

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE SAINT-PÉTERSBOURG.

Ce journal paraît irrégulièrement par feuilles détachées dont vingt-quatre forment un volume. Le prix de souscription d'un volume est de 5 roubles assign. en Russie, et de 1 $\frac{1}{2}$ écus de Prusse à l'étranger. On s'abonne, à St.-Petersbourg, au Comité administratif de l'Académie, place de la Bourse N. 2, et chez W. GRAEFF, libraire, commissionnaire de l'Académie, place de l'Amirauté N. 1. — L'expédition des gazettes du bureau des postes se charge de commandes pour les provinces, et le libraire LEOPOLD VOSS à Leipzig, pour l'étranger.

Le BULLETIN SCIENTIFIQUE est spécialement destiné à tenir les savants de tous les pays au courant des travaux exécutés par l'Académie, et à leur transmettre sans délai les résultats de ces travaux. A cet effet, il contiendra les articles suivants: 1. Mémoires lus dans les séances, ou extraits de ces mémoires, s'ils sont trop volumineux; 2. Notes de peu d'étendue *in extenso*; 3. Analyses d'ouvrages manuscrits et imprimés, présentés à l'Académie par divers savants; 4. Rapports; 5. Voyages scientifiques; 6. Extraits de la correspondance scientifique; 7. Nouvelles acquisitions de la bibliothèque et des musées; 8. Chronique du personnel de l'Académie; 9. Annonces bibliographiques d'ouvrages publiés par l'Académie; 10. Mélanges.

SOMMAIRE. NOTES. 22. Sur l'attraction des aimans électriques. JACOBI et LENZ.

NOTES.

22. UEBER DIE ANZIEHUNG DER ELECTROMAGNETE. VON M. JACOBI UND E. LENZ.
(lu le mars 1839).

In dem ersten Theile unserer Abhandlung „Ueber die Gesetze der Electromagnete“ (Bulletin scientifique N^o. 94 u. 95), haben wir, zur Berechnung unserer Beobachtungen über den Einfluss der Stärke des Stromes auf die Intensität des im Eisen erregten Magnetismus (Art. 7) uns der Formel

$$x \sin \frac{1}{2} \alpha - y \sin \frac{1}{2} \alpha^2 = K. \text{ (Art. 10).}$$

bedient, wo $\sin \frac{1}{2} \alpha$ proportional dem Magnetismus, K die an der Wage gemessene Stärke der Ströme, und x, y zwei aus den Beobachtungen sich ergebende Constanten sind. Aus andern Versuchen hatte es sich ergeben, dass die Annahme einer Proportionalität zwischen der Stärke des Stromes und der Intensität des Magnetismus, durch die nothwendig gewordene Hinzufügung des, sich wie die Quadrate der Ströme verhaltenden Gliedes $y \sin \frac{1}{2} \alpha^2$, nicht erschüttert werden darf, dass vielmehr diese Correction nur der Eigenthümlichkeit der electromagnetischen Wage zuzuschreiben sei. Ueber die physikalische Natur dieser Correction hatten wir uns mit einiger Zurückhaltung ausgesprochen, und nur im Allgemeinen angedeutet, dass dieselbe sich erklären lasse, durch einen

temporären Einfluss, welchen die Magnetstäbe von den electromagnetischen Spiralen erführen, ähnlich dem Einflusse, dem bekanntlich das weiche Eisen unterworfen ist. Die Magnetstäbe befinden sich in einer hierzu sehr günstigen Lage, nämlich in der verlängerten Axe dieser Spiralen. — Es ist für den vorliegenden Zweck völlig gleichgültig, ob man annimmt, dass eine solche temporäre Modification in der magnetischen Vertheilung der Magnetstäbe eine neben der sogenannten Coërcitivkraft bestehende Eigenschaft des Stahls sei, oder etwa einer ungleichen Härtung, eingestreuten Partikeln weichen Eisens u. s. w. zuzuschreiben sei. Aber in Bezug auf das Quantitative dieser neuen Erscheinung muss man annehmen, dass sie dem a. a. O. erörterten Gesetze der Proportionalität unterliegt, und dass eben so, wie für das weiche Eisen anzunehmen sei, dass

die temporäre Modification in der magnetischen Vertheilung, welche Stahlstäbe⁽¹⁾ durch electromagnetische Spiralen unter gleichen Umständen erführen, sich wie die Stärke der Ströme verhalte.

Dieser Satz ist für das magnetische Galvanometer und für die Magnetometrie von Wichtigkeit, und man wird nicht umhin können, bei manchen Untersuchungen auf

(1) Die an der Wage befindlichen Stahlstäbe sind glashart, und scheinen von ihrem Magnetismus bis jetzt nichts verloren zu haben.

diesen Umstand Rücksicht zu nehmen. Für jetzt aber führt uns derselbe zu andern, die Anziehung der Electromagnete unmittelbar betreffenden Folgerungen.

In der That, nennen wir S die Stärke des Stromes in der Spirale der Wage, M den Magnetismus des Stahlstabes, so wird die abstossende Kraft dem Producte MS proportional sein. Die temporäre Modification, welche der Stahlstab von der Spirale erleidet, ist hier, wo Abstossung Statt findet und die gleichnamigen Pole sich gegenüberstehen, dem permanenten Magnetismus entgegengesetzt, und kann durch $-nS$ ausgedrückt werden; wo n von der gegenseitigen Entfernung und andern Umständen abhängt. Der Magnetismus des Stahlstabes wird also $M - nS$ sein und die Abstossung jetzt ausgedrückt werden müssen durch $S(M - nS) = SM - nS^2$, welches genau die Formel ist, welche wir der oben erwähnten Berechnung zum Grunde gelegt haben. Denn man hat nur für S , den ihm proportionalen Werth $\sin \frac{1}{2}$ und für M und n die Coefficienten x und y zu substituiren; K aber war die wirkliche an der Wage gemessene abstossende Kraft.

Die unmittelbarste, aber practisch höchst wichtige, Folgerung, die hieraus hervorginge, wäre, dass die Anziehung der Electromagnete sich verhielte, wie das Product aus den magnetisirenden Strömen, also im Falle dieselben für beide Individuen gleich wären, wie die Quadrate derselben. Das Raisonement, das zu dieser Folgerung führt, ist so einfach, und so sehr in Uebereinstimmung mit dem, was bei verwandten Untersuchungen angenommen und bestätigt worden ist, dass es schien, als wäre ein besonderer Nachweis durch Versuche kaum nothwendig. Der Umstand indessen, dass diese wichtige Beziehung bisher nirgends ausgesprochen war, sondern, dass im Gegentheil einige, durch Fechner, dal Negro und einen von uns angestellten Versuche, für die einfache Proportionalität der Tragkraft und der Ströme zu sprechen scheinen, musste schon an sich eine starke Aufforderung zu neuen Untersuchungen in dieser Beziehung sein, wenn wir es uns auch nicht zum Princip gemacht hätten, nur durch wirkliche messende Beobachtungen, so weit sie möglich sind, in unsern Untersuchungen fortzuschreiten, und ausser denselben Consequenzen nur mit Vorsicht zuzulassen.

Wir erlauben uns daher in dem gegenwärtigen Aufsatze der Academie einige Versuche vorzulegen, welche das Gesetz bestätigen, dass

die Anziehung zwischen zweien Electromagneten oder einem Electromagneten und dem weichen Eisen,

sich verhält wie die Quadrate der Stärke der magnetisirenden Ströme.

Um nicht erst die Zeit mit der Anfertigung neuer Apparate zu verlieren, wurden diese Versuche mit den eben vorhandenen Mitteln angestellt, die zwar nicht den letzten Grad von Genauigkeit gewährten, aber doch zur Feststellung des Gesetzes im Allgemeinen genügend erschienen. Deshalb wurden die angewendeten Electromagnete, die aus geraden Stangen bestanden, lothrecht unter dem Ende eines gewöhnlichen Wagebalkens befestigt, an welchem nach Umständen ein Electromagnet oder eine Stange weichen Eisens hing, die durch Gewichte am andern Ende genau aequilibrirt war. Die Enden der den obern Eiscylinder umgebenden Spirale, tauchten bei den Versuchen über die Anziehung zweier Electromagnete, (Tabelle II und III), in Quecksilbergefässe und der Strom erhielt eine solche Richtung, dass er beide Spiralen hintereinander durchlaufend, den gegenüberstehenden Polen ungleichnamige Magnetismen theilte. Die Anziehungskraft wurde durch Zulegen von Gewichten, bis der Anker abbrach, gemessen, und von dem zuletzt zugelegten Gewichte nur die Hälfte in Rechnung gebracht. Während dieser Operation wurde die Stärke des Stromes an einer, nach Nervanders Angabe construirten Tangentenbussole beobachtet, und wenn der Strom nicht völlig constant war, die unmittelbar vor dem Momente des Abreissens Statt findende Ablenkung notirt. Die Beschreibung dieser Tangentenbussole, die von der frühern Nervanderschen völlig verschieden ist, übergehen wir, weil wir hoffen dürfen, dass dieser ausgezeichnete Gelehrte eine ausführliche Arbeit über dieselbe, die er, wie wir wissen, gemacht hat, nicht länger der Bekanntmachung entziehen wird. Wir wollen nur bemerken, dass das Gesetz derselben, die Stärke der Ströme, wo nach den Tangenten der Ablenkungswinkel proportional ist, zahlreiche und strenge Prüfungen durch einen von uns glücklich bestanden hat. Ohne die Correctionen zu berücksichtigen, welche von der Excentricität und von andern Constructionsfehlern herrühren, ergaben die Prüfungen des Instruments bis zu Ablenkungen von 50 bis 60°, nur einen wahrscheinlichen Fehler von 4 bis 5 Minuten, eine Genauigkeit, die für unsern gegenwärtigen Zweck völlig hinreichend ist.

Bei den folgenden Versuchen ist die Gewichtseinheit 1 Solotnick oder $\frac{1}{96}$ russ. Pf., die kleinern Gewichte bestanden aus Schrotkörnern, wovon 592 auf 1 russ. Pf. gingen, die also im Durchschnitt 0,162 Solotn. wogen. Die Stärke der Ströme wurde durch Veränderung der

Batterie hervorgebracht, indem mehr oder weniger Plattenpaare genommen wurden.

I. Versuchsreihe.

Der feste Electromagnet war ein Eisencylinder von 8" Länge und $1\frac{1}{2}$ " Durchmesser. Am Wagebalken war ein Eisencylinder 2" lang und $1\frac{1}{2}$ " dick aufgehängt. Bei diesen, wie bei den andern Versuchen, fand keine unmittelbare Berührung der Eisenflächen Statt, indem sie durch eine am Ende des untern Electromagneten befestigte Holzscheibe getrennt wurden. Die Entfernung der Flächen betrug auf diese Weise etwa $\frac{1}{10}$ Zoll, und man vermied dadurch zum Theil, wenn auch nicht ganz, die Fehler, die von der ungleichen gegenseitigen Lage herrühren können. Zu bemerken ist übrigens, um einigermaßen einen Maasstab zu haben, dass bei unmittelbarer Berührung und einem Strom, der am Galvanometer durch $\tan 18^{\circ}50'$ gemessen war, die Anziehungskraft etwa $2\frac{3}{4}$ Pf. betrug. Die Gewichte G sind nach der Formel berechnet $G = 95,06 \tan^2 \alpha$ wo der Coefficient, nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus den Beobachtungen gefunden ist.

Tabelle I.

α .	G .	$G = 95,06 \tan^2 \alpha$	Δ .
$50^{\circ} 48'$	159,20	160,2	-1,00
$50^{\circ} 35'$	154,40	153,1	+1,30
$42^{\circ} 26'$	89,10	90,34	-1,24
$36^{\circ} 27'$	57,45	57,51	-0,06
$33^{\circ} 8'$	44,15	53,44	+0,49
$28^{\circ} 48'$	32,45	43,05	-0,60
$19^{\circ} 6'$	13,32	14,03	-0,71
$19^{\circ} 4'$	13,16	13,75	-0,59
Wahrscheinlicher Fehler = 0,61.			

II. Beobachtungsreihe.

Beide Eisenstangen waren 2" lang $1\frac{1}{2}$ " dick, und jede war mit 108 Windungen dünnen Drathes, in 3 Lagen über einander umgeben; der Strom durchlief beide Spiralen hinter einander.

Tabelle II.

α .	G .	$G = 64,43 \tan^2 \alpha$	Δ .
$14^{\circ} 42'$	4,18*	4,43	-0,25
$17^{\circ} 58'$	6,49	6,77	-0,28
$17^{\circ} 56'$	7,62	6,75	+0,87
$17^{\circ} 50'$	7,46	6,67	+0,79
$24^{\circ} 38'$	13,0	13,55	-0,55
$24^{\circ} 38'$	12,97	13,55	-0,58
$24^{\circ} 34'$	12,81	13,46	-0,65
$25^{\circ} 18'$	15,81	14,59	-0,58
$30^{\circ} 10'$	21,32	21,76	-0,44
$30^{\circ} 2'$	21,60	21,55	+0,07
$30^{\circ} 0'$	20,97	21,47	-0,50
$34^{\circ} 58'$	32,15	31,51	+0,62
$34^{\circ} 42'$	30,32	30,89	-0,57
$34^{\circ} 54'$	30,00	30,58	-0,58
$39^{\circ} 52'$	44,81	44,95	-0,12
$39^{\circ} 38'$	43,65	44,19	-0,54
$34^{\circ} 32'$	43,40	43,88	-0,59
$43^{\circ} 22'$	57,15	57,48	-0,33
$43^{\circ} 42'$	60,10	58,85	+1,27
$44^{\circ} 22'$	62,50	61,64	+0,86
Wahrscheinlicher Fehler = 0,41.			

Bei der vorstehenden Tabelle ist zu bemerken, dass die Versuche nicht ganz in der Ordnung angestellt wurden wie sie aufgeführt sind, ferner, dass bei den starken Strömen der ganze Drath und daher auch die Eisenstangen so beträchtlich erhitzt wurden, dass man auf längere Zeit sie nicht mit der Hand berühren konnte, indem die Temperatur sich auf 60° bis 70° R. belaufen mochte. Da nun aus der Berechnung hervorzugehen scheint, dass die Anziehungskraft noch um ein geringes stärker ist, als das Verhältniss der Quadrate zulässt, und dieser Umstand sich vielleicht durch die Temperaturerhöhung des weichen Eisens erklären lässt, welche es befähigt bis auf eine gewisse Grenze hinaus, einen stärkern temporären Magnetismus anzunehmen, so wurde der erste Versuch der durch ein Sternchen bezeichnet ist, mit einem schwächern Strom erst am Ende der Reihe angestellt, nachdem das Eisen durch die stärkern Ströme bereits erhitzt war. Man sieht indessen dass diese Beobachtung keine auffallende Verschiedenheit darbietet, so dass der Einfluss der Wärme wahrscheinlich noch innerhalb der Beobachtungsgrenze liegt. Um Missverständnisse zu vermeiden, wollen wir hier bemerken, dass, da die wirkliche Stärke des Stromes gemessen wurde, der durch Erwärmung des Drathes vergrößerte Leitungswiderstand derselben, von keinem weitem Einflusse ist.