

Vidensk. Selsk. Skr., 5te Række, naturvidenskabelig og matematisk Afd. 11te Bd. IV.

Magnetiske Undersøgelser

af

C. Christiansen.

Vidensk. Selsk. Skr., 5te Række, naturvidenskabelig og matematisk Afd. 11te Bd. IV.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1876.

Magnetiske Undersøgelser

af

C. Christiansen.

Vidensk. Selsk. Skr., 5. Række, naturvidensk. og math. Afd. XI. 4.

Kjøbenhavn.

Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1876.

I.

1. Den magnetiserende Kraft kan være af forskjellig Natur. Man kan benytte Jordens magnetiserende Kraft. Dens Størrelse er constant for en større Strækning. Naar et Legeme paavirkes af den, er alle dens Punkter underkastede den samme Kraft. Er Jordmagnetismens Intensitet H , og betragtes en lille Deel dv af Legemet, saa vil der i en Rumenhed opstaa et magnetisk Moment $M = KH$ og Momentet af dv vil være $dM = KHdv$. Alle de andre Dele ville hver for sig magnetiseres paa samme Maade. Til denne directe Magnetisering føies nu den der hidrører fra de øvrige Dele, den hele Magnetisering kan beregnes og dette er gjort af flere, først af Poisson, senere af Green, Kirchhoff og flere. Men den magnetiserende Kraft kan ogsaa være af en anden Natur; idet den væsentlig kan virke paa et enkelt Punkt af Legemet; dette Punkt vil altsaa blive magnetisk, denne Magnetisme vil virke paa de øvrige Dele af Legemet og disse igjen paa hinanden. Dette sidste Tilfælde er i en vis Forstand det simpleste, da det første fremkommer ved successive at lade alle Punkter af Legemet blive paavirket af den samme Kraft; men for den matematiske Behandling forholder det sig omvendt, og dette sidste er vel Grunden til at man som oftest har undersøgt Virkningen af constante magnetiserende Kræfter.

2. Naar et magnetisk Legeme underkastes Indvirkningen af en magnetiserende Kraft, antager det efter en kort Tid en vis magnetisk Tilstand; gennem hvilke Stadier det gaaer inden denne Tilstand naaes, er hidtil ikke videre bekjendt. Til Undersøgelsen herover egner sig vel især den sidste af de forannævnte Magnetiseringsmetoder. Jeg har derfor anvendt den, idet jeg til mine Forsøg benyttede Jernstænger, hvis Længde var betydelig i Forhold til Diameteren, saaledes at de kunde betragtes som uendelig lange. De magnetiseredes med en kort Traadrulle gennem hvilken der lededes en electrisk Strøm. Denne Strøm virker kun paa de Dele af Stangen, som ere i og tæt ved Rullen; de øvrige Deles Magnetisme kan ikke i nogen væsentlig Grad afhænge af den directe Indvirkning fra den magnetiserende Strøm, men derimod fra de Dele af Jernet, som ere i Rullen. Eller med andre Ord: Vi have her et Legeme, som er underkastet en magnetiserende Kraft H paa et Punkt, og deraf skal man finde Tilstanden i Stangens øvrige Punkter.]

3. Den kan bestemmes paa to Maader, enten ved den frie Magnetisme i hver Længdeenhed eller ved det magnetiske Moment i samme. Den frie Magnetisme kan maales ved den Vægt, som en Overfladeenhed kan bære; er den F , saa er den frie Magnetisme \sqrt{F} . Denne Methode er vel ret bekvem, men kan dog næppe give nogen stor Nøiagtighed og kan heller ikke udstrækkes til store Længder. Til den anden Methode anvendes en Traadrulle, som sættes i Forbindelse med et Galvanometer. Skydes Traadrullen over den Deel af Stangen, hvis Moment skal findes, saa vil Inductionsstrømmen i den give et relativt Maal for Momentets Størrelse. Disse to Methoder maa føre til samme Resultat. Thi er Momentet i Punktet A m' , i B m'' , saa er den frie Magnetisme mellem A , B , $m' - m''$, den frie Magnetisme paa en Længdeenhed $\frac{m' - m''}{AB}$, kaldes A 's Afstand fra Magnetiseringsrullen x' , B 's Afstand fra samme x'' , saa er den frie Magnetisme paa en Længdeenhed $\frac{m' - m''}{x'' - x'}$, eller naar man gaaer til Grændsen $-\frac{dm}{dx}$.

4. I Comptes Rendus for Januar 1874 findes nogle Forsøg af Jamin over Magnetiseringen af en lang Jernstang. Han benyttede den første af de angivne Methoder og finder derved at den frie Magnetisme aftager eftersom man fjerner sig fra Magnetiseringsrullen. Bestemmes den frie Magnetisme i Punkter, der ligge i lige Afstande fra hinanden, saa danne de tilsvarende Mængder af fri Magnetisme en geometrisk Række. Kaldes Afstanden fra Rullen til det undersøgte Punkt x , saa bliver den frie Magnetisme m bestemt ved

$$m = ha^{-x},$$

hvor h og a ere Constanter. Fuldstændig tilfredsstillende dette Udtryk dog neppe Forsøgene, som snarest vise hen til en Formindskelse af a med voxende x .

5. Til mine Forsøg benyttede jeg en Jernstang 6^m lang og 19^{mm} i Diameter, med cirkulært Gjennemsnit. En saadan Stang kan betragtes som uendelig lang, naar Forsøgene foretages i Nærheden af dens Midtpunkt, hvilket sees ved at foretage de samme Forsøg paa forskjellige Steder; dette havde ingen Indflydelse paa Resultatet, naar man blot var 3 til 4 Fod fra den nærmeste Ende. Denne Stang omgaves med en Magnetiseringsspiral; Strømmen, der lededes igjennem den, maales ved en i stor Afstand opstillet Tangensboussole. For at finde Momentet i et Tversnit af Stangen anbragtes en anden Rulle, Inductionsspiralen omkring den. Som Inductionsspiraler anvendtes Ruller med 100 til 1000 Vindinger; efter Omstændighederne for at kunne maale forskjellige Strømstyrker. Strømmen fra Inductionsrudden maales paa et Electrodynamometer; den bevægelige Rulle i dette var forsynet med Speil, og Udslagene maales paa sædvanlig Maade. Inductionsstrømmen lededes gjennem den bevægelige Rulle. Gjennem den faste Rulle lededes Strømmen fra et Batteri, hvis Styrke var afpasset efter Inductionsstrømmen i hvert Tilfælde.

6. Momentet i Stangen i forskjellige Afstande fra Magnetiseringsrullen maales nu paa følgende Maade: I Strømlodningen for den magnetiserende Strøm indskjødes en Strømvender. Ved Hjælp af den magnetiseredes og afmagnetiseredes Jernstangen flere Gange, da det viste sig at det var nødvendigt for at opnaa overensstemmende Resultater. Efter at Strømmen derefter var sluttet i en Retning, afbrødes den og sluttedes strax efter i den modsatte Retning. Derved fremkom i Inductionsrollen en electricisk Strøm svarende til det dobbelte af Stangens magnetiske Moment. Dette gjentoges flere Gange for forskjellige Punkter af Stangen, og Resultaterne ere angivne i de følgende Tabeller.

I Dynamometret finder ingen Dæmpning af Svingningerne Sted; eller den var i hvert Fald saa ringe, at den kun kunde bemærkes efter flere Svingninger. Derfor aflæstes for hver Omvendning af den magnetiserende Strøm Udsvinget til begge Sider; Differensen mellem dem gav saa Maalet for Momentet. Først stilledes Inductionsrollen i en Afstand af 200^{mm} fra den nærmeste Ende af Magnetiseringsrullen, Magnetiseringsstrømmen I vendtes om tre Gange og for hver Gang iagttoges Udslaget. Derefter flyttedes Inductionsrollen bort til en Afstand af 400^{mm} fra Magnetiseringsrullen, de samme Forsøg foretoges som før og saaledes videre, indtil Udslaget blev saa lille at det ikke kunde maales med tilstrækkelig Nøiagtighed. Alle Forsøgene gjentoges derefter i den modsatte Retning, begyndende ved det yderste Punkt og endende i 200^{mm} Afstand fra Magnetiseringsrullen. Som Exempel anføres Forsøgene fra 14. Mai 1874. — Afstanden mellem Midten af Inductionsspiralen og Magnetiseringsspirals nærmeste Ende er betegnet med x , den magnetiserende Strøm med I , Inductionsstrømmen med i , de aflæste Inddelinger paa Maalestocken tilvenstre og tilhøire med A og B .

x mm	No.	A	B	Middel $B-A$	x	No.	A	B	Middel $B-A$	x	No.	A	B	Middel $B-A$
200	1	92	946		1000	5	370	669		1800	9	474	562	
		91	947				369	669				477	559	
		91	948				370	668				479	558	
22	100	936			18	369	667			14	475	561		
		98	940				368	667				477	559	
		96	939				370	666				476	561	
Middel		94.5	942.5	847	369.5		667.5	298	476.5		560	83.5		
400	2	195	843		1200	6	405	632		2000	10	492	544	
		195	843				407	630				493	543	
		196	842				406	631				493	545	
21	200	837			17	405	632			13	493	545		
		198	839				403	633				492	546	
		200	837				405	631				493	544	
Middel		197.5	840	642.5	405		631.5	226.5	483		544.5	51.5		

x mm	No.	A	B	Middel B-A	x	No.	A	B	Middel B-A	x	No.	A	B	Middel B-A
600	3	265	774		1400	7	434	603		2200	11	499	538	
		271	768				435	603				501	535	
		271	768				434	603				501	536	
20		270	770		16		431	605		12		501	535	
		268	768				432	603				502	535	
		272	765				432	605				502	536	
		268	797				..	..				..	..
		269.5	768.5	499			433	603.5	170.5			501	536	35
800	4	327	712		1600	8	456	580						
		325	714				457	579						
		324	715				457	580						
19		321	713		15		455	581						
		325	711				456	580						
		325	711				457	579						
		324.5	712.5	388			456.5	580	123.5					

7. Resultaterne af denne Række Forsøg ere sammenstillede i de følgende Tabeller. I disse er foruden Inductionsstrømmens Styrke tillige angivet Forholdet mellem Strømstyrkerne for to paa hinanden med et Mellemrum af 100 eller 200^{mm} fra hinanden liggende Punkter. Dette Forhold er betegnet med q_1 naar Afstanden er 100^{mm}, med q_2 naar den er 200^{mm}.

Tab. I.

$$I = 3^{\circ}0'$$

x	i	q_1	q_2
100	803	1,38	
200	581	1,36	
300	427	1,37	1,87
400	311	1,42	
500	219	1,40	1,98
600	157	1,40	
700	112	1,47	2,07
800	76		

Tab. II.

$I = 13^{\circ}30'$

x	i	q_1	q_2
400	593	1,19	
500	496.5	1,17	1,40
600	424	1,18	
700	358	1,18	1,40
800	302.5	1,16	
900	259.5	1,19	1,39
1000	218	1,20	
1100	181	1,21	1,45
1200	150	1,25	
1300	120.5	1,24	1,55
1400	97		

Tab. III.

x	$I = 19^{\circ}30'$		$I = 27^{\circ}52'$		$I = 35^{\circ}40'$	
	i	q_2	i	q_2	i	q_2
200	692.5	1,34	297.5	1,34	847	1,32
400	517	1,34	689.5	1,29	642.5	1,29
600	387	1,34	532.5	1,29	499	1,29
800	288.5	1,34	413	1,30	388	1,30
1000	215.5	1,38	317	1,34	298	1,32
1200	156.5	1,36	237	1,39	226.5	1,33
1400	115	1,50	170.5	1,42	170.5	1,38
1600	76.5	1,58	120	1,48	123.5	1,48
1800	48.5		81		83.5	1,62
2000	..	..	..	..	51.5	1,51
2200	..	..	..	..	35	

8. Ved noiere at betragte de med q_1 og q_2 betegnede Rubrikker seer man, at de i dem opførte Størrelser ikke afvige meget fra hinanden for hver Strømstyrke for sig. I det hele taget voxer q_2 med x , hvilket snarest maa hidrøre fra at q_2 voxer, naar det magnetiske Moment aftager. Det simpleste vilde være at antage, at q_2 kun afhænger af Momentet i Stangen, forsaavidt de undersøgte Punkter ligge saa langt fra Magnetiseringsrullen at dennes directe Indflydelse er forsvindende. For at undersøge dette stilledes Inductions-

rullen 600^{mm} fra Magnetiseringsrullen, og Udsvingene maalttes nu for forskellige Værdier af den magnetiserende Strømstyrke. Paa denne Maade fandtes:

$$I = 3^{\circ} \quad 6^{\circ}10' \quad 12^{\circ}45' \quad 19^{\circ}52' \quad 28^{\circ}0' \quad 37^{\circ}40' \quad 45^{\circ}40'$$

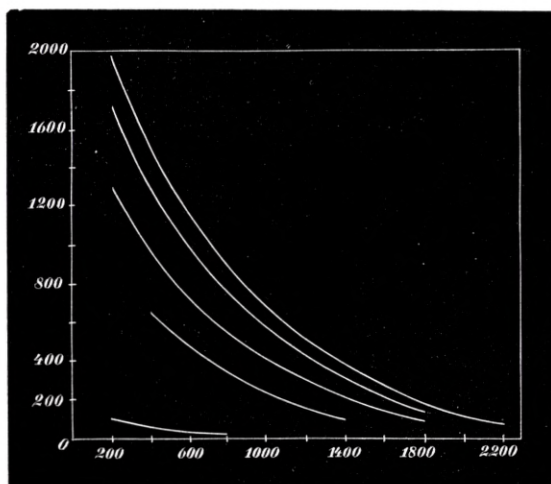
$$i = 25 \quad 115 \quad 425 \quad 732 \quad 972 \quad 1184 \quad 1252.$$

Ved Hjælp af de foregaaende Tabeller er den næste beregnet.

Tab. IV.

	1	2	3	4	5
x	3°0'	13°30'	19°30'	27°52'	35°40'
200	92 ₅	..	1281	1687	1935
400	49 ₅	640	957	1254	1475
600	25	457	716	969	1140
800	12	326	573	751	887
1000		235	399	576	681
1200		161	290	431	518
1400		104	212	310	389
1600			142	219	282
1800			90	147	191
2000					118
2200					79

Fig. 1.



Disse Resultater ere fremstillede i Fig. 1. Abscesserne forestille x d. e. Afstanden fra Magnetiseringsrullen til Inductionsruilen, Ordinaterne det magnetiske Moment. Momentet aftager hurtigt i Nærheden af Magnetiseringsrullen, nærmer sig derefter asymptotisk til x -axen. Betragter man to af Curverne, f. Ex. 3 og 4, vælges Punkter af dem som have samme Ordinater og maales deres Abscisser, saa vil man finde næsten den samme Differens imellem dem, hvilken Værdi af Ordinaten man end benytter. Curverne 3 og 4 kunne altsaa bringes til Dækning ved at forskyde dem i en med x -axen parallel Retning. Dette viser at Curverne ere identiske og det samme gjælder om de andre Curver. Men dette kunde forudses; thi naar man betragter Punkter af Stangen, der ere i nogen Afstand fra Magnetiseringsspiralen, kan Momentet i et Punkt kun være afhængig af Momentet i de nærmeste Punkter.

9. Herved er det saaledes bevist at det magnetiske Moment i kun med Tilnærmelse kan fremstilles ved et Udtryk af Formen

$$i = q^{-x}.$$

De foregaaende Tabeller vise nemlig tydelig nok at q har et Minimum i nogen Afstand fra Magnetiseringsspiralen og den synes at voxe bestandig naar man gaaer længere bort. Hr. Docent Lorenz har meddeelt mig Resultatet af en Beregning af det nærværende Tilfælde, under Forudsætning af at det magnetiske Moment i et Punkt er proportionelt med den i dette Punkt virkende magnetiserende Kraft. Man tænke sig en uendelig lang Jernstang med et cirkulært Gjennemsnit af Radius R . En cirkulær Strøm med Radius R_1 og Styrke s tjene til at magnetisere den. Dennes Plan staaer lodret paa Stangens Axe og dens Centrum ligger i Axen. Momentet i en Volumenenhed i en Afstand x fra Strømmens Plan er da udtrykt ved

$$\frac{4\pi s}{a} \frac{R}{R_1} e^{-a \frac{x}{R}},$$

forudsat at baade a og $\frac{aR_1}{R}$ ere smaa Størrelser. a afhænger af Magnetiseringsconstanten K og er forbundet med den ved Ligningen

$$\frac{1}{2\pi k} = a^2; \quad l. \frac{2}{a} = 0.5772.$$

Efter denne Beregning aftager altsaa Momentet efter den ved Forsøgene fundne Lov. At dette i det Hele altsaa er rigtigt, kan ikke betvivles, men Forsøgene vise aldeles tydeligt, at Momentet aftager desto stærkere jo længere vi komme bort fra Magnetiseringsrullen, Magnetiseringsconstanten kan altsaa ikke være constant. Dette er imidlertid ogsaa vel bekendt.

10. Den frie Magnetisme i et Punkt af Stangen findes ved at differentiere Momentet med Hensyn til Afstanden x fra Magnetiseringsspiralen. Kaldes den u , saa bliver μ ogsaa

proportional med q^{-x} ; det samme har Jamin fundet, han har dog ikke udstrakt sine Forsøg saa vidt som jeg og har derfor ikke seet at denne Lov ihvertfald kun gjælder for Punkter for hvilke x er større end en Meter.

11. Hovedaarsagen til at Magnetismen ikke aftager efter nogen simpel Lov ligger naturligviis først i at der ingen Magnetiseringsconstant findes, eller som man siger, at Jernet kan blive mættet med Magnetisme. Men tillige er der her et andet Punkt at lægge Mærke til, og dette er den saakaldte remanente Magnetisme; den Del af Magnetismen, som bliver tilbage, efter at den magnetiserende Kraft har hørt op at virke. At det er muligt at der kan blive saadan Magnetisme tilbage, kan ikke forklares af den almindelige Theori for Magnetismen og det hjælper ikke i den Henseende at lade Magnetiseringsconstanten afhænge af Momentets Størrelse. Det er en bekjendt Sag at korte Jernstænger tabe næsten al deres Magnetisme, naar den magnetiserende Kraft ophører at virke; derimod bevares den længe i ringformige Electromagneter, som det f. Ex. sees af at en Electromagnets Anker kan bære en betydelig Vægt efter at den magnetiserende Strøm har hørt op at virke. Disse Forhold undersøgte jeg nærmere paa følgende Maade: Den Traadrulle, der benyttedes som Magnetiseringsrulle, havde to Traade om sig, en mindre og en ydre. Gjennem den ydre Traad lededes den magnetiserende Strøm; den indre, hvori der ved Strømmen og den i Jernet fremkomne Magnetisme induceredes en Strøm, stod i Forbindelse med den bevægelige Rulle i Dynamometret. Den af Magnetiseringsstrømmen frembragte Inductionsstrøm var saa svag at den neppe kunde iagttages paa Dynamometret, Inductionsstrømmen kunde derfor betragtes som et Maal for det magnetiske Moment. Denne Rulle anbragtes nu paa Midten af 4 forskellige Jernstænger, hvis Længder vare 6000^{mm}, 1255, 627 og 163^{mm}, Diametren 19^{mm}. I det den magnetiserende Strøm aabnedes, gjorde Dynamometret et Udslag A , som tjente til Maal for den opstaaende Magnetisme; i det den afbrydes og sluttes i modsat Retning, fik man et nyt Udslag B . Dette hidrører fra den Deel af Magnetismen, som var bleven tilbage, og desuden fra den nye Magnetisering, som Stangen modtager, der igjen er den samme som den Stangen vilde have faaet, hvis den iforveien var magnetisk. $A + B$ er da et Udtryk for det Dobbelte af Stangens Moment, naar den er underkastet den magnetiserende Krafts Virkning. $B \div A$ er et Maal for det Dobbelte af den remanente Magnetisme.

Tab. V.

Strømstyrke = 42°.

	A	B	$B+A$	$B-A$	$\frac{B-A}{B+A}$
6000 ^{mm}	413	640	1053	227	9,22
1255	396.5	484.5	881	88	0,19
627	313	333	646	20	0,031
163	117	116	233	-1	0,00

Tab. VI.
Strømstyrke 19°.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B+A</i>	<i>B-A</i>	$\frac{B-A}{B+A}$
6000	182	274	456	92	0,020
1255	130.5	184.5	315	54	0,17
627	109	119.5	228.5	10.5	0,046
163	42.5	43	85.5	0.5	0,00

Ved de i Tab. V. og VI. angivne Forsøg gik den samme Strøm igjennem Dynamometrets faste Rulle, de kunne altsaa directe sammenlignes med hinanden. I den sidste Rubrik, som er overskrevet $\frac{B-A}{B+A}$, er angivet Forholdet mellem den remanente Magnetisme og den hele Mængde af Magnetisme; medens i den med *B-A* overskrevne Rubrik selve den remanente Magnetisme findes. Det sees deraf, at den lange Stang i begge Henseender beholder den største Mængde af Magnetisme tilbage; gaaer man til de kortere Stænger, saa seer man, at der baade absolut og relativt bliver mindre og mindre Magnetisme tilbage. Den sidste Stang, hvis Længde er 163^{mm}, beholder slet ingen Magnetisme efter at den magnetiske Strøm har hørt op at virke. Heraf skulde man nærmest slutte, at den remanente Magnetisme i høi Grad afhænger af Stangens Form, saaledes at Stænger, hvis Længde er stor i Forhold til deres Diameter, beholder en stor Mængde Magnetisme efter at den magnetiserende Kraft har hørt op at virke.

12. En Bekræftelse herpaa faaes ved at stille den magnetiserende Rulle paa Enden af Stængerne og forøvrigt udføre Forsøgene ligesom foran. Derved fandtes følgende:

Tab. VII.
Strømstyrke 42°.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B+A</i>	<i>B-A</i>
6000	149½	147	296.5	- 2.5
1255	138	144	282.5	+ 5.5
627	137	140.5	277.5	+ 3.5
163	100	102	202	+ 2

Tab. VIII.

Strømstyrke 19° .

	A	B	$B+A$	$B-A$
6000	51	52	103	+ 1
1255	48.5	51	99.5	+ 2.5
627	47.5	48.5	96	+ 1
163	37	35.5	72.5	- 1.5

Disse Forsøg ere ogsaa udførte med den samme Strøm gennem den faste Rulle og kunne directe sammenlignes med dem i Tab. V. og VI. Man seer, at den remanente Magnetisme i alle disse Tilfælde er forsvindende, som man maatte vente det. Da den temporære eller hele Magnetisme, hvilket her er det samme, omtrent er eens for alle tre lange Stænger, saa maa Stængerne være eensartede i magnetisk Henseende. Man kunde tro, at Længden kunde have nogen Indflydelse, men dette er ikke Tilfældet i nogen høi Grad; Forklaringen deraf ligger vel i at den anden Ende i dem alle er saa langt borte at de forholde sig som om de vare uendelig lange. Anderledes stærkt virker Længden ind paa Momentet, naar Rullen sættes paa Midten. Dette kunde synes underligt, men det ligger vel i at her er Endernes Afstand kun halv saa stor.

13. Ved disse Forsøg viste der sig vel ingen remanent Magnetisme ude i selve Enden af Stangen, men den fandtes da længere inde paa Stangen. For at vise dette stilledes Magnetiseringsrullen yderst ude paa Enden af den 6000^{mm} lange Stang, i en Afstand af 200 til 1400^{mm} fra Enden af Stangen stilledes en lille Inductionsruille, Strømmen i denne maalttes paa Dynamometret. Man fandt da følgende:

Tab. IX.

Strømstyrke = 45° .

Afstand fra Enden.	A	B	$B+A$	$B-A$	q_2
200	398	442.5	840.5	44.5	1,54
400	245.5	300	545.5	54.5	1,50
600	148	215	363	67	1,52
800	88	151	239	63	1,48
1000	52	110	162	58	1,67
1200	28	69	97	41	1,60
1400	16.5	44	60.5	27.5	

Tab. X.

Strømstyrke = 20°.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B+A</i>	<i>B-A</i>	<i>q</i> ₂
200	116	129.5	245.5	13.5	1.62
400	65	87	152	22	1.68
600	36.5	54	90.5	17.5	1.77
800	18.5	32.5	51	14	2.12
1100	7	17	24	10	

Tab. XI.

Strømstyrke = 12°20'.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B+A</i>	<i>B-A</i>	<i>q</i> ₂
200	71	78	149	7	1.72
400	37.5	49	86.5	11.5	1.92
600	17.5	27.5	45	10	1.91
800	8.5	15	23.5	6.5	

De i Rubrikken $B + A$ angivne Udslag vise hvorledes det magnetiske Moment aftager henad Stangen, naar man fjerner sig fra Enden af den og dermed ogsaa fra den magnetiserende Rulle. Ogsaa her seer man at q_2 tilnærmelsesviis er constant, Momentet aftager efter den samme Lov som før, da Rullen var midt paa Stangen. q_2 er dog ogsaa her større, naar Momentet bliver mindre, hvilket ogsaa stemmer overeens med det Foregaaende. Med det remanente magnetiske Moment forholder det sig ganske anderledes. Dette er som vi saae i det foregaaende Stykke 0 ved Enden af Stangen. Det sees nu af de foregaaende Tabeller at voxe fra Enden af og naae et Maximum i en Afstand af 4 til 600^{mm} fra Enden. Man kan altsaa ikke slutte sig fra det hele Moments Størrelse til det remanente, det viser sig ogsaa heraf i hvor høi Grad Stangens Form indvirker paa Momentets Fordeling.

14. Til Bekræftelse af det foran i 13 fundne, at der kun i Stænger, hvis Længde er stor i Sammenligning med Diametren, findes remanent Magnetisme, udførtes en lignende Række Forsøg med en Jernstang af en Diameter paa 10^{mm}. Dens hele Længde var 1255^{mm}. Magnetiseringsrullens ydre Traad forbandtes igjen med den magnetiserende Strøm; den indre med Dynamometrets bevægelige Rulle, Magnetiseringsrullen stilledes bestandig midt

paa Stængerne. Først gjordes Forsøg med hele Stangen. Den blev derefter savet over i to ligestore Dele, af hvilke den ene Halvdeel atter blev halveret og denne sidste endnu engang halveret. Paa denne Maade var jeg sikker paa bestandig at have den samme Sort Jern. Resultaterne vare:

Tab. XII.

Strømstyrke = 40°.

Stængens Længde.	A	B	B+A	B-A	$\frac{B-A}{B+A}$
1255	225	352	577	127	0,22
627	249.5	303.5	553	54	0,10
313	227	230	457	3	0,01
156	119	122	240	3	0,01

Strømstyrke = 19°.

1255	111	221	332	110	0,33
627	131	167	298	34	0,12
313	91	99	187	5	0,03
156	47	48.5	95.5	1.5	0,01

Disse Forsøg føre altsaa til det samme Resultat som de foregaaende; jo længere Stængerne vare, desto mere remanent Magnetisme er der i dem. Absolut taget aftager den remanente Magnetisme med Strømstyrke, men i Forhold til den hele oprindelige Magnetisme aftager den, naar Strømstyrken tiltager. Dette sidste kan forklares saaledes. Vi have seet at q er desto større jo svagere den magnetiserende Strøm er. En Jernstang der forholder sig som om den var uendelig lang, med Hensyn til en svag, magnetiserende Kraft vil derfor maaske ikke gjøre det med Hensyn til en stærkere Kraft. Naar Kraften er svag vil den derfor ogsaa med Hensyn til den remanente Magnetisme forholde sig som en længere Stang, det er, den vil beholde mere remanent Magnetisme.

15. Dette fandt jeg bekræftet ved flere Forsøg. En Jernstang No. 1 655^{mm} lang med 19^{mm} Diameter magnetiseredes som før, en anden Stang No. 2 af samme Størrelse behandles paa samme Maade, endelig lagdes de begge to ind i Magnetiseringsrullen og Forsøgene gjentoges. Derved fandt jeg:

Tab. XIII.

Strømstyrke 43°.

	A	B	$B+A$	$B-A$	$\frac{B-A}{B+A}$
No. 1	131.5	156	287.5	24.5	0,085
No. 2	133	157.5	290.5	24.5	0,084
No. 1 og 2	234	265.5	499.5	31.5	0,063

Det remanente Moment for begge Stænger er altsaa forholdsviis mindre naar to Stænger magnetiseres paa engang end for hver af dem, de forholde sig altsaa som een tykkere Stang. Dette forklares af deres Indvirkning paa hinanden, idet de søge at afmagnetisere hinanden. Det er altsaa ganske det samme som man seer ved Stænger af ulige Diameter, men med samme Længde. Kaldes Forholdet mellem den remanente og den hele Magnetisme α , saa give de foregaaende Forsøg:

Tab. XIV.

Stænger af 1255^{mm} Længde.

Diameter.	α for Strømstyrke 42°44.	α for Strømstyrke 19°.
19 ^{mm}	0,10	0,17
10 ^{mm}	0,22	0,33

Stænger af 627^{mm} Længde.

Diameter.	α	α
19 ^{mm}	0,031	0,046
10 ^{mm}	0,10	0,12

16. For at vise Fordelingen af den remanente Magnetisme paa en meget lang Jernstang udførtes en større Række Forsøg med den foran omtalte 6000^{mm} lange Stang. Magnetiseringsrullen stilledes omtrent midt paa Stangen, en Inductionsrolle forskjødes henad denne ligesom ved de foregaaende Forsøg og jeg maalte Inductionsstrømmen ved at lede den ind i Dynamometrets indre Rulle. Af Forsøgene udledes ligesom foran den totale Magnetisme og den remanente. Den første er angivet i den første Tabel, den anden i den anden.

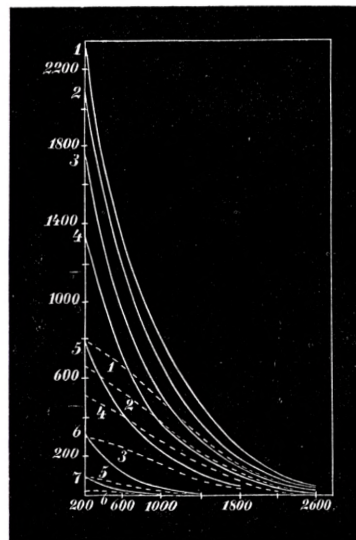
Tab. XV.
Total Magnetisme
 $x =$

	Strøm	200	600	1000	1400	1800	2200	2600
7	3°0	88.5	25	6				
6	6°10	302	115	36	10			
5	12°45	804	425	210	95	36		
4	19°52	1331	732	399	206	90	30	10
3	28°0	1709	972	547	289	130	50	16
2	37°40	2041	1185	695	379	178	72	25
1	45°30	2250	1252	784	456	229	88	32

Remanent Magnetisme.

7	3°0	30.5	13.5	4				
6	6°10	85	51	21.5	6			
5	12°45	296	240	146	76	30		
4	19°52	512	405	270	165	79	27	10
3	28°0	674	534	381	233	111	46	15
2	37°40	806	664	495	299	152	66	23
1	45°30	867	659	516	349	193	80	32

Fig. 2.



Disse Forsøg ere fremstillede graphisk i Fig. 2. Ordinaterne ere den ved Magnetiseringen fremkomne Inductionsstrøms Styrke; Abscisserne Værdien af x i Millimetre. De fuldtoptrukne Curver svare til den hele Magnetisme, de punkterede til den remanente Magnetisme.

17. En Række lignende Forsøg udførtes med en Jernstang 1255^{mm} lang med en Diameter af 19^{mm} . Magnetiseringsrullen stilledes paa Midten af den og en Inductionsrolle i Afstande fra 100 til 500^{mm} fra den ene Ende. Sattes den ude paa Enden af Stangen, var Inductionsstrømmen 0. Forsøgene udførtes iøvrigt fuldkommen paa samme Maade som foran og gav følgende Resultater:

Tab. XVI.

Total Magnetisme.

	Strøm	100	200	300	400	500
1	6°15	13	26	45	68	100
2	12°55	50	97	151	218	285
3	20°8	103	181	273	381	506
4	28°0	165	297	440	601	797
5	36°40	203	374	555	752	984
6	48°45	240	423	635	852	1114

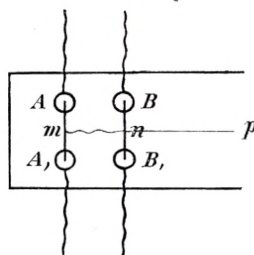
Remanent Magnetisme.

1	6°15	5	10	15	20	22
2	12°55	19	35	44	55	59
3	20°8	29	47	62	73	82
4	28°0	38	62	83	97	97
5	36°40	41	67	94	104	106
6	48°45	47	69	87	111	123

II.

1. Vi have i det foregaaende seet, hvorledes Magnetismen fordeler sig i enkelte Tilfælde paa en Jernstang. Det skal nu undersøges, hvorledes det gaaer medens denne Tilstand fremkaldes. Det er da nødvendigt at kunne finde Momentets Størrelse i forskjellige Punkter af Stangen til givne Tider efter at den magnetiserende Strøm er sluttet og aabnet. Lader os saaledes betragte Forholdene ved Afmagnetiseringen. Den magnetiserende Strøm aabnes i et Øieblik, som vi ville betegne ved t_1 . Der opstaaer da i en Inductionsrolle en Inductionsstrøm, hvis Intensitet i Tiden t_1 er 0. Den stiger derefter en kort Tid for saa igjen at aftage. Til Tiden t er der gennem Inductionsrollen gaaet en Strøm, hvis samlede Styrke er $\int_{t_1}^t i dt$. For at maale denne Størrelse maa Ledningen fra Inductionsrollen til Dynamometret afbrydes i Tiden t . Det gjælder altsaa om først at aabne Magnetiseringsstrømmen og saa efter en vis Tids Forløb at aabne Inductionsstrømmen. Dette blev opnaaet paa denne Maade:

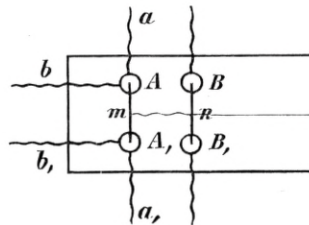
Fig. 3.



I en vandret Træplade dannedes 4 Fordybninger $AA_1 BB_1$, som fyldtes med Qvægsølv, saaledes at Overfladen deraf stod lidt over Randen af Fordybningerne. I B og B_1 dyppede de to Ender af den magnetiserende Strøms Ledninger, i A og A_1 Enderne af Ledningerne for Inductionsstrømmen. To tynde Kobbertraade m og n forbinde A og A_1 , B og B_1 ledende med hinanden. Naar n tages bort, ophører den magnetiserende Kraft at virke paa Stangen; den derved fremkomne Inductionsstrøm gaaer da gennem m til Dynamometret. Dynamometrets hele Udslag giver da Maalet for det magnetiske Moment i Stangen. For at faae Momentets Størrelse en given Tid efter at n er taget bort, maa m fjernes i dette Øieblik. For at opnaae dette ere m og n befæstede til en Silketraad. Trækker man denne til sig ved p , vil først n og derefter m blive taget bort; den Tid, den ligger imellem de to Afbrydelser, kan beregnes, naar Hastigheden med hvilken Traaden bevæges og Traadstykket

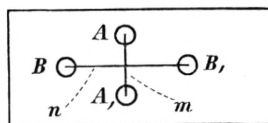
mellem m og n ere bekendte. For at opnaae dette befæstedes den ene Ende p af Silke-
traaden til den ene Vægt paa Atwoods Faldmaskine; ved at lægge en større Vægt paa den
anden Side kunde Hastigheden findes og derved den Tid der ligger imellem Afbrydelsen af
Magnetiseringsstrømmen og Inductionsstrømmen.

Fig. 4.



For at undersøge Inductionsstrømmen ved Slutningen af den magnetiserende Strøm
anvendtes følgende Methode: I Qvægsølvskaalerne A og A' dyppedes to Traade b og b_1 ,
som gik hen til Magnetiseringsrullen. Den magnetiserende Strøm lededes til A og A_1 gjen-
nem a og a_1 , den deelte sig der i to Strømme, den ene gennem m , den anden gjen-
nem bb_1 . Modstanden i bb_1 og Magnetiseringsrullen er mange Gange større end Mod-
standen i Kobbertraaden m ; den Strøm, som gaaer igjennem Magnetiseringsrullen, er der-
for forsvindende saalænge m er paa sin Plads. Men tages den bort, saa gaaer hele Strøm-
men gennem Magnetiseringsrullen, Jernstangen magnetiseres, der fremkommer en Strøm
Inductions rullen, som ligesom før gennem B, n og B_1 gaaer til Dynamometret indtil ogsaa
 n tages bort; hvilket skeer paa samme Maade som før. I Virkeligheden vare Hullerne
 $AA' BB'$ anbragte som i Fig. 5.

Fig. 5.



2. Over Tridsen paa Faldmaskinen lagdes en Traad, i hvis to Ender der anbragtes
Vægtskaale paa hvilke Overvægten anbragtes. Ved foreløbige Forsøg bestemtes Grund-
hastigheden for Faldet for en Række af Overvægte, naar disse ere fundne beregnes let af
Faldhøiden Tiderne t_1 og t i hvilke m og n rives bort, og dermed er altsaa den Tid $t-t_1$
bestemt, der hengaaer fra det Øieblik da Magnetiseringsstrømmen slutes eller aabnes til
det Øieblik da Inductionsstrømmen afbrydes.

3. Vi skulle først betragte Forholdene ved Magnetiseringen. Tænker man sig en
Jernstang, som er fuldkommen umagnetisk, og bliver den i et givet Øieblik paa et enkelt

Punkt paavirket af en magnetiserende Kraft, saa vil den først blive magnetiseret paa dette Punkt, men dette vil saa igjen virke magnetiserende paa alle de andre Dele af Stangen, og denne vil efter en vis Tids Forløb være magnetisk over det Hele. Ifølge den foregaaende Afhandling kan man saa nogenlunde angive den endelige Fordeling over Stangen, naar dens Længde er meget stor i Forhold til dens Diameter. Men det er saa at sige umuligt at faa nogen Besked om, hvorledes Stangens Tilstand har været i Mellemtiden, og dette ligger simpelthen i, at det er næsten umuligt at faae en umagnetisk Jernstang. Saasnaar den en Gang er bleven magnetisk, beholder den, ogsaa efter at den magnetiserende Kraft har hørt op at virke, en meget stor Deel af sin Magnetisme. Efter lange Tidens Forløb vil den maaskee forsvinde, men det gaaer for lange Stænger meget langsomt; jeg har ved Forsøg fundet, at der ingen synderlig Forandring er at mærke i 2 til 3 Dage. Selv om man kunde faa Stangen umagnetisk, vilde dette tage saa lang Tid for hvert Forsøg at det vilde gjøre en Undersøgelse umulig. Jeg har derfor indskrænket mig til at undersøge den Deel af Magnetismen, som forsvinder naar den magnetiserende Kraft ophører og som kommer igjen, naar denne atter begynder at virke. Jernstangen magnetiseres og afmagnetiseres flere Gange, derefter ledes den magnetiserende Strøm ind, Inductionsstrømmen, som kommer inden Inductionsledningen afbrydes, maales, og saaledes fortsættes Forsøgene idet Inductionsrollen anbringes paa forskjellige Steder af Stangen.

4. Den magnetiserende Rulle anbringes paa Midten af den 6^m lange Jernstang med en Diameter af 19^{mm}. Igjennem den ledes en Strøm, som paa Tangensboussolen frembringer et Udslag af 40½°. Den hele temporaire Magnetisme faaes ved at maale Inductionsstrømmen som optræder, naar denne Strøm afbrydes eller sluttet igjen. Denne Inductionsstrøm siges at svare til en Tid = ∞, idet den først vil være forløben, efter en forholdsvis lang Tid. Tiden fra Magnetiseringsstrømmens Slutning til Inductionsstrømmens Afbrydelse udtrykt i Secunder er i de følgende Tabeller betegnet med *t*. Afstanden fra den nærmeste Ende af Magnetiseringsrullen til Midten af Inductionsrollen er ligesom før betegnet ved *x*. De to følgende Tabeller indeholde Resultaterne.

Tab. I.

<i>x</i>				
<i>t</i>	200 ^{mm}	400	600	800
0.065	236.5	77	22	7.5
86	323	121	45	18
117	432	195	82	34.5
161	522	250.5	119.5	56
226	600	303	163	83.5
318	663	365	200.5	108
449	692	395	233.5	133
∞	721	437	271	164

Tab. II.

<i>x</i>				
<i>t</i>	800 ^{mm}	1000	1200	1400
0. ^s 065	20	6.5		
86	34.5	13.5	5	
117	85.5	37.5	15.5	7
161	140	62	28.4	13.5
226	205	97	50	21.5
318	268	140.5	71	36
449	315	171	93	46
∞	381	215	124	70

5. For at benføre begge Tabeller til samme Enhed adderes Strømstyrkerne i de med 800^{mm} betegnede Rubrikker, Forholdet mellem dem søges og med dette multipliceres den første Tabel. Man faaer da

af Tab. I.	18	43	83	134	200	259	319	393
af Tab. II.	20	34.5	85.5	140	205	268	315	381
Middel . .	19	39	84	137	202.5	263.5	317	387.

Disse stemme ret godt overeens. Tab. I. og II. kunne nu sammendrages i følgende Tabel:

Tab. III.

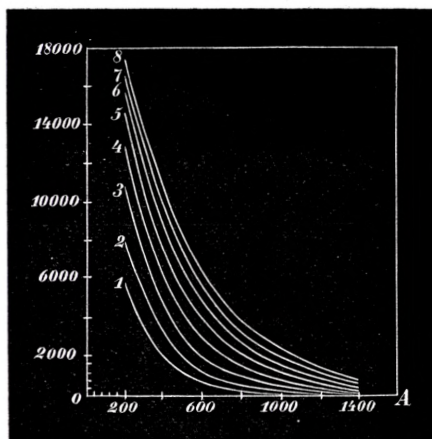
<i>x</i>								
No.	<i>t</i>	200 ^{mm}	400	600	800	1000	1200	1400
1	0. ^s 065	567	182	53	19	6.5	"	"
2	86	774	290	108	39	13.5	5	"
3	117	1036	467	197	84	37.5	15.5	7
4	161	1251	601	287	137	62	28.5	13.5
5	226	1438	726	391	202	97	50	21.5
6	318	1589	875	480	263.5	140.5	71	36
7	449	1659	947	560	317	171	93	46
8	∞	1728	1047	650	387	215	124	70

7. Ved at sammenligne den temporære Magnetismes Fordeling paa Stangen efter en meget kort Tids Forløb med den endelige Fordeling seer man, at den i alle Tilfælde er

temmelig eensartet, der er ingen Grund til at antage at Magnetismen udbreder sig som en Bølge, der løber henad den, hele Stangen er strax magnetiseret, men forholdsviis aftager Magnetismen hurtigere i Begyndelsen, efter Forløbet af 0.065 er Momentet i en Afstand af 400^{mm} fra Magnetiseringsspiralen omtrent 3 Gange mindre end i en Afstand af 200^{mm} fra samme; efter at den endelige Tilstand er indtraadt, er den derimod ikke 2 Gange mindre.

Den bedste Oversigt faaes dog ved at betragte følgende Billede af Fordelingen.

Fig. 6.



Stangen tænkes lagt henad OA . Ved O er Magnetiseringsrullen anbragt. Inductionsrollen stilles paa de med 200, 400 etc. betegnede Pnukter. Ordinaterne ere Inductionsstrømmene, altsaa det temporære Moment i de samme Pnukter. Curven 1 er draget saaledes, at dens Ordinat forestiller Momentet i Tiden 0.065 efter Magnetiseringsstrømmens Slutning, Curven 2 har samme Betydning for 0.086 o. s. v. Alle disse Curver synes at nærme sig asymptotisk til Abscisseaxen. Skjøndt der hengaaer en temmelig lang Tid inden Momentet i hvert Punkt naaer sin fulde Værdi, synes Stangen dog til ethvert Øieblik at være magnetiseret over det hele.

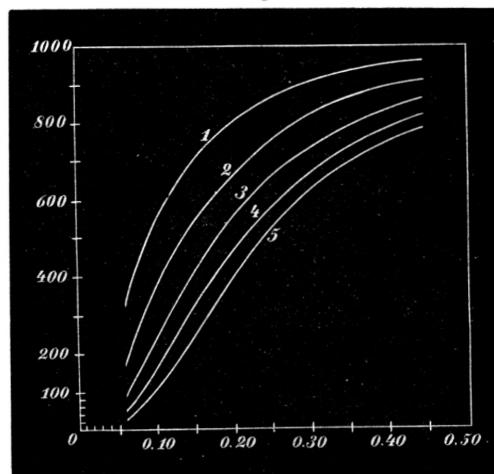
8. Tidens Indflydelse paa Fordelingen af Magnetismen viser sig tydeligere, naar man undersøger hvilken Deel af det endelige Moment et Punkt af Stangen har til et givet Øieblik. Sætter man det endelige Moment i ethvert Punkt af Stangen = 1000, saa faaes af Tabel III:

Tab. IV.

N.	1	2	3	4	5	6	7
t	200 ^{mm}	400	600	800	1000	1200	1400
0.065	328	176	81	49	30	"	"
86	447	277	165	101	63	40	"
117	599	447	302	217	174	125	100
161	724	574	440	354	288	230	193
226	832	710	602	522	451	403	307
318	919	836	740	680	653	572	514
449	959	904	861	819	795	750	657
∞	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

De længere fra Magnetiseringsspiralen liggende Dele erholde langt senere den samme Deel af deres endelige temporære Moment, og det varer forholdsviis desto længere jo videre fremskreden Magnetiseringen er. Dette sees maaskee bedst af den efterfølgende Figur, hvor Abscissen er Tiden, Ordinaten Momentet, idet ligesom i Tabellen det endelige Moment i hvert Punkt er sat lig 1000. Curverne have formodentlig alle et Inflexionspunkt i Nærheden af Begyndelsespunktet.

Fig. 7.



9. Den Inductionsstrøm, som fremkaldes ved Magnetiseringen, har naturligviis ikke den samme Styrke hele Tiden, den er, som det let sees af de foregaaende Tabeller, 0 i det Øieblik da Magnetiseringsstrømmen sluttet, den voxer derefter og har sin største Værdi

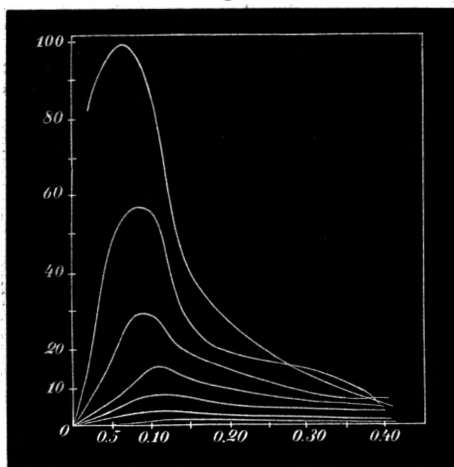
for de Værdier af Tiden der svare til Inflexionspunkterne i Curverne i foregaaende Figur. Strömstyrken i forskellige Øieblikke efter at Magnetiseringsstrømmen er sluttet kan findes tilnærmelsesviis af Tabel III. ved at dividere Tilvæksten af den hele Inductionsstrøm med den dertil anvendte Tid. Paa denne Maade er Tabel V. dannet.

Tab. V.

	1	2	3	4	5	6	7
t	200 ^{mm}	400	600	800	1000	1200	1400
0. ^s 032	8720	2800	820	290	100		
75	9860	5140	2620	950	330		
101	8450	5710	2870	1450	770	340	
139	4890	3050	2050	1200	560	300	150
193	2880	1920	1600	1000	540	330	120
272	1640	1620	970	660	470	230	160
383	330	550	610	410	230	170	70

Man seer heraf, at Inductionsstrømmen virkelig har et Maximum, om det end ikke er muligt med Bestemthed at angive dets Plads, da Jagttagelsesfeilene indvirke meget stærkt paa disse Størrelser. Følgende Figur tydeliggjør dette. I denne er Abscissen Tiden, Ordinaten Strömstyrken.

Fig. 8.



10. Ved Anvendelse af svagere magnetiserende Strømme erholdtes lignende Resultater. Exempelviis anføres en Række Forsøg med en magnetiserende Kraft af 16°. Disse

kunne dog ikke uden videre sammenlignes med de foregaaende, da den constante Strøm gjennem Dynamometret var en anden.

Tab. VI.

t	200 ^{mm}	400	600	800
0. ^s 065	217	56	18	"
86	304	97	33	"
117	435	166	65	215
161	522	224	95	38
226	618	284	133	57
318	709	353	173	82
449	786	401	210	102
∞	905	488	275	148

Sættes det endelige Moment i hvert Punkt af Stangen = 1000, faaes følgende Resultater, som i Tabellen ere sammenstillede med de tilsvarende Værdier for en Strøm paa $40\frac{1}{2}^{\circ}$ tagne af Tab. IV.

Tab. VII.

t	200 ^{mm}		400		600		800	
	$40\frac{1}{2}^{\circ}$	16°	$40\frac{1}{2}^{\circ}$	18°	$40\frac{1}{2}^{\circ}$	16°	$40\frac{1}{2}^{\circ}$	16°
0. ^s 065	328	240	176	115	81	65	49	"
86	447	336	277	198	165	121	101	"
117	599	480	447	341	302	238	217	139
161	724	577	574	459	440	345	354	246
226	832	683	710	583	602	483	572	370
318	919	783	836	723	740	627	680	529
449	959	869	904	832	861	763	819	652
∞	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

For samme Tid er Momentet forholdsviis mindre ved svagere magnetiserende Kræfter, det varer altsaa idethele længere inden Stangen bliver fuldt magnetiseret, naar Kraften er mindre.

Foruden disse udførtes en stor Mængde andre Forsøg, deels med Magnetiseringsrullen stillet midt paa Stangen, deels i Nærheden af Enderne af den. De gavedog alle Resultater, der i alt væsentligt stemmede overeens med de foregaaende, og det er derfor unødvendigt at gaae nærmere ind paa dem.

11. Vi komme nu til Forsøgene over den Maade paa hvilken den temporære Magnetisme forsvinder i en lang Jernstang. Hvorledes Forsøgene anstilles er allerede beskrevet. Her skal først angives Resultatet af to Forsøgsrækker med en Strømstyrke af 40° .

Tab. VIII.

t	200 ^{mm}	400	600	800
0,5025	149	"	"	"
32	177	44	11	"
43	218	67	22	7
58	274.5	90	35	11
79	347	133	53.5	18.5
112	430	189	85	36
157	492.5	232.5	116	52
∞	817	511	331	209.5

Tab. IX.

t	200 ^{mm}	400	600	800
0,5129	463	213	103	43
171	513	253	128	59
235	561	294	157	79
324	621	336	187	101
454	661	381	222	124
637	709	417	251	146.5
899	738	446	265	164
∞	809	511	332	213

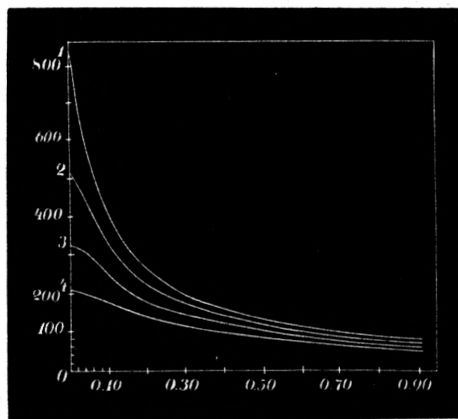
Disse to Forsøgsrækker stemme, som man seer, meget godt overeens, saaledes at de kunne behandles samlede. Man maa dog mærke sig tydelig deres Betydning, Inductionsstrømmen svarer her til den Deel af det temporære Moment, som er forsvunden; for at finde den Deel af det temporære Moment, som er tilbage i ethvert Øieblik, maa man subtrahere Inductionsstrømmen, der svarer til det paagjældende Øieblik, fra Inductionsstrømmen for $t = \infty$. — I følgende Tabel ere Resultaterne af disse Subtraktioner angivne og begge Tabeller tillige trukne sammen til en, idet man som Momentet for $t = 0$ har taget Middeltallet af Inductionsstrømmene for $t = \infty$ af de to foregaaende Tabeller.

Tab. X.

t					1	2	3	4
	200 ^{mm}	400	600	800	200	400	600	800
0.s 000	0	0	0	0	813	511	331.5	211
0.s 025	149	"	"	"	664	"	"	"
32	177	44	11	"	636	467	320.5	"
43	218	67	22	7	595	444	309.5	204
58	274	90	35	11	539	421	296.5	200
79	347	133	53.5	18.5	466	378	278	192.5
112	430	189	85	36	383	322	246.5	175
129	463	213	103	43	350	298	228.5	168
157	492	232	116	52	321	279	215.5	159
171	513	253	128	59	300	258	203.5	152
235	561	294	157	79	252	217	174.5	132
324	621	336	187	101	192	175	144.5	110
454	661	381	222	124	152	130	109.5	87
637	709	417	251	146.5	104	94	80.5	64.5
899	738	446	265	164	75	65	66.5	47
∞	813	511	331.5	211	0	0	0	0

I hosstaaende Figur er Abscisserne Tiden, Ordinaterne det temporære Moment i Jernstangen for de fire Punkter.

Fig. 9.



12. Idet den magnetiserende Strøm afbrydes, aftager Magnetismen overalt i Jernstangen. Det skeer i Begyndelsen langsomt, naar man ikke netop betragter Punkter tæt

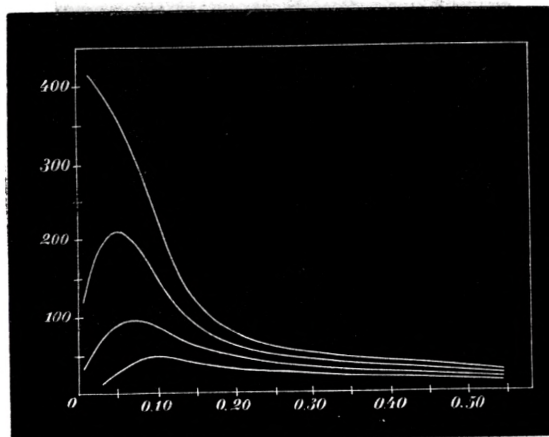
ved Magnetiseringsrullen, og derefter hurtigere i nogen Tid for atter at blive langsommere, naar kun en ringe Deel af Magnetismen er tilbage. Ligeledes gaaer det med Inductionsstrømmen. Den har ogsaa et Maximum, som kommer desto senere jo længere fra Magnetiseringsspiralen man er.

Tab. XI.

	200 ^{mm}	400 ^{mm}	600 ^{mm}	800 ^{mm}
0.016	5530	1380	340	"
37	3770	2100	1100	"
50	3730	1500	870	270
68	3450	2050	880	350
95	2520	1700	960	530
134	1390	970	690	360
150	1190	940	590	380
203	750	640	450	310
279	670	470	340	250
389	310	350	270	180
545	260	200	160	120
768	110	110	80	70

Denne Tabel er beregnet paa samme Maade som Tab. V. Inductionsstrømmens Tilvæxt i et vist Interval er divideret med dette Interval. Tallene følge vel ikke ganske regelmæssigt efter hinanden; Uregelmæssighederne hidrøre dog kun fra Observationsfeilene, Gangen i Inductionsstrømmens Variation træder ogsaa ret tydeligt frem, naar man forsøger at fremstille Tabellen graphisk, som det sees i hosstaaende Figur; hvor Abscissen ligesom i Fig. 8 er Tiden, Ordinaten Strømstyrken.

Fig. 10.



13. Af to Forsøgsrækker med en magnetiserende Kraft paa 12° erholdtes følgende Resultater:

Tab. XII.

t	Inductionsstrøm.				Temporær Magnetisme.			
	200 ^{mm}	400	600	800	200	400	600	800
0.000	0	0	0	0	298	179	105	60
32	58	15	"	"	240	164	"	"
43	67	18	4	"	231	161	101	"
38	93	26	8	2	205	153	97	57
79	120	42	15	6	178	137	90	54
112	148	61	24	10	150	118	81	50
157	173	76	33	15	125	103	72	45
171	190	85	39	16	108	94	66	44
221	189	89	42.5	19	109	90	63	41
234	206	101	49	23	92	78	56	37
324	226	117	57	29	72	62	48	31
454	241	131	69	37	57	48	36	23
637	258	145	88	44	40	34	17.5	16
900	271	155	89	50	27	24	16	10
∞	298	179	105	60	0	0	0	0

Ved nærmere Betragtning af disse Forsøg vil man i det Væsentlige komme til de samme Resultater som de, der ere udledte af de foregaaende. For at gjøre dette tydeligt sættes det hele temporære Moment for $t=0$ lig 100, og de øvrige forandres i Forhold dertil. Derved faaes:

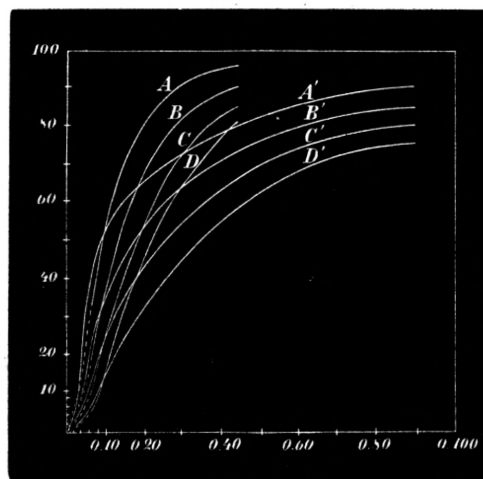
Tab. XIII.

<i>t</i>	200 ^{mm}		Diff.	400		Diff.	600		Diff.	800		Diff.
	40°	12°		40°	12°		40°	12°		40°	12°	
0.000	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0
32	78	81	+3	91	91	0	"	"	"	"	"	"
43	73	78	+5	87	90	+3	93	96	+3	"	"	"
58	66	69	+3	82	85	+3	89	92	+3	95	96	+1
79	57	63	+6	74	77	+3	84	86	+2	91	90	-1
112	47	50	+3	63	66	+3	74	71	+3	83	83	0
157	40	42	+2	54	58	+4	65	68	+3	75	75	0
171	37	36	-1	50	53	+3	61	63	+2	72	73	+1
234	31	31	0	42	43	+1	53	53	0	63	61	-2
324	23	24	+1	34	35	+1	44	46	+2	53	51	-2
454	18	19	+1	25	27	+2	33	34	+1	41	37	-4
637	12	13	+1	18	19	+1	24	16	-8	31	26	-5
900	9	9	0	13	13	0	20	15	-5	23	16	-7

Tallene i Rubrikker med Overskrift 40° ere udledte af Tab. IX, de med Overskrift 12° af Tab. XII. De sidste Størrelser ere vel i Almindelighed større end de første, men i de væsentlige Træk stemme dog begge Forsøgsrækker overeens.

14. Det vil være let at godtgjøre Tilstedeværelsen af en vis Analogi mellem den temporære Magnetismes Opstaaen og dens Forsvinden. Vi have magnetiseret Jernstangen ved at lede en electrisk Strøm *A* omkring den; afbrydes denne Strøm, forsvinder den temporære Magnetisme igjen. Men vi kunde ogsaa lade Strømmen *A* virke uforandret, men tilføre en ny Strøm $\div A$ af samme Styrke, men i den modsatte Retning. Resultatet vil blive nøiagtig det samme som før, men Afmagnetiseringen frembringes her ved en Magnetisering i den modsatte Retning; der maa altsaa være den største Analogi imellem Magnetisering og Afmagnetisering. Dog behøves det derfor ikke at gaa ganske eens til i begge Tilfælde. Naar Stangen magnetiseres, har den iforveien kun den remanente Magnetisme; naar den afmagnetiseres, har den tillige den temporære. Virkningen deraf viser sig klart ved Betragtning af omstaaende Figur.

Fig. 11.



Abscissen er Tiden, Ordinaten Inductionsstrømmen. Curverne *ABCD* Magnetiseringscurver, *A'B'C'D* Afmagnetiseringscurver. De første 4 ere udledte af Tab. IV, de sidste af Tab. XIII. for 40° . *A* og *A'* svare til en Afstand 200^{mm} fra Magnetiseringsspiralen, *B* og *B'*, *C* og *C'*, *D'* og *D* henholdsvis til 400, 600 og 800^{mm} . Den hele Inductionsstrøm svarende til $t = \infty$ er i alle Tilfælde sat lig 100. Man seer, at Characteren af Curverne er den samme i begge Tilfælde, men de falde dog ikke sammen; kun indtil $t = 0^{\circ}.1$ følges de nogenlunde ad, derefter stige de langt hurtigere ved Magnetiseringen end ved Afmagnetiseringen; det varer altsaa i det hele længere inden den temporære Magnetisme forsvinder end det varer at frembringe den.