

## EXPERIMENTALUNDERSØGELSE OVER GNIDNINGS- ELEKTRICITETENS OPRINDELSE. V.

AF

C. CHRISTIANSEN.

(MEDDELT I MØDET DEN 9. APRIL 1915.)

§ 1. *Indledning.* Jeg har for tre Aar siden<sup>1</sup> meddelt Resultaterne af en Række Forsøg over den Elektricitet, som opstaar, naar Vædskedraaber støder mod en Platinplade. I den Tid, der siden er forløben, har jeg fortsat denne Undersøgelse og skal her meddele nogle af de Resultater, jeg derved er kommen til. Inden jeg gaar over dertil, skal jeg forudskikke nogle Bemærkninger om Fremgangsmaaden og det tidligere fundne.

I den citerede Afhandling, som i det følgende betegnes med IV, har jeg beskrevet det Apparat, Ballometret kaldet, hvormed Forsøgene foretoges. Det samme Apparat har jeg ogsaa i Reglen brugt ved de nye Forsøg. Dette Apparat har den Ulempe, at der bruges en forholdsvis stor Mængde Vædske til et Forsøg, men det er dog let at omdanne Apparatet saaledes, at Vædsken suges op igen efter at være gaaet igennem Apparatet.

For at kunne sammenligne Forsøg, der anstilles til forskellig Tid og med forskellige Apparater, med hverandre, har jeg benyttet som Kontrolvædske en Blanding af lige Rumfang 2-molar Æthylalkohol og  $\frac{1}{10}$ -molar Natriumchlorid. Jeg har da valgt en saadan Indstilling af Ballometret, at den

<sup>1</sup> Oversigten 1912, S. 270.

nævnte Vædskeblanding ved Spejlaflæsningen gav et Udslag af 50 mm.

I den nævnte Afhandling undersøges en Mængde Stoffer, hentede saavel fra den uorganiske som fra den organiske Kemi. Her holder jeg mig til de to Grupper af Forbindelser, som man har kaldet de alifatiske eller de fede Lege-  
mers Gruppe og de aromatiske, som afledes af Benzol. Saa-  
vidt jeg hidtil kan skønne, adskiller disse to Grupper sig  
kendelig fra hinanden i balloelektrisk Henseende. I det  
følgende vil det da væsentlig komme til at dreje sig om  
Balloelektriciteten af Blandinger af uorganiske Elektrolyster  
med Stoffer, der hører til een af disse to Grupper.

§ 2. *Saltopløsninger.* Her tænkes kun paa neutrale  
Opløsninger, der forholder sig paa normal Maade ved Elek-  
troyse og Dobbeltdekomposition. Deres Balloelektricitet er  
altid meget ringe, som det vil fremgaa af Tab. II.

Tab. I. Balloelektricitet for 0.1 molar Salt-  
opløsninger.

	B		B		B
LiCl.....	-0.6	ZnCl <sub>2</sub> ....	-1.5	NaB <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ..	0.3
NaCl.....	-0.5	CuCl <sub>2</sub> ....	-1.4	Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ..	0.1
BaCl <sub>2</sub> ....	-1.2	CuSO <sub>4</sub> ...	-0.5	KNCO <sub>3</sub> ..	0.0
MgCl <sub>2</sub> ....	-1.5	ZnSO <sub>4</sub> ...	-0.2	KClO <sub>3</sub> ....	-0.2
CoCl <sub>2</sub> ....	-1.7	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..	-0.1	KJO <sub>3</sub> ....	-0.3
NiCl <sub>2</sub> ....	-1.7	NaHSO <sub>4</sub> ..	0.0		

$\frac{1}{30}$ -m. Aluminiumchlorid gav et ualmindelig stort Ud-  
slag, nemlig -2.3, medens Ammoniumferridsulfat og Kalium-  
chromidsulfat, begge  $\frac{1}{10}$ -m., gav samme Udslag: -0.2.

Ved Fortynding med Vand bliver Udslaget tilsidst posi-  
tivt, saaledes gav

$\frac{1}{1}$ Na Cl	B = -1.4
$\frac{1}{10}$ „	B = -0.6
$\frac{1}{100}$ „	B = 0.2
Vand	B = 13

Helt anderledes gaar det med Opløsninger, som vel efter Sammensætningen skulde regnes til Saltene, men som dog ikke leder Elektriciteten eller i hvert Fald er meget lidt ledende. Eksempler herpaa har vi i flere Kvægsølvsalte, som det ses af efterfølgende Tabel.

Tab. II.

	B
Vand .....	13.8
NH <sub>4</sub> Cl <sup>1</sup> / <sub>20</sub> -m.....	—0.2
HgCl <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>40</sub> -m.....	2.0
HgCy <sub>2</sub> » » .....	13.3
HgK <sub>2</sub> Cy <sub>4</sub> » » .....	—1.5

Det slet ledende Kvægsølvchlorid giver altsaa positivt Udslag i Modsætning til de godt ledende Salte Salmiak og Kaliumkvægsølvcyanid, der er negative. Endnu langt større er Udslaget for Kvægsølvcyanid, der slet ikke kan lede Elektricitet og heller ikke dekomponeres af Syrer. Kvægsølvcyanidopløsningen forholder sig næsten ganske som Vand, eller, som man rettere bør sige, det har ingen Indvirkning paa Vand i balloelektrisk Henseende.

Et meget interessant Eksempel paa det samme Forhold afgiver de tre Salte

Nr. 1. Hexaminkoboltichlorid [Co (NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub>,

Nr. 2. Triaminkoboltinitrit [Co (NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>],

Nr. 3. Natriumkoboltinitrit [Co (NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>]Na<sub>3</sub>,

som i sin Tid er fremstillede af S. M. JØRGENSEN, og som Professor JULIUS PETERSEN har haft den Godhed at overlade mig til Brug ved denne Undersøgelse. Af disse Salte var der dannet <sup>1</sup>/<sub>128</sub>-m. Opløsninger. De gav følgende Virkninger:

	B
Nr. 1	—1.2
Nr. 2	10.5
Nr. 3	—1.0
Vand	10.8

Heraf ses, at Nr. 2 forholder sig som Vand, medens Nr. 1 og Nr. 3 forholder sig som almindelige Saltopløsninger; dette stemmer godt med, at Nr. 2 ingen Ioner indeholder og altsaa ikke er noget Salt i den Betydning, i hvilken Ordet her skal tages.

§ 4. *Aballiske Syrer og Baser.* Skønt de uorganiske Syrer og Baser i Hovedsagen forholder sig i ballisk Henseende ligesom de Salte, der dannes af dem, findes der dog Undtagelser fra denne Regel; en saadan Undtagelse danner, som det tidligere er vist<sup>1</sup>, Ammoniak:

Tabel III.

	$\frac{1}{10}$ -n.	$\frac{1}{100}$ -n.
Saltsyre.....	-0.6	0.2
Salpetersyre....	-0.7	0.0
Svovlsyre.....	-0.6	0.1
Fosforsyre.....	0.3	0.6
Vinsyre.....	0.4	0.7

Foruden disse er, som det fremgaar af IV S. 292 ogsaa Myresyre, Glycolsyre, Oxalsyre, Malonsyre og Æblesyre aballiske.

§ 4. *Balliske Opløsninger og Blandinger af disse.* Det synes, at de allerfleste vandige Opløsninger af organiske Forbindelser er balliske. Paa dette Sted skal dog kun tages Hensyn til de fede Legemers Gruppe.

Herved maa det erindres, at den balloelektriske Undersøgelse for denne Gruppens Vedkommende giver meget variable Resultater. Dette ligger vistnok i, i hvert Fald for en stor Del, at det destillerede Vand, som bruges til Fremstillingen, ingenlunde altid er ens, samt i, at det undergaar Forandringer i Tidens Løb ved at optage Alkali fra Glasset.

Omstaaende Tabeller giver, Balloelektriciteten for Blandinger af ligestore Rumfang af de paagældende Opløsninger. Der er intet, der tyder paa, at Opløsningerne har nogen

<sup>1</sup> IV. S. 281.



Indvirkning paa hverandre, særlig er der intet Tegn til den forstærkende Virkning, som Elektrolyterne har paa de bal-  
 liske Stoffer, en Virkning, som jeg har kaldt Hyperballitet.

Tabel IV. 1-m. Alkoholer.

	Vand	Methyl- alkohol	Æthyl- alkohol	Propyl- alkohol
Vand .....	3.2	10.6	13.0	17.0
Methylalkohol .....	10.6	10.0	13.2	15.7
Æthylalkohol .....	13.0	13.2	15.0	16.2
Propylalkohol .....	17.0	15.7	16.2	17.0

Tabel V.  $\frac{1}{4}$ -m. Syrer.

	Vand	Eddike- syre	Propion- syre	Smør- syre	Vale- riane- syre
Vand .....	5.0	5.0	10.0	18.0	34.2
Eddikesyre ..	5.0	6.7	12.3	22.7	33.7
Propionsyre .	10.0	12.3	11.7	19.7	34.2
Smørsyre ....	18.0	22.7	19.7	23.0	33.0
Valerianesyre	34.2	33.7	34.2	38.0	43.5

Tabel VI.  $\frac{1}{4}$ -m. Opløsninger.

	Vand	Æthyl- alkohol
Eddikesyre .....	4.2	9.4
Propionsyre .....	9.7	11.1
Smørsyre .....	19.5	18.2
Valerianesyre ....	33.0	33.0

Anderledes staar Sagen, naar man blander en Opløsning af et alifatisk Stof med en Opløsning af et Stof, der hører til en ganske anden Gruppe, f. Eks. en Chininopløsning.

Medens altsaa en 1-m. Opløsning af Propylalkohol giver et Udslag af + 14 og en mættet Chininopløsning et Udslag af - 8, giver en Blanding af ligestore Rumfang af begge Udslaget - 48. Her maa altsaa finde en stærk Vekselvirkning Sted imellem Opløsningerne.

Tabel VII.

Chininmættet	Alkohol	1-m. Opløsninger af		
		Methylalk.	Æthylalk.	Propylalk.
0 ccm	10 ccm	10	8	14
1	9	—16	—31	—38
3	7	—18	—31	—47
5	5	—15	—30	—48
7	3	—13	—25	—44
9	1	—9	—18	—28
10	0	—6	—6	—8

§ 5. *Hyperballiteten.* I min sidste Afhandling har jeg meddelt en Mængde Maalinger af det Udslag, der fremkommer, naar en ballisk Opløsning blandes med en Elektrolyt. Holder man sig til de store Træk i Fænomenet, kan man sige, at det i mange Tilfælde er ligegyldigt, hvilken Elektrolyt man bruger til Blandingen, ja der er i hvert Fald enkelte Syrer og Baser, der har næsten samme Virkning som Saltene. Nogen Forklaring heraf kan jeg ikke give, derimod skal her meddeles nogle Forsøg, der maaske kan bidrage noget til Forstaaelsen heraf.

Foran, S. 541, er omtalt nogle Forsøg med 3 af S. M. JØRGENSEN fremstillede Koboltforbindelser, de er betegnede med Nr. 1, Nr. 2 og Nr. 3; blandedes de med 2-m. Æthylalkohol, gav de følgende Udslag

Nr. 1	29.0,
Nr. 2	21.5,
Nr. 3	38.0,

medens 1-m. Æthylalkohol gav Udslaget 20.0. Nr. 1 og Nr. 3 er altsaa hyperballiske, medens Nr. 2 ingen kendelig Indflydelse har paa Alkohol. At dette hænger sammen med, at Nr. 1 og Nr. 3 er dissocierede, medens Nr. 2 er udisso-cieret, er i hvert Fald meget sandsynligt.

Et lignende Resultat faas ved at undersøge nogle Kvægsølv-saltes balliske Forhold.

Tabel VIII.

	Blandet med	
	2-m. Alkohol	1-m. NaCl
NH <sub>4</sub> Cl <sup>1</sup> / <sub>10</sub> -m. ....	61.2	—1.0
HgCl <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>20</sub> -m. ....	14.0	—0.8
HgCy <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>20</sub> -m. ....	c. 40	—1.1
K <sub>2</sub> HgCy <sub>4</sub> <sup>1</sup> / <sub>20</sub> -m. ....	67.7	—3.1
Vand.....	29	—1.0

Medens Salmiak og Kaliumkvægsølvcyanid giver de normale store Udslag med Alkohol, er Udslagene meget mindre og uregelmæssige for Kvægsølvcyanid og Kvægsølvchlorid. At dette ikke har sin Grund i, at disse Stoffer skulde være balliske, følger af, at de ikke giver noget videre Udslag ved Blanding af Natriumchlorid. Forklaringen maa da søges i den Omstændighed, at Kvægsølvchlorid og Kvægsølvcyanid er yderst lidt dissocierede.

§ 7. *Saltes Hyperballitet.* I Tabel IX er anført en Række Forsøg herover. Jeg har sat Balliteten af en Blanding af

Tabel IX.

Elektrolyt	Blandet med			
	Æthylalkohol 2-m	Amylalkohol 1-m.	Propionsyre 1-m.	Anilin <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -m.
NaCl <sup>1</sup> / <sub>10</sub> -m. ..	100	100	100	100
LiCl » ..	106	104	—	—
NaNO <sub>3</sub> » ..	98	—	97	97
CaCl <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>20</sub> -m. ..	100	100	95	95
CaCl <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>10</sub> -m. ..	112	109	108	110
ZnCl <sub>2</sub> » ..	108	107	103	97
CuCl <sub>2</sub> » ..	109	109	103	—
CoCl <sub>2</sub> » ..	112	110	—	—
NiCl <sub>2</sub> » ..	111	110	—	—
CdCl <sub>2</sub> » ..	100	93	90	—
ZnSO <sub>4</sub> » ..	91	94	91	88
CuSO <sub>4</sub> » ..	89	93	89	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> » ..	116	120	119	113
NaHSO <sub>4</sub> » ..	101	106	103	—

lige Rumfang  $\frac{1}{10}$ -n. Natriumchlorid og af de i Tabellen nævnte balliske Opløsninger lig 100.

De fire første Saltopløsninger er  $\frac{1}{10}$  normale; der er alligevel stor Forskel paa deres Ballitet. Lignende Uregelmæssigheder iagttages hos de sidstnævnte ti Opløsninger, som alle er  $\frac{1}{5}$  normale. Afvigelserne kommer vistnok lige godt frem med alle de fire balliske Vædsker.

Af de andre Salte, som jeg har undersøgt, skal jeg nævne Kaliumaluminium-, Kaliumchrom- og Kaliumjernalun; de gav alle den samme hyperballiske Virkning, hvilket fremgaar af følgende Tabel.

Tabel X.

$m_a$ for Elektrolyter	2-m. Alkohol blandet med			
	$K_2Al_2(SO_4)_4$	$K_2Cr_2(SO_4)_4$	$K_2Fe_2(SO_4)_4$	NaCl
$\frac{1}{10}$ .....	—	59	57	50
$\frac{1}{20}$ .....	54	—	—	—
$\frac{1}{40}$ .....	49	48	48	41
$\frac{1}{100}$ .....	38	37	37	28
$\frac{1}{640}$ .....	26	27	—	—

Herefter maa  $\frac{1}{10}$  NaCl omtrent være ækvivalent med  $\frac{1}{30}$   $K_2Al_2(SO_4)_4$  i hyperballisk Henseende.

§ 7. *Fortyndingsloven.* Naar man sætter mere og mere af en Elektrolyt til en ballisk Vædske, vil Udslaget i Regelen vokse tilnærmelsesvist i aritmetisk Forhold, naar Elektrolytmængden vokser i geometrisk Forhold. Et Eksempel herpaa afgiver Tabel XI.

Man maa altsaa med nogen Tilnærmelse kunne sætte for større Koncentrationer

$$B = a \log KC,$$

hvor  $C$  er Koncentrationen, det vil sige Antallet af Ækvivalenter i Literen, medens  $a$  og  $K$  er Konstanter for de samme to Stoffer.

At vor Formel stemmer ganske godt med de i Tabel XI



Tabel XI. 2-m. Alkohol blandet med Elektrolyt.

$m_a$	NH <sub>4</sub> Cl		LiCl		MgCl <sub>2</sub>		CaCl <sub>2</sub>	
	B	Diff.	B	Diff.	B	Diff.	B	Diff.
1-m. ....	82		86		96		92	
1/4-m. ....	69	13	70.5	15.5	76	20	74.5	17.5
1/16-m. ....	54	15	52	18.5	60	16	57.5	17
1/64-m. ....	34	20	32	20	41	19	41.5	16
1/256-m. ....	16.5	17.5	17	15	25.5	15.5	24.5	17
1/1024-m. ...	10	6.5	12	5	18.5	7	18.5	6
O .....	15	— 5	14	— 2	15	3.5	15	3

meddelte Forsøg, viser følgende Tabel, hvor de Værdier for  $B$ , som Formlen giver, er sammenstillede paa den ene Side med Middeltallene for Salmiak og Lithiumchlorid, paa den anden Side med Middeltallene for Magniumchlorid og Calciumchlorid.

$$B = 28.3 \log 1000 C.$$

$m_a$	NH <sub>4</sub> Cl og LiCl		MgCl <sub>2</sub> og CaCl <sub>2</sub>	
	Middel	ber.	Middel	ber.
1-m. ....	84	85	94	93
1/4-m. ....	69.7	68	75.2	77
1/16-m. ....	53	51	58.7	60
1/64-m. ....	33	34	41.2	42
1/256-m. ...	16.7	16.5	25	25

Et andet Eksempel paa Anvendelse af denne Lov har vi set i IV S. 276.

§ 9. *Hyperballitet hos Syrer.* Det er omtalt i IV. S. 280, at Syrerne i denne Henseende viser store Uregelmæssigheder. Ligesom hos Saltopløsningerne synes disse Uregelmæssigheder at gentage sig paa samme Maade i Blandinger med forskellige balliske Opløsningsmidler. For at vise dette paa en nem Maade varieredes Trykket,  $P$ , i Ballometret saaledes, at Udslaget meget nær blev det samme for Blandinger af 1/10-n. Natriumchlorid med de anvendte balliske Opløsninger.

Tabel XII.

$\frac{1}{10}$ -n. Oplosninger af	$P = 18$ cm	$P = 12$ cm	$P = 15$ cm
	Ethylalkohol 2-m.	Amylalkohol $\frac{1}{4}$ -m.	Propionsyre 1-m.
Natriumchlorid...	61.5	61.5	60.5
Svovlsyre .....	52.5	50	52.5
Sølpetersyre .....	28	36	30
Saltsyre .....	24.5	34	25
Fosforsyre .....	45.5	44	45
Vinsyre .....	45	48	48

At Forholdet mellem Balliteten af Natriumchlorid og Saltsyre ogsaa er uafhængigt af Koncentrationen, viser følgende Forsøg.

Tabel XIII.

$C$ for Elektro- lyten	$P = 23.5$ cm	$P = 14$ cm
	Blanding af 2-m Alkohol med	
	NaCl	HCl
1 .....	48	47
$\frac{1}{4}$ .....	39	40
$\frac{1}{16}$ .....	30.5	31
$\frac{1}{64}$ .....	23	20

§ 9. *Ballitetsgrad.* Blandes en given Saltopløsning med et ballisk Stof, som er  $m_b$  molar, og faas derved et Udslag  $B$ , medens Saltopløsning ved at blandes med sit Rumfang Vand giver  $B_0$ , saa kan man betragte Differensen  $B - B_0$  som frembragt af det balliske Stof. Det maa da ventes, at Forholdet, Ballitetskvotienten,

$$\frac{B - B_0}{m_b},$$

maa nærme sig til en vis Grænseværdi, naar  $m_b$  nærmer sig til Nul. Noget saadant finder virkelig ogsaa Sted som vist i IV. S. 285 ff. Denne Grænseværdi skal her betegnes med  $\beta$ . Som Tabel XIV viser, retter Ballitetskvotienten sig efter den anvendte Elektrolyts Koncentration, og aftager, som man

kunde vente, langsomt med denne. Mærkeligt nok har den i Reglen et Maximum for en vis ringe Værdi af  $m_b$ . Om Grunden hertil er det vanskeligt at danne sig en klar Forestilling. Maaske finder der en Slags Dissociation af Alkoholen Sted, hvorved den i meget stor Fortynding kommer til at virke som en Elektrolyt. Denne Maximumsværdi vil jeg her sætte lig Ballitetsgraden og betegne den med  $\beta$ .

Tabel XIV.

NaCl	Alkohol $m_b =$	$1/4$	$1/8$	$1/16$	$1/32$	$1/64$	$1/128$	$1/256$
2-n.	Methylalk. . . .	30	32					
2-n.	Æthylalk. . . .	184	228	251	246			
$2/10$ -n.	»	105	126	133				
$2/100$ -n.	»	52	63	77				
2-n.	Propylalk. . . .	435	646	832	874	858	866	
$2/10$ -n.	»	269	418	501	506	474		
$2/100$ -n.	»	163	230	250	272			
2-n.	Butylalk. . . . .	680	1090	1570	1950	2020	1910	1870
$2/10$ -n.	»	436	784	1130	1280	1150	960	
$2/100$ -n.	»	280	460	642	736	621	576	
2-n.	Amylalk. . . . .				2430	2770	2750	2610
$2/10$ -n.	»				1960	2070	1840	1510
$2/100$ -n.	»				1170	1250	1090	—

De henholdsvis til 2,  $2/10$  og  $2/100$ -n. Natriumchlorid svarende Værdier af  $\beta$  vil jeg kalde  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ . Man har altsaa

	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Methylalk. . . .	32	—	—
Æthylalk. . . .	251	133	77
Propylalk. . . .	874	506	272
Butylalk. . . . .	2020	1280	736
Amylalk. . . . .	2770	2070	1250

Betegnes Antallet af Kulstofatomer i Alkoholmolekylet med  $p$ , kan man tilnærmelsesvis sætte

$$\beta_1 = \gamma_1 P^3, \beta_2 = \gamma_2 P^3, \beta_3 = \gamma_3 P^3,$$

hvor man har

	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$
Methylalk. .	32	—	—
Æthylalk. . .	31	17	10
Propylalk. .	32	19	10
Butylalk. . .	32	20	11
Amylalk. . . .	22	17	10
Middel . . . .	30	18	10

Man ser heraf, at Ballitetsgraden tilnærmelsesvis forholder sig som tredje Potens af Antallet af Kulstofalomer i Alkoholmolekylet.

§ 10. *Halogensubstitutionens Indvirkning paa Balloelektriciteten.* Vel er de fleste af de hidtil undersøgte Stoffer positive i balloelektrisk Henseende eller, med den kortere Betegnelse, kataballiske, men der findes dog ogsaa en Del anaballiske Stoffer. Jeg har tidligere (IV. S. 295) undersøgt nogle Halogensubstituter af fede Syrer; nogle af de fundne Resultater er gengivne her.

Tabel XV.

	Blandet med	Syrernes Koncentration					
		1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$
Monochloreddikesyre . . .	Vand	— 1.3	— 0.9	— 0.5	— 0.35		
Monobromeddikesyre . . .	—	— 0.8	— 0.75	— 0.55			
Monochloreddikesyre . . .	$\frac{1}{1}$ Alkohol	0.95	1.2	1.35	1.35		
Monobromeddikesyre . . .	—	0.5	0.85	1.1	1.2		
Monochloreddikesyre . . .	$\frac{1}{1}$ KCl	— 2.5	— 1.75	— 1.1	— 0.6		
Monobromeddikesyre . . .	—	— 2.3	— 1.7	— 1.0	— 0.55		
Trichloreddikesyre . . . . .	Vand	— 3.85	— 2.8	— 1.65	— 0.9	— 0.5	
Tribromeddikesyre . . . . .	—		— 5.05	— 2.7	— 1.0	— 0.45	
Trichloreddikesyre . . . . .	$\frac{1}{1}$ Alkohol	— 2.8	— 1.8	0.0	1.3	1.7	1.8
Tribromeddikesyre . . . . .	—			— 0.1	1.45	1.7	1.6
Trichloreddikesyre . . . . .	$\frac{1}{1}$ KCl	— 10.8	— 9.2	— 6.1	— 3.2	— 1.65	— 0.9
Tribromeddikesyre . . . . .	—			— 5.6	— 2.7	— 1.0	— 0.4



Man ser, at de allerfleste af de undersøgte Blandinger giver negativ Elektricitet; jo flere Halogenmolekyler der indgaar i Forbindelserne, desto mere negative bliver de. Sammenlignes Chlor- og Bromforbindelserne, ser man, at Chlor vel virker stærkere end Brom, men Forskellen er dog ikke større, end at det vel var muligt, at den kunde hidrøre fra Fejl ved Forsøgene eller fra Præparaternes Urenhed.

Ved Forsøg over aromatiske Forbindelsers Balloelektricitet blev jeg opmærksom paa, at de Opløsninger, hvori Grupperne OH og NO<sub>2</sub> indgik, ved at blandes med Chlornatriumopløsning ogsaa havde en Tilbøjelighed til at blive anaballiske. Ved at sammenholde disse Erfaringer med hinanden kom jeg paa den Tanke, at Balloelektriciteten var bestemt ved Bygningen af den udissocierede Del af Molekylet, medens den dissocierede eller, om man vil, den ioniserede Del var enten uden eller dog kun af underordnet Betydning, med Hensyn til om Stoffet var ballisk eller ikke. Selvfølgelig blev Ballitetens numeriske Størrelse bestemt ved Vekselvirkningen mellem den udissocierede balliske og den dissocierede aballiske Del, som vi kender det fra de hyperballiske Blandinger.

Efter denne Opfattelse var det sandsynligt, at ikke alene haloidsubstituerede fede Syrer, men ogsaa de andre alifatisk Forbindelser bliver anaballiske ved samme Substitution. Da det nu viste sig, at Opløsning af Chloralhydrat ved Tilsætning af Natriumchlorid blev anaballisk, henvendte jeg mig til Professor E. BILMANN og bad ham om at udpege nogle Forbindelser, der kunde bruges ved denne Undersøgelse. Med største Beredvillighed stillede han da en Række Forbindelser til min Raadighed. Jeg skal nu gøre Rede for Resultatet af Forsøgene med disse. Først gives i Tabellerne XVI A og XVI B Balloelektriciteten for Blandinger af 2-n. Na Cl og det balliske Stof, hvis Koncentration er angivet under  $m_b$ .

Tabel XVI. A.

$m_b$	Propyl- alkohol CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	Dibrompro- pylalkohol CH <sub>2</sub> Br CHBr CH <sub>2</sub> OH	Propion- syre CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Dibrompro- pionsyre CH <sub>2</sub> Br CHBr COOH	Dichlor- hydrin CH <sub>2</sub> Cl CHOH CH <sub>2</sub> Cl
$1/4 \dots$	100.0		97.9	-63.2	-74.2
$1/8 \dots$	73.6		73.5	-40.8	-57.2
$1/16 \dots$	46.0		45.3	-20.6	-35.5
$1/32 \dots$	24.6	-9.6	24.7	-9.4	-18.0
$1/64 \dots$	11.8	-4.5	12.6		-9.5
$1/128 \dots$		-2.8	5.8		

Tabel XVI. B.

$\mu_b$	Monobrom- ravsyre CH <sub>2</sub> COOH CHBrCOOH	Isopropyl- brommalon- syre CH <sub>3</sub> .CH <sub>3</sub> CH CBr (COOH) <sub>2</sub>	Smørsyre CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Bromsmør- syre CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHBr COOH	Bromiso- smørsyre CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> CBr COOH
$1/10 \dots$	-10.3	-3.5	118.0	48.5	59.0
$1/20 \dots$	-10.5	-6.5	82.0	30.5	41.0
$1/40 \dots$	-7.0	-7.0	46.5	16.0	25.0

Man ser heraf, at Substitution af Cl eller Br for Brint gør Forbindelsen hyperanaballisk eller i hvert Fald har en Tendens dertil; saaledes er Bromsmørsyre ganske vist hyperkataballisk, men dog langt svagere end Smørsyren selv.

Efter Professor E. BILMANN'S Tilskyndelse undersøgte jeg Opløsninger af Mannit, Dulcit og Slimsyre, som indeholder Gruppen OH i alle Led. De var alle svagt kataballiske, de gav intet Udslag ved at blandes med Natriumchlorid, men stort Udslag ved Blanding med Alkohol. Disse Forbindelser forholder sig nærmest som Elektrolyter og havde tilnærmelsesvis samme Virkning paa Alkoholopløsninger som en ækvimolar Natriumchloridopløsning. Den Formodning, som havde foranlediget disse Forsøg, at OH skulde virke paa

alifatiske Forbindelser ligesom Cl og Br, bekræftedes derfor ikke.

Tabel XVI C.

	$m_b$	B	B <sup>1</sup>	C
Dichlorhydrin, symm.....	$\frac{1}{4}$	3.2	8.3	-74.2
Epichlorhydrin .....	mættet	13.2	7.1	18.9
Dibrompropylalkohol ....	$\frac{1}{32}$	3.2	2.6	- 9.5
Dibrompropionsyre .....	$\frac{1}{4}$	-16.8	-15.8	-63.2
$\alpha$ -Bromsmørsyre .....	$\frac{1}{10}$	8.5	—	48.5
$\alpha$ -Bromisomørsyre .....	$\frac{1}{10}$	13	—	59
Monobromravsyre .....	$\frac{1}{10}$	- 1	- 7.5	-10.3
Isopropylbrommalonsyre .	$\frac{1}{10}$	-10	-12	- 3.5

Her er B Balliteten for Opløsninger med Koncentration  $m_b$ , B<sup>1</sup> Balliteten for Opløsninger med  $\frac{1}{2} m_b$  og endelig C Balliteten for en Blanding af 2 n-NaCl med en Opløsning af Koncentration  $m_b$ . Man ser heraf, at Haloidsustitution har forskellig Virkning paa de vandige Opløsninger; nogle af dem bliver kataballiske, andre anaballiske.

Chloralhydrat er hyperanaballisk; det ligger nær at sammenstille dette Stof paa den ene Side med Trichloreddikesyre, paa den anden med Acetaldehyd og Eddikesyre; man har nemlig:

Chloral  $\text{CCl}_3.\text{CH}(\text{OH})_2$ , Trichloreddikesyre  $\text{CCl}_3.\text{COOH}$ .

Acetaldehyd  $\text{CH}_3.\text{CHO}$ , Eddikesyre  $\text{CH}_3.\text{COOH}$ .

Blandinger af  $m_b$  molare Opløsninger af disse med 2-n. Natriumchlorid gav omstaaende Resultat.

Medens Balloelektriciteterne for Eddikesyre og Trichloreddikesyre, fraset Fortegnet, følges nogenlunde ad, gælder dette ikke om Acetaldehyd og Chloralhydrat, idet den sidstnævnte har et Maximum for  $m_b = \frac{1}{2}$ , medens den førstnævnte ikke har noget Maximum i det betragtede Interval.

2-m. Chloralhydrat alene giver Udslaget 0.7, 1-m. Chloral Udslaget 11.0. Ved Sammenligning med Tab. XVI C kommer man til det Resultat, at Haloidsustitution i en organisk Syre har en Tendens til at gøre den anaballisk, men at

mere neutrale Forbindelser, som Chloral, Dichlorhydrin, Epichlorhydrin og Dibrompropylalkohol er kataballiske.

$m_b$	Chloral- hydrat	Acetal- dehyd	Trichlor- eddike- syre	Eddike- syre
2 . . . .	—74.8	54.5	—	—
1 . . . .	—82.2	39.5	—91.6	71.2
$1/2$ . . . .	—85.7	28.7	—64.6	54.2
$1/4$ . . . .	—83.8	20.7	—40.5	38.1
$1/8$ . . . .	—74.6	13.7	—27.9	23.2
$1/16$ . .	—43.6	7.9	—12.6	14.3
$1/32$ . .	—28.3	3.7	— 9.2	7.3
$1/64$ . .	—25.5	—	—	—
$1/128$ . .	—10.7	—	—	—
$1/256$ . .	— 6.0	—	—	—

Som Eksempel paa den Virkning, som Blanding med en Syre har paa Balloelectriciteten, anføres følgende Forsøg:

	$1/2$ -m. $H_2SO_4$	
Dibrompropionsyre	$1/4$ -m.	— 55.0
Dichlorhydrin, symm.	$1/4$ -m.	— 65.0

§ 11. *To balliske Stoffer og een Elektrolyt.* Blandes Eddikesyre med Natriumchlorid, vokser Udslaget først med Mængden af Eddikesyre, naar et Maximum,  $M_1$ , aftager, og bliver tilsidst negativt. Tage vi Propionsyre i Stedet for Eddikesyre, gaar det paa samme Maade, men Propionsyren virker stærkere end Eddikesyren, Maximum,  $M_2$ , indtræder tidligere og er større. Hvorledes vil det nu gaa, naar begge Syrer virker samtidig paa een Elektrolyt? Man vil snarest tænke sig, at det Maximum,  $M_3$ , der kan naas i dette Tilfælde, vil være større end  $M_1$ , men i det højeste lig med  $M_2$ , og saaledes gaar det ogsaa. Dette skal nu blive oplyst ved nogle Eksempler. Først skal dog nogle Forsøg med meget fortyndede Opløsninger beskrives.



De i Tab. XVIII—XXII angivne Koncentrationer betyder det paagældende Stofs Koncentration i Forhold til det hele Volumen, som Blandingen indtager. a og c, sammenlignede med b og d, viser, at Udslagene tilnærmelsesvis forholder sig

Tabel XVIII.

	Koncentration			B
	Natriumchlorid	Æthylalkohol	Propylalkohol	
a ....	$\frac{1}{20}$ -n.	$\frac{1}{16}$ -m	0-m	11.8
b ....	$\frac{1}{20}$ »	$\frac{1}{8}$ »	0 »	22.2
c ....	$\frac{1}{20}$ »	0 »	$\frac{1}{16}$ »	26.5
d ....	$\frac{1}{20}$ »	0 »	$\frac{1}{8}$ »	50.0
e ....	$\frac{1}{20}$ »	$\frac{1}{16}$ »	$\frac{1}{16}$ »	36.5

som Koncentrationen af det tilsatte balliske Stof. At Ballolektriciteten for store Fortyndinger maa være en additiv Egenskab, viser e sammenlignet med a og c, da Æthyl- og Propylalkohol hver for sig giver 11.8 og 26.5, hvis Sum er 38.3, medens de begge tilsammen giver 36.5.

Det er af Interesse at se, hvor langt man kan gaa ned med Mængden af elektrolytisk Stof, inden Opløsningen hører op med at have additive Egenskaber. Derom giver følgende Tabel nogen Oplysning.

Tabel XIX.

	Æthylalkohol	Propylalkohol	Natriumchlorid			
			$\frac{1}{2}$ -n	$\frac{1}{20}$ -n	$\frac{1}{200}$ -n	$\frac{1}{2000}$ -n
a.....	$\frac{1}{16}$ -m	0-m.	20.5	12.0	7.0	7.0
b ....	$\frac{1}{8}$ »	0 »	35.5	22.0	11.0	8.0
c.....	0 »	$\frac{1}{64}$ »	21.5	12.0	8.0	7.5
d ....	0 »	$\frac{1}{32}$ »	38.5	24.5	12.0	9.5
e.....	$\frac{1}{16}$ »	$\frac{1}{64}$ »	39.0	24.5	12.5	9.5
a+c..			42.0	24.0	15.0	14.5

Herefter bliver alt usikkert, naar Koncentrationen af det elektrolytiske Stof er mindre end 0.01.

Vi vil nu betragte mere koncentrerede Blandinger.

Tab. XX. Natriumchlorid 0.05-n.

	Æthylalkohol					
	0	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{2}$	2	8
Propylalkohol 0	0	43.0	48.5	49.0	47.0	33.5
» $\frac{1}{8}$	60.0	59.5	58.0	50.5	47.5	30.0
» $\frac{1}{4}$	70.0	67.0	59.5	52.0	50.0	28.0
» $\frac{1}{2}$	74.0	67.5	62.5	53.5	48.0	25.5
» 1	64.0	59.0	54.5	48.0	40.5	12.5
» $\frac{3}{2}$	54.0	51.0	45.5	41.0	34.0	2.0
» 2	47.5	»	»	»	»	-2.0

Disse Forsøg er gengivne grafisk i Fig. 1. Abscisserne betegner Æthyl-, Ordinateerne Propylalkoholens Koncentration.  $M_1$  og  $M_2$  betegner de Koncentrationer, der svarer til Maxi-

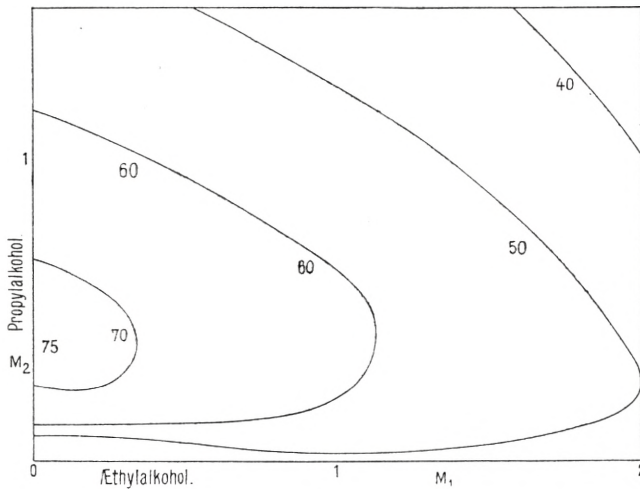


Fig. 1.

mum. Kurverne gaar igennem Punkter, der svarer til lige store Udslag paa Ballometret, de ere isoballicke. Balliteten aftager altsaa, naar man gaar fra  $M_2$  til  $M_1$ , eller fra 75 til 49. Kurverne selv svarer til Balliteterne 70, 60, 50, 40.

Her har vi haft med to kataballiske Stoffer at gøre, vi skal nu betragte det Tilfælde, hvor det ene er kataballisk, det andet anaballisk. Først betragtes stærkt fortyndede Opløsninger af saadanne.

Tabel XXI.

	Chloral- hydrat	Æthyl- alkohol	Natriumchlorid	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{20}$
a . . . . .	$\frac{1}{64}$	0	-19.0	- 9.5
b . . . . .	$\frac{1}{32}$	0	-35.5	-20.5
c . . . . .	0	$\frac{1}{16}$	20.5	11.5
d . . . . .	0	$\frac{1}{8}$	37.0	21.5
e . . . . .	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{16}$	4.5	2.5
a + c . .			1.5	2.0

Herefter har man Lov til at antage, at Balliteten ogsaa i dette Tilfælde er en additiv Egenskab for meget fortyndede Opløsninger.

Et andet Tilfælde, hvor de balliske Stoffer var Propionsyre og Trichloreddikesyre, behandles i følgende Tabel:

Tabel XXII. Natriumchlorid 0.05-molar.

	Propionsyre						
	0-m.	$\frac{1}{16}$ -m.	$\frac{1}{8}$ -m.	$\frac{1}{4}$ -m.	$\frac{1}{2}$ -m.	$\frac{3}{4}$ -m.	1-m.
Trichloreddikesyre 0-m.	0	36.5	55.0	58.0	57.0	60.0	53.0
— $\frac{1}{16}$ »	-19.5	25.0	48.0	59.0	»	»	»
— $\frac{1}{8}$ »	-39.0	6.5	35.5	53.0	»	»	»
— $\frac{1}{4}$ »	-48.0	-16.0	8.0	27.5	38.5	37.0	35.0
— $\frac{1}{2}$ »	-54.0	»	»	-1.3	21.5	20.5	18.0
— $\frac{3}{4}$ »	-55.0	»	»	-8.3	10.0	15.5	13.0

Forsøgene er gengivne grafisk i Fig. 2. Man har draget de isoballiske Kurver for Balliteterne - 50, - 25, 0, 25 og 50. Den til 0 svarende Kurve nærmer sig stærkt til at være en ret Linie. Det vil, som Fig. viser, sige, at Balliteten er 0, naar Koncentrationen af Trichloreddikesyren forholder sig til Koncentrationen af Propionsyren som  $\frac{3}{4} : \frac{3}{8} = 2 : 1$ .

§ 12. *Phenol og Anilin.* De aromatiske Forbindelser frembyder meget, der har Interesse i balloelektrisk Henseende, idet Balliteten paa en forholdsvis simpel Maade hænger

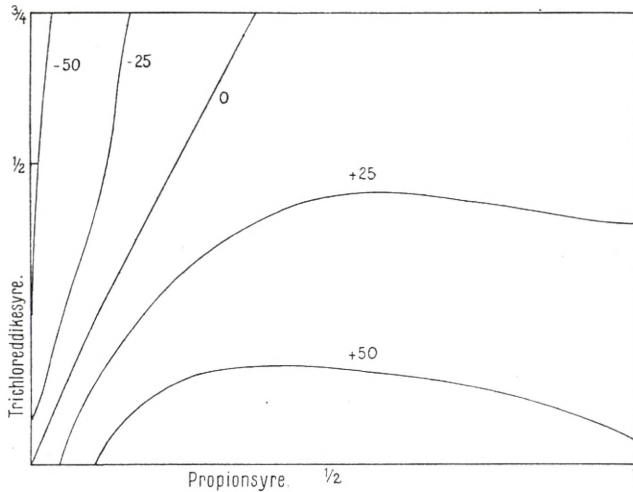


Fig. 2.

sammen med disse Forbindelsers Bygning. De Forbindelser, jeg hidtil har undersøgt, deler sig i to Grupper, eftersom de kan betragtes som afledede af Phenol eller Anilin.

Tabel XXII.

$m_b$	Phenol $C_6H_5.OH$			Anilin $C_6H_5.NH_2$		
	Vand	2-m. Alkohol	2-m. Natriumchl.	Vand	2-m. Alkohol	2-m. Natriumchl.
1. . . . .	24					
$1/2$ . . . . .	24	12	42.5	-13		
$1/4$ . . . . .	17	13	47.5	-19	-17	63
$1/8$ . . . . .	16	12	32	-20	-16.5	52.5
$1/16$ . . . . .			15.5	-17	-17	39
$1/32$ . . . . .			3.5		-15.5	20
$1/64$ . . . . .			-1		-3.5	9
$1/128$ . . . . .			-2			4.5
0. . . . .	3	9.5	-1	3	11	-1



Tabellen er saaledes at forstaa, at en Blanding af  $\frac{1}{2}$ -m. Phenol og 2-m. Natriumchlorid giver et Udslag af 42.5, naar en Blanding af 2-m. Alkohol og  $\frac{1}{10}$ -m. Natriumchlorid giver Udslaget 50. Med Blanding menes lige Rumfang af begge Ingredienser. Tabellen viser, at Blandinger af Phenol og Vand er kataballiske, medens Blandinger af Anilin og Vand er anaballiske. Blandinger med Alkohol forholder sig paa samme Maade. Det ligger nær at sætte dette i Forbindelse med, at Anilin er en Base, Phenol en Syre. Dette bekræftes af følgende Forsøg over Blandinger af disse Stoffer med Syre og Base.

Tab. XXIII.

Elektrolyt $q$ ccm	Vand 10— $q$ ccm	$\frac{1}{4}$ -m. Phenol 10 ccm		$\frac{1}{4}$ -m. Anilin 10 ccm	
		$\frac{n}{2}$ Svovlsyre	$\frac{n}{2}$ Kali	$\frac{n}{2}$ Svovlsyre	$\frac{n}{2}$ Kali
0	10	17	17	—16	—19.5
2	8	25	42	41.5	46
4	6	29	32	35	53
6	4	32	9.5	12.5	61
8	2	30	6.5	12.5	60
10	0	32	2.5	13	64

Denne Tabel er saaledes at forstaa: en Blanding af 10 ccm  $\frac{1}{4}$ -m. Phenol, 4 ccm  $\frac{1}{2}$ -n. Svovlsyre og 6 ccm Vand giver et Udslag af 29 paa Ballometret. Paa samme Maade er de følgende tilsvarende Tabeller at forstaa; i dem er dog Kolonnen 10— $q$  udeladt som selvforstaaelig.

Man ser af Tabellen, at Phenol og Anilin forholder sig forsaavidt ens overfor Syre og Base, som de begge bliver positive ved Tilsætning af smaa Mængder af disse, men medens Balliteten vokser vedblivende for Phenol ved Tilsætning af Syre og for Anilin ved Tilsætning af Base, bliver Forholdet et andet, naar der sættes Base til Phenol eller Syre til Anilin; der indtræder da en delvis Mætning, og Udslaget tager igen af. Naar man, i Stedet for Svovlsyre,

sætter Natriumchlorid til Phenol eller, i Stedet for Kali, havde sat det til Anilin, bliver Resultatet det samme. Phenol og Anilin er altsaa hyperballiske, forsaavidt ingen Neutralisation finder Sted.

Af Forsøgene over Anilin ses, at vandig Opløsning af den er anaballisk, men at en ringe Tilsætning af en Elektrolyt gør den kataballisk. Hvilket Udslag man faar ved Opløsningen selv, afhænger derfor af Beskaffenheden af det destillerede Vand, som er anvendt til at danne Opløsningen, samt af de Paavirkninger fra Luftens og Glassets Side, den har været udsat for. Det samme gælder, om end i ringere Grad, for Phenolopløsningen. Dette gælder ogsaa om alle de aromatiske Opløsninger, om hvilke der vil blive Tale i det følgende. Paa de øvrige Forsøg over Balloelectricitet har Vandets Beskaffenhed derimod ingen nævneværdig Indflydelse, naar vi har med Elektrolyttilsætninger at gøre, men nok naar der tilsættes Alkohol eller andre balliske Stoffer.

Idet man altsaa, i det mindste fra et balloelektrisk Standpunkt set, med nogen Ret kan kalde Phenol en Syre og Anilin en Base, ligger det nær at spørge, om de kan neutralisere hinanden. Dette er de, som efterfølgende Forsøg viser, ikke i Stand til ved Sammenblanding alene.

Tabel XXIV.

Vand	Phenol $\frac{1}{4}$ -m.	Anilin $\frac{1}{4}$ -m.	NaCl 2-m.	B
5 ccm	5 ccm	0 ccm	10 ccm	42.5
5	0	5	10	55
0	5	5	10	62
0	10	0	10	40
0	0	10	10	64

§ 13. *Halogensubstitutioner.* Vi har i det foregaaende haft en Mængde Eksempler paa, at kataballiske Forbindelser blev anaballiske, naar et eller flere Brintatomer erstattedes

af Chlor-, Brom- eller Jodatomer. At noget lignende kan indtræde for de aromatiske Forbindelsers Vedkommende, var at vente og har ogsaa vist sig at finde Sted. Som Eksempel herpaa anføres følgende Forsøg med *p*-Chlorphenol, Cl. C<sub>6</sub> H<sub>4</sub>. OH, og *p*-Chloranilin, Cl. C<sub>6</sub> H<sub>4</sub>. NH<sub>2</sub>.

Tabel XXV.

$m_b$	<i>p</i> -Chlorphenol			<i>p</i> -Chloranilin		
	Vand	2-m. Alko- hol	2-m. Na Cl	Vand	2-m. Alko- hol	2-m. Na Cl
$\frac{1}{8} \dots$	20			—29	—	
$\frac{1}{16} \dots$		23	—131		—	—35
$\frac{1}{32} \dots$		23.5	— 85	—13.5	—	
$\frac{1}{64} \dots$			— 53.5		—	— 6.5
$\frac{1}{128} \dots$			— 23.5	— 4	—	
$\frac{1}{256} \dots$			— 14.5		—	— 2.5
$\frac{1}{512} \dots$			— 8		—	
0.....			— 1		—	— 1

Ved Sammenligning med Tab. XXII ses, at de vandige Opløsninger har modsat Fortegn, ligesom det er Tilfældet med Phenol og Anilin. Chlorsubstitutionen forandrer altsaa ikke Fortegnet for de vandige Opløsninger, og det samme vil vi ogsaa finde at gælde for de tilsvarende Forbindelser, om hvilke der vil blive Tale i det følgende. Det er værd at lægge Mærke hertil, da det ikke altid gaar saaledes med alifatiske Forbindelser (jfr. S. 552 og 553). Vi har saaledes set, at Eddikesyre er kataballisk, men Chloreddikesyrerne er alle anaballiske, har altsaa skiftet Fortegn.

Endvidere viser Sammenligning mellem de nævnte Stoffer en vigtig Virkning af Substitutionen; medens Phenol og Anilin giver positiv Elektricitet ved at blandes med Natriumchlorid, bliver Chlorphenol og Chloranilin negative derved. Man kan i vor Terminologi udtrykke dette ved at sige, at de to førstnævnte Opløsninger, der selv er hyperkataballiske, bliver hyperanaballiske, naar man indfører et Chloratom i

dem for et Brintatom. Ogsaa her finder vi et Eksempel paa en almindelig gældende Lov, som det senere skal vises.

Vi skal dernæst se, om Substitutionen har nogen Indflydelse paa Forbindelsens Karakter som Syre eller Base.

Tabel XXVI.

$q$	$p$ -Chlorphenol $\frac{1}{16}$ m.		$p$ -Chloranilin $\frac{1}{16}$ m.	
	Svovlsyre $\frac{n}{8}$	Kali $\frac{n}{8}$	Svovlsyre $\frac{n}{8}$	Kali $\frac{n}{8}$
0....	20	19	-13	
2....	-53	-43	6.5	-11
4....	-66	-37	3.5	-13
6....	-75	-8.5	3	-14
8....	-74.5	-5.5	2	-15.5
10....	-85	-5.5	1.5	-16.5

Heraf ses, at Chlorphenol er en Syre ligesom Phenol, Chloranilin er Base ligesom Anilin. I den Henseende forholder de aromatiske Forbindelser sig ligesom de alifatiske: Chloreddikesyre er en Syre ligesom Eddikesyren selv.

§ 14. *Substitution af Methyl.* Som et andet Eksempel paa Virkningen af Substitution i en aromatisk Forbindelse betragtes  $p$ -Kresol,  $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6 \text{H}_4 \cdot \text{OH}$ , og  $p$ -Toluidin,  $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6 \text{H}_4 \cdot \text{NH}_2$ , som dannes ved at indføre  $\text{CH}_3$  for H henholdsvis i Phenol og Anilin.

Tab. XXVII.

$p$ -Kresol				$p$ -Toluidin			
$m_b$	Vand	2-m. Alko- hol	2-n. Na Cl	$m_b$	Vand	2-m. Alko- hol	2-n. Na Cl
$\frac{1}{10}$ ....	27	15	129.5	$\frac{1}{8}$ ....	-75		
$\frac{1}{20}$ ....	24	15	82	$\frac{1}{16}$ ....		-51.5	101.5
$\frac{1}{40}$ ....	18	15	39.5	$\frac{1}{32}$ ....	-44		
$\frac{1}{80}$ ....	15		16.5	$\frac{1}{64}$ ....		12	40
$\frac{1}{160}$ ...			5.5	$\frac{1}{128}$ ..	-24		
0.....		12	-1	$\frac{1}{256}$ ..		18	6.5

Ved Sammenligning med Tab. XXII ses, at der ingen Forandring er sket med Hensyn til Elektricitetens Art, positiv eller negativ, men Virkningen er bleven større.



Vi skal dernæst se, hvilken Virkning Tilsætning af Syre og Base har i nærværende Tilfælde.

Tabel XXVIII.

<i>q</i>	<i>p</i> -Kresol $\frac{1}{10}$ -m.		<i>p</i> -Toluidin $\frac{1}{10}$ -m.	
	Svovlsyre $\frac{1}{5}$ -n.	Kali $\frac{1}{5}$ -n.	Svovlsyre $\frac{1}{5}$ -n.	Kali $\frac{1}{5}$ -n.
0.....	19	24	-42	-13
2.....	72	51	33	51
4.....	84	27	105	58
6.....	97	-4.5	21	—
8.....	96	-5	22	—
10.....	100	-4.5	23	72

Tabellen viser, at Substitutionen ingen væsentlig Forandring har til Følge, Kresol er en Syre ligesom Phenol, Toluidin en Base ligesom Anilin.

Forsøgene over de 6 undersøgte aromatiske Forbindelsers Hyperballitet er fremstillede grafisk i Fig. 3. Det er paafaldende og kan ikke godt være tilfældigt, at Kurverne for de to

Methylsubstitutioner, *p*-Kresol og *p*-Toluidin, falder sammen. Til Gengæld er saa Afvi-

gelserne mellem Chlorphenol og Chloranilin saa meget større.

Man lægge Mærke til, at *p*-Kresol bliver negativ, naar den «mættes» med Kali; Kali har den samme Virkning som den,

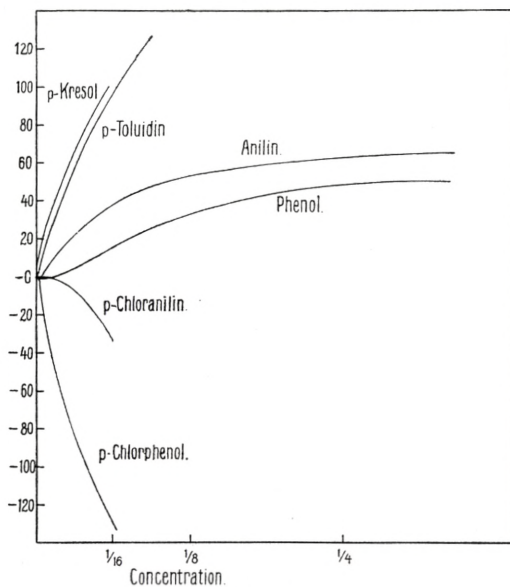


Fig. 3.

der vilde fremkomme, hvis man erstattede Kresolens  $\text{CH}_3$  med  $\text{OH}$ . En tilsvarende Virkning har i Følge Tab. XXVI Svovlsyre paa Chloranilin, det er som om Chloranilins  $\text{Cl}$  erstattedes af  $\text{H}$ .

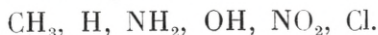
§ 15. *Enkelte Substitutioner i Phenol.* Indsættes en Atomgruppe  $\text{X}$  i Phenol i Stedet for  $\text{H}$ , faar Forbindelsen Formen  $\text{X} \cdot \text{CH}_4 \cdot \text{OH}$ .

Den balliske Virkning heraf ses af følgende Tabel:

Tabel XXIX. Blanding med 2-n. Natriumchlorid.

Formel og Navn	$m_b =$								
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$	0
$\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH}$									
Kresol <i>o</i> . . . . .				11	6	4			-1
Kresol <i>m</i> . . . . .				88	45	22			-1
Kresol <i>p</i> . . . . .				98	50	23			-1
$\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH} \cdot \cdot$									
Amidophenol <i>p</i> . .	- 1.5	- 1							
$\text{OH} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH}$									
Pyrocatechin 1.2	12	4	- 3	- 3.5	- 3.5	- 3	- 1		-1
Resorcin . . . . 1.3	-26.5	-26	-21.5	-16	-10.5	- 6.5	- 4.5		-1
Hydrochinon 1.4		-18	-12	- 8	- 5.5	- 3.5			-1
$\text{NO}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH}$									
Nitrophenol <i>o</i> . .							- 2		-1
Nitrophenol <i>m</i> . .				-10.5		- 5		- 2	-1
Nitrophenol <i>p</i> . .				-49		-21.5		- 7	-1
$\text{Cl} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH}$									
<i>p</i> -Chlorphenol . . .				-131	-83	-33	-24	-14	-1

Man ser heraf samt af Tab. XXII, at Balliteten varierer jævnt fra positiv til negativ, naar man for  $\text{X}$  sætter



Paramidophenol staar paa Overgangen mellem de positive og negative Syrer, hvilket stemmer med, at den efter sin Formel lige saa godt kan regnes til Baserne som til Syrerne.

Medens det er tvivlsomt, om isomere alifatiske Opløsninger har samme Ballitet eller ikke, viser Tabellen tydelig,

at de isomere aromatiske Forbindelsers Ballitet er meget forskellig. Hos Kresol og Nitrophenol vokser Balliteten, naar man gaar fra *o*- gennem *m*- til *p*-Forbindelsen. Dette gælder dog ikke for Dioxybenzolerne.

Vi skal nu se, hvorledes Kali virker paa de aromatiske Syrer.

 Tabel XXX. Blanding med  $2m_b$  normal Kali.

Formel	$m_b$	$q =$						
		0	2	4	6	8	10	
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.2..	$\frac{1}{10}$	7	2	-5.5	-4.5	-4.5	-4
—	1.3..	$\frac{1}{10}$	+	36	3.5	-6	-5.5	-5.5
—	1.4..	$\frac{1}{10}$	24	51	2.7	-4.5	-5	-4.5
H.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .HO	..	$\frac{1}{4}$	+	42	32	9.5	6.5	2.5
NH <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .HO	1.4..		0	Hvidt Bundfald				
OH.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.2..		+					
—	1.3..	$\frac{1}{4}$	20	-10	-10.5	-3.5	0	0
—	1.4..	$\frac{1}{4}$	5	-3	-2	0	0	0
NO <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.2..	$\frac{1}{128}$	+					
—	1.3..	$\frac{1}{16}$	40	-10	-9	-5	-3.5	-3.5
—	1.4..	$\frac{1}{16}$	3.5	-13.5	-11	-2.5	-1	-1.5
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.4..	$\frac{1}{16}$	19.5	-43	-37	-8.5	-5.5	-5.5

Hos alle disse aromatiske Forbindelser, finder Neutralisation med Kali Sted, vi betragter dem derfor ogsaa som Syrer i ballisk Forstand. Ser man særlig paa Kresolerne, saa bemærkes, at Udslagene næsten er ens for de tre Former, *o*, *m* og *p*; til Dels gælder det samme om Nitrophenolerne. Heraf kan man fristes til at antage, at Balliteten er uafhængig af Molekylgrupperingen hos aromatiske Salte.

Hvorledes Tilsætning af Syre virker paa disse Forbindelser viser Tab. XXXI.

Naar man i Stedet for Svovlsyre anvender Natriumchlorid faas ganske de samme Udslag.

§ 16. *Enkelte Substitutioner i Anilin.* Nogle Eksempler herpaa er indeholdte i Tabel XXXII.

Betegnes disse Forbindelser med X.C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>.NH<sub>2</sub>, ser man,

Tabel XXXI. Blanding med  $2m_b$  normal Svovlsyre.

Formel	$m_b$	$q =$					
		0	2	4	6	8	10
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH 1.2..	$\frac{1}{10}$	—	4	4.5	4.5	4.5	4.5
— 1.4..	$\frac{1}{10}$	19	72	84	97	96	100
OH.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH 1.3..	$\frac{1}{4}$	15.5	—13	—13	—18	—19	—20
— 1.4..	$\frac{1}{4}$			— 4			— 9
NO <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH 1.4..	$\frac{1}{10}$	28.5	— 7	— 8	— 9.5	—10	—11
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH 1.4..	$\frac{1}{16}$	20.5	—53	—66	—75	—74.5	—80.5

Tabel XXXII. Blanding med 2-n. Natriumchlorid.

Formel og Navn	$mb =$								0	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$		
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub> ....										
Toluidin <i>o</i> .....				64		19.5		3.5	—1	
— <i>m</i> .....				89.5		28		6.5	—1	
— <i>p</i> .....				101.5		40		6.5	—1	
NH <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub> ....										
Phenylendiamin <i>p</i> ....		3.5	1	0.5	—0.5					—1
HO.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub> .....										
Amidophenol <i>p</i> .....	—1.5	—1								
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub> .....										
Chloranilin <i>o</i> .....						4		—1	—1	
— <i>m</i> .....						—14.5		—3.5	—1	
— <i>p</i> .....				—35		— 6.5		—2.5	—1	

at Balliteten aftager stadig, naar man successive erstatter X med



Ved Sammenligning med § 15 ses heraf, at disse Substitutioner virker paa samme Maade ind paa Balliteten, enten den finder Sted i Phenol eller i Anilin.

For at se, om disse Forbindelser er Baser i ballisk Forstand, anstilledes omstaande Forsøg (Tabel XXXIII).

Forbindelsernes basiske Karakter kan ikke siges at være stærkt fremtrædende, men er dog den overvejende.

Det bekræftes yderligere af den Virkning, som Tilsætning af Kali har paa de samme Forbindelser.



Tabel XXXIII.

Formel		$m_b$	$q =$					
			0	2	4	6	8	10
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>1</sub>	1.2.....	$\frac{1}{16}$	-26	20	15	14	13.5	13.5
	—	$\frac{1}{16}$	-32.5	32	21	22.5	24	24.5
	—	$\frac{1}{16}$	-42	33	10.5	21	22	23
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub>	1.2.....	$\frac{1}{128}$		0	1	2	2	2
	—	$\frac{1}{64}$	-5.5	2	5	5	4.5	5
	—	$\frac{1}{16}$	-13	6.5	3.5	3	2	1.5

Tabel XXXIV.

		$m_b$	$q =$				
			2	4	6	8	10
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub>	1.2.....	$\frac{1}{16}$	44	39	43.5	46.5	49
	—	$\frac{1}{16}$	44	53.5	—	—	63.5
	—	$\frac{1}{16}$	51	58	—	—	72
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub>	1.2.....	$\frac{1}{128}$	5	5	—	—	2.5
	—	$\frac{1}{64}$	0	-1.5	—	—	-4
	—	$\frac{1}{16}$	-11	-13	-14	-15.5	-16.5

Ved at generalisere de Resultater, som er meddelte i de to sidste §§, kommer man til følgende almindelige Egenskaber hos de aromatiske Forbindelser.

De kan deles i Syrer og Baser. De vandige Opløsninger af Syrerne er positive eller kataballiske, Opløsninger af Baserne er negative eller anaballiske.

Blandes disse Opløsninger med et Salt eller en Syre, hvis de ere sure, med et Salt eller en Base, hvis de ere basiske, faas positiv eller negativ Elektricitet efter den Substitutions Natur, ved hvilken Forbindelsen er dannet, navnlig vil Substitution af CH<sub>3</sub> i Brintens Sted give positiv, Cl derimod negativ Elektricitet. Man har altsaa nogle Syrer og Baser, som er hyperkataballiske, f. Eks. Kresol og Toluidin, og nogle, som er hyperanaballiske, f. Eks. Chlorphenol og Chloranilin.

Man faar den bedste Forestilling herom ved at betragte Fig. 4, som gengiver grafisk *p*-Kresols og *p*-Chloranilins For-

hold efter Tab. XXX og XXXI. Kresolopløsningen selv giver et Udslag af 20, ved Tilsætning af Syre bliver Udslaget større og større. Ved Tilsætning af Base stiger det først, men synker derefter og bliver tilsidst negativt.

Chlorphenol giver ogsaa et positivt Udslag til at begynde med, det synker meget hurtig ved Tilsætning af Syre og

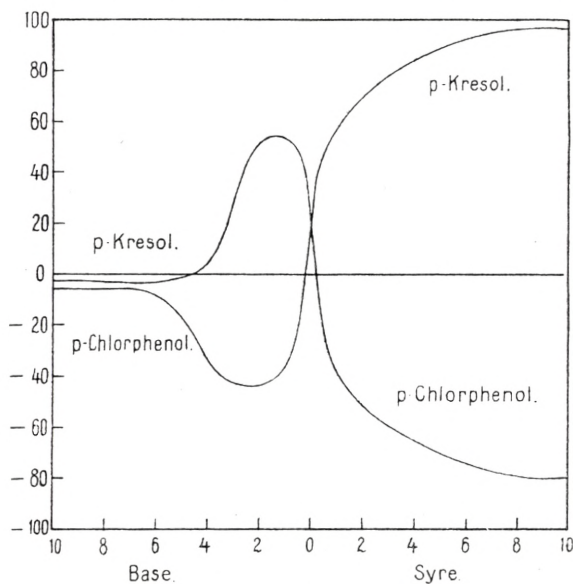


Fig. 4.

faar en stor negativ Værdi. Med Base gaar det i Førstningen ligeledes; men snart mærkes Neutralisationens Virkning og det ender med et ringe negativt Udslag.

Fig. 5 viser os de aromatiske Basers Forhold under lignende Omsitændigheder. Toluidin er negativ, ved Tilsætning af Syre bliver den positiv, naar et Maximum, hvorefter den gaa rned trl et Minimum, der vel maa svare til Neutralisation, hvorpaa den igen stiger. Med Basetilsætning bliver Udslaget hurtig positivt og stiger derefter stadig. Med Chloranilin er Forholdene ikke saa typisk udviklet, men det endelige Resultat træder dog tydelig nok frem.

Tabel XXXV.

Formel	$m_b =$											Blandet med 2-m. Alkohol										
	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	0	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	0			
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.2				13.5	13	12.5	11	3							30	42	48	10			
—	1.3				13	5			3							14	15		10			
—	1.4				27	25	19	15	3							15	15		10			
NH <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.4	0	1	2	3				3										10			
OH.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.2	32.5	33.5	27	26				3							21.5			10			
—	1.3		13	17.5	16				3							28			10			
—	1.4	37.5	26.5	12.5	9			9.5	3							24	24.5	27.5	10			
NO <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.2				62	32.5			3							35.5	28.5		10			
—	1.3				— 7.5	11			3							11	22		10			
—	1.4				20				3										10			
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .OH	1.4				— 39	— 31			3							— 17	9		10			
CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub>	1.2				— 45	— 39			3							— 41.5	7		10			
—	1.3				— 75	— 44			3							— 51.5	12		10			
—	1.4				— 7	— 7	— 5.5	— 5.5	3							8	8		10			
NH <sub>2</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub>	1.4		— 4	— 6.5	— 7	— 7	— 5.5	— 5.5	3										10			
OH.C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> .NH <sub>4</sub>	1.4				— 12				3										10			
Cl.C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> .NH <sub>2</sub>	1.2				— 12.5				3										10			
—	1.3				— 29				3										10			
—	1.4								3										10			

33

§ 17. *Opløsninger i Vand og Alkohol.* Det er omtalt før, at man ikke kan tillægge Maalinger af vandige Opløsningers Ballitet synderlig Værdi, naar det drejer sig om balliske Stoffer alene. Rigtig fortolkede kan de dog ogsaa undertiden give værdifulde Oplysninger.

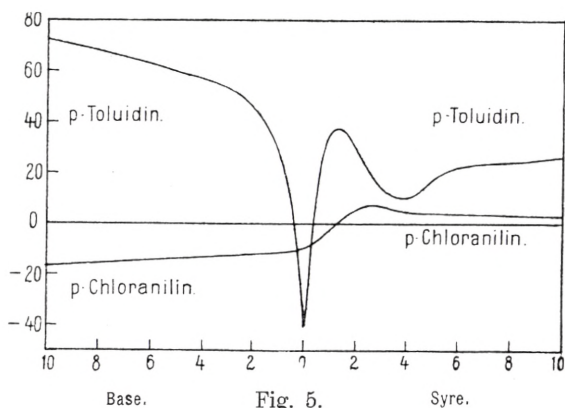


Fig. 5.

De sure aromatiske Opløsninger er positive paa en enkelt Undtagelse nær, de basiske negative, ligeledes med een Undtagelse. Blandinger af de sure med Alkohol bliver alle positive. Den eneste af dem, der ellers frembyder nogen Interesse er Phenylendiamin, der er stærk hyperkataballisk og altsaa forholder sig som et Salt.

§ 18. *Fortyndingsloven.* Hyperballiteten er for de alifatiske »Ballolyter« næsten ens for de forskellige Salte. Tab.

Tabel XXXVI.

Ballolyt $m_b$	Elektrolyt C	$q =$				
		2	4	6	8	10
<i>p</i> -Chlorphenol $\frac{1}{16}$	Natriumchl. $\frac{1}{8}$ -n.	-59	-73	-80	-86	-90
	Svovlsyre $\frac{1}{8}$ -n.	-53	-66	-76	74.5	-85
<i>p</i> -Nitrophenol $\frac{1}{10}$	Natriumchl. $\frac{1}{5}$ -n.	-6.5	-7.5	-8	-9	-9.5
	Svovlsyre $\frac{1}{5}$ -n.	-7	-8	-9.5	-10	-11
Resorcin $\frac{1}{4}$	Natriumchl. $\frac{1}{2}$ -n.	-13	-15	-18	-19	-20
	Svovlsyre $\frac{1}{2}$ -n.	-13	-13	-18	-19	-20

IX viser, at det gaar paa samme Maade med Anilin, og det samme bekræftes af flere af de foregaaende Forsøg. Medens Syrerne forholder sig noget afvigende, naar de blandes med alifatiske Ballolyter, forholder i hvert Fald Svovlsyre sig ligesom Saltene overfor aromatiske Ballolyter, dog selvfølgelig kun, naar de sidste hører til de sure.

At der heller ikke er stor Forskel paa Kali og Natriumchlorids Virkning viser følgende Forsøg:

Tabel XXXVII.

		Blandet med $\frac{1}{8}$ -n.	
		Kali	Natriumchlorid
<i>o</i> -Toluidin	$\frac{1}{16}$ -m. . . . .	49	44
<i>m</i> -Toluidin	$\frac{1}{16}$ -m. . . . .	63.5	61.5
<i>p</i> -Toluidin	$\frac{1}{16}$ -m. . . . .	72	70

Som Eksempel paa, hvorledes Elektrolytens Fortynding virker ind paa Balliteten, anføres følgende Forsøg:

Tabel XXXVIII. Blanding med Natriumchlorid.

C	<i>o</i> -Toluidin $\frac{1}{16}$ -m.		<i>m</i> -Toluidin $\frac{1}{16}$ -m.		<i>p</i> -Toluidin $\frac{1}{16}$ -m.		<i>p</i> -Nitrophenol $\frac{1}{16}$ -m.		<i>p</i> -Chloranilin $\frac{1}{16}$ -m.	
	B	Diff.	B	Diff.	B	Diff.	B	Diff.	B	Diff.
1 . . . . .	63.5	8.5	91	10	103	10.5	-49	-10	-37	-12.5
$\frac{1}{4}$ . . . . .	55	7.5	81	9	92.5	12.5	-39	-7.5	-24.5	-5.5
$\frac{1}{16}$ . . . . .	47.5	9	72	13	80	14	-31.5	-8.5	-19	-5.5
$\frac{1}{64}$ . . . . .	38.5	11.5	59	17	66	21.5	-23	-9.5	-13.5	-3.5
$\frac{1}{230}$ . . . . .	27	16.5	42	21	44.5	35	-13.5	-8	-10	5
$\frac{1}{1024}$ . . . . .	10.5	17.5	11	23	9.5	27.5	-5.5	-6	-5	1
$\frac{1}{4096}$ . . . . .	-7		-12		-18		0.5	-3	-4	

Især for Toluidinerne varierer Differenserne meget stærkt og har et Maximum ved meget stærk Fortynding af Saltet.

§ 19. *To aromatiske Ballolyter med Natriumchlorid.* Vi har set, at der finder ballisk Neutralisation Sted, baade naar en aromatisk Syre som Kresol blandes med en Base som Kali, og naar en aromatisk Base som Toluidin blandes



med en Syre som Svovlsyre. Det har nu megen Interesse at vide, om en aromatisk Syre og en aromatisk Base kan neutralisere hinanden. For at prøve dette gjordes følgende Forsøg:

Tabel XXXIX.

Vand	<i>p</i> -Kresol $\frac{1}{16}$ -m.	<i>p</i> -Toluidin $\frac{1}{16}$ -m.	Na Cl 2-n.	B
5 ccm	5 ccm	0 ccm	10 ccm	57.5
5 »	0 »	5 »	10 »	71
0 »	5 »	5 »	10 »	134
0 »	10 »	0 »	10 »	131.5
0 »	0 »	10 »	10 »	118

Da *p*-Kresol er en ballisk Syre, *p*-Toluidin en ballisk Base, kunde man vente, at de ikke vilde svække hinanden, men dette er saa langt fra at være Tilfældet, at Summen af deres Balliteter 128.5 endog er mindre end deres forenede Ballitet, som er 134.

Derimod var der en Antydning af Neutralisation ved ganske lignende Forsøg med *p*-Chlorphenol og *p*-Toluidin, idet den første for sig gav —92.5, den anden 61.5. Blandingen gav —79.5, i Stedet for —31. Her er dog en Antydning af Neutralisation.

§ 20. *Alifatisk og aromatisk Ballolyt.* Jeg har kun undersøgt et enkelt Tilfælde af denne Art, nemlig Blandinger af Æthylalkohol, *p*-Chlorphenol og Natriumchlorid. Dermed anstilledes 2 Forsøgsrækker. I det første bestod Vædsken af 10 ccm  $\frac{1}{10}$ -n. Chlornatrium, 5 ccm *p*-Chlorphenolopløsning og 5 ccm Æthylalkohol; Koncentrationerne for de to sidste er angivne i Tabellen (Tab. XL).

Skønt Æthylalkohol giver positivt Udslag med Natriumchlorid, virker det dog paa modsat Maade, naar der er Chlorphenol tilstede i Opløsningen.

Det samme ses paa en anden Maade af Tab. XLI. Vædskerne er en Blanding af 5 ccm  $\frac{1}{16}$ -m. *p*-Chlorphenol, 5 ccm

Tabel XL.

<i>p</i> -Chlorphenol <i>m<sub>b</sub></i>	Æthylalkohol, <i>m<sub>b</sub></i> =					
	0	2	4	6	8	10
0 .....	0	47	50	52	50	41.5
<sup>1</sup> / <sub>64</sub> .....	— 9	25.5	25	25.5	19.5	13
<sup>2</sup> / <sub>64</sub> .....	—22	6	— 1	— 7	—20	—21.5
<sup>3</sup> / <sub>64</sub> .....	—36.5	—19	—35	—41.5	—52	—59
<sup>4</sup> / <sub>64</sub> .....	—51	—53	—60.5	—73	—86.5	—85

Æthylalkohol og 10 ccm Natriumchlorid; Koncentrationen af de to sidste er angivet i Tabellen.

Tabel XLI.

NaCl C	Æthylalkohol, <i>m<sub>b</sub></i> =					
	0	2	4	6	8	10
1 .....	—78	—78	—103	—104	—120.5	—123
<sup>1</sup> / <sub>10</sub> .....	—51	—53	— 60.5	— 73	— 86.5	— 85
<sup>1</sup> / <sub>100</sub> .....	—24	—26	— 29	— 32.5	— 35	— 32
<sup>1</sup> / <sub>1000</sub> .....	3	4	5	3.5	3	1

§ 21. *Andre aromatiske Stoffer.* Af aromatiske Forbindelser af mere sammensat Bygning har jeg undersøgt de i følgende Tabel nævnte.

Tabel XLII. Blanding med 2-n. Natriumchlorid.

Navn	Formel		<sup>1</sup> / <sub>2</sub>	<sup>1</sup> / <sub>4</sub>	<sup>1</sup> / <sub>8</sub>	<sup>1</sup> / <sub>16</sub>	<sup>1</sup> / <sub>32</sub>	<sup>1</sup> / <sub>64</sub>	<sup>1</sup> / <sub>128</sub>	<sup>1</sup> / <sub>256</sub>	0
Pyrogallol ..	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> .(OH) <sub>3</sub>	1.2.3	—7	—5.5	—3.5	— 2.5					—1
Oxyhydroch.	—	1.2.4		—2.6	—2	— 1.5					—1
Phloroglucin	—	1.3.5			—5.5	— 3	— 2.5	—2			—1
Orcin .....	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> .CH <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub>	1.3.5	2	—3.5	—9	—13	—12.5	—9.5	—5.5	—2.5	—1
Gallussyre ..	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> .(CO.OH)(OH) <sub>3</sub>				—2	— 2					—1
Trinitrophen.	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> .OH	1.3.5.4								—9	—1
Benzoesyre ..	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO.OH						75.5	22	14	4.5	—1
Benzylamin .	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CH <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> )		160	188	193	130.5	86	46.5	20	8	—1
Dimethylanil.	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>									8	—1
Chinon .....	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>				37	23	125				—1

Hertil skal jeg føje følgende Bemærkninger:

*Benzoesyre* staar Phenol nærmest, men dens Ballitetsgrad er mange Gange større end Phenolets. Dens vandige Opløsning giver positiv Elektricitet; jeg fandt saaledes:

$$m_b = \frac{1}{32} \quad \frac{1}{64} \quad \frac{1}{128} \quad 0$$

$$B = 15.5 \quad 12 \quad 5 \quad 3$$

Men medens Phenol giver positiv Elektricitet ved Til sætning af Kali, giver en Blanding af  $\frac{1}{50}$ -m. Benzoesyre og  $\frac{1}{100}$ -n. Kali et Udslag af  $-5$ . Her forholder Benzoesyre sig nærmest som Chlorphenol.

*Orcin* giver meget store Udslag i vandig Opløsning:

$$m_b = \frac{1}{2} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{16} \quad \frac{1}{32}$$

$$B = 82.5 \quad 68.5 \quad 42 \quad 37 \quad -$$

Blandede med 2-m. Alkohol gav de samme Opløsninger

$$B = 78.5 \quad 58.0 \quad - \quad 36 \quad 9.5$$

At Orcin i ballisk Henseende er en Syre, fremgaar af følgende Forsøg:

Tabel XLIII.

Orcin $\frac{1}{8}$ -m.....	10	10	10	10	10	10 ccm
Elektrolyt $\frac{1}{4}$ -n.....	0	2	4	6	8	10 »
Vand.....	10	8	6	4	2	0 »
Svovlsyre.....	28.5	-7	-8	-9.5	-10	-11 »
Kali.....	29.5	-11.5	-11.5	-3	0	0 »
Natriumchlorid.....	-	-6.5	-7.5	-8	-9	-9.5 »

Orcin hører altsaa til samme Syregruppe som Chlorphenol.

*Trioxybenzoler.* Angaaende disse meddeles her Udslaget af nogle vandige Opløsninger og af disses Blandinger med 2-m. Alkohol (Tab. XLIV).

Trioxybenzolerne Ballitetsgrad er meget lille; de virker, som Blandingerne med Alkohol viser, nærmest som Elektrolyter.

Tabel XLIV.

$m_b =$		2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	0
Pyrogallol . . . . .	Vandig Opl. . . . .	-1	5	11	11	10	10.5			3.5
Oxyhydrochinon .	» . . . . .				-7	-6.5	0			3.5
Phloroglucin . . . . .	» . . . . .					9.5	8.5	8		3.5
Pyrogallol . . . . .	do. bl. m. Alkoh. .	63	73.5	69.5	61.5	51.5				10.5
Oxyhydrochinon .	» . . . . .				30.5	20	20.5	19	8	10.5
Phloroglucin . . . . .	» . . . . .					26.5	26	24.5	21.5	10.5

*Gallussyre.* Dens Ballitetsgrad er ogsaa meget lille. Dens Forhold overfor Vand og Alkohol ses af følgende Tabel:

$$m_b = \frac{1}{10} \quad \frac{1}{20} \quad \frac{1}{40}$$

$$B = 1 \quad 1.5 \quad 1.5$$

Samme blandet med 2-m. Alkohol:

$$B = 21.5 \quad 14.5 \quad 7.5$$

Gallussyren virker nærmest som en stærkt fortyndet Elektrolyt.

*Trinitrophenol* (Pikrinsyre). Jeg gik ud fra en mættet Opløsning, som angives at være  $\frac{1}{187}$ -molar. Sættes denne lig  $a$ , saa kan Resultaterne udtrykkes saaledes:

Tabel XLV.

$m_b =$	$a$	$\frac{1}{2} a$	$\frac{1}{4} a$	$\frac{1}{8} a$
Pikrinsyren selv . . . . .	- 6.5	-4	-3.5	-3.5
samme bl. m. 2-m. Alkohol . . . . .	30.5	27	23	19
samme bl. m. 2-n. Natriumchlorid	-10.5	-6	-4	-2

Pikrinsyren maa altsaa i ballisk Henseende stilles sammen med Chloranilin. Dette synes mærkeligt, da Pikrinsyren har afgjort sure Egenskaber. Det er da ogsaa muligt, at det negative Udslag af den vandige Odløsning hidrører fra, at Pikrinsyren ikke er ren.

*Benzylamin.* At Benzylamin ogsaa i ballisk Henseende hører til Baserne fremgaar af følgende Forsøg:

Benzylamin $\frac{1}{16}$ -m. ....	10	10	10	10	10
Elektrolyt $\frac{1}{8}$ -n. ....	0	2	4	6	10
Vand .....	10	8	6	4	0
Svovlsyre .....	41.5	37	9.5	9	7
Kali .....	—	—	79.5	—	90
Natriumchlorid .....	—	—	68	—	81

Forsøg med den vandige Opløsning og Blanding af den med Alkohol gav følgende Resultat:

$m_b =$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	0
Vandig Opløsning .....	37.5	40	35	23.5	7.7	-4.0	-5.8	4
samme bl. m. 2-m. Alkohol.	34.5	29	14.5	4	0	-2	-5	

Slægtskabet med Anilin giver sig her til Kende ved, at en meget fortyndet Opløsning er negativ. Alkohol har en meget ringe Indvirkning paa Benzylaminens Ballitet, Benzylaminen er altsaa et rent ballisk Stof.

*Dimethylanilin* er meget lidt opløseligt i Vand, Opløsningen er svag negativ i ballisk Henseende. Dimethylanilin forholder sig altsaa væsentlig ligesom Anilin; men Ballitetsgraden for Dimethylanilin og Benzylamin er flere Gange større end for Anilin.

*Chinon.*  $\frac{1}{8}$ -m. Chinon gav Udslaget 23.5, fortyndet med Vand 19.5, fortyndet med 2-m. Alkohol 21. Der er ingen Antydning af sur eller basisk Reaktion.

Med Hensyn til de Betingelser, under hvilke dette Arbejde er bleven til, skal jeg bemærke følgende: Efter at jeg var afgaaet som Professor ønskede jeg at fortsætte mine balloelektriske Forsøg. Til dette Brug overlod Hr. Professor M. KNUDSEN mig de nødvendige Apparater, medens Hr. Professor K. PRYTZ overlod mig et passende Lokale. Det viste sig snart, at flere i fysiologisk Henseende vigtige Forbindel-



ser gav ejendommelige balloelektriske Virkninger. Min Datter, Dr. med. JOHANNE CHRISTIANSEN, tilbød at være mig behjælpelig ved disse Undersøgelser, men dette lod sig ikke vel gøre, uden at vi arbejdede i det samme Laboratorium. Dette gav Anledning til, at vi henvendte os til Hr. Professor C. J. SALOMONSEN, ved hvis Laboratorium i Institutet for almindelig Patologi min Datter er Assistent, for at faa Lov til at arbejde der. Professor SALOMONSEN gav os ikke alene Lov dertil, men stillede sig i det hele saa beredvillig overfor mig, at jeg ikke paa nogen Maade kunde have haft bedre Arbejdsbetingelser. For al den Hjælp og Støtte, jeg har modtaget, bringer jeg saavel de nævnte Herrer som Professorerne E. BILMANN og JULIUS PETERSEN og min Datter min bedste Tak.

---