

# GALVANOMAGNETISKE UNDERSØGELSER<sup>1</sup>

## FORSØG OVER VANDETS SAMMENTRYKNING<sup>2</sup>

(VIDENSKABERNES SELSKABS OVERSIGTER 1821—22. P. 5—11)

Professor og Ridder *Ørsted* har fortsat sine galvanomagnetiske Undersøgelser. Han har deels foreviist Selskabet de mærkeligste nye Forsøg i denne Materie, deels søgt at berigtige de forskjellige Theorier, man har udtænkt, for at forklare de galvanomagnetiske Virkninger; men for saa vidt disse Meddelelser kunde have mere end Tidens Interesse, ønsker han, dog ikke at offentliggjøre dem, før han kan fremlægge et større sammenhængende Arbeide over Electromagnetismen. Her bliver derfor ikkun at anføre en ny Anvendelse af Electromagnetismen, der maaske kunde give Middel i Hænderne til en heel Række af Galvanisk-chemiske Undersøgelser. Som bekjendt har *Zamboni* fundet at man kan sammensætte en galvanisk Søile af to Materier, en fast og en flydende, naar ikkun det faste Legem er saaledes dannet, at det paa den ene Side frembyder en meget større Berøringsflade med Vædsken end paa den anden. Disse toledede Søiler have en meget svag Virkning, og selv de meest øvede Experimentatorer have fundet Vanskeligheder i at faae regelbundne Virkninger deraf. Galvanomagnetismen opfatter denne Gjenstand i sin største Enkelhed. To Strimler Zink, af ulige Brede viser denne Virkning, ved Hjælp af den galvanomagnetiske Multiplicator. Naar man forbinder hver af disse Strimler med en Ende af Multiplicatorens Traad, og inddypper dem paa lige Tid i en fortyndet Syre, saa sættes Redskabets Magnetnaal strax i Bevægelse. Den smaleste Strimmel virker i Kjeden som Zink, den bredeste som Kobber. Da hvert Punkt i den smale Strimmel maa lide en større Indvirkning end hvert Punkt i den bredere, naar Ligevægt skal opnaaes, saa sees at det stærkest angrebne af to Metalstykker virker, som det stærkest angrebne af to uensartede Metaller, der bringes i Kjeden. Det samme viiste sig, naar man brugte to lige Zinkstrimler, men dyppede det ene tidligere i Vædsken end det andet; det først inddyppede, som altsaa havde lidt den største Indvirkning forholdt sig som det brændbare

<sup>1</sup> [Se dette Bind P. 251.]

<sup>2</sup> [Se dette Bind P. 254.]

Metal. Heraf følger da at intet Metal kan opløse sig i en Syre, uden at der allerede begyndes en galvanisk og magnetisk Virkning, endog blot ved den Omstændighed, at Inddypningen og Virkningen ikke paa samme Tid kan finde Sted paa alle Punkter. Selv Krystallernes Form erholder ved disse Forsøg en chemisk Betydning.

Samme Medlem havde for nogle Aar siden forelagt Selskabet nogle Forsøg over Vandets Sammentrykning, hvorved han havde viist at denne lader sig udføre med langt mindre Kraftanstrengelse end man almindeligt troer, naar man ikkun gjør Anvendelse af den bekjendte Grundsætning, at det Tryk, som udøves paa en liden Overflade af en indsluttet Vædske, virker derpaa, som om en lignende Kraft anvendtes paa enhver lige saa stor Deel af dens Overflade. I Følge heraf brugte han til Vandets Sammentrykning en viid Messingcylinder, paa hvilken var skruet en snævrere, hvori et Stempel kunde bevæge sig. Han kunde derfor med en liden Kraft gjøre Vandets Sammentrykning ligesaa kjendelig, som *Abich* og *Zimmermann* med deres mange hundrede Pund. For at bedømme Størrelsen af den anvendte Kraft, benyttede han et Rør med Luft, som ved Qviksølv var spærret, men som igjennem dette modtog det Tryk, som anvendtes paa Vandet. Da vi nu vide at Luftens Sammentrykning forholder sig som de sammentrykkende Kræfter, saa var det let af denne at beregne det anvendte Tryk. Men uagtet den store Styrke, man havde givet det Messingkar, hvori Vandet sammentryktes, var det dog muligt at dette Kars Sider havde givet efter, saa at man ikke havde maalt Vandets Sammentrykning alene, men en sammensat Virkning af denne og af Karrets Udvidelse. Hertil kom, at man saa lidet i disse Forsøg, som i nogen af de tidligere, *Cantons* [ikke] undtagne, havde holdt Regning over Varmens Indflydelse, hvilket dog var saa meget mere nødvendigt, som det lod sig tænke at Sammenpresningen selv kunde være ledsaget af Varmeudvikling. De skjønne, men alt for ofte overseete *Cantonske* Forsøg vare anstillede, formedelst Trykkene af fortyndet eller fortættet Luft. Men da Luftens Sammentrykning og Udvidelse altid er ledsaget med en betydelig Forhøining eller Nedsættelse i Varmegraden, saa kunde man let nære den Frygt, at den ellers saa skarpsindige Experimentator kunde være bleven skuffet ved denne Indflydelse. Han angav nemlig Vandets Sammentrykning ved et Tryk af lige Størrelse med Atmosphærens, til lidet mindre end  $4\frac{1}{2}$  Hundredtusinddele af dets Rumfang, hvilket ikkun er  $\frac{1}{3}$  af den

Sammentrækning som 1 Grads (Hundreddeeling) Afkøling kunde frembringe, naar man arbejder ved Middelvarme. Derimod beholdt *Cantons* Forsøg det afgjørende Fortrin for de nyere, der tildeels havde fortrængt dem, at de ere anstillede saaledes at Siderne af det Kar, som indslutter Vædsken, ikke blot indenfra lider samme Tryk som Vædsken, men ogsaa udenfra; saa at Trykket ikke kunde forandre Figuren eller Størrelsen af det Kar, hos *Canton* det Glasrør, der optog Vædsken. I de nyeste Tider har den skarpsindige *Parkins*, som vi skyldte Sidrographiens Opdagelse, anstillet Forsøg der have den sidste Fordeel tilfælles med *Cantons*, i det han nemlig indsluttede det Metalrør, hvori Vandet skulde sammentrykkes, i Vand, paa hvilket han lod Trykket virke. Hans skarpsindigt udtænkte Forsøg ville altid beholde et betydelig Værd, da de ere anstillede med en Kraft der sielden staaer Experimentatoren til Raadighed, nemlig et Tryk, der var et Par hundrede Gange større end Atmosfærens; men Spørgsmaalene om Varmeudviklingen og om Varmens Indflydelse paa Vandets Rumfang forbleve endnu ubesvarede. Forf. stræbte derfor at udfinde et Redskab, der tillod en nøiagtig Udmaalning af de Sammentrykkende Kræfter, saavel som af Vandets Sammentrykning, og hvorved tillige Varmeforholdene paa det skarpeste kunde efterspores. Det Vand, som skal sammentrykkes, er indsluttet i et Glasrør, der omtrent kan modtage 4 Lod Vand. Dette Rør er neden lukket, men ender sig oven i et meget snævert 52 Linier langt og calibreret Rør, saa at det kan betragtes, som en Flaske, med en lang haarrørsnæver Hals. Oven ender sig Halsen i en liden 2 Linier viid Tragte. I Flasken gaaer 709,48 Grammer Qviksølv; men det Qviksølv som udfyldte en Længde af 24,6 Linier i det snævre Rør veiede ikkun 96 Milligram. Hvilket for een Linies Længde giver 55 Timilliondele eller nøiagtigere 0,000005501 af det Hele. Man opvarmer nu Flasken ved at holde den i Haanden ganske lidet, om mueligt neppe  $\frac{1}{4}$  Grad (Hundreddeeling), og gyder en Draabe Qviksølv i Tragten. Ved den paafølgende Afkøling vil dette derfor tildeels drage sig ned i Røret, og sperre Vandet. Sætter man nu denne Flaske i en stærk Glas-cylinder fyldt med Vand, og oven forsynet med et Pomperør, hvori et Stempel kan bevæges ved Hjælp af en Skrue, og udøver man nu, formedelst dette Stempel et Tryk paa Vandet i Cylinderen, saa vil dette virke paa Qviksølvet i Tragten, og derfra fortsættes til Vandet i Røret. Sammentrykkes nu Vandet, saa maa Qviksølvet stige ned;

hvilket ogsaa Forsøget viser. For at maale hvor stor Sammentrykningen er befæstes Flasken i en Fod, der bærer en Maalestok, som er inddeelt indtil Fjerdedeelslinier. Til Maalningen af Trykkets Størrelse sættes paa samme Maalestok et oven lukket calibreret Glasrør fyldt med Luft, hvis Sammentrykning lærer os Størrelsen af den trykkende Kraft. Varmeforandringerne sees let paa Flaskens snævre Hals selv, bedre end paa noget Thermometer; thi en Opvarming af  $1^{\circ}$  (Hundreddeelning) bringer Vandet til at stige 27 Linier, naar dets Varmegrad omtrent er 15 Grader: ved en betydelig større eller mindre Varmegrad vil det naturligviis stige mere eller mindre for et Tillæg af een Grad. Da man paa Maalestokken har Inddeeler indtil  $\frac{1}{4}$  Linie, og let kan skjønne Forandringer af  $\frac{1}{8}$  Linie, saa kan en Forandring af  $\frac{1}{100}$  Grad ikke undgaae Iagttagers Opmærksomhed, og selv  $\frac{1}{200}$  er ikke vanskelig at opdage. I øvrigt behøver det vel neppe at siges, at den Varme, hvorved man begynder at experimentere, maa bestemmes ved Thermometeret. Saa snart man ved Stempelet har udøvet det tilsigtede Tryk paa Vandet, og optegnet hvor meget Qviksølvet er steget ned i det snævre Rør, og Vandet er steget op i det, som er fyldt med Luft, ophæver man strax igjen Trykket. Man vil da finde at Vandet næsten altid driver Qviksølvet lidet høiere op i det snævre Rør end det strax før Experimentet stod. Naar man udfører Experimentet med Hurtighed, og ikke flere Tilskuere nærme sig det, udgjør Forskjellen mellem første og anden Stilling som oftest ikkun  $\frac{1}{8}$  Linie, dog ikke ganske sieldent  $\frac{1}{4}$  Linie. I første Tilfælde har Varmeforandringen været mindre end  $\frac{1}{200}$ , i sidste mindre end  $\frac{1}{100}$  Grad. Ved en langsommere Fremfærd gaaer vel Forskjellen til  $\frac{1}{2}$  ja til en heel Linie. I ethvert Tilfælde bør man tage Middeltallet af de to Stillinger. Ved en lang Række af Forsøg, hvoraf de nøiagtigste ere anstillede ved  $15$  til  $16^{\circ}$ , har Virkningen af et Tryk saa stort som Atmosphærens givet en Sammentrykning af  $45\frac{1}{2}$  Milliondele af det sammentrykte Vands Omfang. Forskjellige Tryk, fra  $\frac{1}{3}$  indtil 5 Atmosphæres Tryk bleve anvendte, hvilke stemmede overeens i at vise, at Sammentrykningerne forholdte sig som de sammentrykkende Kræfter, hvilket Forf. ogsaa havde udledet af sine tidligere Forsøg, hvori dog det indsluttende Metals Udvidelse ogsaa havde medvirket, og følgelig ligeledes maa have forholdt sig, som de sammentrykkende Kræfter.

At ingen Varme udviklede sig ved Sammentrykningen, synes

at kunne sluttes deraf, at Vandets og Qviksølvets Grændse næsten kommer til det samme Punkt igjen efter Sammentrykningens Ophør. Den bemærkede høist ubetydelige Forandring i Varmen maa ansees som en nødvendig Følge af den Berøring der er uadskillelig fra Experimentet, og Nærheden af Experimentator under Iagttagelsen. Selv efter et Tryk af 5 Atmosphærer var Varmeforandringen ikke  $\frac{1}{100}$  Grad; og ordentligviis hverken større eller mindre, end naar ikkun een Atmosphæres Tryk var brugt. Da man imidlertid kunde tænke sig, at Udvidelsen efter Trykkets Ophør kunde tilintetgjøre den ved Sammentrykningen frembragte Varme, saa blev et Breguetsk Metalthermometer, paa hvilket en Forandring af  $\frac{1}{10}$  Grad let vilde have været bemærket, sat i Vandet i Cylinderen, og dette underkastet den stærkeste Sammentrykning vi kunde tilveiebringe, uden at det angav Spor af Varmeforandring.

Overeenstemmelsen mellem disse Forsøg og de *Cantonske* er virkelig mærkværdig. Den Engelske Physiker fik ved  $64^{\circ}$  Farenheit =  $15\frac{1}{2}^{\circ}$  [ $\varnothing$ :  $17\frac{7}{9}$ ] (Hundreddeelning) en Sammentrykning af 44 Milliondele for een Atmosphære, og ved  $34$  Farenh. =  $1\frac{1}{9}$  (Hundred.), 49 Milliondele. Dette ellers uventede Udfald lader sig let forklare af Varmevirkningernes Uliighed; men man seer at det til ingen af Siderne fjerner sig betydeligt fra den nye Bestemmelse nemlig  $45\frac{1}{2}$  Milliondeele. Ved et nyt Exemplar af Instrumentet har Forf. endog faaet  $44\frac{1}{2}$  Milliondeel der næsten slet ikke afviger fra det Resultat *Canton* fik ved samme Varmegrad.

Det nye her beskrevne Instrument lader sig bruge til mangfoldige andre Undersøgelser over Vædskernes Sammentrykning, men som Tiden endnu ikke har tilladt Forf. at anstille.

#### [VANDETS SAMMENTRYKNING]

[Forsøgsresultater fundne blandt *Ørsteds* Papirer. Pakke 30. Universitetsbibliotheket.]

Den 23. og 24. Sept. 1822. Varmen  $15^{\circ}$ .

Qviksølvet i Røret .....  $6\frac{3}{4}$   
 En Atm. Tryk tilført gav .....  $15\frac{1}{8}$   
 Sat tilbage i 1 Atm. Tryk .....  $6\frac{1}{2}$

Begyndelsestrykket efter Middeltal  
 $6\frac{5}{8} = 6,625$ , draget fra  
 $15\frac{1}{8} = 15,125$   
 —————  
 er  $8,5$

Qviksølvet i Røret .....  $8\frac{7}{8}$   
 En Atm. Tryk ..... 18  
 Tilbage ..... 9

Qviksølvet i Røret .....  $9\frac{1}{8}$   
 En Atm. ....  $17\frac{3}{4}$   
 Tilbage .....  $9\frac{1}{4}$

Begyndelses Middeltal  $9\frac{3}{8}$ , som drages fra  $17\frac{1}{2}$  giver  $8\frac{9}{8} = 8,56$ .

Qviksølvet i Røret.....	$11\frac{1}{4}$	Begyndelses Middeltal $11\frac{5}{16}$ , som draget fra 20 giver $8\frac{1}{16} = 8,69$ .
En Atmosph.....	20	
Tilbage.....	$11\frac{3}{8}$	

Qviksølvet i Røret.....	$11\frac{3}{8}$	En Atmosfæres Virkning = 8,625.
En Atm. Tr.....	20	
Tilbage.....	$11\frac{3}{8}$	

2	Begyndelsen.....	$11\frac{3}{8}$	28,250
	2 Atmosph.....	$28\frac{1}{4}$	11,375
	Tilbage.....	$11\frac{3}{8}$	16,875
			8,4385 for een Atm.

3	Begyndelsen.....	$10\frac{7}{8}$	36,250
	3 Atm. Tr.....	$36\frac{1}{4}$	10,875
			25,375
			8,458 for een Atm.

2'	Begyndelsen.....	$12\frac{1}{4}$	Begyndelsens Middeltal $12\frac{5}{16}$ draget fra $30\frac{2}{16}$ giver $17\frac{3}{16} = 17,8125$ alsa 8,906 for een Atm.
	2 Atm. Tr.....	$30\frac{1}{8}$	
	Tilbage.....	$12\frac{3}{8}$	

Middeltallet af Forsøgene 2 og 2' vilde være 8,67.

1	Begyndelsen.....	12	1 Atm. 8,75.
	1 Atm. Tr.....	$20\frac{3}{4}$	NB. Der blev først anbragt et større Tryk end 1 Atm., og derpaa dreiet tilbage med Skruen.
	Tilbage.....	12	
	Begyndelsen.....	$24\frac{5}{8}$	Begyndelses Middeltal = 24,437, som draget fra 33, giver 8,56 for een Atm.
	1 Atm. Tr.....	33	
Tilbage.....	$24\frac{1}{4}$		

3	Begyndelsen.....	$23\frac{1}{2}$	Begyndelses Middeltal $23\frac{3}{8}$ , hvilket draget fra $48\frac{3}{4}$ giver $25\frac{3}{8} = 25,375$ , alsa for 1 Atm. 8,46. NB. Samme Forsigtighed som i det foregaaende.
	3 Atm. Tr.....	$48\frac{3}{4}$	
	Tilbage.....	$23\frac{1}{4}$	

2 Atmosfæres Tryk gave strax efter hinanden 8,28 og 8,31 for hver Atm.

3 Atmosfæres Tryk gav derpaa 8,37 for hver Atmosfære.

1 Atmosfæres Tryk gav strax derefter ikkun 8; saa at en lang Sammentrykning synes at formindske Sammentrykkeligheden.

Kl. 10<sup>o</sup>—43' sammentrykkedes Vandet fra  $20\frac{3}{8}$  til. Var sammentrykket i 10', og gik derpaa tilbage til  $19\frac{1}{2}$ .

Den 9. October anstillet Forsøg med Vandets Sammentrykning ved Varmen  $16\frac{1}{4}$  C.

$\frac{1}{2}$ Atm.	Luftvol.	$9\frac{7}{8}$		$\frac{1}{2}$ Atm. Trk. = $4\frac{3}{8}$ .
	fra	$14\frac{1}{4}$		
	48 til 36	$9\frac{7}{8}$		

$\frac{1}{2}$ Atm.	Luftvol.	$9\frac{6}{8}$		14	$\frac{1}{2}$ Atm. Trk. = $4\frac{7}{16}$ .
	fra	14			
	48 til 36	$9\frac{3}{8}$			
				$\frac{9\frac{9}{16}}{4\frac{7}{16}}$	

Herefter vilde 1 Atm. Trk. give en Formindsk. =  $8\frac{3}{4}$  indtil  $8\frac{7}{8}$ .

$$\frac{8\frac{1}{2}}{8\frac{1}{8}} > 8\frac{1}{8}$$

1 Atm.	Luftvol.	9	$17\frac{6}{16}$	1 Atm. Trk. = $8\frac{9}{16}$ .
	fra	$17\frac{3}{8}$	$8\frac{13}{16}$	
	48 til 24	$8\frac{5}{8}$	$8\frac{9}{16}$	

2 Atm.	Luftvol.	$7\frac{1}{4}$	$24\frac{2}{8}$	2 Atm. Trk. $17\frac{1}{8}$ . 1 Atm. Trk. $8\frac{9}{16}$ .
	fra	$24\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{8}$	
	48 til 16	7	2) $17\frac{1}{8}$	
			$8\frac{9}{16}$	

3 Atm.	Luftvol. 48 til 12	6	32	3 Atm. Trk. = $26\frac{1}{8}$ .
		32	$5\frac{7}{8}$	1 Atm. Trk. = $8\frac{1}{4}$ = 8,71.
		$5\frac{3}{4}$	3) $26\frac{1}{8}$ ( $8\frac{1}{4}$ )	3 Atm. i et andet Forsøg gav 26,525; altsaa
			24	1 Atm. 8,84.
			$2 = \frac{1,6}{8}$	Et Par andre gav for 1 Atm. beregnet af
	$\frac{1,7}{8}$	3 Atm. 8,33; 8,42. Middeltallet = 8,57.		

Fortsættelse af 9. Octob.

5 Atm.	Luftvol. fra 48 til 8	$7\frac{1}{2}$	50	5 Atm. 42,375. 1 Atm. 8,47.	
		50	$7\frac{3}{8}$		
		$7\frac{3}{4}$	5) 42,375 (8,47)		$42\frac{3}{8}$
			40		
			23		
	20				
		37			

Ved en Tilbagegang, efter at der havde været anvendt 3 Atm. Trk. befandtes 1 Atm. at give  $8\frac{9}{16}$ . Ved samme Lejlighed gav  $\frac{1}{3}$  Atm.  $2\frac{1}{16}$ , hvorefter 1 Atm.  $8\frac{7}{16}$ .<sup>1</sup>  
I mange Forsøg med  $\frac{1}{3}$  Atm. erholdt jeg endnu lidt mindre.

Middeltallet for 1 Atm. ved  $15^{\circ}$  C = 8,585  
af 2 Atm. 8,48 af hver  
af 3 Atm. 8,41 af hver.

8,56  
55  
4280  
4280  
47080

Ved  $16\frac{1}{2}^{\circ}$  C = 8,563 af 1 Atm.  
 $2 \times 8,563$  af 2 Atm.  
 $3 \times 8,57$  af 3 Atm.  
 $5 \times 8,47$  af 5 Atm.  
 $\frac{1}{2} \times 8,81$  af  $\frac{1}{2}$  Atm.  
 $\frac{1}{3} \times 8,23^1$  af  $\frac{1}{3}$  Atm.

Den 16. October ved  $14\frac{1}{4}^{\circ}$  C fandt jeg endnu Middeltallet af Sammentrykningen ved 1 Atmosph. =  $8\frac{9}{16}$ .

<sup>1</sup> [Skal være  $8\frac{7}{16}$  = 8,44.]