel XXV.

	Saltsyre	Eddikesyre	Smørsyre
Natriumchlorid	0.1	1.0	7.6
Natriumacetat	1.3	1.0	6.8
Natriumbutyrat	7.8	7.25	8.95

Det er aabenbart, at Saltsyren har uddrevet en stor Del af Eddikesyren og Smørsyren. At Balloelektriciteten, der opstaar, naar Smørsyre sættes til Natriumacetat, er forholdsvis lille kan ligge i, at en Del af Smørsyren danner Salt og derved bliver uvirksom. Efter det ovenfor udviklede vil man

vente at faa samme Balloelektricitet, enten man f. Ex. sætter Saltsyre til Natriumbutyrat eller Smørsyre til Natriumchlorid, og det ses ogsaa at være Tilfældet, idet Afvigelserne ikke ere større, end at de kunne hidrøre fra Forsøgsfejl.

§ 10. *Polyvalente fede Syrer.* Af disse har jeg undersøgt 7, og jeg har fundet, at de forholde sig ganske anderledes end de monovalente. Jeg benyttede $\frac{1}{4}$ molare Opløsninger af dem; disse blandedes med ligesaastore Rumfang af Vand, af 1-molar Kaliumchlorid og af 1-molar Æthylalkohol. Desuden har jeg undersøgt $\frac{1}{8}$ molare Opløsninger af de samme Syrer blandede med 1-molar Alkohol.

Tabel XXVI.

	$\frac{1}{4}$ -molar Opløsning af Syre			$\frac{1}{8}$ -molar Opl. af Syre. Alkohol
	H ₂ O	$\frac{1}{2}$ KCl	Alkohol	
Glycolsyre.....	-0.05	-0.1	1.8	1.35
Mælkesyre	+3.85	+6.5	3.7	3.05
Oxalsyre	-0.1	-0.1	3.1	2.6
Malonsyre.....	-0.2	-0.2	3.3	3.05
Ravsyre	+0.25	+0.7	2.75	2.6
Æblesyre	-0.1	-0.15	3.25	2.7
Vinsyre	0.0	-0.1	3.7	3.3

Naar Mælkesyre og Ravsyre undtages, ere disse Syrer abal-liske; de forholde sig ganske som uorganiske Syrer og Myre-syre. For den eenbaseriske Glycolsyre er Balloelektriciteten langt svagere end for de andre, der alle ere tobaseriske. Man kunde vente, at de fire tobaseriske Syrer, der ellers forholde sig normalt, nemlig Oxal-, Malon-, Æble- og Vinsyre, skulde virke lige stærkt paa Alkohol; dette er dog temmelig langt fra at være Tilfældet.

Ravsyre og Mælkesyre ere aabenbart balloelektriske, den

sidste endda i meget høj Grad. Jeg skal i det følgende udelukkende beskæftige mig med den sidste.

Alle vandfrie organiske Forbindelser give en meget ringe balloelektrisk Virkning, — 0.1 eller — 0.2 Volt. Dette er ogsaa Tilfældet med vandfri Mælkesyre. Sættes mere og mere Vand til den, bliver Udslaget først positivt, voxer til et Maximum og aftager derpaa. Gaar man ud fra en 8-molar Opløsning af Mælkesyre og fortynder den henholdsvis med Vand og 1-molar Kaliumchlorid, faas følgende Værdier af Balloelektriciteten.

Tabel XXVII.

Mælkesyre	fortyndet med	
	H ₂ O	KCl
8-molar	6.1	
4 —	7.75	8.5
2 —	7.9	9.35
1 —	7.15	9.6
1/2 —	6.05	8.65
1/4 —	4.1	6.8
1/8 —	2.4	4.55
1/16 —	1.2	2.4
1/32 —	0.7	1.2

For nærmere at undersøge Mælkesyrens Balloelektricitet prøvede jeg først, om den ophævedes af Natriumhydroxyd.

Tabel XXVIII.

Mælkesyre 1/2-m.	20	20	20	20	20	20	20
Natriumhydroxyd 1/2 —	0	5	10	15	20	30	40
Vand	40	35	30	25	20	10	0
Balloelektricitet	5.35	4.4	3.05	0.35	0.0	—0.05	—0.05

Man ser heraf, at Mælkesyrens Virkning ganske forsvinder, naar den neutraliseres med Natriumhydroxyd; Natriumlaktat er altsaa aballisk ligesom f. Ex. Natriumsulfat.

Derpaa lavede jeg en Öpløsning af Natriumlaktat og satte

dertil Svovlsyre; jeg tænkte mig, at Svovlsyren vilde frigjøre Mælkesyren, og at denne derefter vilde optræde med sine balloelektriske Egenskaber. Deri blev jeg dog skuffet, som det vil sees af Tabel XXIX.

Tabel XXIX.

Natriumlaktat $\frac{1}{2}$ -m...	20	20	20	20	20	20	20
Svovlsyre $\frac{1}{2}$ - . . .	0	5	10	15	20	30	40
Vand	40	35	30	25	20	10	0
Balloelektricitet.	-0.1	0.0	0.1	0.15	0.2	0.2	0.2

Dette uventede Resultat bragte mig til at gjøre følgende Forsøg. Jeg tog $\frac{1}{2}$ molare Opløsninger af Saltsyre og Natriumlaktat og blandede dem som sædvanligt; Blandingen gav en Balloelektricitet af 0.3 Volt; derefter blandedes lignende Opløsninger af Natriumchlorid og Mælkesyre; denne Blanding gav 8.85 Volt. Dette forundrede mig meget, da begge Blandinger indeholdt de samme Mængder af Saltsyre, Mælkesyre og Natriumhydroxyd; hvorledes kunde de give saa forskellige Virkninger? Det syntes derefter, at den Orden, hvori Stofferne blandedes, maatte være af afgjørende Betydning. I et Maaleglas hældtes ligestore Mængder af de tre Opløsninger i følgende Orden og med det vedføjede Resultat.

- I. Saltsyre, Mælkesyre, Natriumhydroxyd gav 6.05, 6.05 Volt
- II. Saltsyre, Natriumhydroxyd, Mælkesyre — 7.2, 7.1 —
- III. Natriumhydroxyd, Mælkesyrè, Saltsyre — 5.9, 3.5 —
- IV. Natriumhydroxyd, Mælkesyre, Saltsyre — 0.2 —

I det første Forsøg III hældtes Vædskerne simpelthen sammen, men i det sidste rystedes Natriumhydroxyd og Mælkesyre sammen en Tid, inden Saltsyren tilsattes. I Forsøg IV blandedes Natriumhydroxyd og Mælkesyre omhyggeligt og henstod en halv Time, inden Saltsyren tilsattes.

Man kunde tænke sig, at Resultatet dog tilsidst vilde blive uafhængigt af den Orden, hvori Bestanddelene tilsættes, men

dette synes ikke at være Tilfældet. I en Beholder, som jeg kalder *A*, blandedes lige Rumfang af Natriumhydroxyd og Saltsyre i $\frac{1}{2}$ molar Opløsning, i en anden Beholder *B* blandedes Natriumhydroxyd og Mælkesyre af samme Styrke. De rystedes begge godt og henstod derpaa i $2\frac{1}{2}$ Time. Derpaa tog jeg 30 ccm af Beholder *A* og blandede dem med 15 ccm Mælkesyre, ligeledes af *B* 30 ccm og blandede dem med 15 ccm Saltsyre. Strax efter undersøgtes de for Balloelektricitet; den første Blanding gav 7.5 Volt, den sidste 0.2 Volt.

15 Timer senere gave de henholdsvis 7.6 og 0.2 Volt; og selv en Dags Henstand syntes at være uden kjendelig Indflydelse.

Ammoniumlaktat forholder sig overfor Saltsyre paa normal Maade, som det ses af følgende Tabel.

Tabel XXX.

Ammoniumlaktat $\frac{1}{2}$ -m.	20	20	20	20	20
Saltsyre $\frac{1}{2}$ -	0	10	20	30	40
Vand	40	30	20	10	0
Balloelektricitet	1.35	5.8	9.5	9.5	9.2

Her er kun det paafaldende, at Ammoniumlaktat selv har en kjendelig Balloelektricitet, formodentlig fordi Opløsningen er hydrolyseret.

Man kan ikke tvivle om, at de divalente Syrers balloelektriske Forhold staa i Forbindelse med deres kemiske Konstitution og Egenskaber.

§ 11. *Halogensubstituter af de fede Syrer.* Disses Opløsninger forholde sig paa en ganske ejendommelig Maade, som følgende Forsøg med Opløsninger af Chloreddikesyrerne viser.

Af de tre første Forsøgsrækker ses, at en Chloreddikesyre ved at støde mod sig selv bliver negativ elektrisk; vi have

Tabel XXXI.

	Blandet med	Syrens Koncentration m_b					
		1	$1/2$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	$1/32$
Monochloreddikesyre	Vand	-1.3	-0.9	-0.5	-0.35		
Dichloredd.	—	-2.7	-2.2	-1.55	-0.9	-0.5	
Trichloredd.	—	-3.85	-2.8	-1.65	-0.9	-0.5	
Monochloreddikesyre	1-molar	-2.5	-1.75	-1.1	-0.6		
Dichloredd.	Kalium-	-7.9	-7.6	-5.3	-2.6	-1.0	-0.35
Trichloredd.	chlorid	-10.8	-9.2	-6.1	-3.2	-1.65	-0.9
Monochloreddikesyre	1-molar	0.95	1.2	1.35	1.35		
Dichloredd.	Alkohol	-1.75	-1.3	0.1	1.1	1.45	1.5
Trichloredd.		-2.8	-1.8	0.0	1.3	1.7	1.8

altsaa her med anaballiske Opløsninger at gjøre. For skarpere at betegne, at vi her kun have med et enkelt opløst Stof at gjøre, kunne vi ogsaa kalde dem autoanaballiske. For de stærkeste Opløsningers Vedkommende synes Anaballiteten at forholde sig som Antallet af Chloratomer i Molekylet.

Af Forsøgene over Blandinger med Kaliumchlorid sees, at de give stærk negativ Elektricitet, og desto mere, jo flere Chloratomer de indeholde, uden at der kan paavises nogen Proportionalitet. I Forhold til Kaliumchlorid saavel som til andre aballiske Salte kan man altsaa kalde Chloreddikesyrerne hyperanaballiske, medens Alkohol, som gjør Saltene positivt elektriske, maa kaldes hyperkataballisk.

Af Forsøgene med Blandinger af Chloreddikesyrerne og Alkohol sees, at Balloelektriciteten har en Værdi, som ligger mellem dem, som Bestanddelene give. Dette er ogsaa det almindelige, naar vi have med to balloelektriske Opløsninger at gjøre. Maaske danne dog de mere fortyndede Opløsninger af Trichloreddikesyre en Undtagelse.

De tre første af de i Tabel XXXII omtalte Syrer forholde sig paa lignende Maade som Chloreddikesyrerne; de ere altsaa autoanaballiske. Med Trichlorsmørsyre er Sagen en ganske anden.

Tabel XXXII.

	Blandet med	Syrens Koncentration							
		2	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64
Monobromeddikesyre CH ₂ Br. CO. OH	Vand	-0.9	-0.8	-0.75	-0.55				
	1/1 KCl		-2.3	-1.7	-1.0	-0.55			
	1-m. Alkohol		0.5	0.85	1.1	1.2			
Tribromeddikesyre CBr ₃ . CO. OH	Vand			-5.05	-2.7	-1.0	-0.45	-0.3	
	1/1 KCl				-5.6	-2.7	-1.0	-0.5	
	1-m. Alkohol				-0.1	1.45	1.7	1.6	
Jodpropionsyre β CH ₂ J. CH ₂ . CO. OH	Vand				-2.2	-0.6	0.0	0.2	0.2
	1/1 KCl					-4.4	-2.0	-0.9	-0.45
	1-m. Alkohol					0.4	1.2	1.4	1.3
Trichlorsmørsyre ααβ CH ₃ .CHCl.CCl ₂ .CO.OH	Vand				-1.9	-1.65	-1.4	-1.0	-0.7
	1/1 KCl				-1.8	-1.5	-1.8	-1.5	-0.9
	1-m. Alkohol				-4.0	-3.0	0.0	1.5	2.2

Den er ogsaa autoanaballisk, men har alligevel ingen Virkning paa Kaliumchlorid. Herpaa ville vi faa flere Exempler; mærkeligere er dens Forhold til Alkohol, idet stærkt fortyndede Opløsninger af den virke paa Alkohol paa samme Maade som Kaliumchlorid, medens stærke Opløsninger af den give et stort negativt Udslag ved at blandes med Alkohol.

Jeg har ogsaa undersøgt, hvorledes det gik, naar der til en given Mængde af disse Syrer sattes mere og mere Kaliumhydroxyd

Tabel XXXIII.

Kaliumhydroxyd	0	10	20	30	40
Vand	40	30	20	10	0
Syre	20	20	20	20	20
Monochloreddikesyre 1-m.	-0.8	-0.8	-0.05	-0.1	-0.1
Trichloreddikesyre 1/4 -	-1.8	-1.75	-0.5	-1.0	-1.1
Tribromeddikesyre 1 -	-1.55	-1.4	-0.5	-0.5	-0.5
Jodpropionsyre 1/4 -	-1.1	-2.1	-0.2	-0.2	-0.2

Det anvendte Kaliumhydroxyd havde altid samme Koncentration som den Syre, der brugtes til Blandingen. Det eneste

paafaldende her er, at Trichloreddikesyre og Tribromeddikesyre give et betydeligt Udslag, ogsaa naar de skulde være neutraliserede.

Tilsidst skulle vi see, hvorledes Trichloreddikesyre forholder sig overfor forskellige, navnlig uorganiske, Stoffer. Den anvendte Trichloreddikesyre var $\frac{1}{4}$ -molar.

Tabel XXXIV.

$\frac{1}{2}$ KCl	-5.2	$\frac{1}{2}$ NiCl ₂	-5.3	$\frac{1}{2}$ NaOH	-1.8
$\frac{1}{2}$ KNO ₃	-4.5	$\frac{1}{2}$ ZnSO ₄	-3.7	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	-7.9
$\frac{1}{2}$ K ₂ SO ₄	-3.6	$\frac{1}{2}$ Pb(NO ₃) ₂	-4.9	$\frac{1}{2}$ C ₂ H ₄ O ₂	-0.4
$\frac{1}{2}$ NaC ₂ H ₃ O ₂	+0.9	$\frac{1}{2}$ Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	+0.5	H ₂ O	-1.65

Naar de to Acetater give positiv Balloelektricitet, ligger det i, at vi her i Virkeligheden have en Blanding af Trichloracetat og Eddikesyre.

§ 12. *Amider.* Af disse har jeg undersøgt:

Formamid H. CO. NH₂ = CHO. OH + NH₃ - H₂O,

Acetamid CH₃. CO. NH₂ = C₂H₃O. OH + NH₃ - H₂O,

Acetonitril CH₃. CN = C₂H₃O. OH + NH₃ - 2H₂O.

Tabel XXXV.

	Blandet med	Amidernes Koncentration m_b				
		4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
Formamid	H ₂ O	0	0	0	0	0
Acetamid	—	0.5	0.3	0.2		
Acetonitril	—	0.8	1.0	0.8	0.6	
Formamid	$\frac{1}{2}$ KCl		0	0	0	0
Acetamid	—		0.7	0.3	0.2	
Acetonitril	—		3.5	3.05	2.3	1.45

Den balloelektriske Virkning er altsaa i det hele taget svag; den er umærkelig hos Formamid, hvilket vel staar i Forbindelse med, at Myresyre er aballisk.

Blandes de samme Amider med Syrer eller Baser, faas ogsaa svage Virkninger.

Tabel XXXVI.

	$\frac{1}{2}$ KCl	$\frac{1}{2}$ KOH	$\frac{1}{2}$ HCl	$\frac{1}{4}$ H ₂ SO ₄
Acetonitril $\frac{1}{4}$ -m...	2.45	2.65	1.6	2.3

Ogsaa heri giver Amidernes indifferente Natur sig tilkjende.

§ 13. *Aminer*. Af disse har jeg undersøgt:

Methylamin NH₂.(CH₃),
 Dimethylamin NH.(CH₃)₂,
 Æthylamin NH₂(C₂H₅),
 Diæthylamin NH(C₂H₅)₂,
 Triæthylamin N(C₂H₅)₃.

Tabel XXXVII.

	Blandet med	Aminernes Koncentration <i>m_b</i>							
		2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$
Methylamin ... Dimethylamin ..	H ₂ O	1.8	1.2 3.2	0.8 2.4	0.4 1.65				
Methylamin ... Dimethylamin ..	$\frac{1}{1}$ KCl		2.6	1.8 6.6	1.1 5.6	4.0	2.3		
Æthylamin ... Diæthylamin .. Triæthylamin ..	H ₂ O	3.15	2.65	1.5 5.8 7.5	0.7 5.4 8.2	0.25 4.4 5.8	2.8	1.2	4.1
Æthylamin ... Diæthylamin .. Triæthylamin ..	$\frac{1}{1}$ KCl		6.75	5.9	4.6 11.9	2.8 10.8	8.4	5.5	12.0 7.7

Tabellen viser, at alle de undersøgte Aminer give en Balloelectricitet, der voxer stærkt med Antallet af Methyl- eller Æthylgrupper i Molekylet.

Aminerne ere Baser; derfor maa man vente, at de ville miste deres balloelektriske Kraft, naar de neutraliseres med Syrer, og dette er ogsaa i Hovedsagen rigtigt, som følgende Forsøg vise.

Tabel XXXVIII.

Saltsyre $\frac{1}{4}$ -m.	20	20	20	20	20
<i>A</i> eller <i>B</i>	0	10	20	30	40
Vand	60	50	40	30	20
<i>A</i> = Æthylamin $\frac{1}{4}$ -m. . .	-0.1	0.0	0.0	0.75	1.85
<i>B</i> = Triæthylamin $\frac{1}{4}$ -m.	-0.1	0.4	0.55	8.6	7.2

Man seer, at Triæthylamin ikke fuldstændigt kan neutraliseres af Saltsyre i balloelektrisk Henseende.

Ved analoge Forsøg med Triæthylamin overfor Eddikesyre og Smørsyre fandtes balloelektriske Forhold, som ses af følgende Tabel.

Tabel XXXIX.

Triæthylamin $\frac{1}{4}$ -m.	40	30	20	10	0
<i>A</i> eller <i>B</i>	0	10	20	30	40
<i>A</i> = Smørsyre $\frac{1}{4}$ -m.	5.4	9.95	10.95	11.4	1.5
<i>B</i> = Eddikesyre $\frac{1}{4}$ -m. . . .	5.15	8.0	0.1	0.45	0.3

Nogle Forsøg med Blandinger af Æthylamin og forskellige Opløsninger gave følgende Resultat.

Tabel XL.

	$\frac{1}{2}$ KCl	$\frac{1}{2}$ KOH	$\frac{1}{2}$ NH ₃	$\frac{1}{2}$ HCl
Æthylamin 1-m.	7.5	8.4	3.3	-0.3

Det ligger nær at sammenligne Balloelectriciteten af Stoffer, der have ligemange Methyl- eller Æthylgrupper i Forbindelse med andre Radikaler. Af saadanne skulle vi her betragte

Methylalkohol CH₃. OH,
 Methylamin CH₃. NH₂,
 Eddikesyre CH₃. CO. OH,

og

Æthylalkohol C₂H₅. OH,
 Æthylamin C₂H₅. NH₂,
 Propionsyre C₂H₅. CO. OH.

Tabel XLI.

	Blandet med	Koncentration m_b				
		2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
Methylalkohol	$\frac{1}{1}$ KCl	2.5	1.7	0.95		
Methylamin	—	3.15	2.6	1.9	1.1	
Eddikesyre	—	4.85	4.45	3.4	2.1	
Æthylalkohol	$\frac{1}{1}$ KCl		6.35	5.2	3.6	2.1
Æthylamin	—		7.05	6.1	4.8	3.05
Propionsyre	—		10.35	10.15	8.5	5.5

Man seer, at der er en vis Overensstemmelse mellem Differenserne, navnlig mellem:

Koncentration	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
Methylamin—Methylalkohol	0.65	0.9	1.05		
Æthylamin—Æthylalkohol .		0.7	0.9	1.2	0.95

Til Sammenligning har jeg gjort nogle Forsøg over den tilsvarende Gruppe af Forbindelser

Phenol	$C_6H_5.OH,$
Anilin	$C_6H_5.NH_2,$
Benzoesyre	$C_6H_5.CO.OH.$

Tabel XLII.

	Blandet med	Koncentration m_b						
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$
Phenol	$\frac{1}{1}$ KCl	4.9	4.8	2.7	0.85	0.05	—0.2	
Anilin	—		7.8	5.75	3.0	1.0	0.2	
Benzoesyre	—					6.75	2.6	0.85

Der er i hvert Fald den Overensstemmelse mellem de tre Grupper af Forbindelser, at Balloelektriciteten bestandig voxer, naar man gaar frem i Ordenen: Alkohol—Amin—Syre, og at den numeriske Differens mellem de fundne Værdier for Alkohol og Amin er flere Gange større end den numeriske Differens mellem Værdierne for Amin og Syre.

§ 13. *Alkylsalte og Æther.* Af saadanne har jeg for det første undersøgt

C_1C_2	Methylacetat	$C_2H_3O.O.CH_3$,
C_2C_2	Æthylacetat	$C_2H_3O.O.C_2H_5$,
C_3C_2	Propylacetat	$C_2H_3O.O.C_3H_7$,
C_4C_2	Isobutylacetat	$C_2H_3O.O.C_4H_9$,
C_5C_2	Amylacetat	$C_2H_3O.O.C_5H_{11}$.

Ved at blande Opløsninger af disse med 1-molar Kaliumchlorid har jeg erholdt følgende Resultater.

Tabel XLIII.

	Blandet med	Alkylsaltene Koncentration m_b									
		2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$
C_1C_2	$\frac{1}{16}$ KCl	8.3	8.7	8.2	6.95	5.25	3.3	1.8	0.85		
C_2C_2	—			12.7	12.0	10.25	7.75	4.9	1.8	1.25	
C_3C_2	—					13.5	11.2	8.4	5.1	2.5	1.0
C_4C_2	—							9.95	6.0	3.0	1.3
C_5C_2	—								7.4		

Balloelectriciteten B voxer altsaa med Koncentrationen. Søge vi af ovenstaaende Tabel Værdierne for Forholdet $B/(m_b \times 256)$, faas for de mest fortyndede Opløsninger:

Tabel XLIV.

Koncentration	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$	Middel	Diff.
C_1C_2	0.21	0.25	0.21			0.22	
C_2C_2		0.62	0.45	0.62		0.56	0.34
C_3C_2			1.27	1.25	1.0	1.17	0.61
C_4C_2			1.5	1.5	1.3	1.43	0.26
C_5C_2				1.85		1.85	0.42

Det er herefter muligt, at Balloelectriciteten voxer jævnt med Antallet af Kulstofatomer i Molekylet, saalænge vi have med stærkt fortyndede Opløsninger at gjøre.

Endvidere har jeg undersøgt Æthylæther og til Sammenligning dermed Æthylalkohol.

Tabel XLV.

	Koncentration m_b				
	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
Æther bl. med Vand.	1.4	1.5	1.1	0.85	0.5
Æther bl. med $\frac{1}{11}$ KCl.	7.9	7.1	5.6	3.3	0.8
Alkohol bl. med $\frac{1}{11}$ KCl.	6.3	5.2	3.5	2.1	

Æther giver altsaa en lidt stærkere Virkning end Alkohol.

§ 14. *Dioxybenzol* $C_6H_4(OH)_2$. Der eksisterer som bekjendt tre Forbindelser af denne Sammensætning, nemlig Pyrocatechin, Resorcin og Hydrochinon. De ere undersøgte af J. J. THOMSON;¹⁾ han fandt, at Pyrocatechin og Resorcin forholdt sig som Vand, medens Hydrochinon havde en ret stærk balloelektrisk Virkning.

Ved mine Forsøg anvendtes Dioxybenzolopløsninger, som vare $\frac{1}{2}$ -molare; jeg maalte dels Virkningen af disse Opløsninger selv, dels Virkningen af Blandinger med en normal Kaliumchloridopløsning og med $\frac{1}{10}$ normale Opløsninger af Natriumhydroxyd og Svovlsyre.

Tabel XLVI.

	Pyroca-	Resorcin	Hydro-
	techin		chinon
	$\frac{1}{2}$ -m.	$\frac{1}{2}$ -m.	$\frac{1}{2}$ -m.
Opløsningen selv	6.45	3.0	2.3
Samme bl. m. $\frac{1}{11}$ KCl.	0.7	—2.3	—1.5
— - - $\frac{1}{10}$ NaOH	5.1	1.45	0.4
— - - $\frac{1}{20}$ H_2SO_4	0.2	—1.65	—1.1

Her staa Resorcin og Hydrochinon nær ved hinanden, medens Pyrocatechin staar for sig selv og har en meget stor Virkning. Dette stemmer ikke med det af J. J. THOMSON fundne. Det maa dog erindres, at hans Undersøgellesmaade var meget

¹⁾ J. J. THOMSON l. c.

forskellig fra min, og at den balloelektriske Virkning for vandig Opløsning kan forandres stærkt ved tilsyneladende tilfældige Omstændigheder.

Tabel XLVII.

		Elektrolytens Koncentration m_α				
		1 n	10 ⁻¹ n	10 ⁻² n	10 ⁻³ n	10 ⁻⁴ n
Pyrocatechin $\frac{1}{2}$ -m.	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	0.2	0.2	0.0	0.0	4.55
	$\frac{1}{2}$ K ₂ SO ₄	0.6	0.25	-0.1	0.5	4.55
	$\frac{1}{1}$ NaOH			8.1	7.9	7.2
Resorecin $\frac{1}{2}$ -m.	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	-2.3	-1.8	-1.3	-1.4	0.5
	$\frac{1}{2}$ K ₂ SO ₄	-2.3	-1.5	-1.05	-0.5	2.2
	$\frac{1}{1}$ NaOH		1.7	3.1	3.65	3.5
Hydrochinon $\frac{1}{2}$ -m.	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	-1.55	-1.1	-0.7	-0.85	+0.8
	$\frac{1}{2}$ K ₂ SO ₄	-1.55	-0.95	-0.5	-0.4	-0.2
	$\frac{1}{1}$ NaOH			1.3	1.7	+2.0

Blandes Dioxybenzoler med Alkoholer, faas næsten altid positiv Elektricitet, men ogsaa her ere Resultaterne ret variable, selv om Forsøgene gentages under muligst ensartede Forhold.

Tabel XLVIII.

	Pyroca- techin $\frac{1}{2}$ -m.	Resorcin $\frac{1}{2}$ -m.	Hydro- chinon $\frac{1}{2}$ -m.
Methylalkohol 1-m.	5.5	3.9	2.45
Æthylalkohol —	5.6	5.4	3.35
Propylalkohol —	6.3	5.5	4.1
Myresyre —	0.2	-1.0	-0.6
Eddikesyre —	0.9	2.0	2.25
Propionsyre —	2.8	6.6	6.7
Smørsyre —	5.6	10.35	10.35

Som sædvanligt virker Myresyre ligesom de uorganiske Syrer, hvilket ses ved Sammenligning med Tabel XLVI. Medens Alkoholerne kun have ringe Indflydelse paa Dioxybenzolerne, ere de fede Syrer meget virksomme; deres Indflydelse voxer nogenlunde jævnt med Antallet af Kulstofatomer i Molekylet.

§ 15. *Anilin*, $C_6H_5NH_2$. Ved Forsøgene derover gik jeg ud fra en Opløsning, som var $\frac{1}{4}$ -molar. Den giver negativ Balloelektricitet, som aftager langsomt ved Fortynding med Vand.

Tabel XLIX.

	Anilinopl. Koncentration m_b						
	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$
Balloelektricitet ..	-4.6	-4.2	-3.8	-2.8	-1.8	-1.5	-1.3

Ved at blandes med voxende Mængder af Elektroltyter giver den efterhaanden positiv Balloelektricitet.

Tabel L.

Anilin $\frac{1}{4}$ -m. blandes med	Elektrolytens Koncentration					
	Vand	$10^{-4} n$	$10^{-3} n$	$10^{-2} n$	$10^{-1} n$	$1 n$
$\frac{1}{2} H_2SO_4 \dots$	-4.2	-4.3	-2.9	0.1	4.5	1.1
$\frac{1}{2} K_2SO_4 \dots$	-4.5	-3.5	-1.1	2.8	5.0	7.0
$\frac{1}{1} NaOH \rightarrow \dots$	-4.6	-4.1	-3.6	-1.9	5.4	7.15
$\frac{1}{1} NaOH \leftarrow \dots$	-4.0	-3.6	0.9	2.9	5.6	

Ved Forsøgene med Natriumhydroxyd lægger man Mærke til, at Balloelektriciteten, navnlig for en 10^{-3} og en $10^{-2} n$ Opløsning, er forskellig, eftersom man gaar fra en svagere til en stærkere Opløsning eller omvendt. Dette ligger i, at Natriumhydroxyd har en eiendommelig Virkning paa Platinpladen, som kun ophæves ved at lade Draaber af samme Koncentration i meget lang Tid støde imod den.

Ved Forsøget med Svovlsyre lægger man Mærke til at Balloelektriciteten aftager meget stærkt, naar man gaar fra en Opløsning, der er $\frac{1}{10} n$, til en, der er $\frac{1}{1} n$. Denne Overgang finder i Virkeligheden Sted ved en Opløsning, der er $\frac{1}{4} n$ eller tæt derved.

Tabel LI.

$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	0.1 n	0.2 n	0.4 n	0.6 n	1.0 n	2.0 n
bl. med $\frac{1}{4}$ -m. Anilin . . .	5.1	3.2	1.3	1.3	1.3	1.4

Denne Tabel er at forstaa saaledes, at f. Ex. $\frac{1}{10}$ normal Svovlsyre blandet med $\frac{1}{4}$ -molar Anilin giver 5.1 Volt.

Forklaringen er da, at Svovlsyre, som er meer end $\frac{1}{4}$ n, neutraliserer Anilinen, medens der, saalænge Svovlsyren er mindre end $\frac{1}{4}$ n, er Overskud af Anilin, der indvirker hyperballisk paa Resten af Opløsningen. Men man kunde have ventet, at Udslaget var blevet omtrent Nul, naar Svovlsyren var mere end $\frac{1}{4}$ n. At dette ikke sker, ligger sandsynligvis i, at der indtræder Hydrolyse. Dette belyses yderligere ved efterfølgende Forsøg.

Tabel LII.

Svovlsyre $\frac{1}{8}$ -molar	20	20	20	20	20	20	20
Anilin $\frac{1}{4}$ -molar	0	5	10	20	25	30	40
Vand	40	35	30	20	15	10	0
Balloelektricitet	0.0	0.3	0.5	0.85	1.3	4.8	6.9

§ 16. *Forskellige Opløsninger.* I Tabel LIII findes Maalinger over Balloelektriciteten af flere Opløsninger, dels alene, dels blandede med Vand eller med 1-m. Opløsninger af Alkohol, Kaliumchlorid, Saltsyre og Kaliumhydroxyd.

Opløsningerne af Ammoniak, Morphin og Vanillin ere autokataballiske, men forholde sig iøvrigt ligesom Elektrolyterne, idet de give et forholdsvis stort Udslag ved at blandes med Alkohol. Dermed stemmer det godt, at Kaliumchlorid ikke har synderlig Virkning paa dem. Deres Forhold overfor Saltsyre og Kaliumhydroxyd vise, at Ammoniak og Morphin ere Baser, mens Vanillin virker som en Syre.

Benzoesyre, Pyridin og Piperidin ere ogsaa autokataballiske; da Alkohol og Vand omtrent have samme Virkning paa dem,

Tabel LIII.

			Op- løsn.	Vand	Alko- hol	KCl	HCl	KOH
1	Ammoniak .	1-molar	+0.2	+0.25	+ 1.8	+ 0.2	-0.2	+ 0.35
2	Morphin . . .	1 gr i 1 Liter	+2.1	+1.4	+ 4.6	+ 0.8	-0.1	+ 0.2
3	Vanillin	$\frac{1}{16}$ -molar	+3.8	+2.4	+ 5.1	+ 2.7	+2.2	- 0.2
4	Benzoesyre .	$\frac{1}{32}$ -molar	+2.5	+1.5	+ 1.7	+ 3.3	+2.8	- 0.1
5	Pyridin	1-molar	+1.3	+1.8	+ 1.2	+10.1	+5.3	+10.8
6	Piperidin . . .	1-molar	+6.0	+7.0	+ 6.25	+13.4	+7.7	+13.7
7	Strychnin . .	mættet	-1.4	-1.4	- 4.4	- 0.1	-0.1	+ 0.4
8	Cinchonin . .	mættet	-3.8	-3.1	- 1.0	+ 0.1	-0.1	+ 0.2
9	Chinolin . . .	mættet		-2.7	- 2.6	+14.2	+0.3	+14.7
10	Anilin	$\frac{1}{4}$ -molar	-4.3	-4.3	- 3.3	+ 7.3	+1.1	+ 7.7
11	<i>o</i> -Toluidin . .	5 gr i 1 Liter	-5.5	-4.4	- 4.0	+ 5.3	+0.8	+ 5.6
12	Chinin	$\frac{1}{2}$ gr i 1 Liter	-6.0	-3.6	- 9.9	+ 3.05	+0.65	+ 2.85
13	<i>m</i> -Toluidin .	5 gr i 1 Liter	-5.5	-4.7	-11.0	+ 8.5	+1.8	+ 9.0

medens de give et stort Udslag med Kaliumchlorid, ere de afgjort hyperballiske. Benzoesyren forholder sig paa normal Maade overfor Base og Syre, medens dens saltsure Forbindelser maa være hydrolyserede.

Strychnin og Cinchonin ere autoanaballiske; iøvrigt forholde de sig overfor Elektrolyter nærmest som om de vare aballiske. Paafaldende er det store Udslag, som Blandingen af Strychnin med Alkohol giver.

Chinolin, Anilin og *o*-Toluidin ere autoanaballiske i høj Grad; iøvrigt forholde de sig som hyperballiske Opløsninger.

Chinin og *m*-Toluidin forholde sig i det hele paa samme Maade, kun at vi her ligesom ved Strychnin have en abnorm Virkning af Alkohol.

Professor A. C. CHRISTENSEN har overladt mig en Opløsning af Nikotinchlorid, som var $\frac{1}{20}$ -molar. Med denne har jeg anstillet følgende Forsøg. (Tabel LIV).

Her er det mærkeligt, at de første Tilsætninger af Kaliumhydroxyd have saa ringe Virkning.

Tabel LIV.

Nikotinchlorid $\frac{1}{20}$ -m.	20	20	20	20	20	20	20
Kaliumhydroxyd —	0	5	10	15	20	30	40
Vand	40	35	30	25	20	10	0
Balloelektricitet	0.0	0.1	0.2	0.3	3.6	5.9	6.7

§ 17. *Balloelektriske Ækvivalenter.* Vi have seet i Tabel VI og VII, at en Mængde Alkalimetalsalte give samme balloelektriske Virkning, naar de blandes med Alkohol. Tages i Stedet for Alkohol enten Æther eller Anilin, saa gaar det paa samme Maade. I disse Tilfælde falder den balloelektriske Ækvivalens altsaa sammen med den kemiske. Men det er langtfra altid saaledes. Derfor ere vi nødte til at spørge: Kan man med Rette opstille Begrebet „Balloelektrisk Ækvivalens“.

For at besvare dette Spørgsmaal opsøges to aballiske Stoffer, eller hvad der her er det samme, to Elektrolyter, der give samme Balloelektricitet, naar de blandes med Alkohol. Dette findes at være Tilfældet med 1-molar Kaliumnitrat og 0.7-molar Kaliumchlorid. Nu blander jeg dem hver for sig med en anden hyperballisk Opløsning, f. Ex. en Anilinopløsning; hvis der kan være Tale om balloelektrisk Ækvivalens, saa maa de to nye Blandinger ogsaa give samme Balloelektricitet. At dette virkelig er Tilfældet, viser Tabellen.

Tabel LV.

		0.7 KCl	1.0 KNO ₃
Æthylalkohol	1-m.	6.5	6.5
Isobutylalkohol	$\frac{1}{8}$ -m.	7.6	7.6
Eddikesyre	2-m.	5.1	4.9
Propionsyre	1-m.	9.35	9.35
Æther	1-m.	6.85	6.75
Anilin	$\frac{1}{4}$ -m.	7.6	7.6

Man kunde mene, at disse to Stoffer ligge saa nær ved hinanden, at man ikke kan slutte meget deraf. Denne Ind-

vending kan ikke gjøres mod de i Tabel LVI og LVII sammenlignede Opløsninger.

Tabel LVI.

		$\frac{1}{1}$ HCl	$\frac{1}{64}$ KCl
Alkohol	1-m.....	3.0	3.0
Æther	1-m.....	3.6	3.9
Propionsyre	1-m.....	4.2	4.2

Tabel LVII.

		Vinsyre 1-m.	$\frac{1}{2}$ KCl
Alkohol	1-m.....	6.3	6.1
<i>n</i> -Smørsyre	$\frac{1}{16}$ -m.....	7.8	7.8

Hermed mener jeg at det er godt gjort, at man kan opstille Begrebet balloelektrisk Ækvivalens; Stoffer, der er ækvivalente i denne Forstand, vil jeg kalde isoaballiske eller, naar ingen Misforstaaelse kan befrygtes, isoballiske.

Men man kan lige saa godt stille et andet Spørgsmaal: Hvis to hyperballiske Opløsninger give samme Balloelektricitet

Tabel LVIII.

		$\frac{1}{1}$ KCl	$\frac{1}{1}$ KOH	$\frac{1}{1}$ HCl	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄
Alkohol	$\frac{1}{2}$ -m.....	5.45	4.9		5.0
Propylalkohol	$\frac{1}{10}$ -m.....	6.2	5.5		5.85
Alkohol	$\frac{1}{1}$ -m.....	6.6	6.1		6.1
Alkohol	$\frac{1}{2}$ -m.....	5.4			4.8
Valeriansyre	1.6 gr i 1 Liter.	5.85			5.5
Alkohol	$\frac{1}{1}$ -m.....	6.7			5.8
Alkohol	$\frac{1}{2}$ -m.....	4.75	4.9		
Dimethylamin	$\frac{1}{4}$ -m.....	5.2	5.8		
Alkohol	$\frac{1}{1}$ -m.....	5.8	6.0		
Alkohol	$\frac{1}{2}$ -m.....	4.5		1.9	3.8
Methylacetat	$\frac{1}{4}$ -m.....	5.2		2.25	4.5
Alkohol	$\frac{1}{1}$ -m.....	5.5		2.3	4.65

ved at blandes med een Elektrolyt, ville de da gjøre det samme, naar de blandes med en anden?

For at besvare dette Spørgsmaal har jeg anstillet foranstaaende Forsøg. (Tabel LVIII).

I det Hele taget tale disse Forsøg for, at der existerer en Ækvivalens af den her beskrevne Art; yderligere bekræftes dette ved f. Ex. at beregne Styrken af den Alkoholopløsning, der vilde give samme Balloelektricitet som Propylalkohol. Resultaterne af en saadan Beregning, findes i følgende Tabel.

Tabel LIX.

	$\frac{1}{1}$ KCl	$\frac{1}{1}$ KOH	$\frac{1}{1}$ HCl	$\frac{1}{2}$ H ₂ SO ₄	Middel
Propylalkohol $\frac{1}{10}$ -m.	0.83	0.75		0.88	0.82
Valeriansyre 1.6 gr i 1 Liter	0.67			0.85	0.76
Dimethylamin $\frac{1}{4}$ -m.	0.71	0.91			0.81
Methylacetat $\frac{1}{4}$ -m.	0.85		0.94	0.91	0.90

Trods de Uregelmæssigheder, der unægtelig findes, mener jeg dog, at man har Ret til at tale om ækvivalente hyperballiske Opløsninger, saaledes at f. Ex. $\frac{1}{10}$ -m. Propylalkohol er i denne Forstand ækvivalent med 0.82-m. Alkohol. Saadanne Opløsninger vil jeg kalde isohyperballiske, eller kortere isoballiske.

I denne Sammenhæng vil jeg meddele en Forsøgsrække, som staar i nær Sammenhæng med det foregaaende. Jeg lavede 3 Opløsninger af Kaliumchlorid, som vare $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{16}$ og $\frac{1}{256}$ -molare. Disse blandedes med forskellige hyperballiske Opløsninger, og deres Balloelektricitet maalt. Endelig maalt ogsaa Balloelektriciteten for destilleret Vand, vel at mærke uden at Vandet blandedes med hyperballisk Stof. Trykket varieredes saaledes, at Udslaget paa Elektrometret altid meget nær var det samme for Blandingen med $\frac{1}{1}$ Kaliumchlorid.

Tabel LX.

		Tryk i Cm. Hg.	Kaliumchlorid			Vand
			1	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{64}$	
Æthylalkohol	1-m.	31.0	6.3	4.25	1.9	1.2
Propylalkohol	$\frac{1}{4}$ -m.	25.2	6.3	4.3	2.1	1.2
Isobutylalkohol	$\frac{1}{8}$ -m.	23.8	6.4	4.55	2.5	1.3
Amylalkohol	$\frac{1}{4}$ -m.	19.2	6.25	4.25	2.3	1.45
Allylalkohol	1-m.	30.2	6.3	3.8	1.7	0.9
Eddikesyre	2-m.	23.2	6.2	3.8	2.1	1.4
Propionsyre	$\frac{1}{4}$ -m.	27.8	6.3	4.25	2.5	1.5
<i>n</i> - Smørsyre	$\frac{1}{4}$ -m.	21.9	6.4	4.2	2.7	1.45
Valeriansyre	$\frac{1}{8}$ -m.	20.8	6.45	4.2	2.8	1.85
Æthylamin	1-m.	29.9	6.3	4.6	3.3	3.1
Diæthylamin	$\frac{1}{4}$ -m.	24.0	6.5	4.6	3.4	3.1
Methylacetat	$\frac{1}{4}$ -m.	30.2	6.3	4.7	2.5	1.0
Æthylacetat	$\frac{1}{8}$ -m.	27.5	6.4	4.7	2.5	1.1
Propylacetat	$\frac{1}{32}$ -m.	25.3	6.4	4.6	2.9	1.1
Isobutylacetat	$\frac{1}{32}$ -m.	23.6	6.3	4.8	2.9	1.1
Amylacetat	$\frac{1}{32}$ -m.	28.0	6.3	5.15	3.4	1.3
Æthylæther	1-m.	29.3	6.4	4.85	2.6	1.2

Hertil er følgende at bemærke. De fire første Alkoholer følges næsten ganske ad. Det samme gælder om Alkylsaltene og Aminerne. Ved de sidste seer man af Forsøgene med Vand, at Platinpladen ved Berøring med dem undergaar en Forandring, der holder sig længe. Hos de fede Syrer iagttages en tydelig Forskel ved den største Fortynding. Om den betyder noget, kan man dog ikke vide med Sikkerhed.

§ 18. *Forskellige Luftarter og Tryk.* Efter LENARD og J. J. THOMSON afhænger den Elektricitet der opstaar, naar Vanddraaber falde paa en Vandoverflade, i væsentlig Grad af den omgivende Lufts Natur. J. J. THOMSON fandt, at den endog kunde skifte Fortegn; den var for Vand positiv i atmosfærisk

Luft, men negativ i Brint. Mine Forsøg, som rigtignok ogsaa anstilledes paa en anden Maade, gav helt andre Resultater.

I Tabel LXI er anført Balloelektriciteten for en Blanding af 1-m. Kaliumchlorid og 1-m. Alkohol i forskellige Luftarter og ved forskellige Tryk.

Tabel LXI.

Tryk i cm. Hg.	Kul- syre	Atm. Luft	Gas	Brint
10.2				0.7
15.5			1.45	2.1
20.8	2.2	1.6	2.9	3.95
25.7	3.2	3.1	4.8	6.5
31.0	4.25	4.8	7.1	9.8
35.9	5.85	6.6	9.45	
41.0	6.9	8.1	12.4	

Med Gas menes her Kjøbenhavns Belysningsgas. Kulsyre og Brint toges fra Beholdere med disse Luftarter i komprimeret Tilstand. Man seer, at Balloelektriciteten bliver større, naar Luftartens Vægtfylde bliver mindre; kun Kulsyre afviger ved lavere Tryk fra denne Regel.

Sættes Balloelektriciteten lig 1 for atmosfærisk Luft, give de andre Luftarter følgende Virkninger.

Tabel LXII.

Tryk	Kul- syre	Atm. Luft	Gas	Brint
20.8	1.37	1	1.81	2.47
25.7	1.03	1	1.55	2.10
31.0	0.89	1	1.48	2.04
35.9	0.89	1	1.43	
41.0	0.85	1	1.53	

Heraf kan man vistnok slutte, at Balloelektriciteten i forskellige Luftarter nærmer sig til Forholdet:

Kulsyre	0.88
Atm. Luft	1.00
Gas	1.48
Brint	2.00

Ved et Tryk af 31 cm. Hg. har jeg gjort enkelte Forsøg med forskellige Opløsninger.

Tabel LXIII.

	Kul- syre	Atm. Luft	Gas	Brint
Vand	0.2	0.35	0.5	
Monochloreddikesyre 1-m.	-0.9	-1.0		
Trichloreddikesyre $\frac{1}{2}$ -m.	-2.4	-3.1		
<i>n</i> -Smørsyre 1-m.		1.2	2.2	
$\frac{1}{1}$ KOH + $\frac{1}{1}$ Alkohol	5.75	6.0		
Anilin $\frac{1}{4}$ -m.	-2.4	-4.45		-10.4
Chinin $\frac{1}{2}$ gr i 1 Liter	-2.5	-5.5	-11.2	
Lavendelolievand	5.8	6.9		

Alle Forsøgene give, at Balloelektriciteten voxer i numerisk Henseende, naar en tungere Luftart erstattes af en lettere. Naar Anilin og Chinin give saa ringe Virkning i Kulsyre, kan det ligge i, at de delvis neutraliseres af Kulsyre.

Alt dette tyder paa, at den omgivende Atmosfære ikke har den afgørende Indflydelse ved Balloelektricitetens Frembringelse.

Efterfølgende Forsøg vise, at Forandringer i Trykket paa-virkede forskellige Opløsninger paa samme Maade.

Tabel LXIV.

	Tryk i cm. Hg.		
	20.7	30.8	41.0
KCl $\frac{1}{1}$ + Alkohol $\frac{1}{1}$	1.7	4.8	8.9
KCl $\frac{1}{16}$ + Alkohol $\frac{1}{1}$	1.1	3.3	6.0
Chinin $\frac{1}{2}$ gr i 1 Liter	-0.5	-3.2	-7.7
Lavendelolievand	1.9	5.6	9.6

§ 19. *Straalelængdens Indflydelse.* Afstanden fra Spidsen af Kapillarspiratoren til Platinpladen i Ballometret vil jeg kalde Straalelængden. For at faa at vide, om den har nogen Indflydelse paa Balloelektriciteten, anstilledes følgende Forsøg.

Tabel LXV.

	Straalelængde				
	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3
Vand	-0.45	0.1	0.5	0.6	
Kaliumchlorid 1-m.	-0.2	-0.1	0.0	1.0	
KCl 1-m. + Alkohol 1-m.		6.5	5.5	5.1	4.8
Alkohol 1-m.	0.8	0.8	1.0	1.45	1.5
Propylalkohol $\frac{1}{8}$ -m.		3.1		3.5	
Anilin $\frac{1}{4}$ -m.		-4.9		-3.3	
Pyridin 1-m.		1.2		1.1	
Valeriansyre $\frac{1}{32}$ -m.		4.6		4.6	
Terpentinvand	4.6	5.1	5.35	5.1	4.6
Lavendelolievand	7.2	8.2	8.4	8.0	7.25

Straalelængden har altsaa nogen Indflydelse paa Balloelektriciteten. Ved alle de øvrige i denne Afhandling meddelte Forsøg var Straalelængden 1 cm.

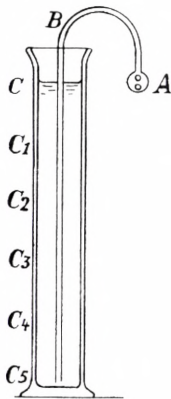


Fig. 9.

B Glasrør.

CC₅ Standglas.

C Vandets Overfl.

§ 20. *Sugerørets Længde.* Dennes Indflydelse undersøgtes paa følgende Maade. A (Fig. 9) er et Tversnit gennem Kapillarspiratoren, B er Sugerøret, CC₅ et Standglas. Afstanden CC₅ fra Vandets Overflade til Bunden var ved Forsøgets Begyndelse 18.5 cm.; den var delt i 5 ligestore Dele CC₁, C₁C₂ osv. Ved et Tryk af 31 cm. Kvægsølv maalttes Tiden T, der gik, til Vædsken sank til C₁, C₂ osv., samt Balloelektriciteten B.

Om Vædsken suges op fra en større eller mindre Dybde, har altsaa ingen Betydning, naar Dybden er imellem 7 og 14 cm.

Tabel LXVI.

	Vand		Chinin, $\frac{1}{4}$ gr i 1 Liter		$\frac{1}{1}$ KCl + $\frac{1}{1}$ Alkohol		Propylacetat	
	<i>T</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>B</i>
<i>C</i>	0 ^s	0.7	0 ^s	—4.4	0 ^s	6.2	0 ^s	2.85
<i>C</i> ₁	40.5	0.7	42	—4.4	46.5	6.3	48	2.85
<i>C</i> ₂	87	0.7	87.5	—4.8	99.5	6.3	102	2.8
<i>C</i> ₃	139.5	0.7	140	—4.7	156.5	6.25	162.5	2.7
<i>C</i> ₄	195.5	0.7	198	—4.8	221	6.1	228	2.7
<i>C</i> ₅	256.5	0.7	257.5	—4.55	288	5.9	297.5	2.6

§ 21. *Forbrugt Vædskemængde.* Det Rumfang Vædske, som i en given Tid rammer Platinpladen, afhænger væsentlig af Trykket og af Vædskens Natur. Til Oplysning derom anføres her nogle Maalinger af det Antal Sekunder *T*, der brugtes for at suge 20 ccm Opløsning op og omdanne dem til Draaber.

Tabel LXVII.

	Koncentration					
	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
Vand	61 ^s	61 ^s	61 ^s	61 ^s	61 ^s	61 ^s
Kaliumchlorid . . .			63	61.5		
Methylalkohol . . .	70	66				
Æthylalkohol	81	73.5	70	65.5		
<i>n</i> -Smørsyre			87	78	72.5	69

Jo mere hyperballisk Opløsningen er, desto mindre er altsaa den Vædskemængde, som i en given Tid omdannes til Draaber.

Omstaaende Forsøg tyde ogsaa paa, at de hyperballiske Opløsninger strømme langsommere ud end de aballiske; naar de vandige Udtræk af Lavendel- og Terpentiniolie forholdsvis strømme hurtigere ud, kan dette hænge sammen med, at de vel ere autoballiske, men ikke hyperballiske.

Tabel LXVIII.

		<i>B</i>	<i>T</i>			<i>B</i>	<i>T</i>
KCl	1-m.	0.1	63 ^s	Glycolsyre	1-m.		63 ^s
KOH	1-m.	-0.2	62	Æblesyre	1-m.		66.5
HCl	1-m.	-0.1	61	Eddikesyre	1-m.		67
H ₂ SO ₄	1/2-m.	-0.1	61	Propionsyre	1-m.		74.5
K ₂ CO ₃	1/2-m.	-0.05	64	<i>n</i> -Smørsyre	1-m.		87
NiCl ₂	1/2-m.	-0.2	63	Kaliumbutyrat	1/2 m.		65
CdJ ₂	1/2-m.	-0.3	67	Lavendelolievand . . .		7.8	64.5
Cu(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	1/2-m.	0.3	67.5	Terpentinolievand . . .		5.3	62
HgCy ₂	1/4-m.	0.0	62	Amylacetat mættet		4.1	65

For at see, om der er nogen Sammenhæng mellem Tiden *T* og Balloelektriciteten, gjordes følgende Forsøg.

Tabel LXIX.

	Tryk i cm. Hg.			
	20.7	25.6	31.0	36.0
Vand	75.5 ^s	64 ^s	61.5 ^s	58 ^s
Kaliumchlorid 1/2-m.	76.2	64.5	61.2	56.8
Alkohol 1/2-m.	80.5	70.5	64.5	63.2
1-m. Kaliumchl. + 1-m. Alkohol.	82	71.7	64.5	63.2

Skjøndt Blandingen af Kaliumchlorid og Alkohol giver en mange Gange større balloelektrisk Virkning end Alkoholopløsningen, er Tiden *T* dog paa det nærmeste den samme. Søge vi Hovedårsagen til de forskellige Værdier af *T* i Overfladepændingens forskellige Størrelse, kan man heraf slutte, at Balloelektriciteten i Almindelighed ikke er bestemt ved Overfladepændingen, om der end kan være en Sammenhæng imellem dem for de aballiske og hyperballiske Opløsningers Vedkommende.

Om Trykket frembringes af Kulsyre, atm. Luft, Gas eller Brint, synes efter de Forsøg, jeg derover har udført, at være uden Indflydelse paa den Hastighed, hvormed Vædskerne suges op af Kapillaraspiratoren.