

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

VIII. Jahrgang.

Siebentes Heft.

Oktober 1895.

Experimentelle Einführung in die Theorie der Magnet-Induktion unter Zugrundelegung der Theorie der magnetischen Kraftlinien.

(II. Teil.)

Von

Dr. P. Szymanski, Subdirektor der I. Handwerkerschule in Berlin.

Im VII. Jahrgange dieser Zeitschrift habe ich einige Apparate beschrieben und Versuche angegeben, die sich zur Einführung in die Theorie der Induktion, wie dieselbe von der modernen Elektrotechnik verlangt wird, eignen und einen experimentellen Aufbau der Theorie gestatten. Von einfachen experimentellen Thatsachen ausgehend gelangt man zu allgemeinen, das ganze Gebiet der Induktionserscheinungen beherrschenden Gesetzen, die durch das Prinzip der Energie verkettet werden und in demselben ihre Erklärung finden. Die Anwendung dieser Gesetze auf compliciertere Erscheinungen bietet ein ausgezeichnetes Beispiel einer mit der induktiven Methode verflochtenen Deduktion dar, die den Geist des Lernenden im subtilen mathematisch-physikalischen Denken zu schulen geeignet ist. Die sich leicht ergebenden quantitativen Beziehungen eröffnen dem Lehrer für den Unterricht ein neues Gebiet von mathematisch-physikalischen Übungsaufgaben aus dem Kapitel der Elektrizität und des Magnetismus, das nicht allein die üblichen Anwendungen des Ohmschen Gesetzes umfasst, sondern auch eine Reihe von praktischen, den Schüler interessierenden Beispielen darbietet, auf deren Behandlung man verzichten muss, falls man die alte Darstellungsart der Induktion bevorzugt. Wenn man die Gesetze auf eine solche der Praxis entsprechende Art entwickelt, so läuft man keineswegs Gefahr, den Schüler zu einem Elektrotechniker auszubilden. Die Gesetze sind an und für sich interessant und die Entwicklungen sehr geeignet, das Denken der Schüler anzuregen und zu üben. Die Thatsache, dass dabei auch etwas für die Praxis abfällt, ist keineswegs ein Mangel, sondern vielmehr ein Vorzug der Methode. Ein weiterer Vorzug dieser Darstellung ist der, dass man auf eine ungemein leichte Weise die Definition und den Zusammenhang der absoluten elektrischen Einheiten gewinnt, deren Grundzüge wohl heutzutage auch einem gebildeten Laien bekannt sein sollten.

Das Haupthindernis, diese Methode im elementaren Unterrichte zu verwenden, lag meiner Ansicht nach nur darin, dass nicht jede Anstalt im Stande war, sich ein Galvanometer anzuschaffen, wie solches zum Gelingen der Versuche nötig ist¹⁾. Nachdem es mir gelungen ist, ein Spiegelgalvanometer zu construieren, welches bei einfacher Ausführung und sehr mässigem Preise²⁾ die geforderte Empfindlichkeit besitzt, so dass mit demselben die subtilsten Versuche gelingen,

¹⁾ Ich benutzte früher Thomsons astatisches Spiegelgalvanometer nach du Bois und Rubens, welches von der Firma Keiser & Schmidt, Berlin zum Preise von 400 M. geliefert wird.

²⁾ Das Instrument liefert die Firma Keiser & Schmidt in Berlin, in sorgfältiger Ausführung zum Preise von 87,50 M. Alle in dem früheren und dem vorliegenden Aufsatz beschriebenen Apparate und Einrichtungen werden ebenfalls von derselben Firma angefertigt.

glaube ich, die Einführung der besprochenen Methode der Begründung der Induktionserscheinungen in den elementaren Unterricht wesentlich erleichtert zu haben, und werde nach einer Beschreibung des Instrumentes eine weitere Reihe von Versuchen angeben, die zum Teil bereits bekannt sind und hier nur in einer einfachen Form dargestellt werden, zum Teil aber auch neu sein dürften. Dieselben bilden eine Fortsetzung der früher beschriebenen und bestätigen zum Teil die früher gewonnenen Gesetze, zum Teil bieten sie eine Anwendung der Fundamentalgesetze auf compliciertere Fälle der Induktionserscheinungen dar. Ich bemerke hierbei, dass die folgenden Versuche keineswegs ein zusammenhängendes Ganze bilden, sondern beliebig je nach der Zeit und dem Umfange des Unterrichtes herausgegriffen und vorgeführt werden können.

I. Beschreibung des Galvanometers.

Das Instrument ist in der Hauptsache dem Thomson'schen astatischen Spiegelgalvanometer nachgebildet. Die Konstruktion der die Empfindlichkeit bedingenden

Teile und die wesentlichste Anordnung derselben ist dem von Rubens und Du Bois modifizierten astatischen Thomson'schen Galvanometer der Firma Keiser & Schmidt in Berlin entnommen. Die Änderung in der Konstruktion bezieht sich hauptsächlich auf das Material und die Montierung der Teile, die ein bequemes Auseinandernehmen, Aufstellen und Justieren des Instrumentes gestattet.

Auf einem mit drei Stellschrauben versehenen Holzfuss (Fig. 1) erheben sich vertikal und parallel zu einander zwei Holzwände, von denen die eine mit dem Fuss fest verschraubt ist, die andere in paralleler Richtung verschoben und von dem Fuss entfernt werden kann. Die parallele Verschiebung wird gesichert einerseits durch die an der festen (hinteren) Wand

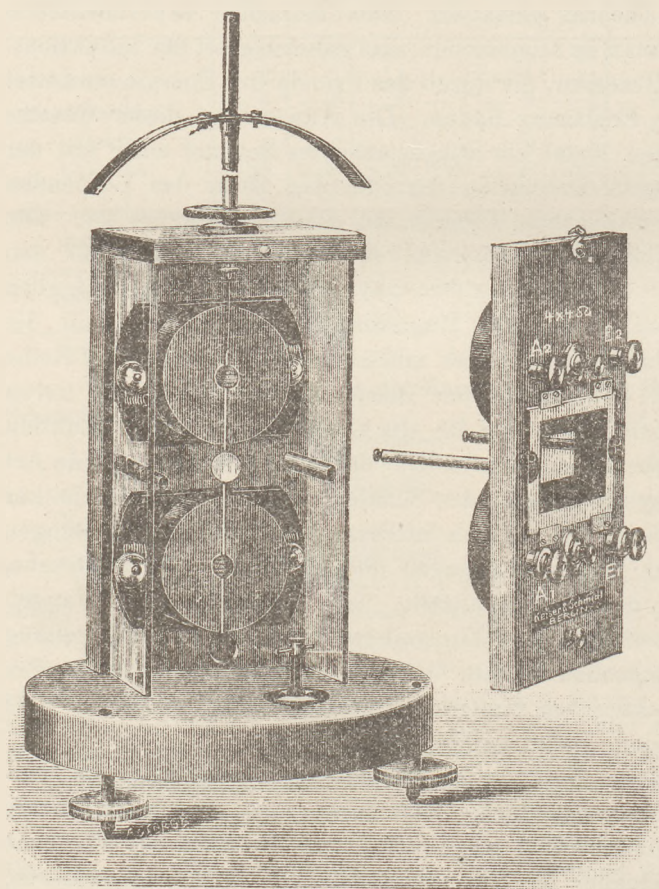


Fig. 1.

befestigten Schubhülsen, andererseits durch die an der beweglichen Wand angebrachten Schubstangen, deren Enden bei Zusammensetzung des Apparates über die hintere Wand hinausragen und durch Drehung einer (in der Figur nicht sichtbaren) an der Hinterwand angebrachten Klammerklemmung festgeklemmt werden, wodurch die Vorderwand in richtiger Lage gegen die übrigen Teile des Gestelles fixiert wird. An

der festen Wand ist mittelst eines Scharniers ein nach hinten zurückklappbarer Deckel befestigt, der eine um ihre Axe drehbare mit einem verschiebbaren Richtmagneten versehene Stange trägt. Der Galvanometerkasten wird durch zwei in Nuten zwischen den Holzwänden gesicherte Glaswände vervollständigt. Die beiden, das bewegliche Nadelsystem umgebenden Spulen, bestehen aus je zwei Hälften, die zu zweien auf der festen und beweglichen Wand mit Hilfe der Spulenträger ST und der Klemmen in einer aus Figur 2 ersichtlichen Weise befestigt sind.³⁾ Dieselben sind, um der theoretischen Forderung der grössten Feldstärke bei gegebenem Spulenraum und gegebenem Widerstande (resp. gegebener Stromstärke) praktisch möglichst zu genügen, schalenförmig aus Kupferdrath von drei verschiedenen Stärken in einer aus der Figur ersichtlichen Weise gewickelt, so dass innerhalb der Spule nur ein kleiner Raum übrig bleibt, in welchem sich der aus Messing hergestellte Spulenträger ST befindet.⁴⁾ Der letztere besteht aus einem cylindrischen Raum zur Aufnahme des Nadelsystems und einem engeren Halse HH' , durch welchen ein Stift mit mässiger Reibung verschoben werden kann. Das im weiteren Raum des Spulenträgers befindliche Ende des Stiftes trägt eine runde Dämpferplatte, durch deren Verschieben der Nadelraum weiter oder enger gemacht werden kann. Der Widerstand einer jeden Spulenhälfte ist dem speciellen Zweck entsprechend auf 4 Ohm justiert; durch kombinierte Schaltungen derselben, die sich mit Hilfe der Klemmen ausführen lassen, kann man den Gesamt Widerstand 16, 4 und 1 Ohm herstellen. Das astatische Nadelpaar besteht aus zwei Systemen von kleinen aus Uhrfedern hergestellten Magnetnadeln, die an einem dünnen Draht befestigt sind (Fig. 3). In der Mitte zwischen den beiden Nadelsystemen ist ein leichtes Rähmchen (R) aus steifem Papier um den Nadelstiel drehbar angebracht, welches einen leichten Spiegel trägt. Das untere Ende des Nadelstiels ist mit einer leichten Scheibe versehen, welche in dem Instrument zwischen zwei in den unteren Teilen der Holzwände verschiebbar angebrachten Dämpferplatten schwebt, welche Einrichtung in Gemeinschaft mit den in Spulenträgern angebrachten Dämpferplatten eine regulierbare Luftdämpfung bezweckt und gleichzeitig zur Arretierung des Nadelsystems gebraucht werden kann. Das ganze Nadelsystem wird an einen kleinen Wirbel mittelst eines möglichst einfachen Coonfadens in der aus Fig. 3 ersichtlichen Weise angehängt und mittelst des Wirbels in dem unter dem Deckel des Instrumentes angebrachten Arm befestigt, in welchem sich der Wirbel mit mässiger Reibung auf- und abwärts bewegen und drehen lässt. Zur bequemen Befestigung eines neuen Coonfadens wird dem Instrument eine Holzschablone beigegeben, in welcher das Nadelsystem und der Befestigungswirbel in richtiger Entfernung fixiert werden, sodass der Coonfaden die richtige Länge erhält. Die bewegliche (vordere) Wand besitzt, dem Spiegel des Nadelsystems gegenüber eine Öffnung (Fenster), welche durch eine seitlich verschiebbare

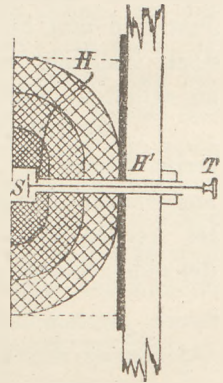


Fig. 2.

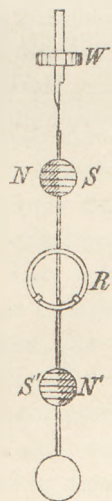


Fig. 3.

³⁾ Der Vollständigkeit halber lasse ich hier das Wichtigste über die Wickelung der Spulen und das Nadelsystem des Thomson'schen Galvanometers folgen. Vergl. auch *Elektrot. Zeitschrift*. Jahrgang XV. S. 321.

⁴⁾ Der Billigkeit halber wurde zu den Spulenträgern statt des Kupfers Messing benutzt.

Glasplatte verschlossen wird. Auf dem Fuss des Instrumentes steht vor der Vorderwand ein kleiner horizontaler Magnet, der mit dem Säulchen um die vertikale Achse drehbar ist und zur feineren Einstellung des Nadelsystems dient.

Die Bewegungen des Nadelsystems werden in der bekannten Weise mit Hilfe eines von dem Spiegel reflektierten Lichtzeigers auf einer Skala sichtbar gemacht. Nunmehr mögen noch einige Bemerkungen betreffend das Aufstellen, Justieren und die Handhabung des Instrumentes Platz finden, die obwohl bekannt doch vielleicht manchem, der wenig Gelegenheit hatte mit Spiegelgalvanometern zu arbeiten, willkommen sind.

Das Instrument wird aufgestellt auf einem Konsol, das an einer erschütterungsfreien Stelle der Wand so angebracht ist, dass die dem Galvanometer gegenüber angebrachte Skala möglichst von allen Plätzen des Lehrzimmers bequem beobachtet werden kann. Es empfiehlt sich im allgemeinen eine Anordnung, wie sie in der nebenstehenden Skizze Fig. 4 angedeutet ist. F bedeutet darin die Fensterseite des

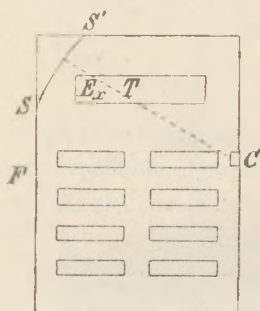


Fig. 4.

Lehrzimmers, in dessen Ecke beim Experimentiertisch die Skala SS' angebracht ist; das Galvanometerkonsol befindet sich bei C . Das Konsol wird in einer Höhe von etwa 2 m, die Skala in entsprechender Höhe an der Wand oder noch besser mit Hilfe von Schnüren und Rollen an der Decke so angebracht, dass sie in vertikaler Richtung verschoben werden kann. Zum Sichtbarmachen des auf der Skala projizierten Lichtzeigers genügt eine mässige Verdunkelung des Zimmers. Gewöhnlich wird die Verdunkelung des einen am Experimentiertisch liegenden Fensters ausreichen, so dass der Experimentiertisch durch die übrigen Fenster hinreichend hell beleuchtet wird. An der vorderen Kante des Konsolbrettes wird die zur Erzeugung des Lichtzeigers erforderliche Beleuchtungsrichtung drehbar in der Horizontalebene befestigt (Fig. 5). Als Lichtquelle eignen sich besonders gewöhnliche kleine Glühlampen (6 bis 8 Volt). An der drehbaren Stange

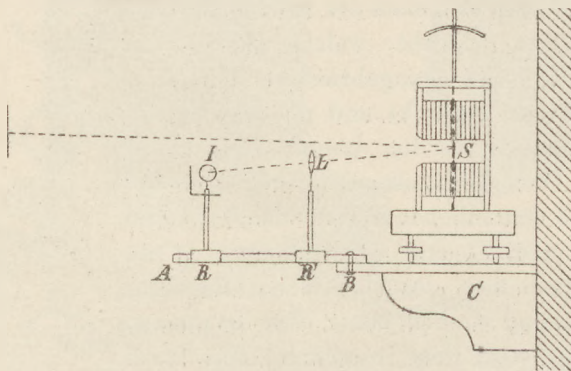


Fig. 5.

AB der Beleuchtungsrichtung sind zwei Reiter RR' ⁵⁾ mit Stativen angebracht, von denen das eine zur Befestigung der Linse L , das andere zur Befestigung der Glühlampe J dient. Die Skala wird am einfachsten aus einem etwa 20 cm breiten und gegen 3 m langen Streifen aus starker Pappe hergestellt. Derselbe wird mit weissem Papier beklebt und die Teilstriche werden bequemer statt mit Tusche durch Aufkleben von schmalen Streifen matt schwarzen Papiers markiert. Die Breite der Strichstreifen kann man etwa 4 mm wählen, die Länge etwa 5 cm; die Fünfer und Zehner werden durch etwas längere Streifen angedeutet und der Zehnerstrich ausserdem mit Zahlen, 0,1 . . . markiert. Die Länge der Intervalle wählt man etwa 2 cm (von Mitte zu Mitte der Striche). Das Galvanometer wird nun auf dem Konsol so aufgestellt, dass es symmetrisch steht gegen die Schieber-

⁵⁾ Es können dazu die Aufsätze einer kleinen optischen Bank benutzt werden.

stange der Beleuchtungsvorrichtung, die vorher nach dem Augenmaass so fixiert wurde, dass ihre Verlängerung ungefähr den Nullpunkt der Skala trifft. Eine genaue Stellung findet man dadurch, dass man das durch die Linse entworfene und von der Fensterplatte des Galvanometers (nicht von dem Spiegel) reflektierte lichtschwache aber ziemlich gut sichtbare Bild des glühenden Fadens aufsucht und das Galvanometer so dreht, dass das Bild auf die Mitte der Skala fällt. Dabei wird man der Glühlampe eine etwas tiefere Stellung geben, als der Linse, damit der Lichtstrahl über der Lampe hinweg ungestört sich bis nach der Skala ausbreiten kann, wie dies in der Figur 5 angedeutet ist. Damit der Beleuchtungsschieber keine zu grosse Länge annimmt, wählt man den Focus der Linse so, dass bei einem Abstände der Glühlampe vom Galvanometer von etwa 30 bis 40 cm das Bild auf der Skala scharf erscheint, wenn die Linse ziemlich an der Kante des Konsolbrettes steht. Bei dieser ersten Justierung der Lage des Galvanometers wird man darauf achten, dass der vorläufig durch die unteren Dämpfer arretierte Spiegel möglichst in der Mitte des von der Linse kommenden Bündels sich befinde, was man durch Verschiebung des Galvanometers, durch Änderung der Höhe der Linse resp. Glühlampe und eventuell durch Horizontal-drehen der Beleuchtungsvorrichtung leicht erreicht. Darauf entfernt man das Säulchen mit dem kleinen Richtmagneten, den grossen Richtmagneten und die Vorderwand des Galvanometers und richtet mit Hilfe der Stellschrauben das ganze Gestell so, dass das Nadelsystem nach Zurückrichtung der sämtlichen Dämpfer frei und der Nadelstiel oben und unten gleich weit von den Spulenflächen schwebt. In dieser Stellung des Galvanometers wird nun die Vorderwand heraufgeschoben und durch die Klemmvorrichtung festgeklammt, der kleine Richtmagnet an der Bodenplatte und zwar zunächst parallel der Spulenebene befestigt. Hierauf wird der grosse Richtmagnet auf dem Träger befestigt und dicht an den Deckel heruntergeschoben bei einer solchen Lage der Pole, dass die Ebene des Nadelsystems aus der vorläufigen Lage nach einer Drehung um einen spitzen Winkel in die Spulenebene gebracht wird, was man an der unteren Dämpfervorrichtung bequem sehen kann. Um nun dem Nadelsystem und dem Spiegel genau die Parallelstellung mit den Windungsebenen der Spulen zu geben, schiebt man die beiden unteren Dämpferplatten so nahe zusammen, dass das kleine Plättchen, und damit das ganze Nadelsystem in dieser Stellung geklemmt wird. Die richtige Parallelstellung des an dem Nadelstiel drehbaren Spiegelchens erreicht man dadurch, dass man die Linse oder Glühlampe so lange verschiebt, bis das Bild des Fadens der Lampe, welches nach Zurückschieben der Fensterscheibe des Galvanometers nunmehr durch Spiegelung an dem kleinen Spiegel nach der Skala geworfen wird, scharf auf der Skala erscheint. Fällt das Bild (wie früher das von dem Fenster des Galvanometers reflektierte) mit dem Nullpunkte der Skala zusammen, dann befindet sich das Spiegelchen in der richtigen Lage. Sonst kann es durch Drehen um den Stiel in diese Lage gebracht werden. Nach dieser Justierung werden die weiteren Dämpferplatten so weit zurückgeschoben, dass das Nadelsystem frei schwebt, ohne dass es sich vollständig umdrehen kann; der grosse Richtmagnet wird in die Höhe geschoben und vorsichtig gedreht, so dass der Lichtzeiger um den Nullpunkt der Skala schwankt und das Nadelsystem durch den Richtmagneten noch gerade in dieser Lage gehalten wird. Die feinere Einstellung des Lichtzeigers auf den Nullpunkt der Skala wird mit Hilfe des kleinen Richtmagneten bewerkstelligt, dessen Polen man zweckmässig entweder von vornherein oder nachträglich dieselbe Richtung

giebt, die die Pole des unteren Nadelsystems besitzen, was man auch daran erkennen kann, dass der Sinn der Drehung des Lichtzeigers mit dem des kleinen Richtmagneten übereinstimmt. Der Grad der erzielten Astasierung ergibt sich bekanntlich aus der Schwingungsdauer des Nadelsystems. Je grösser dieselbe ist, desto empfindlicher ist die Einstellung. Für die vorliegenden Versuche genügt vollkommen die Schwingungsdauer von etwa 3 Sek. bis 5 Sek. Man kann die Nulllage des Nadelsystems aus der ungezwungenen Lage auch dadurch herbeiführen, dass man den grossen Richtmagneten mit den Polen so anordnet, dass das System aus der ungezwungenen Lage durch Drehung um 180° umschlägt, worauf man den Richtmagneten richtig drehend nach oben verschiebt, so dass er das System in der Nulllage festhält und die gewünschte Schwingungsdauer erzielt wird. Durch diese Art der Astasierung, die etwas zeltraubender ist, erreicht man allerdings eine empfindlichere Stellung des Systems. Dass die Manipulation der Astasierung von der Richtung des magnetischen Meridians des Ortes abhängig ist, ist selbstverständlich. Es kann leicht der Fall eintreten, dass die Richtmagnete zu kräftig sind, dann muss man dieselben etwas schwächen. Um ein recht rasches Zurückkehren des Lichtzeigers in die Nulllage zu erreichen, kann man die Dämpfung durch Verschieben der Spulenträgerdämpfer, die bis jetzt vollständig zurückgezogen waren, steigern. Doch genügt schon die Regulierung des Abstandes der unteren Dämpferplatten. Bei guter Astasierung kann man die Dämpfung so weit treiben, dass man beinahe aperiodisches Einstellen des Nadelsystems erzielt. Nach vollständiger Justierung werden die Spulen in gewünschter Combination mit einander verbunden. Für die vorliegenden Versuche wird die Parallelschaltung benutzt, wobei die sämtlichen Anfänge (*A*) untereinander und die Enden (*E*) untereinander verbunden werden. Für die Zuleitungsdrähte verwendet man zweckmässig biegsamen zusammengewundenen Doppeldraht, der vom Galvanometer bis zum Experimentiertisch geführt wird; getrennte Drähte veranlassen leicht Strömungen, die bei der Bewegung eines Stücks der Zuleitung infolge des Schneidens der Kraftlinien des erdmagnetischen oder eines künstlichen Feldes veranlasst werden.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass das Erwärmen der Verbindungsstellen des Galvanometerstromkreises durch Berührung mit der Hand zu meiden ist, weil dadurch Thermostrome hervorgerufen werden, welche beim Experimentieren störend wirken.

II. Versuche.

1) Induktion durch Bewegungen der Leiter im erdmagnetischen Kraftfelde.

Besonders instruktiv sind die Induktionserscheinungen bei der Bewegung der Leiter im erdmagnetischen Felde. Bewegt man den Gleitleiter LL' auf Gleitschienen SS' (siehe Jahrgang VII S. 11 Fig. 2) senkrecht gegen die erdmagnetischen Kraftlinien, so erhält man am Galvanometer deutliche Ausschläge, die grösser werden, wenn man den Gleitleiter wiederholt schnell an den Gleitschienen in derselben Richtung bewegt. Befestigt man an den Zuleitungsdrähten einen einfachen längeren Draht, so dass ein Stück desselben etwa von der Länge 1 m oder länger bewegt werden kann, ohne dass die übrigen Teile der Leitung an der Bewegung teilnehmen, so erhält man bei der Bewegung des beweglichen Teils der Leitung am Galvanometer Ausschläge, deren Grösse von der Länge des Drahtes, der Strecke und Richtung der Bewegung abhängig ist. Um diese Erscheinungen quan-

titativ zu verfolgen, braucht man drei etwa 110 cm lange und etwa 7 mm dicke Kupfer- oder Messingdrähte. Zwei von denselben werden mit den Zuleitungsdrähten des Galvanometers verbunden, so dass sie die Rolle der Gleitschienen des vorigen Aufsatzes übernehmen; der dritte wird als Gleitleiter benutzt, durch den die Kraftlinien des Erdmagnetismus geschnitten werden (Fig. 6). Zur bequemen Handhabung können die Gleitschienen mit Hilfe von zwei mit mehreren Löchern versehenen Holzleisten in verschiedenen parallelen Stellungen gegen einander fixiert werden. Mit dieser Vorrichtung können die Versuche, die mit den kleinen Gleitschienen in dem künstlich hergestellten gleichförmigen Kraftfelde zwischen den Polscheiben des Magneten angestellt wurden, wiederholt werden unter Benutzung des gleichförmigen erdmagnetischen Kraftfeldes. Variiert man bei derselben Lage der Ebene der Gleitschienen gegen die Inklinationsrichtung die Entfernung derselben und die Strecke, auf der der Gleitleiter bewegt wird, so erhält man bei rascher Bewegung des Gleitleiters Ausschläge, die proportional sind der jedesmal bestrichenen Fläche, also proportional der Anzahl der geschnittenen Kraftlinien. Ändert man unter sonst gleichen Umständen die Lage der Schienenebene gegen die Inklinationsrichtung, so zeigt das Galvanometer Ausschläge, deren Grösse von dem Neigungswinkel abhängig ist. Das Gesamtergebn lässt sich dann in dem Gesetz zusammenfassen, dass die induzierte elektromotorische Kraft proportional bzw. gleich ist der Zahl der in der Zeiteinheit geschnittenen Kraftlinien. Die quantitativen Verhältnisse ergeben sich mit einer für Demonstrationszwecke genügenden Genauigkeit, wenn auch das Galvanometer keineswegs ballistisch justiert ist, falls man nur die Bewegungen des Gleitleiters hinreichend rasch ausführt. Bei der Besprechung der Versuche wird man wohl das Prinzip der ballistischen Messung des Stromes erläutern und zeigen, dass die Ausschläge des Galvanometers die während der Zeit der Bewegung des Gleitleiters in Bewegung gesetzte Gesamtelektrizitätsmenge (Integralstrom) messen, und von der Zeit der Bewegung des Gleitleiters unabhängig sind, falls die letztere so rasch ausgeführt wird, dass das Nadelsystem während dieser kurzen Zeit seine Gleichgewichtslage unmerklich ändert. Die Grösse des Integralstromes wird dann bekanntlich durch die Formel

$$Q = N/W$$

dargestellt, wo N die Gesamtzahl der geschnittenen Kraftlinien, W den Widerstand des Stromkreises und Q die in Bewegung gesetzte Elektrizitätsmenge bedeutet⁶⁾.

Hieran schliessen sich die Versuche mit einem Erdinduktor. Für den vorliegenden Zweck eignet sich besonders die rechteckige Form desselben, weil bei dieser die quantitativen Verhältnisse der induzierten Ströme in ihrer Abhängigkeit von der Zahl der geschnittenen Kraftlinien leichter entwickelt werden können als bei einer anderen Gestalt der Spule. Mein Induktor bildet ein aus 4 mm starkem Kupferdrath gebogenes Quadrat von circa 60 cm Seitenlänge, welches an einem hölzernen Doppelkreuz in der aus der Figur 7 ersichtlichen Weise befestigt ist. Die beiden rechtwinklig umgebogenen Enden sind an dem

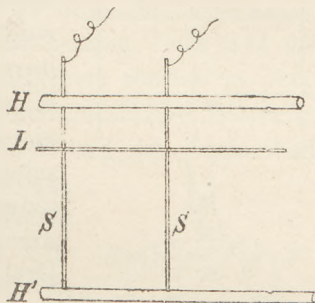


Fig. 6.

⁶⁾ Genauerer hierüber findet man in den Elementen des Magnetismus und der Elektrizität von Jamieson oder in dem Handbuch der Elektrotechnik von Kittler.

runden Mittelstab (der Achse) entlang geführt und befestigt. Für die einfachen Versuche werden dieselben mit dem Galvanometerdraht direkt verbunden. Bringt man den Induktor in eine Lage, so dass die Achse desselben senkrecht gegen die Inklinationsrichtung steht, dann werden bei der Drehung desselben um die Achse

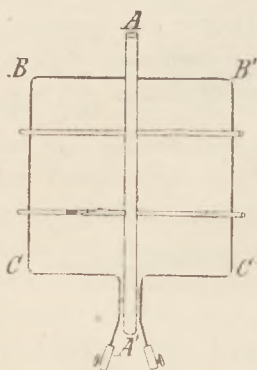


Fig. 7.

AA' erdmagnetische Kraftlinien geschnitten und zwar nur von den Teilen BC , $B'C'$; die Teile BB' , CC' bleiben unwirksam, weil dieselben Ebenen beschreiben, in denen die Kraftlinien liegen. Aus der Drei-Finger-Regel ergibt sich nun, dass die wirksamen Teile des Induktors BC und $B'C'$ beim Schneiden der Kraftlinien sich so verhalten, wie zwei hintereinander geschaltete Batterien, wie dies in der Figur 8 angedeutet ist. Dreht man den Induktor aus einer Lage, wo seine Ebene senkrecht steht auf den erdmagnetischen Kraftlinien, um 180° herum, so erhält man während dieser Halbdrehung einen Stromimpuls in demselben Sinne; bei weiterer Drehung um 180° wird der Sinn des Stromes, wie dies aus der

Drei-Finger-Regel folgt, umgekehrt. Die Zahl der bei einer Halbumdrehung geschnittenen Kraftlinien ergibt folgende Überlegung. Die Achse des Induktors möge senkrecht gegen die Ebene des Papiers liegen, zu welcher die Kraftlinien

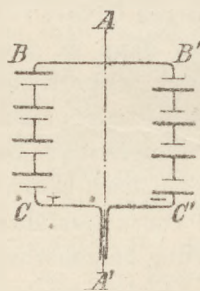


Fig. 8.

parallel verlaufen (Fig. 9). Bei einer Halbumdrehung schneidet die Seite BC , die in der Figur durch die Projektion BC dargestellt wird, die sämtlichen Kraftlinien, die in der Anfangslage des Induktors seine Fläche durchsetzten, in dem einen, die Seite $B'C'$ im entgegengesetzten Sinne. Bezeichnet man die vom Induktor umschlossene Fläche, in qem ausgedrückt, mit F und die Zahl der Kraftlinien des Erdmagnetismus pro 1 qem mit J (die Totalintensität des Magnetismus), so ist die

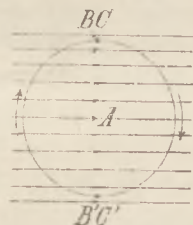


Fig. 9.

Zahl der während der Halbumdrehung von der Seite BC geschnittenen Kraftlinien FJ . Ebensoviel Kraftlinien schneidet die Seite $B'C'$; die dadurch geweckten elektromotorischen Kräfte addieren sich und ergeben $2FJ$ (C. G. S.) Einheiten. Die in Bewegung gesetzte Gesamtmenge der Elektrizität, der Integralstrom einer Halbumdrehung ist demnach $2FJ/W$, wo W den Gesamtwiderstand des Stromkreises bedeutet. Dieses quantitative Resultat kann man unter der Voraussetzung, dass die Ausschläge des Galvanometers dem Integralstrom proportional sind, benutzen, um die Möglichkeit der Vergleichung der Kraftlinienzahl eines künstlichen Feldes mit dem erdmagnetischen zu erläutern. Es möge z. B. der kurze Gleitleiter zwischen den Polschuhen des Magneten (siehe Jahrg. VII S. 15) so bewegt werden, dass die von demselben senkrecht gegen die Kraftlinien des Feldes bestrichene Fläche F' ist. Der Ausschlag des Galvanometers sei n' Teilstriche. Bezeichnen wir die Zahl der Kraftlinien pro 1 qem des Feldes mit J' , dann ist nach dem Vorigen der Integralstrom $Q' = F'J'/W'$, wo W' den Widerstand bedeutet. Der Integralstrom bei der Halbumdrehung des Induktors war $Q = 2FJ/W$, der zugehörige Ausschlag sei n , dann hat man

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'} = \frac{FJ}{W} \bigg/ \frac{F'J'}{W'}$$

oder da die Widerstände W und W' unmerklich von einander verschieden sind

$$\frac{FJ}{F'J'} = \frac{n}{n'}, \text{ woraus folgt}$$

$$n' = \frac{n \cdot F'J'}{F \cdot J}.$$

Weiter wird man dem Induktor solch eine Lage geben, dass seine Achse mit der Richtung der Inklination übereinstimmt. Bei der Drehung desselben um die Achse sind die früher wirksamen Teile des Induktors nunmehr unwirksam, weil sie sich parallel den Kraftlinien verschieben. Die wirksamen Teile sind die Seiten BB' und CC' , in denen elektromotorische Kräfte induziert werden in demselben Sinne, sodass sie sich verhalten wie 2 gegen einander geschaltete Batterien Fig. 10. Dass sich dieselben aufheben müssen ist ersichtlich und das Ausbleiben des Galvanometer-Ausschlages bestätigt dies. Man kann umgekehrt diese Thatsache anwenden um die Richtung der Inklination zu ermitteln. Man braucht nur durch Probieren den Erdinduktor in eine Lage zu bringen, dass beim Drehen desselben um die Achse das Galvanometer keinen Ausschlag zeigt; die Richtung der Drehachse giebt die Inklinationsrichtung an. Wie man mit Hilfe dieser Vorrichtung das Prinzip einer erdmagnetischen Wechselstrom- und nach Anbringung eines einfachen Kommutators an der Achse des Induktors das Prinzip einer Gleichstrommaschine demonstrieren kann, braucht wohl nicht besonders erläutert zu werden. Bei der Anwendung eines Erdinduktors derselben Dimension, der aus 4 bis 6 Windungen besteht kann man die Abhängigkeit der (momentanen) elektromotorischen Kraft von der Lage der Windungsebene des Induktors gegen die Kraftlinien des gleichförmigen Feldes studieren und annähernd das Gesetz $e = c \cdot \sin \varphi$ demonstrieren.

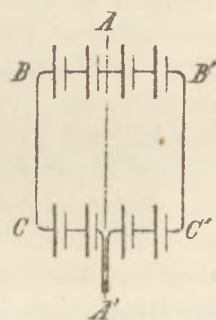


Fig. 10.

2. Induktion durch Bewegung von Schleifen in magnetischen Feldern. Für die folgenden Versuche braucht man einen Magnetstab von etwa 20 cm Länge und 4 bis 5 mm Durchmesser und einige Schleifen (Spulen) aus isoliertem Kupferdraht mit ein, zwei, drei u. s. w. Windungen von etwa 3 cm Durchmesser, deren Enden zusammengedreht mit Hilfe von Klemmen mit dem Galvanometerdoppeldraht verbunden werden können. Dass in allen Elementen einer solchen Spule, falls dieselbe auf dem Magnetstabe verschoben wird Fig. 11,

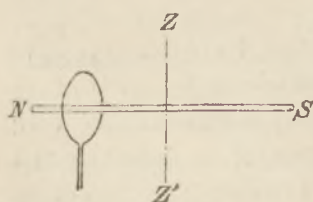


Fig. 11.

elektromotorische Kräfte in gleichem Sinne induziert werden, und zwar auf der ersten Hälfte des Weges bis zur neutralen Zone ZZ' in der einen, auf der anderen Hälfte in entgegengesetzter Richtung, ergiebt die Anwendung der Drei-Finger-Regel; der Versuch be-



Fig. 12.

stätigt dies. Die Windung der Schleife verhält sich wie eine Batterie von hintereinander geschalteten, im Kreise angeordneten Elementen (Fig. 12). Wendet man der Reihe nach die Spule mit einer, zwei, drei u. s. w. Windungen an und bewegt dieselben rasch auf derselben Strecke längs des Magnetstabes bis zur neutralen Zone, so zeigt das Galvanometer Ausschläge die sich zu einander verhalten wie 1:2:3 Hieraus folgt die Proportionalität der elektromotorischen Kraft und der Windungszahl der Spule. Bewegt man die Spule

mit etwa 6 bis 10 Windungen längs des Magnetstabes successiv auf gleichen Strecken, so erhält man verschiedene Ausschläge entsprechend der verschiedenen Anzahl der von der Spule geschnittenen Kraftlinien. Hieran kann man anknüpfen die Erläuterung und Ableitung der Maxwellschen Regel zur Ermittlung der Grösse und Richtung der in einem geschlossenen Leiter induzierten elektromotorischen Kraft ⁷⁾.

Biegt man aus isoliertem Kupferdraht einen Ring von der Grösse, dass man denselben in der in Figur 13a angedeuteten Weise über die beiden Pole des Hufeisenmagneten schieben kann und verbindet die parallel verlaufenden Enden desselben mit dem Galvanometer, dann zeigt das Galvanometer keinen Strom an, wenn der Ring längs der Schenkel verschoben wird; biegt man aber denselben zu einer 8, Fig. 13b, so verrät das Galvanometer den in dieser Schleife während der Bewegung induzierten Strom. Die Anwendung der Drei-Finger-Regel ergibt die in den Figuren angedeuteten (oder auch umgekehrten) Richtungen der Ströme und erklärt die Versuche.

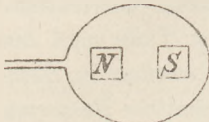


Fig. 13a.

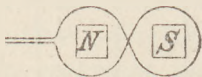


Fig. 13b.

Bis jetzt wurden die Kraftlinien ruhend gedacht und das Schneiden derselben wurde durch Bewegungen der Leiter bewerkstelligt; dass die Versuche umkehrbar sind, ist ohne weiteres ersichtlich. Um die Richtung des durch Bewegung der Kraftlinien gegen die Leitung an einer beliebigen Stelle induzierten Stromes zu bestimmen, hat man die Drei-Finger-Regel von der rechten Hand auf die linke Hand zu übertragen, wo sie dann lautet: hält man an der Stelle des Leiters, wo die Richtung des Stromes ermittelt werden soll, den Zeigefinger der linken Hand in der Richtung der schneidenden Kraftlinie, den Daumen in der Richtung der Bewegung derselben, dann zeigt der Mittelfinger die Richtung des an der betreffenden Stelle induzierten Stromes. Hieran schliesst sich folgender Versuch an, der das Prinzip des Telephons erläutert. Über den einen Schenkel des Hufeisenmagneten wird in der Nähe der Polfläche eine Spule von etwa 6 Windungen in fester Lage aufgewickelt und mit dem Galvanometer verbunden. Nähert man den Polen ein Stück weichen Eisens z. B. die früher angewandten Polschuhe oder Stücke Eisenblech, dann zeigt das Galvanometer einen Ausschlag, dessen Richtung sich ändert wenn man das Eisen entfernt. Dass hierbei die Zahl und die Lage der Kraftlinien geändert wird, kann man leicht zeigen, wenn man das ungestörte und dann durch die Nähe des Eisens gestörte Kraftfeld des Magneten mit Eisenfeilspännen darstellt.

3. Durch Drehung von Leitern in magnetischen Feldern erzeugte Induktion; Umkehrung der Faraday'schen Rotationsversuche; unipolare Induktion. Ein Stück starken Kupferdrahts GG' (Fig. 14) (der Gleitleiter) wird zwischen den Polen des Hufeisenmagneten um den Holzgriff H so gedreht, dass es die Äquatorialebene des Magneten beschreibend die zwischen den Schenkeln

⁷⁾ Die in einem geschlossenen Stromkreise durch Änderung der Kraftlinienzahl induzierte elektromotorische Kraft ist proportional (und bei Wahl der C. G. S. Einheiten gleich) der pro Sekunde erfolgten Zu- oder Abnahme der die Windungsfläche des Stromkreises durchsetzenden Kraftlinien. Blickt man gegen die Leiterfläche in der Richtung der Kraftlinien so ist die Stromrichtung bei der Abnahme der Kraftlinienzahl direkt, bei der Zunahme invers. Diese Regel lässt sich aus dem Früheren leicht ableiten, wenn man sich vorstellt, dass die Zu- oder Abnahme der Kraftlinienzahl durch Ein- oder Austreten derselben aus dem durch die Windungen umschlungenen Raum, also mit einem Schneiden des Leiters verbunden ist.

verlaufenden Kraftlinien schneidet. Die in den beiden Hälften des Leiters induzierten elektr. Kräfte sind je nach dem Sinn der Drehung beide nach der Drehachse hin, oder von der Drehachse weg gerichtet. Lässt man also den Leiter während der Drehung mit seinen Enden auf einem blanken Metallring R gleiten, der mit dem einen Galvanometerdraht in Verbindung steht, und verbindet die Mitte des Leiters mit dem anderen Draht des Galvanometers, so erhält man bei der Drehung einen kontinuierlichen gleichgerichteten Strom. Denkt man sich mehrere Gleitleiter GG' sternartig in derselben Ebene angeordnet, so kommt man zu einem Apparat der mit dem Barlow'schen Rädchen beinahe identisch ist, dessen Funktionieren hier umgekehrt wird. Und in der That lässt sich der Versuch mit dem genannten Rädchen ausführen. Die beiden Klemmen desselben, die bei dem Rotationsversuche zur Stromführung dienen, werden mit den Galvanometerdrähten verbunden; eine ganz langsame Rotation des Rädchens induziert einen Strom, der durch das Galvanometer angezeigt wird. Denkt man sich ein Barlow'sches Rädchen mit unzählig vielen Speichen, dann hat man den Faraday'schen Scheibenversuch. Das Auftreten von Strömen bei dem Arago'schen Versuch lässt sich ebenfalls leicht demonstrieren.

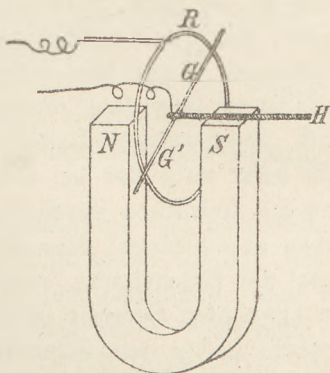


Fig. 14.

Befestigt man auf der Schwingungsachse einen metallischen Hohlzylinder Fig. 15 (die Hülse, welche gewöhnlich zum Nachweis der Wärme durch Reibung angewandt wird) und hält in denselben einen cylinderischen Magneten hinein, sodass er bis zur neutralen Zone hineinragt, so werden in der Hülse Ströme induziert, die in der Richtung der Mantellinien des Cylinders verlaufen (die Galvanometerdrähte sind an den oberen und unteren Rand der Hülse als Schleifkontakte anzusetzen) und durch die Ausschläge des Galvanometers angezeigt werden. Dreht man bei stillstehender Hülse den Magneten, so bleibt der Ausschlag aus; befestigt man mit Hilfe eines Korken den Magneten in der früheren Lage in der Hülse, sodass er an der Rotation der Hülse teilnimmt, so verrät das Galvanometer einen Strom. Das Schneiden der im Raume feststehenden Kraftlinien giebt die Erklärung dieser Versuche⁸⁾. Denkt man sich bei diesem letzten Versuch die Hülse durch die metallische Fläche des Magneten selbst ersetzt, so hat man die Umkehrung der Rotation eines vom Strom (bis zur Hälfte) durch flossenen Magneten um seine eigene Achse (Weber's unipolare Induktion). Den Versuch kann man mit dem Faraday'schen Gestell bequem ausführen, wobei der Quecksilberkontakt zweckmässig durch einen an der Mitte des Magneten angebrachten Schleifkontakt ersetzt wird. Die Drehung des Magneten mit der Hand genügt vollständig.

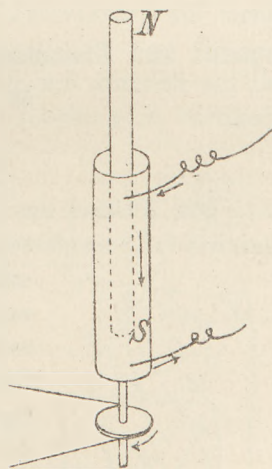


Fig. 15.

Zum Schluss sei bemerkt, dass man die Gesetze der galvanischen Induktion ohne weiteres aus dem Früheren ableiten kann, nachdem man gezeigt hat, dass

⁸⁾ Vgl. *Elektrot. Zeitschrift*. Jahrg. 95. S. 513. Über unipolare Induktion von Weber.

von Strömen durchflossene Leiter und Spulen ihre magnetischen Felder besitzen, die man durch Eisenfeilspäähne darstellen kann. Eine Änderung des Stromes, entspricht eine Änderung der Kraftlinienzahl des Feldes. Um mit dem einfachsten Falle zu beginnen, wird man zuerst betrachten die Induktion in einem gradlinigen Leiter, der die Kraftlinie eines parallelen Stromes schneidet oder von demselben geschnitten wird, was entweder durch Schliessen und Öffnen des Stromes oder auch durch Bewegung der geradlinig ausgespannten Drähte gegen einander erreicht wird. Zwei parallele Leiter von der Länge etwa 50 cm genügen für diesen Versuch. Man kann auch das bei den Versuchen 1 benutzte grosse Geleise anwenden. Will man die Induktion durch Bewegung des einen Leiters zeigen, so muss man denselben so anordnen, dass die übrigen Teile des Stromkreises in Ruhe bleiben, da sonst die Erscheinung complicierter ist. Diese Anordnung lässt sich mit Hilfe des erwähnten Geleises leicht ausführen. Hierbei ist zu beachten, dass falls der bewegte Leiter dem Stromkreise des Galvanometers zugehört nur eine Bewegung in der Ebene der magnetischen Kraftlinien benutzt werden darf, da man sonst auch mit der erdmagnetischen Induktion zu thun hat. Um die üblichen Versuche über die galvanische Induktion auszuführen, hat man den Stabmagneten durch eine etwa 20 cm lange Spule von einigen Hundert Windungen isolierten Drahtes zu ersetzen. Letztere stellt man sich dadurch her, dass man den Draht auf ein Glasrohr (Durchmesser etwa 1 cm) aufwickelt. Mit Hilfe dieser Spule und der in den Versuchen 2 benutzten Schleifen kann man die Abhängigkeit der induzierten elektromotorischen Kraft von der Zahl der Windungen der Induktionsspule experimentell ableiten.

Apparat zur Zusammensetzung zweier gleichförmigen Kreisbewegungen zu einer harmonischen Bewegung.

Von

Dr. W. C. L. van Schaik in Rotterdam.

Der Aufsatz des Herrn J. VAN DAM, sowie die Beschreibung seines schönen Apparates ¹⁾ veranlassen mich, daran zu erinnern, dass ich einen Apparat zum nämlichen Zweck aber von anderer Konstruktion vor einigen Jahren beschrieben habe ²⁾. Bei der Wichtigkeit, welche die Zusammensetzung zweier entgegengesetzter gleichförmigen Kreisbewegungen für den Unterricht in der physischen Optik besitzt, schien es mir nützlich, hier das wesentliche der früher gegebenen Beschreibung kurz zu wiederholen.

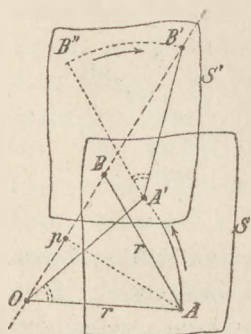


Fig. 1.

In der Fig. 1 ist $OA = r$ eine Linie, welche sich gleichförmig um den festen Punkt O dreht und nach t Sek. die Lage OA' einnimmt. Am Endpunkte A und um diesen Punkt drehbar ist eine zweite Linie AB von gleicher Länge verbunden, welche in derselben Zeit sich in entgegengesetzter Richtung um A dreht, und zwar mit einer Winkelgeschwindigkeit gleich der der Linie OA , beide Geschwindigkeiten gerechnet mit Bezug auf eine feste Linie in der Zeichnungsebene. A bewegt sich also z. B. linksum um O , und B dreht

¹⁾ Diese Zeitschrift 1894, S. 178.

²⁾ Archives Néerland, 1883, T. XVIII. S. 86; Maandbl. voor Natuurw. 1887.

sich mit derselben Geschwindigkeit und ebenso gleichförmig rechtsum um den Punkt A . Hierdurch kommt B in t Sek. in B' .

Dies ist auch folgendermaassen zu beschreiben. Eine Ebene S bewegt sich gleichförmig und parallel mit sich selbst so, dass alle ihre Punkte Kreise beschreiben mit gleichen Radien $r = OA$. Hierdurch kommt S in t Sek. in S' und A in A' . In dieser Zeit bewegt sich um A ein Punkt B mit gleicher und entgegengesetzter Geschwindigkeit in Bezug auf S , während $AB = OA$. Durch die eigene Bewegung der Ebene S würde B in t Sek. in B'' gekommen sein; in Wirklichkeit kommt B also in B' , während $\angle B'A'B' = \angle A'OA$.

Nun sieht man leicht, dass der Punkt B eine geradlinige und harmonische Bewegung besitzt. Die Geradlinigkeit der Bahn $OB B'$ folgt sofort aus der Gleichschenkligkeit der Dreiecke $OA'B'$ und OAB und aus dem Umstande, dass die Linien OA und AB gleiche Drehungen erlitten haben; oder auch: wenn man die Geradlinigkeit von $OB B'$ voraussetzt, folgt aus der Gleichschenkligkeit, dass $\angle AOA' =$ dem Winkel zwischen $A'B'$ und AB . Um einzusehen, dass B eine harmonische Bewegung hat, bemerke man, dass die Bewegung von A gleichförmig ist, und dass daher die Projektion p von A auf OB sich harmonisch bewegt; da jedoch das Dreieck OAB bei dieser Formveränderung gleichschenklig bleibt, wird B immer zweimal soweit von O entfernt sein wie p , mithin hat auch B eine harmonische Bewegung, deren Amplitude $= 4r$, also zweimal die Bewegung von p beträgt.

Diese Zusammensetzung entspricht der Addition der entgegengesetzten kreis- und gleichförmigen Bewegungen der zwei gleichlangen Lichtvektoren^{*)} zu einem in einer geraden Linie harmonisch verändernden Lichtvektor, auf Grund der Vorstellung FRESNELS.

Im folgenden Apparat treten beide Vektoren OA und AB deutlich auf den Vordergrund. An ein schweres Stativ H (Fig. 2) ist eine Scheibe p in vertikaler Lage befestigt; durch die Mitte dieser Scheibe geht eine Axe MO , die man mit einer Kurbel drehen kann, und an welcher ein Hebel OL befestigt ist. Am Ende desselben befindet sich eine Büchse, wodurch eine Axe A geht, die an der einen Seite eine Scheibe S und an der anderen den Hebel AB trägt. In B befindet sich ein kleiner Convexpiegel, welcher sich in einiger Entfernung wie ein leuchtender Punkt zeigt. Ferner ist $AB = OA$, und ist der Durchmesser der feststehenden Scheibe p zweimal so gross wie der von S , während man um diese beiden Scheiben in derselben Richtung einen Seidenfaden d gelegt hat.

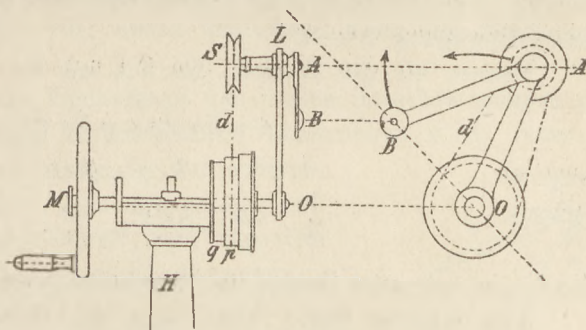


Fig. 2.

Nun erhellt, dass die Drehung von B um A gleich und entgegengesetzt sein wird mit der von A um O , wenn man beide Bewegungen in Bezug auf eine feste Richtung berücksichtigt. Denn AB dreht sich in Bezug auf AO mit einer Geschwindigkeit gleich zweimal der, womit sich OA bewegt, und zwar in entgegen-

*) Über „Lichtvektoren“ im Allgemeinen, S. DRUDE: *Physik des Äthers*, Cap. X.

selben Stativ befindet, indem wir behufs dieses Versuches die Axe MO ein wenig zurückziehen, in der Richtung von O nach M . Die Durchmesser der Scheiben q und S stehen nicht im Verhältniss von $2:1$, und die beiden Kreisbewegungen geschehen nicht mehr mit gleicher Geschwindigkeit. Der Punkt B durchläuft nun der Reihe nach die verschiedenen Blätter der in der Fig. 4 abgebildeten Hypotrochoide, und offenbar ändert sich hierbei fortwährend die Schwingungsrichtung.

Wenn die Polarisationssebene einmal „gedreht ist“, so schwingen die im Lichtstrahl hinter einander liegenden „Ätherteilchen“⁴⁾ in verschiedenen Richtungen, so dass die Schwingungsebene eigentlich zu einer Schraubenfläche umgestaltet ist. In diesem Zustande können die Schwingungen bekanntlich betrachtet werden als das Resultat der Zusammensetzung zweier entgegengesetzt circularpolarisierten Strahlen, die sich in Wellenlänge unterscheiden, doch dieselbe Schwingungszeit haben. Hierbei bleiben dann die resultierenden Schwingungen geradlinig, wie das auch im nicht modifizierten Lichtstrahl der Fall ist. Während jedoch die Drehung der Polarisationssebene stattfindet, müssen die ursprünglich gleichen Wellenlängen der beiden Strahlen sich ändern; in jedem Strahl sind die „Ätherteilchen“ in einer Schraubenlinie geordnet, deren Ganghöhe sich nun ändert; und dies kann geschehen durch eine Differenz in der Umdrehungsgeschwindigkeit oder in derselben entsprechenden Schwingungszeit. Hierbei kann also die resultierende Bewegung nicht geradlinig bleiben, und der kleinste Unterschied in der Periode der beiden kreisförmigen Bewegungscomponenten genügt, um eine fortwährende Drehung der Schwingungsrichtung zu erzeugen, wie das der Fall ist beim Gebrauch der Scheiben S und q des Apparates. Wenn die Drehung der Polarisationssebene anfängt, muss überdem das Entstehen der genannten Differenz in der Ganghöhe zur Folge haben, dass die Form der durchlaufenen Hypotrochoide nicht vollkommen constant sein wird; etwas ähnliches, wenn die Erscheinung ihren Endwert erreicht.

Wenn die Differenz in der Umlaufszeit der beiden Kreisbewegungen constant ist, so dass eine bestimmte Hypotrochoide beschrieben wird, muss die Kraft, welche die Schwingungsrichtung in der schmalblättrigen Kurve fortwährend ändert, stets rechtwinklig auf der Bahn des Punktes stehen. Es sei, um dies zu beweisen, die Geschwindigkeit der einen Kreisbewegung, z. B. die von B um A , etwas verkleinert, dann ist dies auch mit der entsprechenden Centripetal-Beschleunigung K der Fall, so dass diese gleich F wird (Fig. 5). Zerlegt man nun die neue Resultante R' nach der Richtung BO und rechtwinklig darauf, so erhält zuerst, dass die entsprechende Componente R einer harmonischen Schwingung entspricht, denn sie ist gleich $(K + F) \sin \alpha$. Nun beträgt eine sehr starke Drehung der Polarisationssebene

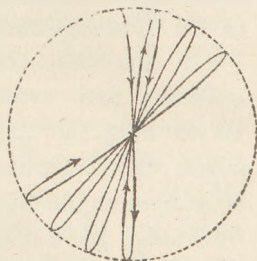


Fig. 4.

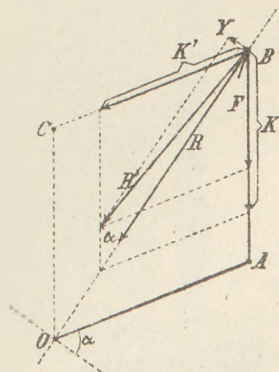


Fig. 5.

⁴⁾ Nach der bekannten Bezeichnung der älteren Undulationstheorie. Es möchte nützlich sein, die Punkte, deren Vektoren bestimmten Lichtvektoren entsprechen, anders zu benennen. Vielleicht wäre „Polarisations-Centra“ eine passende Bezeichnung für die Punkte, deren Vektoren die Grösse und Richtung der dielektrischen Polarisation andeuten.

nicht mehr als einige Sekunden für jede Wellenlänge; die Blätter der Hypotrochoide müssen also äusserst schmal sein, oder bestimmter gesagt: jede einzelne Schwingung ist fast geradlinig. Daher kann man sagen, dass die zu OB senkrecht genommene Componente Y auch rechtwinklig zur Schwingungsrichtung steht. Jene seitliche Beschleunigung hat ersichtlich den Werth $(K - F) \cos \alpha$; die Ablenkungskraft ist also mit der Geschwindigkeit des Punktes B proportional, und am grössten in der Gleichgewichtslage.

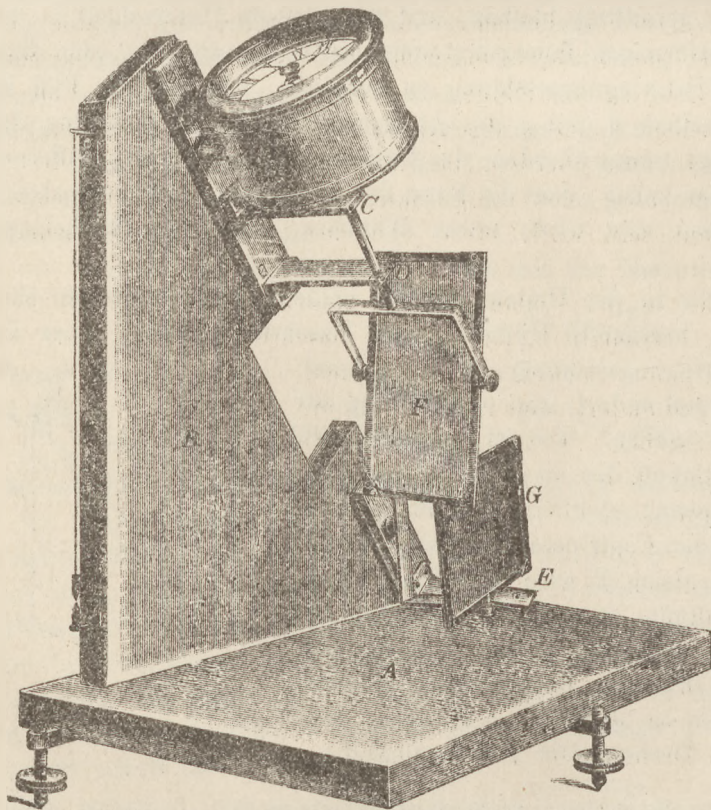
Der beschriebene Apparat wurde von Herrn Harting Bank in Utrecht angefertigt und erfüllt seinen Zweck sehr gut. Die Radien OA und AB sind 10 cm lang, so dass die Amplitude 40 cm beträgt. Ferner sind, wie die Figur zeigt, drei verschiedene Scheiben auf dem Stativ befestigt, so dass die eine Bewegungscomponente sowohl verzögert als beschleunigt werden kann. Um die Spannung im Faden constant zu erhalten, empfiehlt es sich, den Arm AB mit einem Gegengewicht zu versehen, so dass sein Schwerpunkt in der Axe A liegt.

Über eine neue Construction des Uhrwerkheliostaten.

Von

Dr. Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a. H.

Bei der Neueinrichtung unserer naturwissenschaftlichen Lehrräume im vorigen Herbste trat an mich auch die Aufgabe, einen guten Heliostaten nebst Verdunk-



lungsvorrichtung für möglichst geringe Kosten zu beschaffen. Da ich aus langer Erfahrung wusste, welch ein unzureichender Nothbehelf der Handheliostat ist, kam für mich nur ein Uhrwerkheliostat in Frage, und zwar ein solcher nach dem Principe des Meyerstein'schen Heliostaten. Denn die Einspiegelheliostaten sind in ihrer Construction und Handhabung für den Schüler unverständlich und ausserdem sehr teuer. Nun stellte sich aber bei einer genaueren Durcharbeitung des Projects heraus, dass Meyerstein'sche Heliostaten der bislang üblichen Formen allerlei Schwierigkeiten

und Unbequemlichkeiten mit sich führen, von denen die schwerwiegendste darin liegt, dass, wenn der Apparat auf der Fensterbank steht, das Strahlenbündel

mehr als ein halbes Meter hoch über dem Experimentiertisch geht. Dies rührt daher, dass das Uhrwerk zu unterst angeordnet ist, darüber der Drehspiegel und zu oberst der feststehende Spiegel, letzterer überdies nicht in fester Verbindung mit dem übrigen Apparat. Deshalb sah ich mich veranlasst, eine vollständige Neuconstruction vorzunehmen und dabei alle Wünsche des praktischen Physiklehrers, sowie den Kostenpunkt, gründlich zu berücksichtigen. Ich glaube, dass ich mein Ziel erreicht habe, da der im Folgenden beschriebene Uhrwerkheliostat sich bei längerem, sehr starken Gebrauch so bewährte, dass ich nichts mehr daran zu verbessern fände.

Auf der mit Fusschrauben versehenen Grundplatte *A* steht senkrecht die Platte *B* von der Form eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypotenuse gegen die horizontale Kathete um die Polhöhe des betreffenden Ort geneigt ist. Bündig mit der schrägen Kante sind die beiden Lager *C* und *D* für die Axe des Drehspiegels befestigt, sodass die Axe genau parallel zur schrägen Kante 8 cm vor *BB* zu liegen kommt. Ganz am untern Ende sitzt ein genau wie die Lager gearbeiteter und befestigter Winkel *E* mit dem entsprechenden Loch, durch welches also die verlängerte Axe gehen müsste. Aus der Zeichnung ist zu erkennen, wie der Spiegel *F* gestaltet, gefasst und mit der Axe verbunden ist. Das Uhrwerk liegt über dem Drehspiegel und diese Anordnung ist besonders charakteristisch für den ganzen Apparat. Das Zifferblatt und das Aufziehloch sind oben unter einem abnehmbaren Glase sichtbar. Die Stundenaxe der Uhr geht nach hinten durch und auf derselben steckt das 24-Stundenrad, dessen hohle Welle 2 cm über die Rückseite des Gehäuses ragt. Sie passt genau auf das obere Ende der Drehspiegelaxe und wird durch eine Druckschraube damit verkuppelt. Der feste Spiegel *G* sitzt nahe über der Grundplatte drehbar in einer Gabel, deren Zapfen senkrecht durch *BB* geht und sich mit mässiger Reibung drehen lässt.

Die Länge des ganzen Apparats beträgt 40 cm, die Breite 25 cm, die Höhe 38 cm.

Für diesen wie für jeden Uhrwerkheliostaten muss auf der Fensterbank eine geeignete Plattform geschaffen werden. Zu dem Zweck wird die unterste Scheibe des günstigst gelegenen Fensterflügels durch einen leicht herausnehmbaren losen Rahmen mit Glasscheibe ersetzt. Wo Doppelfenster vorhanden, hebt man den inneren Flügel bei Heliostatenversuchen heraus. Die Plattform besteht aus einem Brett, das innerhalb der freien Fensteröffnung auf die unterste Leiste des Fensterflügels zu liegen kommt und sich mit einem passenden Fusse auf die Fensterbank oder den Fenstersims stützt. Das Brett lässt man rechts und links dem Fensterflügel bezw. der Mauerkannte anliegen und versieht es an den Anliegestellen mit Einkerbungen, sodass es beim jedesmaligen Einlegen genau dieselbe Stellung erhält.

Nun gilt es ein für alle Male die Meridianstellung für den Heliostaten auf der Plattform vorzuzeichnen. Zu dem Zweck bringt man ihn an einem Tage mit Sonnenschein kurz vor Mittag annähernd in den Meridian und mit Hilfe der Fusschrauben und des in der Zeichnung sichtbaren Senkels genau in die Vertikale. Dann wartet man nach der Uhr den Meridiandurchgang ab und rückt den Apparat im richtigen Augenblicke so, dass der Schatten der schrägen Kante von *BB* mit der Grundkante zusammenfällt.

Nachdem so oder in ähnlicher Weise die Meridianstellung mit ausreichender Genauigkeit leicht gefunden, erzeugt man durch Druck auf die Fusschrauben

Marken auf dem Brett, die man hinterher mit einem Körner noch etwas vertieft. Fortan erhält der Heliostat sogleich die richtige Aufstellung, wenn man die Füße in die betreffenden Vertiefungen setzt.

Die vor jedem Versuche erforderliche Einstellung des Drehspiegels nach der Deklination und dem Stundenwinkel der Sonne geschieht in eigentümlicher Weise. Es ist dem Heliostaten ein Kreuz aus Messingdraht beigegeben, das man mittels der umgebogenen Enden lose auf dem Drehspiegel befestigen kann, wobei der Kreuzungspunkt genau auf die Spiegelmitte fällt. Nun schlägt man den unteren Spiegel so weit zurück, dass das Loch in *E* frei wird, dreht bei gelöster Kuppelung den oberen Spiegel um seine beiden Axen, bis der Schatten des Kreuzes auf das Loch fällt und zieht die Kuppelungsschraube wieder an. Jetzt liegt das Strahlenbündel parallel der Weltaxe und das Weitere ist selbstverständlich. Die Zeiger der Uhr waren vorher nach Ortszeit gestellt, mithin braucht die Kuppelung später nicht wieder gelöst zu werden. Es ist nur erforderlich, die Zeiger jedesmal nach Ortszeit zu stellen, dann ist der Stundenwinkel richtig und mittelst des Schattenkreuzes wird nur die Neigung herausgebracht. Das Kreuz nimmt man nach der Einstellung wieder ab.

Wie man sieht, bedarf es zur Inangsetzung des Heliostaten nur einiger rein mechanischen, jedem Schüler verständlichen, Handgriffe. Von Stundenwinkel und Deklination braucht gar nicht die Rede zu sein. Alles geht so bequem und schnell, dass es ein Vergnügen ist, mit dem Apparat zu arbeiten. Falls während des Unterrichts die Sonne plötzlich durch die Wolken dringt, kann der Heliostat binnen drei Minuten aus dem Schrank genommen und zum Gebrauche fertig sein. Die Geschlossenheit des ganzen Apparats trägt nicht wenig zur leichten Handhabung bei. Das Strahlenbündel geht etwa 25 cm hoch über dem Experimentiertisch hin. Die Spiegel sind Silberspiegel auf sehr dünnem Glas und so gross, dass auch beim höchsten Sonnenstande das Strahlenbündel 8 cm dick ist. Durch die einfache Bauart ist nicht allein die gute mechanische Herstellung sehr erleichtert, sondern auch die nachträgliche Controle der richtigen Axenlage und zwar vor den Augen der Schüler.

Die Herstellung des beschriebenen Heliostaten liegt in den bewährten Händen des Präzisionsmechanikers Max Kohl in Chemnitz. Der Apparat kostet nebst zylindrischen Ladenansatz, stellbarem Spalt und Diaphragmenscheibe bei sauberer Ausführung und garantierter Leistungsfähigkeit je nach der äusseren Sauberkeit des Uhrwerks 90 bis 120 Mark. Ich meine, dass durch ein derartiges Herabbringen des Preises für einen guten Uhrwerkheliostaten dem Experimentalunterricht ein wesentlicher Dienst geleistet ist. Bei etwaigen Bestellungen muss die Lage des Fensters zum Meridian angegeben werden. Die Abbildung entspricht der Südostlage. Für Südwest müsste der Apparat auf der andern Seite der Vertikalplatte angeordnet werden.

Zum Schluss noch ein Wort über die Verdunklungseinrichtung. Ich habe mich von vorn herein nicht entschliessen können, Filzrouleaux nach Weinhold anzuschaffen, zunächst des hohen Preises wegen. Meine Entscheidung fiel auf Holzläden. Auf der Innenwand wurden um die Fensteröffnungen Rahmen mittelst eingegipster Dübel befestigt. Diese tragen auf jeder Seite die Angeln von zweitheiligen, sich beim Zurückschlagen zusammenlegenden, leichten Holzladen. Sie werden sowohl im vorgelegten als im zurückgeschlagenen Zustande durch Riegel und Krampen festgehalten. Da alle Fugen durch Falze bedeckt sind, ist die Verfinsterung eine vollkommene. Die Handhabung der Klappen ist ungemein

bequem, die Schliessung eines Fensters geschieht in weniger als einer halben Minute. Ein nicht zu unterschätzender Vorzug der Läden vor den Rouleaux ist der, dass man nach Belieben augenblicklich durch Aufziehen der nächstgelegenen Klappe Tageslicht eintreten lassen kann; ausserdem kann der Rohransatz für den Heliostaten unmittelbar angeschraubt werden. Die Hauptsache aber ist der Preisunterschied. Ich erhielt die ganze Einrichtung aus einer hiesigen Tischlerei für drei grosse Fenster im gebrauchsfähigen Zustande nebst Oelanstrich für 100 Mark, während die fertige Rouleauxeinrichtung das Fünffache gekostet hätte.

Kleine Mitteilungen.

Schulapparat für Brechung und Zurückwerfung des Lichtes.

Von Robert Neumann in Znaim.

Mehrseitigen Anregungen folgend, habe ich die „Lichtbrechungsrinne“ (d. Zeitschr. VII 29 und 190) so umgestaltet, dass dieselbe nunmehr auch für den Unterricht an höheren Schulen verwendbar erscheint. Mit dem Apparate lassen sich alle Erscheinungen der Lichtbrechung, die totale Reflexion und die Oberflächenspiegelung demonstrieren, und zwar unter Verwendung verschiedener brechender Medien.

Der wichtigste Bestandteil der Vorrichtung ist ein dünnes Glasgefäss von der Gestalt eines Halbcylinders, das auf ein drehbares Stativ gekittet ist (Fig. 1). Das Gefäss sowie die kreisförmige Bodenplatte, auf welcher es ruht, sind von zwei breiten Blechreifen umschlossen, deren Stellung zu einander sich beliebig ändern lässt. Beide Reifen bilden gleichsam eine Dose, deren Hälfte von dem erwähnten, mit einer Flüssigkeit gefüllten Glasgefäss eingenommen ist. Um bei allen Stellungen der Reifen stets eine Verdunklung zu erzielen, umschliesst der eine etwas mehr als $\frac{1}{2}$, der andere etwa $\frac{3}{4}$ des Kreises. In passende Öffnungen dieser Reifen sind ziemlich lange, schmale Blechröhren von rechteckigem Querschnitt eingelötet. Die Dose ist von oben her durch einen am Glase befestigten, aber abhebbaren Deckel geschlossen, der an seinem Umfang eine Gradeinteilung besitzt und auf welchem die Stellung des Gefässes sowie das Einfallslot ersichtlich gemacht sind. Letzteres ist durch einen auf der Kante stehenden Blechstreifen markiert, auf welchem sich zwei in mm geteilte Maassstäbe zum Abmessen des sinus verschieben lassen. — Ein mit Blendschirm versehener Kerzenträger kann beliebig auf die eine oder andere der beiden Röhren aufgeschoben werden.

Der Gebrauch des Apparates wäre etwa folgender:

1) Man dreht beide Röhren zunächst in die Richtung des Einfallslotes (Fig. 2). Das Licht geht ungebrochen hindurch. Man kann ebensowohl durch die Röhren hindurchsehen, als auch das durchgehende Licht (schon bei mässiger Verdunklung des Zimmers) auf einem Schirme auffangen. Damit ist festgestellt, dass senkrecht auffallendes (also auch in der Richtung des Radius auffallendes) Licht ungebrochen bleibt.

2) Man verschiebe die Röhre A nach links. Man muss nun die Röhre B um einen grösseren Winkel nach rechts drehen, ehe das Licht hindurchgeht (Fig. 3.) Das Licht verlässt seine Richtung, es wird gebrochen. Verschiedene Einfallswinkel. Brechungsexponent. Grenzwinkel. — Die in Fig. 4 dargestellte Anordnung kann als Variation gelten. Selbstredend kann man in allen

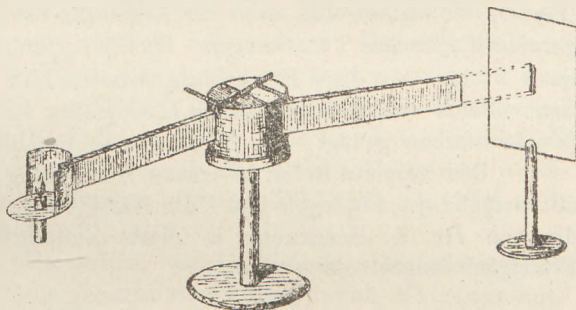


Fig. 1.



Fig. 2.

diesen Fällen das Licht aus Wasser in Luft, wie auch aus der Luft in das Wasser eintreten lassen.

3) Bei fortgesetzter Vergrößerung des Einfallswinkels tritt totale Reflexion ein. An

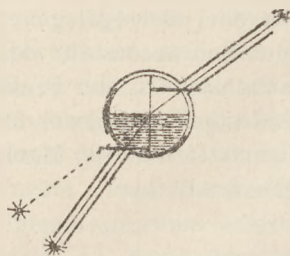


Fig. 3.

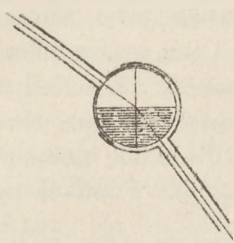


Fig. 4.

der Gradeinteilung ist nun abzulesen, dass Einfalls- und Reflexionswinkel einander gleich sind (Fig. 5). Auch hier sind verschiedene Einstellungen möglich.

4) Ebenso deutlich zeigt der Apparat die Oberflächenreflexion (Fig. 6).

Die Versuche können nun mit einer anderen Flüssigkeit als Wasser wiederholt werden; auch lässt sich die Wanne durch einen gläsernen Halbcylinder oder (für

bloße Reflexionserscheinungen) durch einen kleinen Spiegel ersetzen.

Die für die „Lichtbrechungsrinne“ geitend gemachten Vorteile sprechen auch für

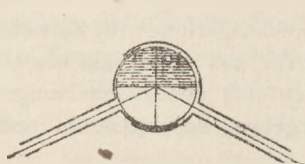


Fig. 5.

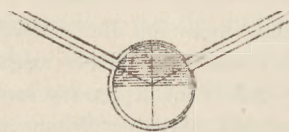


Fig. 6.

diesen Apparat. Die Einschliessung des Strahlenbündels in Blechröhren ist für die Schüler sehr sinnfällig. Weil beim Hindurchblicken aus einiger Entfernung die wirkliche Lichtquelle und ihr scheinbarer Ort gleichzeitig wahrgenommen werden

(Fig. 3), so ergibt sich sofort die Erklärung für die durch Brechung oder Reflexion hervorgerufenen optischen Täuschungen. Da der Apparat leicht drehbar ist, können die Schüler von ihren Plätzen aus diese Erscheinungen beobachten. Auch die Unabhängigkeit von directem Sonnenlichte oder anderen starken Lichtquellen ist nicht zu unterschätzen; ein gewöhnliches Wachskerzchen genügt, alle besprochenen Erscheinungen deutlich und gut zu zeigen. —

Den Apparat liefert in exacter Ausführung die Firma MAX KOHL in Chemnitz, auch mit Beigabe eines Spiegels und eines Halbcylinders aus Crown Glas. Auf Wunsch kann auch die von Dr. L. BLEEKRODE in dieser Zeitschrift (VII 190) angegebene Zuleitung der Flüssigkeit angebracht werden. —

Messung von Gasdruck und Gasvolumen mit Hilfe eines Seifenhäutchens.

Von Dr. Friedrich C. G. Müller in Brandenburg a. H.

In eine in Zehntelcubikcentimeter geteilte, mit Seifenlösung ausgeschwenkte Bürette saugt man ein Seifenhäutchen und spannt sie wagerecht in ein Stativ. Ein Stopfen mit Glasröhrchen, in das offene Ende eingebracht, vervollständigt die Einrichtung. Das Röhrchen oder das Ausflussende der Bürette werden mit einem Schlauch verbunden. Die Wirkungsweise des Apparates ist selbstverständlich. Das Häutchen ist weithin sichtbar. In der Nähe lässt sich seine Stellung bis auf Bruchteile eines Millimeters genau ablesen. Es hält sich tagelang.

Die Seifenlösung stelle ich jedesmal frisch aus der bekannten weissen Bittermandel-seife her, indem ich abgeschabte Teilchen in einem Probierrohr unter Erwärmung in der 50 fachen Menge Wasser löse. Dauernd lassen sich derartige Lösungen nicht aufbewahren.

Das Häutchen zeigt bei seiner Bewegung wohl eine gewisse Trägheit, sodass es sich bei einseitiger Druckänderung wölbt, bietet aber, wenn es sich erst eingestellt hat, keinen messbaren Gegendruck, wie ich durch äusserst empfindliche Äthermanometer festgestellt habe. In dieser Abwesenheit eines Gegendrucks liegt ein besonderer Vorzug.

Der Apparat kann im physikalischen und chemischen Unterricht vielfache Verwendung finden, einerseits zur Anzeige kleinster Druckänderungen, andererseits zur Messung von Gasdehnungen und zur Messung des Volums neu gebildeter Gasmengen. Hierzu einige Beispiele.

Um die Abnahme des Luftdrucks für ganz kleine Erhebungen zu demonstrieren, verbindet man das Seifenhäutchenrohr durch einen hinreichend langen Schlauch mit einer möglichst grossen Glasflasche. Wird diese dann höher oder tiefer gestellt, so schiebt sich das Häutchen vor oder zurück. Wenn ich die von mir benutzte Flasche von 12 l Inhalt vom Tisch auf den Fussboden stelle, beträgt die Verschiebung etwa 3 cm. Schon bei 10 cm Erhebung ist der Ausschlag in der ganzen Klasse sichtbar.

Zur Beschränkung der Temperaturschwankungen wird bei länger dauernden Versuchen die Flasche in einen Holzkasten gesetzt. Der sie verschliessende Stopfen erhält noch ein zweites Rohr mit Quetschhahn, welcher bis zum Beginn des Versuchs offen bleibt, sodass man das Häutchen an eine beliebige Stelle in der Bürette bringen kann.

Wenn man ein Äthermanometer (d. Zeitschr. II 275) der von mir zu Dampfdruckbestimmungen vorgeschlagenen Art in Verbindung mit der Flasche verwendet, so lassen sich die Ausschläge schon bei einer Erhebung um 1 cm deutlich beobachten. Öffnet man die Zimmerthür, so wird eine bedeutende Druckschwankung sichtbar. Sehr viel Interesse gewährt es bei böigem Wetter die ununterbrochenen Luftdruckvariationen zu verfolgen. —

Zur Bestimmung des Ausdehnungscoefficienten der Luft verwendet man eine 100 cm Flasche, welche mit einem rechtwinklig gebogenen Capillarrohr versehen ist, in Verbindung mit dem Häutchenvolumeter. Die Luft, bezw. das Gas, war vorher getrocknet, indem man den mit einem CaCl_2 -Rohr verbundenen Kolben einige Male fast bis zum Glühen erwärmt und wieder abkühlen lässt. Nun taucht man ihn zunächst in ein grösseres Gefäss mit Wasser von Zimmertemperatur, dann in einen passenden Blecheylinder (Conservenhüchse) mit siedendem Wasser, bis das Häutchen nach etwa einer Minute feststeht. Dann wird der Kolben wieder auf Zimmertemperatur gebracht und zwar so, dass man ihn erst in einem besonderen Gefäss mit Wasser vorkühlt, damit sich die Temperatur im eigentlichen Kühlgefäss nicht erhöht. Schliesslich steckt man ihn nochmals in das Kochgefäss. So erhält man binnen wenigen Minuten 3 Beobachtungswerte. Die Ergebnisse führen bei richtiger Ausführung des Versuchs und nach Anbringung der kleinen Correction wegen der Tension des Wasserdampfes innerhalb der Bürette zu einer Zahl, die von 273 nicht um eine Einheit abweicht. —

Von den vielen gasvolumetrischen Versuchen, welche geeignet sind, die stöchiometrischen Gesetze zu bestätigen, sei nur die Bestimmung des durch Natrium entwickelten Wasserstoffs hervorgehoben. Wir nehmen eine kleine Kochflasche wie im vorigen Versuch und thun etwas Wasser hinein. An einen im Stopfen befestigten Draht wird ein erbsengrosses Stück Natrium gespiesst. Nachdem die Luft durch Leuchtgas ausgetrieben, bringt man den Stopfen ein, stellt den Kolben in Wasser von Zimmertemperatur und bemerkt die Stellung des Häutchens. Dann bewirkt man durch Schütteln des Kolbens die Reaction und liest das Volum des entwickelten Wasserstoffs ab. Die Menge des zugehörigen Natriums erfährt man durch Titrierung des Kolbeninhalts mittels Normalsäure. —

Über die Abstossung eines Stromes durch den von ihm selbst induzierten.

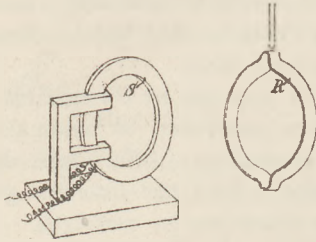
Von Ch. Hartmann in Wunsiedel.

El. Thomson hat gezeigt, dass ein nicht magnetischer Leiter von einem Elektromagneten abgestossen wird, wenn letzterer durch Wechselströme erregt wird; so kann z. B. ein Kupferring über einem senkrecht stehenden Elektromagneten zum Schweben gebracht werden, wenn der Wechselstrom genügend stark ist. Diese Art der Abstossung lässt sich auch mit einfacheren Mitteln demonstrieren.

Die Erklärung der Erscheinung ist kurz: Wird in einem ersten Leiter ein primärer Strom A abwechselnd geöffnet und geschlossen, so wird dadurch in einem zweiten benachbarten geschlossenen Leiter bei jedem Schliessen des primären Stromes ein entgegengesetzter gerichteter sekundärer Strom B induziert, bei jedem Öffnen ein gleichgerichteter C . A und B stossen sich ab; A und C würden sich anziehen, wenn nicht A zur Zeit des Ent-

stehens von C schon verschwunden wäre. Demnach findet zwischen beiden Leitern eine Abstossung statt, zu welcher jeder Schluss des Stromes einen neuen Impuls liefert.

Der experimentelle Nachweis dieser Abstossung gelang leicht auf folgende Weise. Als erster Leiter wurde ein sehr flaches Solenoid S (s. Fig.) aus 0,5 mm starkem übersponnenen Kupferdraht hergestellt, welches, mit Seide zusammengebunden, sich von dem Rahmen abnehmen liess, über den es gewickelt worden war. (Der innere Durchmesser



war 8 cm, der äussere 10,5 cm, die ganze Länge 4,5 mm = 7 Drahtdicken, die Zahl der Windungen 150.) Das Solenoid wurde, auf einem Holzklötzchen befestigt, die horizontale Axe nahezu in der Meridianrichtung, in ein Gehäuse mit Glaswänden gestellt, welches eine vertikale Röhre mit einem Torsionskopfe trug. Der zweite Leiter war ein ringförmiger Körper R aus Kupferblech (s. Fig.), der an zwei feinen, einen mm von einander entfernten Drähten so am Torsionskopf aufgehängt war, dass sich seine eine halbkreisförmige Hälfte

vor, die andere hinter dem Solenoid befand, jede etwa 3 mm vom Solenoid entfernt. Jede Abstossung zwischen beiden Leiter bewirkte also eine Drehung des beweglichen.

Wurde nun durch das Solenoid der Strom eines Leclanché-Elementes geschickt und durch einen Selbstunterbrecher 10 mal in der Sekunde geschlossen und geöffnet, so drehte sich der Ring um $11\frac{1}{2}^\circ$; bei Anwendung des rascher schwingenden Unterbrechers eines kleinen Induktionsapparates stieg die Drehung bis 10° . Sie lässt sich einem Zuschauerkreise sichtbar machen entweder durch Anbringung eines längeren leichten Zeigers oder mit Spiegel und Lampe. Ich verwende in solchen Fällen kleine Hohlspiegel, hergestellt durch einseitiges Versilbern eines Konvexbrillenglases von etwa 50 cm Brennweite. Bringt man einen solchen Spiegel an einem sich drehenden Körper an, so hat man nur nötig, eine gewöhnliche Lampe mit einem Blechzylinder mit schmalem Spalte zu versehen und in die richtige Entfernung vom Spiegel zu bringen, um ein Bild des Spaltes auf einer weissen Wand zu erhalten, das jede Drehung des Spiegels durch Verschiebung anzeigt.

Als ich obigen Versuch zuerst mit Fernrohr und Skala anstellte, verwendete ich Ringe aus verschiedenen Metallen, unter anderem auch aus Stanniol, auf Karton geklebt. Diese Ringe zeigten nun ein ganz anderes Verhalten, als die schwereren Blechringe. Die geringe Erwärmung des Solenoides durch den Strom verursachte ein Herbeiströmen der Luft, welche den Ring mitnahm, so dass er scheinbar angezogen wurde, und ein Versuch folgendermaassen verlief: Nach Stromschliessung und Inangasetzung des Unterbrechers erfolgte eine Abstossung, welche innerhalb 15 sek. auf 2° anwuchs, dann aufhörte und in scheinbare Anziehung überging, welche in mehreren Minuten auf 1° bis 2° stieg. Unterbrach man jetzt den Strom, so begann die Rückkehr zur Nullstellung erst nach mehreren Sekunden. Schloss man dagegen den Strom konstant, so wuchs die scheinbare Anziehung durch die stärkere Erwärmung und das Fehlen der abstossenden Induktionsströme auf 10° ; Rückgang erfolgte erst wieder einige Zeit nach der Unterbrechung in dem Maasse, als der Kupferdraht sich abkühlte.

Zur Kontrolle wurde ein schmaler Streifen des Stannioles entfernt, so dass sich keine Induktionsströme ausbilden konnten. Das Resultat war: Keine Abstossung, sondern Anziehung, welche aber erst etwa 15 Sekunden nach Stromschluss begann und ebensolange nach der Unterbrechung wieder nachzulassen anfang, bei intermittierendem Strome auf wenige Grade, bei konstantem auf über 10° stieg.

Zur Umkehrung des Versuches wurde auch ein gleiches Solenoid mit den Enden seines Drahtes an den Suspensionsdrähten aufgehängt und durch Drehen des Torsionskopfes mit seiner Axe in den magnetischen Meridian gebracht, so dass der in einer bestimmten Richtung hindurchgeleitete Strom keine Ablenkung in Folge des Erdmagnetismus hervorbrachte. Hierauf wurde ein dem beschriebenen Kupferferring ähnlicher jedoch weit stärkere

Körper, aus Blei gegossen und auf Holz befestigt, so in das Gehäuse geschoben, dass sich wieder seine beiden Hälften auf verschiedenen Seiten des beweglichen Solenoides befanden, und zunächst durch einen konstanten Strom die richtige Meridianstellung kontrolliert. Wurde sodann in den Strom ein Selbstunterbrecher eingeschaltet, so zeigte sich sofort eine Abstossung des Solenoides durch den Bleiring in ebenso unverkennbarer Weise, wie bei den ersten Versuchen. Sie wuchs mit der Schwingungszahl des Unterbrechers.

Qualitativ gleiche Resultate ergaben sich, wenn das Solenoid an einem leichten Hebel mit Gegengewicht nach Art der Torsionswaage, jedoch bifilar aufgehängt war. Der Sekundärleiter war dann ein ebener Ring, der nahe an dem Solenoid fest aufgestellt war. Diese Anordnung war in der Absicht gewählt, auch Flüssigkeiten zu untersuchen. Es ist hier die theoretische Möglichkeit einer Widerstandsbestimmung von Flüssigkeiten ganz ohne Elektroden gegeben, jedoch mit allen Mängeln der Methoden, welche auf Stromstärkemessung beruhen, und noch einigen dazu.

Über die Wirkung eines geraden Stromes auf einen sogenannten magnetischen Pol.

Von **Lionel Fieischmann** in Zürich.

Alle bisherigen Versuchsanordnungen, zur Demonstration der Rotation von Magneten um lineare Ströme, leiden vor allem an dem Übelstand, dass man gezwungen ist, die Strombahn in nächster Nähe der Magnete zu knicken. Dieses hat erst letzthin Lecher¹⁾ dazu geführt, die übliche Erklärungsweise der Versuche für falsch zu erklären, die aber durch die weiter unten beschriebenen Versuche, wie ich glaube, gestützt wird.

Bei den Versuchen leitete mich der Gedanke mit einem sehr langen, gerade verlaufenden Drahte zu arbeiten. Hierdurch war ich gezwungen, dem Gebrauch von Stabmagneten zu entsagen. Ich verwandte an deren Stelle zwei U-förmige Magnete (Fig. 1), die mit den Schenkeln gleicher Polarität nebeneinander gelegt, und die durch aufgeschobene Kautschukringe fest mit einander verbunden waren.

Als Aufhängevorrichtung benutzt man einen zwischen den Schenkeln eingeklemmten Draht. Hängt man dieses System an einem Seidenfaden auf und bringt in dessen Nähe einen der Drehungsaxe parallel laufenden, langen Draht an, so bemerkt man bei geschlossenem Strome eine Drehung. Hat man den Abstand der Drehungsaxe vom Drahte richtig gewählt (siehe unten), so dreht sich das System, bis eines der Querstücke der Magnete gegen den Draht stösst. Schiebt man die Magnete am Draht vorbei, so dass das System, wie zu Anfang, gegen den Draht anliegt, nur dass die Magnete um 180° gedreht sind, so findet Wiederholung der Drehung wiederum bis zum Anstoss statt. Und diese kann man beliebig oft stattfinden lassen. Lässt man das System sich detordieren, und kehrt die Stromrichtung um, so kehrt sich die Drehungsrichtung ebenfalls um. Die Erklärung dieser Vorgänge wäre ohne jede Rechnung möglich, wenn wir unendlich dünne Lamellenmagnete hätten; denn dann lägen die einen Enden der Kraftlinien in der Drehungsaxe, ein Drehmoment könnte von diesen nicht ausgeübt werden, und es blieben nur die Wirkungen der beiden anderen, gleichnamigen magnetischen Flächen übrig.

In unserem Falle, wo wir körperliche Magnete haben handelt es sich natürlich um Differenzwirkungen. Zur Vereinfachung der Rechnung machen wir die Voraussetzung, dass die beiden Magnete in Bezug auf Kraftlinienverlauf und Stärke gleich sind.

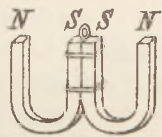


Fig. 1.

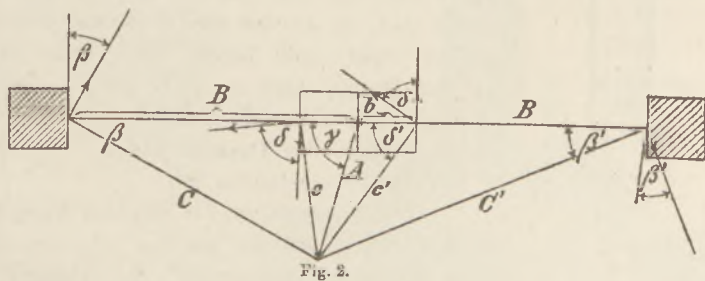


Fig. 2.

¹⁾ Wied. Ann. 54, S. 282.

Hierdurch ist zugleich eine Einwirkung des Erdmagnetismus ausgeschlossen. Betrachten wir eine sehr kleine Fläche df auf einem der Schenkel, deren magnetische Flächendichte η ist, so übt ein Strom von der Stärke i eine Kraft aus $+2i\eta df/c$, wobei c der Abstand der kleinen Fläche vom Leiter ist; die Kraft selbst ist senkrecht gerichtet zur Ebene des Leiters und der Geraden c . Die Flächen von gleicher Dichte $\pm \eta$ sind bei den Magneten, die gleich sind, in einer Horizontalen gelegen. Bezeichnen wir mit B den Abstand der mit $+\eta$ belegten Flächen von der Drehungsaxe, mit b den Abstand der mit $-\eta$ belegten Flächen von der Drehungsaxe und mit A den Abstand der Drehungsaxe vom Leiter (Fig. 2) so wird das Drehmoment

$$Drm = 2i\eta df \left[\frac{B}{C} \cos \beta + \frac{B}{C} \cos \beta' - \left(\frac{b}{c} \cos \delta + \frac{b}{c'} \cos \delta' \right) \right]$$

Nun ist

$$C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos \alpha \quad c^2 = A^2 + b^2 - 2Ab \cos \alpha$$

$$C'^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha \quad c'^2 = A^2 + b^2 + 2Ab \cos \alpha$$

$$\cos \beta = \frac{B - A \cos \alpha}{C} \quad \cos \beta' = \frac{B + A \cos \alpha}{C} \quad \cos \delta = \frac{b - A \cos \alpha}{c} \quad \cos \delta' = \frac{b + A \cos \alpha}{c'}$$

$$Drm = 2i\eta df \left[\frac{B^2 - AB \cos \alpha}{A^2 + B^2 - 2AB \cos \alpha} + \frac{B^2 + AB \cos \alpha}{A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha} - \left(\frac{b^2 - Ab \cos \alpha}{A^2 + b^2 - 2Ab \cos \alpha} + \frac{b^2 + Ab \cos \alpha}{A^2 + b^2 + 2Ab \cos \alpha} \right) \right]$$

Nach mehrfachen Reduktionen findet man

$$Drm = 2i\eta df \left[\frac{2B^4 - 2A^2 B^2 \cos 2\alpha}{A^4 + B^4 - 2A^2 B^2 \cos 2\alpha} - \frac{2b^4 - 2A^2 b^2 \cos 2\alpha}{A^4 + b^4 - 2A^2 b^2 \cos 2\alpha} \right]$$

Ist $b < A < B$ so ist der erste Summand stets positiv und grösser als 1, der zweite Summand ist seinem absoluten Betrage nach stets kleiner als 1. Das Drehmoment ändert also nur seine Grösse, aber nicht sein Vorzeichen.

Durch Integration über sämtliche Elemente erhalten wir das ganze Drehmoment. Die Bedingung, das dieses Integral stets sein positives Vorzeichen beibehält ist

$$\frac{+\int \eta B df}{+\int \eta df} > A > \frac{-\int \eta b df}{-\int \eta df}$$

Ist $B_{\min}$ der kleinste überhaupt vorkommende Abstand einer mit $+\eta$ belegten Fläche von der Drehungsaxe und $b_{\max}$ der grösste überhaupt vorkommende Abstand einer mit $-\eta$ belegten Fläche, und wählen wir A , dass $B_{\min} > A > b_{\max}$, so ist die Bedingung

$$\frac{+\int \eta B df}{+\int \eta df} > A > \frac{-\int \eta b df}{-\int \eta df}$$

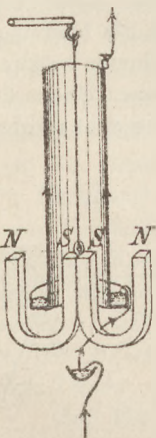


Fig. 3.

sicher erfüllt, und das Drehmoment behält stets sein Vorzeichen bei. Wird aber $B < A$, so hängt auch das Vorzeichen des ersten Summanden vom Vorzeichen des Cosinus ab; da die Nenner beider Brüche stets positiv sind, so ist der eine Summand positiv, wenn der andere negativ, und da beide echte Brüche sind, muss es einen Wert von α geben, der das Drehmoment zu Null macht. Hieraus ersieht man, dass die kontinuierliche Rotation aufhört, sobald sämtliche Pole auf einer und derselben Seite des Drahtes liegen. Wobei unter Poldistanz der Wert $|\int \eta B df| / |\int \eta df|$ verstanden ist.

Die Dimensionen der Magnete waren $b_{\max} = 5$ mm, $B_{\min} = 25$ mm. Hierbei wurde auf die geringe magnetische Belegung des Querstücks keine Rücksicht genommen, der Abstand A war etwa 10 mm. Die Stromstärke betrug 2 bis 3 Ampère, und der Draht war auf einer Länge von etwa 5 m ganz gerade geführt. Noch auf eine andere Weise ist es mir gelungen, die Knickung der Leitung zu vermeiden; nämlich, indem ich von der

Thatsache Gebrauch machte, dass eine vom Strome gleichmässig durchflossene Röhre auf einen Pol im Inneren keine Wirkung ausübt, während sie sich einem äusseren Pole gegenüber verhält, als ob der ganze Strom in ihrer Axe concentrirt wäre. Das Magnet-system, das dem zum ersten Versuch benutzten gleicht, wird in einer Röhre von passender Weite (Fig. 3) so aufgehängt, dass seine Drehungsaxe mit der Mittellinie der Röhre zusammenfällt, während die beiden anderen Pole sich ausserhalb der Röhre befinden. Um den unteren Teil der Röhre ist ein Holztrug gelegt, der mit Quecksilber gefüllt und mit der Röhre in leitender Verbindung steht. An dem Magnetsystem ist ein passend gebogener Draht befestigt, der mit dem einen Ende in den Trug, mit dem anderen in ein kleines Quecksilbernäpfchen taucht und so die Stromzuführung besorgt. Am oberen Ende der Röhre wird der Leitungsdraht in einer Klemme festgemacht. Schliesst man den Strom, so findet eine kontinuierliche Rotation statt, wie sie das Ampèresche Gesetz fordert.

Combination der Kolbenluftpumpe mit einer einfachen Quecksilberluftpumpe.

Von P. Spies in Berlin.

Die zahlreichen Verbesserungen, welche die Quecksilberluftpumpe in der letzten Zeit erfahren hat, sind kleineren Laboratorien, etwa denjenigen der Schulen, ziemlich wenig zu Gute gekommen, und zwar deshalb nicht, weil solche neueren Luftpumpenformen, etwa die vorzügliche Einrichtung von Raps, vorzugsweise dem Bedürfnis der Glühlampentechnik angepasst sind. Für diese ist es z. B. von Wichtigkeit, dass mehrere Pumpen gleichzeitig von einem Arbeiter bedient werden können, d. h. sie müssen automatisch wirken und sind in Folge dessen kompliziert und teuer. Für ein kleineres Laboratorium ist eine einfache Konstruktion vorzuziehen, ganz besonders für Schulen, weil hier der Apparat auch unmittelbaren didaktischen Wert haben soll. Eine solche sehr einfache Konstruktion wird möglich, wenn noch eine andere Luftpumpe (Kolben- oder Wasserstrahlpumpe) zur Verfügung steht, die ein geringeres Vacuum, ungefähr von 1 cm Quecksilber Druck, zu erzielen gestattet.

Dies ist in den meisten kleineren Laboratorien der Fall. Besonders empfehlenswert erscheinen mir die weiter unten beschriebenen, vorzüglich wirkenden und doch billigen Kolbenluftpumpen mit Ölfüllungen.

Unter der angegebenen Voraussetzung ergibt sich eine sehr einfache Pumpenform, wie sie in der Figur 1 dargestellt ist; sie gestattet gleichzeitig eine genaue Messung sehr niedriger Luftdrucke nach dem Principe des Mac Leodschen Vacuummeters.

Die Kugel A wird durch einen an den Hahn H angesetzten dickwandigen Schlauch mit der Kolbenluftpumpe verbunden und entleert. Das Knierohr (vergl. Fig. 2 $\alpha_1 \alpha_2 \beta$) enthält zunächst kein Quecksilber und infolgedessen wird auch B, sowie das hier sich anschliessende

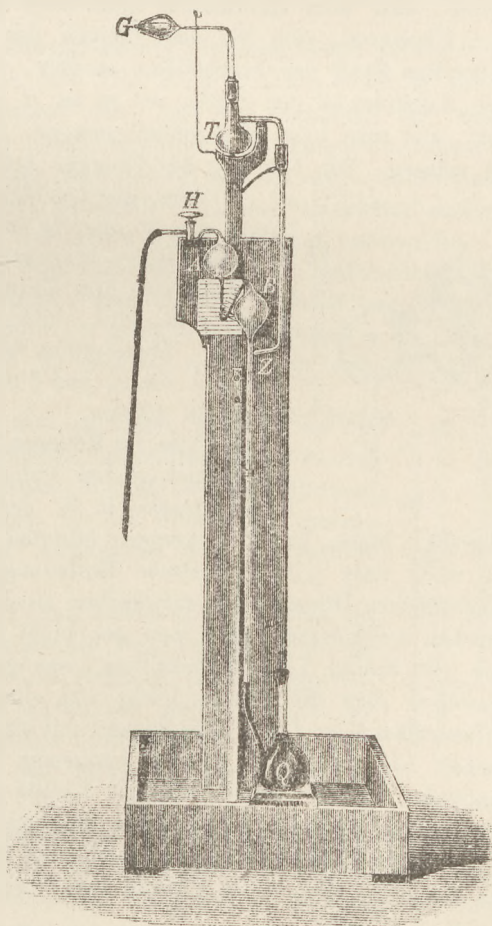


Fig. 1.

Trockengefäß *T*, dessen Boden mit Schwefelsäure oder besser mit Phosphorsäure bedeckt ist evacuirt. Die Schliffstücke, welche das Trockengefäß mit der Pumpe, sowie andererseits mit den zu evacuierenden Räumen, etwa der Glühlampe *G* verbinden, sind mit Quecksilber bedeckt und mit einer kleinen Ablassvorrichtung für das letztere versehen.

Während des Evacuierens ist aus dem Gefäße *Q* durch den Schlauch und das Steigrohr Quecksilber bis nahe unter die Stelle *Z* emporgestiegen. Es steigt höher empor und drängt die in *B* enthaltene Luft nach *A*, sobald man *Q* etwas hebt. Da beim Senken von *Q* in der Knieröhre ein Quecksilberfaden stehen bleibt, kommt die Luft nicht zurück, und in *B* entsteht ein Toricellisches Vacuum, mit dem *T* und *G* kommunizieren, sobald die Stelle *Z* wieder frei wird. Sammelt sich bei fortgesetztem Spiel der Pumpe in *A* mehr Luft an, so wird sie von Zeit zu Zeit wieder entfernt.

Von Vereinfachungen gegenüber der gewöhnlichen Quecksilberluftpumpe seien kurz folgende erwähnt: Wenn die Pumpe schon bei atmosphärischem Drucke ihre Arbeit beginnen soll, muss sich an *A* eine senkrechte Röhre von Barometerlänge anschliessen, welche unten in ein offenes Quecksilbergefäß eintaucht, also wohl Luft heraus- aber nicht wieder zurücklässt. Ferner wird *G* schon ziemlich luftleer sein, während man, um die Luft aus *B* zu verdrängen, hierselbst atmosphärischen Druck herstellen, also *Q* sehr hoch heben muss. Dabei füllen sich dann *T* und *G* mit Quecksilber, und man muss, um dies zu vermeiden, entweder zwischen *B* und *T* eine Barometerhöhe einschalten, was die Pumpe sehr hoch macht, oder man hat eine Art Ventil einzufügen, welches zwar Luft aus *G* und *P* nach unten, aber kein Quecksilber nach oben gelangen lässt. Dieses Ventil zeigt wiederum den Übelstand, sich bei dem Steigen des Quecksilbers plötzlich zu schliessen, und die lebendige Kraft des Quecksilbers zerstört, wenn sie in dieser Weise gehemmt wird, leicht das Knierohr an der Stelle, wo es an *B* ansetzt. Alle diese Komplikationen fallen hier fort, und man kann sehr schnell pumpen, ohne eine Zertrümmerung der Pumpe gewärtigen zu müssen. Die Messung des Vacuums erfolgt in sehr einfacher Weise. Das Volumen *B*

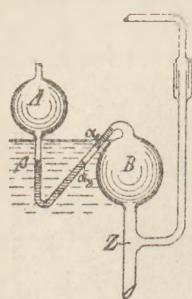


Fig. 2.

sei 200 ccm, der Querschnitt des Rohres $\alpha_1 \alpha_2$ 5 qmm, in *A* herrsche ein Druck von 10 mm Hg (derselbe lässt sich leicht messen, indem man in *B* Toricellisches Vacuum herstellt und die beiden Schenkel des Quecksilberfadens in dem Knierohre vergleicht); während die Luft aus *B* nach *A* gedrängt wird, bilde sie eine Blase $\alpha_1 \alpha_2$ von der Länge 30 mm (Fig. 2). Dabei steht sie unter einem Drucke, welcher dem vertikalen Abstände von α_2 und β entspricht, vermehrt um obige 10 mm; dies seien zusammen 40 mm.

Also ist $\text{Volumen} \times \text{Druck} = 5 \cdot 30 \cdot 40$. Dies muss gleich sein dem ursprünglichen Volumen 200 000 cmm multipliziert mit dem fraglichen Drucke in *G*, der sich also in diesem Falle zu 0,03 mm Hg ergibt. Man kann in wenigen Minuten das Vacuum viel weiter treiben, schliesslich so weit, dass z. B. elektrische Entladungen überhaupt nicht mehr möglich sind. Die angegebenen Dimensionen entsprechen einem von mir lange Zeit benutzten Exemplare, und reichen vollkommen aus; man gebraucht zur Füllung eines solchen Apparates weniger als ein halbes Liter Quecksilber, was ganz abgesehen von den Kosten¹⁾ den Vorteil gewährt, dass die Pumpe leicht von einer Person getragen werden kann. Das Quecksilbergefäß kann ferner sehr bequem mit einer Hand gehoben und gesenkt werden, und man bedarf nicht der viel weniger bequemen Winde. Die zu evacuierenden Räume werden entweder in der Weise wie die Lampe *G* angeschmolzen, oder aber mit Hilfe eines Schlauches oberhalb des Schliffes angesetzt.

Die Kolbenluftpumpe, welche ich benutze, ist wie gesagt mit Ölfüllung versehen; es entspricht dies einem Patente von Fleuss und hat den Zweck, den schädlichen Raum

¹⁾ Die Pumpe wird von dem Glasbläser E. Greiner Berlin, Kielerstr. 23. sowie von Ferd. Erneck Berlin angefertigt und auf einfachem Holzgestell montiert für 100 M (in eleganter Ausführung für 150 M) incl. Quecksilberfüllung verkauft.

zu vermeiden. Die Ventile der Pumpe arbeiten selbstthätig, so dass Manipulationen wie Umlegen eines Hahnes u. dgl. fortfallen. Die Pumpe wird von einer englischen Firma²⁾ in verschiedenen Ausführungen geliefert, die sich durch die Menge der in bestimmter Zeit bewältigten Luft sowohl, als auch durch das erreichbare Vacuum unterscheiden. Die grösseren zweistiefeligen Pumpen leisten unmittelbar dasselbe wie eine Sprengelsche Quecksilberluftpumpe. Für den vorliegenden Zweck genügt das kleinste Modell, mit dem man in wenigen Minuten einen Raum von 2 Litern Inhalt bis auf etwa 1 mm Hg evacuieren kann.

Ob die oben angegebene Quecksilberluftpumpe bereits anderweitig beschrieben ist, weiss ich nicht, halte es aber nicht für ausgeschlossen; doch kam es mir lediglich darauf an, auf die so sehr einfache und unter den angenommenen Verhältnissen vielleicht zweckmässigste Form hinzuweisen.

Die volumetrische Elektrolyse der Salzsäure.

Von Prof. Max Rosenfeld in Teschen.

Um den für die Zwecke des Unterrichtes so wichtigen Versuch über die volumetrische Zusammensetzung der Salzsäure schulgerecht zu gestalten, habe ich zur Elektrolyse dieser Säure, statt des bekannten, wegen seiner gefälligen Form fast in jedem Lehrbuche abgebildeten Hofmannschen Apparates, der unbrauchbare Resultate liefert, die Anwendung eines anderen Apparates empfohlen (*Ber. d. chem. Ges.* XVIII 867, 1885 und XIX 1899, 1886), mit welchem sich der Versuch in kürzester Zeit in zufriedenstellender Weise ausführen lässt.

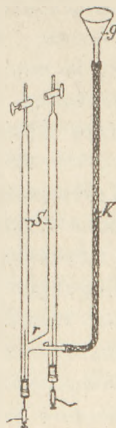
In jüngster Zeit haben sich ohne Erwähnung meiner diesbezüglichen Arbeiten mit demselben Gegenstande LOTHAR MEYER (*Ber. d. chem. Ges.* 27, 850 1894) u. Dr. R. LÜPKE (*diese Zeitschr.* VIII 14) beschäftigt. Der Umstand nun, dass die Vorschläge der beiden Genannten mit Rücksicht auf die Zwecke des Elementarunterrichtes keinen Fortschritt in der Sache bedeuten, veranlasst mich zur Mitteilung, dass sich reine Salzsäure im Hofmannschen Apparate in wenigen Minuten in gleiche Raumteile Chlor und Wasserstoff zerlegen lässt, wenn man sie in möglichst heissem Zustande der Elektrolyse unterwirft.

Der Apparat, in welchem der Versuch ausgeführt wird (Fig. 1), unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Hofmannschen nur dadurch, dass die Gas-Sammelröhren 55 60 cm hoch und 1 cm dick sind, und dass das Steigrohr aus einem mit Glastrichter *g* versehenen dickwandigen Kautschuckschlauche *K* besteht, welcher an dem horizontal gestellten T-Rohre *r* befestigt ist.

Zur Ausführung des Versuches bringt man in diesen Apparat ein bis zur Siedetemperatur erhitztes Gemisch aus gleichen Raumteilen concentrirter Salzsäure und Wasser, und erhitzt bei geschlossenen Hähnen die Sammelröhren durch Bestreichen mit einer Gasflamme so lange, bis die Flüssigkeit, welche beim Eingiessen einen Wärmeverlust erleidet, mindestens eine Temperatur von 70° C. erreicht hat.

Da das Gelingen des Versuches in erster Linie davon abhängt, dass der Elektrolyt möglichst stark erhitzt ist, so muss diesem Teile der Operation die grösste Aufmerksamkeit zugewendet werden. Das Erhitzen wird so geleitet, dass man hauptsächlich die Sammelröhren am untersten Teile, also an der Elektrodenstelle und am T-Rohre, mit der Flamme bestreicht und, wenn sich hier Gasblasen zu entwickeln beginnen, mit dem Erwärmen nach oben hin fortschreitet.

Hat man sich durch Umfassen der Röhren mit der Hand überzeugt, dass die Flüssigkeit in beiden Schenkeln sehr heiss ist, so öffnet man die Hähne und schliesst den Strom. Auch jetzt muss die Flüssigkeit noch ununterbrochen, besonders in der Nähe der Elek-



²⁾ *Pulsometer Engineering Co, London.* Eine Niederlage ebenfalls bei Greiner in Berlin. Für das erwähnte kleine Modell zahlt man 125 Mark incl. Porto u. s. w.

troden erhitzt werden, und zwar so lange, bis die Gasentwicklung in beiden Schenkeln gleich intensiv erfolgt. Bei dieser Prozedur muss, um ein Überströmen der Salzsäure infolge der Gasentwicklung zu verhüten, durch Herabsenken des Trichters die Flüssigkeit in den Röhren etwas tiefer gestellt werden.

Durch momentanes Schliessen der Hähne orientiert man sich nun über das Raumverhältnis der sich entwickelnden Gase, und sperrt erst dann die Röhren definitiv ab, wenn gleiche Raumteile Chlor und Wasserstoff sich entwickeln. Die Gasentwicklung ist eine so rapide, dass die Füllung der Röhren in kürzester Zeit erfolgt. Es empfiehlt sich, auch während der Elektrolyse die Flüssigkeit in beiden Schenkeln gleichmässig, hauptsächlich an den Elektroden, durch rasches Schwenken mit der Flamme zu erhitzen. Zur Erzielung eines negativen Druckes wird während des Ansammelns der Gase der Trichter *g* möglichst tief gestellt.

Die volumetrische Elektrolyse der Salzsäure nimmt, in der hier beschriebenen Weise ausgeführt, nur wenige Minuten Zeit in Anspruch und ergiebt bei genauer Befolgung der gegebenen Weisungen ausgezeichnete Resultate.

Der von mir benutzte Apparat wurde von Dr. H. Geisslers Nachfolger FRANZ MÜLLER in Bonn bezogen, und als Quelle für den elektrischen Strom diente mir bei meinen Versuchen eine Chromsäure-Tauchbatterie von vier Elementen. Eine sehr grosse Anzahl ausgeführter Versuche haben ergeben, dass der Apparat durch das Erhitzen nicht den geringsten Schaden erleidet.

Das Einleiten chemischer Prozesse mittelst glühenden Metalls.

Von O. Ohmann in Berlin.

Bei vielen exothermischen Prozessen, zumal bei den Verbrennungsvorgängen — auf welche die Betrachtung beschränkt werden soll — bedarf es bekanntlich einer künstlichen Zuführung von Wärme, um den Prozess einzuleiten. Erst bei der „Entzündungstemperatur“ beginnt die chemische Umsetzung, die sodann zur Entwicklung der oft grossen Energiemengen, der „Verbrennungswärme“, führt. Es liegt in der Natur dieses Vorganges, dass es genügt, nur wenige Moleküle eines Verbrennungskörpers — es sei an ausströmendes Wasserstoffgas oder Eisenpulver am Magneten gedacht — auf die Entzündungstemperatur zu bringen, da die frei werdende Wärme weiterhin die Rolle des Entzündens übernimmt, indem sie die benachbarten Moleküle der Reihe nach in die zur Vereinigung notwendige Temperatur versetzt. Diesen Punkten wird wohl allgemein im Unterricht eine grosse Sorgfalt gewidmet, da ja eine eingehende Erläuterung derselben für die physikalische wie die chemische Anschauung in gleichem Maasse nützlich ist; nichtsdestoweniger dürfte ein Umstand dabei noch eine grössere Beachtung verdienen.

Es scheint mir nämlich zur Klärung des so wichtigen Erscheinungscomplexes der Verbrennung beizutragen, wenn die Wärmezufuhr anders als in der üblichen Weise mit Hilfe einer Bunsenflamme oder eines brennenden Spanes vorgenommen wird. Gerade weil das „Anzünden“ einer Gasflamme eine so alltägliche Erscheinung ist, ist es geboten, die Bedingungen künstlich zu ändern; ja es liegt eine Art *petitio principii* darin, wenn man zur allseitigen Erklärung eines noch nicht erkannten chemischen Prozesses wieder denselben chemischen Prozess an einer Stelle zu Hilfe nimmt. Es erscheint vielmehr nötig, eine Wärmequelle zu verwenden, bei der nichts unklar bleibt, die vor allem keinen chemischen Prozess darstellt. Hierzu bietet sich am einfachsten ein zum Glühen gebrachter Körper, der so zu sagen nur der Träger der Wärme ist, dar: ein glühendes Metall, und zwar, da Platin als das sonst geeignetste zu teuer ist, ein eiserner Stab, eine dicke Stricknadel.

Die an der Spitze in lebhaftes Glühen versetzte Stricknadel kann zu folgenden Versuchen dienen: Sie entzündet den aus der Glasspitze ausströmenden Wasserstoff, ebenso den Schwefelwasserstoff und das aus dem Bunsenbrenner austretende Leuchtgas. Das zu dem bekannten Gewichtsversuch am Magneten befindliche Eisenpulver braucht nur an der ausgesucht feinsten Spitze berührt zu werden, um die allmählich fort-

schreitende Oxydation der ganzen Masse eintreten zu lassen; in dieser Abänderung erscheint mir der Versuch instruktiver, als wenn mit einer Flamme an so und so vielen Spitzen gleichzeitig der Prozess erregt wird. Die etwas grössere Zeitdauer spricht nicht mit, da gerade durch das allmähliche Umsichgreifen der Erscheinung von einem einzigen Punkte aus das Interesse der Schüler stärker gefesselt wird, zumal wenn der Versuch so eingerichtet ist, dass sich zwischen beiden Polen eine Brücke von Eisenpulver befindet, die dann von der Glüherscheinung überschritten wird. — Das Gemisch von Eisen und Schwefel wird zur Vereinigung gebracht, sobald es nur an einer Stelle berührt wird. Man schüttet dieses Gemisch zweckmässig auf die Innenseite des Deckels eines Chamotteiegels oder auch auf eine Schiefertafel oder eine Eisenplatte, auf welche man dickeres Asbestpapier breitet; der Vorgang kommt so an einer ziemlich grossen Quantität klarer zur Anschauung, als wenn das Gemisch im Probiervase erhitzt wird; auch entwickeln sich auf diese Weise viel weniger Schwefeldämpfe. — Schwefelblumen, auf Asbestpapier geschüttet, werden durch die Berührung sogleich in Brand gesetzt, ebenso lässt sich Schwefelkohlenstoff, ausgegossen, entzünden. Erwärmt man Schwefelkohlenstoff im Probiervase, so wird das an der Mündung austretende Gas ebenfalls entzündet. Die letzteren Versuche gelangen indessen nicht mit Äther und Alkohol. Den genannten Versuchen liessen sich noch etliche andere anreihen. — Bekannte analoge Versuche sind übrigens: die Entzündung von Phosphor durch einen mässig erwärmten Draht und die Entzündung von Leuchtgas durch den elektrischen Funken.

Behufs praktischer Handhabung umwickelt man die Stricknadel (die stärkste Nummer des Handels) von der Mitte an mit einem Draht, den man unten zu einer Art Fuss biegt und in entgegengesetzter Wickelung wieder hinaufführt und befestigt. Man kann diese kleine stehende Vorrichtung bequem an den Brenner rücken und, indem man den Fuss derselben festdrückt, der Nadel durch Biegen des Drahtes die geeignete Neigung geben. Man spart so ein Stativ oder das zeitraubende eigenhändige Hineinhalten in die Flamme.

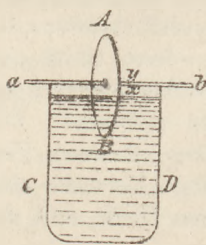
Die Erklärung bei dieser Art des Einleitens der Prozesse gestaltet sich einfach. Es braucht nur erläutert zu werden, dass es die Wärmebewegung des glühenden Metalles ist, welche die angrenzenden Teilchen des vorliegenden Verbrennungskörpers in denjenigen Zustand lebhafter Bewegung versetzt, der erforderlich ist, um die chemische Vereinigung mit ihren weiteren Folgen herbeizuführen.

Für die Praxis.

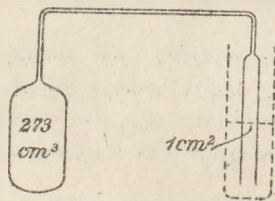
Der Experimentiertisch. Von F. Harbordt in Strassburg i. E. Der Experimentiertisch des neu eingerichteten Physiksaales im hiesigen Lyceum weicht in einigen Beziehungen von dem Weinhold'schen ab, und die von mir angegebenen Änderungen haben sich so bewährt, dass sie mir der Mitteilung nicht unwert erscheinen. Der Tisch besteht aus drei Teilen, von denen der mittlere leicht hin- und hergerollt werden kann, während die beiden anderen fest stehen. Gewöhnlich ist der mittlere Teil ganz an die Schülerbänke herangerückt, sodass man die Apparate leicht in die unmittelbarste Nähe der Schüler bringen kann und über 6 Eckplätze am Tisch verfügt, an denen man bequem experimentieren kann. Bei Versuchen mit der Fallmaschine, Luftpumpe u. dgl. wird der mittlere Teil ganz zurückgeschoben, in anderen Fällen auch mit den beiden feststehenden Teilen des Tisches durch Eisenschienen fest verbunden. Die Leitungen für Gas und Elektrizität führen nach beiden festen Tischteilen, die für Wasser, Gebläse und Wasserluftpumpe nur nach einem derselben. Der letztere Tischteil ist mit dem sehr zweckmässigen s. g. Galgen, der T-förmig und verstellbar ist, versehen. Es sind daran nicht nur Haken und Rollen für Pendel, Flaschenzüge u. s. w. angebracht, sondern auch acht durch Drähte verbundene Klemmschrauben, an denen Stromspiralen, Magnete und Eisenstäbe bifilar aufgehängt werden, so dass man die gegenseitige Anziehung oder Abstossung, sowie die entsprechenden

Induktionswirkungen sehr bequem zeigen kann. Der Träger des Galgens ist zugleich mit einem drehbaren Tischchen versehen, das in beliebiger Höhe festgestellt werden kann. In den zweiten festen Teil des Tisches ist eine quadratische dicke Glasplatte von 60 cm Seitenlänge eingelassen, die matt geschliffen ist und mit Stellschrauben genau horizontal gerichtet werden kann zu Versuchen mit Präzisionsinstrumenten. Die Gasflamme im Kamin des Abzugs wird mit Hilfe eines Induktionsapparates, dessen sekundäre Spirale einerseits mit dem Messingbrenner, anderseits mit einem darüber befindlichen Platindrath in Verbindung steht, mit einem Griff angezündet.

Chemische Drehscheibe. Von G. G. Longinescu in Berlin. Eine Scheibe von Zinkblech AB (Figur) werde so vorgerichtet, dass sie um eine horizontale Axe ab drehbar ist, welche letztere mit einem Gefäss CD verbunden ist, in welchem sich Säure (HCl , verd. H_2SO_4) befindet. Im Augenblick des Eintauchens der Scheibe beginnt der chemische Prozess zwischen Zink und Säure, infolge dessen der untere Teil Bx leichter wird als der ausserhalb befindliche Ay . Der Schwerpunkt des kleinen Systems liegt jetzt oberhalb der Axe, es wird somit eine Neigung der Scheibe stattfinden, so dass ein neuer Teil derselben von der Säure angegriffen wird. Dieser wird alsbald wieder leichter werden als der obere, und so ist die Bedingung zu einer Fortsetzung der Drehung gegeben. — Die Schnelligkeit der Bewegung ist abhängig von der Stärke der Säure und der Tiefe des Eintauchens. — Vielleicht kann der kleine Apparat bei Schülerübungen Verwendung finden.



Versuch über den Ausdehnungskoeffizienten der Luft. Von K. Fuchs in Pancsova (Ungarn). Ein Heber aus einem starken Capillarrohr trägt an einem Ende ein Glasgefäss von eher mehr denn weniger als 273 cm^3 . Das Mehr kann man durch eingegossenes Quecksilber oder Glycerin eliminieren. Am anderen Ende trägt es eine Röhre von 1 cm^2 Querschnitt. Das Ganze ist in einem Stücke gearbeitet. Den Ballon stellt man in ein Wasserbad, das Schlussrohr in ein Cylinderglas, das mit Wasser gefüllt ist. Innerhalb und ausserhalb des Schlussrohres muss das Wasser in gleicher Höhe stehen. Um wie viel Grade man das Wasser um den Ballon erwärmt, um so viel Centimeter senkt sich der Spiegel im Schlussrohr (Erhaltung der Niveaugleichheit vorausgesetzt).



Der Versuch gelingt vollständig, auch wenn der Ballon nur zum grösseren Teile ins warme Wasser taucht. Vor dem Versuch muss man durch Erwärmen einen Teil der Luft aus dem Ballon treiben, damit nach dem Auskühlen Wasser ins Schlussrohr steigt.

Gut ist es, wenn in den Ballon ein Thermometer eingeschmolzen ist, das die Temperatur im Innern des Ballons ablesen lässt.

Ersatz für Hollundermark. Von W. Weiler. Hollunder- und Sonnenblumenmark sowie Kork lassen sich vielfach durch den Buchenschwamm oder Zunderpilz (*Polyporus tomentarius*) ersetzen, wenn man diesen längere Zeit (etwa ein halbes Jahr lang) hat trocknen lassen. Die Masse ist rein weiss, lässt sich schneiden, sägen, feilen, drehen, polieren und vergolden und kann in faustgrossen Stücken erhalten werden.

Ein Versuch zur Spitzenwirkung. Von F. Harbordt in Strassburg i. E. In Abänderung eines bekannten älteren Versuches habe ich einen Hollundermarkcylinder bifilar aufgehängt und senkrecht zur Fadenebene auf der einen Seite eine feine Nadelspitze angebracht. Nähert man einen elektrischen Körper, so findet auf dieser Seite schon vor der Berührung Abstossung statt, dagegen auf der anderen Seite auch nach der Berührung noch Anziehung, weil im ersten Falle die angezogene Elektrizität, im zweiten die abgestossene die Spitzenwirkung erfährt.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Vorlesungselektroskop. Wirft man den Schatten der Goldblättchen mittels einer Linse auf einen kleinen durchsichtigen Schirm, so kann man ihre Bewegungen bei Tageslicht selbst einer grossen Klasse leicht sichtbar machen. Bei der Auseinandersetzung der Grundversuche der Influenz tritt aber der Übelstand hervor, dass das Instrument in gleicher Weise positive und negative Potentiale anzeigt. E. E. ROBINSON, der Assistent von Oliver J. Lodge, stellte nun das mit einem Metallgehäuse versehene Elektroskop auf einen Paraffinkuchen und lud die Aussenseite negativ; dadurch wurde die Nulllage der Blättchen geändert. Bei dem Potential Null zeigten sie einen bestimmten Ausschlag, für positive Potentiale schlugen sie weiter aus und für negative fielen sie mehr zusammen. Durch einen Schattenzeiger für die Nulllage und eine rohe Skala kann diese Einrichtung noch vervollkommen werden. Prof. Lodge schlägt in der *Nature* (31. Januar 1895) vor, ein Projektionselektroskop in eine geeignete Leydner Flasche zu setzen, deren äussere Belegung zur Erde abgeleitet und deren innere Belegung mit dem Elektroskopgehäuse verbunden ist. (Man kann den Apparat auch so einrichten, dass die innere Belegung das Metallgehäuse des Elektroskops bildet.) Ein isolierter Leiter wird auf dem Versuchstisch nicht weit von dem kleinen Projektionsschirm aufgestellt und durch einen langen hinreichend dünnen Draht mit den Blättchen des Elektroskops, von denen am besten nur eins beweglich ist, verbunden. Gegen diese Vorrichtung von Lodge erhebt J. Reginald Ashworth ebenfalls in der *Nature* (7. Februar 1895) den Einwand, dass, wenn das Gehäuse negativ geladen sei und nun den Goldblättchen eine zu grosse negative Ladung erteilt werde, eine Divergenz der Blättchen eintrete und die falsche Folgerung veranlasse, dass das Potential Null oder positiv sei. Er schlägt deshalb vor, bei einem Bohnenbergerschen Elektroskop die beiden Knöpfe auf jeder Seite des Blättchens statt mit den beiden Trockensäulen mit der inneren und äusseren Belegung einer Leydner Flasche zu verbinden. H. H.-M.

Schülerversuch zur Bestimmung des Schmelzpunktes vom Wachs. Von R. NEUMANN. Man klebt eine Wachskugel an die Spitze eines eisernen Nagels, der mit seinem Kopfe auf dem Boden eines grösseren, mit Wasser gefüllten Probierglases zu stehen kommt. Sobald beim Erhitzen das Wachs schmilzt, löst es sich vom Nagel los und steigt aufwärts. In diesem Momente liest man die Temperatur an dem eingetauchten Thermometer ab. (*Period. Blätter für naturkundl. und math. Unt.*, Znaim 1894, Heft 8, S. 220).

2. Forschungen und Ergebnisse.

Änderung des inneren Widerstandes galvanischer Elemente mit dem Strome. Von CARHART. (*Electrical Review* 36, 671; 1895). Um die Potentialdifferenz zwischen den Polklemmen eines galvanischen Elementes zu messen werden diese mit den beiden Belegungen eines Condensators in Verbindung gebracht und darauf der Condensator durch ein Galvanometer entladen. Während der Ladung des Condensators ist der äussere Stromkreis des Elementes entweder offen oder durch einen bekannten Widerstand geschlossen. Bedeutet r den inneren Widerstand des Elements, wenn dasselbe durch den äusseren Widerstand R geschlossen ist, ferner E die dem Galvanometerausschlag proportionale Klemmenspannung des offenen, E' die des geschlossenen Elementes, so lässt sich aus der Gleichung $r/R = (E - E')/E'$ der innere Widerstand r des Elementes bestimmen. Um die zu jeder Versuchsreihe erforderlichen Verbindungen nacheinander automatisch auszuführen, verwendet CARHART ein Fallpendel, das aus einem um Zapfen drehbaren Holzrahmen mit einer schweren Pendellinse besteht. Das Pendel schwingt zwischen zwei zur Aufhängeaxe concentrisch gekrümmten Schienen, an die je zwei Kontaktvorrichtungen angeklemt werden. Jede dieser Vorrichtungen besteht aus zwei senkrecht übereinander liegenden Metallstiften, einer wagerechten Blattfeder, die so gespannt ist, dass sie den oberen Kontaktstift berührt, und einem vertikalen Hebel, der

die Blattfeder gegen den unteren Kontaktstift drückt. Durch das schwingende Pendel wird dieser Hebel umgelegt, so dass die Blattfeder gegen den oberen Kontaktstift emporschnellt und die gewünschte Verbindung herstellt. Die vier Kontaktvorrichtungen sind so angeordnet, dass durch eine Schwingung des Pendels nach einander das Element durch den Widerstand R geschlossen, der Condensator bei geschlossenem äusseren Stromkreise geladen, der Condensator vom Stromkreise abgeschaltet und durch ein Galvanometer entladen und endlich der Stromkreis des Elements geöffnet wird. Aus der Schwingungsdauer des Pendels und der gegenseitigen Entfernung der Kontaktvorrichtungen lässt sich die Zeit bestimmen, während welcher das Element geschlossen war.

H. R.

Beiträge zur Theorie der Entmagnetisierung. Von HOUSTON und KENNELLY. (*Electrician* 35, 186; 1895). Der Magnetismus eines Stahlstabes wird durch die magnetisierende Wirkung seiner Enden um so mehr geschwächt, je kürzer der Stab im Verhältnis zu seiner Länge gewählt wird. Die Theorie der Entmagnetisierung permanenter Magnete durch den Einfluss der Enden ist nur für einige Formen (Ellipsoid, Kugel, Scheibe, gerader Stab) entwickelt, die in der Praxis wenig Verwendung finden. Die Verfasser versuchen deshalb für einen Hufeisenmagnet die Bedingung aufzustellen, die zwischen Länge und Querschnitt einerseits und dem Polabstand andererseits bestehen muss, damit die Leistung des Magneten möglichst gross sei im Verhältnis zu seinem Gewicht, und damit seine Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen und Temperaturänderungen einen möglichst hohen Grad erreiche. Zur Ableitung der Formeln wurde ein kreisförmig gebogener Magnetstab von der Länge l und dem gleichmässigen Querschnitt s gewählt, dessen Enden in Polschuhe von der freien Oberfläche S auslaufen, die zwischen sich einen Luftraum von der Breite d frei lassen. Ist $\mathfrak{B}$ die remanente Induktion der zum Herstellen des Magneten verwendeten Stahlsorte, so ist $\Phi = \mathfrak{B} \cdot s$ der Kraftlinienfluss durch den Querschnitt des Magneten. Von dieser Gesamtzahl der Kraftlinien durchsetzen, wenn n den Streuungscoefficienten bezeichnet, Φ/n Kraftlinien den Luftspalt zwischen den Polflächen, während die übrigen $(n-1)\Phi/n$ Kraftlinien durch Spannung verloren gehen. An den Polflächen herrscht daher die magnetische Potentialdifferenz $\Phi d/nS$, die auf den Stab pro cm Länge die entmagnetisierende Kraft $\mathfrak{H}' = \Phi d/nSl$ ausübt. Aus dem absteigenden Zweige der Magnetisierungskurve, die man bei der Prüfung der Stahlsorte erhalten hat, findet man einerseits die remanente Induktion $\mathfrak{B}$, andererseits die entmagnetisierende Kraft $\mathfrak{H}$, durch deren Anwendung die Induktion $\mathfrak{B}$ verringert wird. Wenn der Magnet sich im Dauerzustande befinden, also durch äussere mechanische Einflüsse nicht leiden soll, so muss die wirklich vorhandene entmagnetisierende Kraft $\mathfrak{H}'$ kleiner sein, als die aus der Magnetisierungskurve sich ergebende grösste entmagnetisierende Kraft $\mathfrak{H}$. Das Verhältnis beider Grössen $\mathfrak{H}/\mathfrak{H}'$ nennen die Verfasser den Sicherheitscoefficienten des Magneten und haben durch Versuche festgestellt, dass dieser mindestens gleich 3 gewählt werden soll. Aus den Formeln lassen sich unter Benutzung der Magnetisierungskurve die Dimensionen des Magneten leicht berechnen. Eine Prüfung der Theorie an dem Hufeisenmagneten eines Weston-Voltmeters ergab den Sicherheitscoefficienten 6, so dass der Grund der bekannten Permanenz des Magnetismus dieser Instrumente ohne Zweifel in der grossen magnetischen Sicherheit zu suchen ist.

H. R.

3. Geschichte.

Die Sirenen. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Akustik. Teil III: Der Streit über die Definition des Tones. Von Dr. ERNST ROBEL. Progr. des Luisenstädt. Realgymnasiums zu Berlin, Ostern 1896, Pr. No. 98. An die im vorjährigen Programm (vgl. d. Zeitschr. VIII 42) gemachten Mitteilungen schliesst der Verfasser nunmehr eine genaue Darstellung des Streites zwischen Ohm und Seebeck über die Definition des Tones. Es handelte sich dabei um die Entscheidung der Frage, ob unser Ohr nur dann einen einzigen Ton wahrnimmt, wenn eine pendelartige Bewegung allein vorhanden

ist, und ob jede andere periodische Bewegung nur eine Zusammensetzung mehrerer Töne sei — oder ob auch bei anderen Gesetzen der periodischen Bewegung nur ein einziger Ton wahrgenommen werden könne. Die Frage spitzte sich im Verlauf der Diskussion dahin zu, ob der Grundton durch die harmonischen Obertöne verstärkt werde, und wie diese Thatsache, die zuerst von Seebeck bemerkt, dann von Ohm zugegeben wurde, zu erklären sei. Ohm schrieb sie einer Wahrnehmungstäuschung zu, indem das Ohr die spezifische Verschiedenheit der „Beitöne“ überhöre und sie zum Grundton ziehe, Seebeck dagegen wollte die Definition des Tones überhaupt erweitert wissen. Als Seebeck 1849 plötzlich starb, schien die Frage zu seinen Gunsten entschieden, und Ohm, der ihm fünf Jahre später nachfolgte, erlebte nicht mehr den Sieg seiner Auffassung, der durch Helmholtz vermöge der scharfen Unterscheidung von Ton und Klang herbeigeführt wurde. Es zeigte sich, dass hier, wie so oft, erst eine genauere Begriffsbestimmung den Streit schlichtete und dass jede Partei mit ihrer Auffassung im Rechte blieb, derart, dass für den Klang eine neue Definition im Sinne Seebecks aufgestellt wurde, dem Ton dagegen die Ohmsche Definition erhalten blieb. „Lässt man alles, was Seebeck in dem Streit mit Ohm behauptet hat, vom Klange gelten, und was Ohm behauptet hat, vom Ton, so sind beide ausgezeichnete Physiker im Recht und beide Behauptungen können ungestört neben einander bestehen.“ (Helmholtz.)

Für die Erklärung des Klanges blieb ebenfalls die Ohmsche Theorie gültig, wonach das Ohr jede periodische Bewegung in einfache pendelartige Bewegungen zerlegt, wie es in der Rechnung durch den Satz von Fourier geschieht. Dieser Theorie hat Helmholtz allgemeine Anerkennung verschafft, aber die ersten experimentellen Nachweise dafür hat der Insterburger Gymnasiallehrer A. Brandt geliefert, der in einer bereits 1855 für Professor Helmholtz in Königsberg geschriebenen, aber erst 1861 auf dessen besonderen Wunsch (in *Pogg. Ann. Bd. 112*) veröffentlichten Abhandlung die im Ohmschen Sinne aufgefasste Fouriersche Reihe zur Erklärung des Klanges der Saitentöne benutzt und exakt bewiesen hat, dass die Verschiedenheit der Schwingungsform einer gespannten Saite sich in der Verschiedenheit der mitklingenden Töne zu erkennen gebe. Der Verfasser giebt eine ausführliche Darstellung dieser Versuche, die in ihren wichtigsten Teilen an die Beobachtungen von Thomas Young über das Anzupfen von Saiten in den Knotenpunkten ihrer Flageolettöne anknüpfen. Leider ist nicht angegeben, wieviel von den Leistungen Brandts ihm selber, und wieviel einer Anregung durch H. v. Helmholtz zuzuschreiben ist. Dankenswert wäre es, wenn sich über diesen Punkt noch Genaueres feststellen liesse. Für Helmholtz wurde der Nachweis für die Richtigkeit der Ohmschen Theorie die Grundlage, von welcher er zur Erklärung der Combinationstöne, zur Erfindung der Resonatoren, zum Nachweis der Ursache für die Klangfarbe der Vokale, endlich zur Untersuchung des Klanges aller musikalischen Instrumente fortschritt.

Der Verfasser weist zum Schluss darauf hin, wie das Verdienst Ohms darin bestehe, die durch reine Intuition gewonnene Vorstellung vom Wesen des Tones in solche Formeln gekleidet zu haben, dass ihre glänzende experimentelle Bestätigung nicht lange auf sich warten liess, und wie andererseits, bei der gegebenen Natur des Problems, dasselbe wohl niemals auf rein experimentellem Wege gelöst worden wäre. P.

4. Unterricht und Methode.

Entwurf zu einem Lehrplan für das Königstädtische Real-Gymnasium zu Berlin. Von Direktor Dr. VOGEL. Teil III, Naturbeschreibung, Ostern 1894, Pr. No. 97. Teil IV, Physik und Chemie, 1895, Pr. No. 97. —

Aus dem vorjährigen Programm (Teil III des Entwurfs) ist für unsere Zeitschrift von Interesse, dass in Unter-II während des zweiten Semesters 2 Stunden des naturbeschreibenden Unterrichts für einen abschliessenden und zugleich propädeutischen Lehrgang bestimmt sind, der als „allgemeine Naturlehre“ bezeichnet wird. Die Betrachtung „knüpft

an die grossen Gruppen von Naturerscheinungen an, welche die Alten Elemente nannten, und die sich dem Auge auch ganz natürlich darbieten, wenn man von der Betrachtung der Pflanzen und Tiere nur den Blick hinlenkt zu dem Boden auf dem sie wachsen und sich nähren, zu dem Wasser das sie trinken, der Luft die sie atmen, der Wärme die ihren Lebensprozess unterhält.“ Im besonderen werden beim Wasser die Verwandlungen der drei Aggregatzustände und ihre Beziehungen zu geographisch-meteorologischen Erscheinungen vorgeführt, bei der Luft: Schwere, Luftdruck, Zusammensetzung der Luft, Rolle der Kohlensäure und des Wasserdampfes in der Luft, bei der Verbrennung: Gewichtszunahme beim Verbrennen, Verbrennungsprodukte, Atmung, Kreislauf des Wasserstoffs; bei den Erden: Steinsalz, Schwefel, Kalk, Kieselerde, einige Silicate und Erze, Gesteinsarten. Daneben sind Beobachtungen im Freien angegeben. Man wird zweifeln dürfen, ob für die hier beabsichtigte Betrachtung der allgemeinsten terrestrischen Vorgänge auf dieser Stufe des Unterrichts schon ein hinreichendes Maass von Begriffen und Anschauungen vorausgesetzt werden kann. So lange es indessen auf der Oberstufe an einem derartigen abschliessenden Kursus fehlt, wird der hier vorgelegte Plan immerhin es möglich machen, dass die genannten Vorgänge den Schülern wenigstens in grossen Zügen bekannt werden. Auch weist der Entwurf selbst darauf hin, dass einzelne Partien der physikalischen Geographie auch späterhin namentlich in der Wärmelehre Berücksichtigung finden können.

In Teil IV sind zunächst allgemeine Gesichtspunkte dargelegt, in denen sich eine erfreuliche Übereinstimmung mit den in dieser Zeitschrift ausgesprochenen Auffassungen bekundet. Von dem Unterricht wird verlangt, dass er den Schülern Verständnis für Wesen und Aufgabe der Forschung öffnet. Für den propädeutischen Kursus in U-II sollen die einfachsten und zugleich wichtigsten Versuche ausgewählt und für alle Lehrer verbindlich festgestellt werden; auf den Gebieten der Akustik, Optik, des Magnetismus und Galvanismus wird Beschränkung auf das unumgänglich Notwendigste gefordert [hiernach scheint uns u. a. schon die im Speziallehrplan angegebene Herleitung der Formeln für Concavspiegel und Sammellinsen über das Mindestmaass hinauszugehn]; die Wärme findet schon in der Naturlehre (Teil II) ausreichende Berücksichtigung und bedarf nur geringer Ergänzungen; der Unterricht kann sich daher in dem einen Halbjahr vornehmlich auf Mechanik, in dem anderen auf Reibungselektricität concentriren. — Der Ober-II wird die Aufgabe zugewiesen, den propädeutischen Kursus mit dem Unterricht der Prima zu vermitteln. Das Pensum bilden Magnetismus, Galvanismus und Wärmelehre, daneben wird die Mechanik theils durch Repetitionen befestigt, theils durch die Lehren vom schiefen Wurf, von der Centralbewegung und vom Schwerpunkt erweitert. Der Prima sind Akustik, Optik, Mechanik und Theile der mathematischen Geographie in der Art zugewiesen, dass der U.I mehr die grundlegenden Begriffe und Gesetze, der O.I mehr die theoretischen Erörterungen zufallen. Aus der Mechanik kamen im grossen und ganzen in der U.I die Fälle wo die Kraft constant ist, in der O.I die Bewegungen bei veränderlichen Kräften zur Behandlung. In beiden Klassen wird überdies das Gesamtgebiet der Physik zweckmässig ergänzt, so kommen aus der Elektricität Messungen der Stromstärke und des Widerstandes sowie die Lehre vom elektrischen Potential, aus der Wärmelehre das mechanische Wärmeäquivalent und die Wärmestrahlung hinzu.

Über Ziele und Wege, sowie über das Verfahren des Unterrichts bietet der Entwurf beachtenswerte Ausführungen, auf die näher einzugehen wir uns hier versagen müssen. Dass die induktive Methode auf der oberen wie auf der unteren Stufe zu ihrem Rechte kommen muss, finden wir auch hier nachdrücklich betont. Der historischen Betrachtungsweise wird eine ganz besondere Bedeutung zuerkannt, und in diesem Zusammenhange namentlich eine genauere Würdigung der Vorgeschichte und der Entdeckung des Beharrungsgesetzes anempfohlen. Endlich sind neben den chemischen auch physikalische praktische Übungen angesetzt, für die ein Kanon von 42 zum Theil messenden Versuchen aus den verschiedenen Gebieten der Physik aufgestellt ist. Die in einem früheren Programm der-

selben Anstalt (vgl. d. Zeitschr. IV 315) veröffentlichten Messungsaufgaben scheinen in dieser neuen Zusammenstellung eine wesentliche Abänderung zu gunsten einer vielseitigeren Durchbildung erfahren zu haben. Angeschlossen ist noch ein Lehrplan für die Chemie, der einen Kanon von unbedingt im Unterricht anzustellenden Experimenten (79 für O.II, 62 für U.I, 28 für O.I) und ebenso Arbeiten für das Laboratorium darbietet. P.

Über den chemischen Unterricht an Realschulen. Von Dr. WILHEM MÖHRING. Dritte städt. Realschule zu Berlin, Ostern 1895 Pr. No. 119. 18 S.

Der Verfasser will, dass auch aus dem einjährigen chemisch-mineralogischen Kursus der Realschulen ein Gewinn für das Leben hervorgehe, der nicht bloss in der Kenntnis einzelner Elemente und ihrer Verbindungen, sondern in einer gewissen Fähigkeit zur richtigen Beurteilung chemischer Vorgänge, wie sie sich im täglichen Leben aufdrängen, besteht. Er will die Hypothese aus dem Unterricht nicht ausschliessen, sucht vielmehr im Laufe der Darstellung die Schüler selber darauf hinzuleiten, dass sie „in den chemischen Vorgang hineinkriechen, ihn in der Phantasie mitmachen.“ Ein solches Sichhineinleben der Schüler in den Vorgang ist sicher eine erstrebenswerte Wirkung des Unterrichts, und der Lehrer wird gut thun darauf hinzuweisen, dass Atome und Moleküle nicht grobsinnliche Realitäten sondern Begriffe sind, vermöge derer der Geist sein Bedürfnis nach mechanischer Anschaulichkeit (viel mehr als das eigentliche Causalitätsbedürfnis) zu befriedigen sucht. In methodischer Hinsicht weiss der Verfasser die Verdienste von Arendt und Wilbrand zu schätzen, geht aber doch zu weit in der Behauptung, dass von den Methodikern der Hinweis auf den Wert positiver Kenntnisse fast ganz übergangen werde. [Der andere Vorwurf, dass auch die Übung des Ausdrucks in der Wiedergabe des Durchgenommenen vernachlässigt werde, trifft noch weniger zu, da die Anregung zu solcher Übung nicht Sache des Lehrbuchs, sondern des lebendigen Unterrichts ist und die hier zu erreichende Leistung von der verfügbaren Zeit abhängt.] Für den einjährigen Kursus der Realschule wird allerdings die Methode von Arendt und Wilbrand nicht ohne weiteres verwendbar sein. Indessen lässt die von dem Verf. mitgeteilte Skizze seines eigenen wohlüberlegten Lehrganges, deutlich erkennen, wie sehr er selber unter dem Einflusse des „frischen Zuges“ steht, den die genannten Methodiker in den chemischen Unterricht gebracht haben.

Wir versuchen aus dem Lehrgange einzelne bemerkenswerte Züge herauszuheben. Den Anfang machen Betrachtungen zur Klarlegung des Energiebegriffs. Die Bedeutung der strahlenden Energie, des Lichtes, für das organische Leben wird dargethan, ebenso seine Einwirkung auf anorganische Stoffe. Lebendige Kraft und thermische Energie werden an einfachen Beispielen erläutert: Wärme besteht in der lebhaften Bewegung der Moleküle und ihrer Teile; daher kann die Wärme zerlegend wirken. Begriff des Elements, Zerlegung von Quecksilberoxyd. [Das Wort Dissociation ist hier in einem weiteren Sinne, als sonst üblich, angewendet.] Die Verbrennung von Magnesiumband liefert ein Beispiel der Verwandlung von chemischer in strahlende Energie. Dass eine solche Verwandlung auch bei gewöhnlicher Temperatur stattfinden kann, zeigt das Leuchten des Phosphors. Die Verbrennung von Kohle führt auf den Begriff der Bildungswärme. Durch einleitende Betrachtungen und Versuche solcher Art wird eine anschauliche Unterlage für die weitere Verwertung des Energiebegriffs gewonnen; man wird dem Verfasser darin beipflichten müssen, dass solche Betrachtungen wesentlich zur Sache gehören, obschon bei dem Mangel an messenden Versuchen die Behandlung dogmatisch bleiben muss. — Ein mehr heuristisches Verfahren wird bei den dann folgenden Auseinandersetzungen über die Verbrennung eingeschlagen. Die bekannten Versuche der Verbrennung von Eisenfeile am Magnet, Phosphor unter der Glocke, Licht auf der Wage unter Auffangung der gasförmigen Produkte werden angestellt. Beim Rosten des Eisens wird ein längerer Excurs über Einfluss der Masse und der Oberfläche eingeschaltet, dann durch Reduktion von Eisenrost mittelst Wasserstoff der Nachweis für die Thätigkeit des Sauerstoffs beim Rosten geliefert. Auch beim Kupfer wird der Einfluss der Oberfläche gezeigt, indem sowohl Oxydul wie Oxyd dargestellt wird. Durch Überleiten von trockener Luft über glühendes Kupfer wird der Stickstoff aus der

Luft gewonnen. Hieran schliessen sich das Gesetz der constanten und multiplen Proportionen und die Grundzüge der Stöchiometrie. — Es folgen dann in ähnlicher von methodischen Gesichtspunkten durchsetzter Bearbeitung: Schwefel und Schwefeleisen; Kohlenoxyd und Kohlendioxyd nebst Ausblick auf die Gewinnung der Metalle; Salzsäure und Chlor, Einwirkung von Salzsäure auf Schwefeleisen; Constitution der Salzsäure, Einwirkung von Salzsäure auf Zink; Darstellung von Schwefelsäureanhydrid aus Schwefeldioxyd und Sauerstoff; Schwefelsäure, Zinkvitriol, Begriff der Salze; Einwirkung von Chlor auf Natrium, Zusammensetzung von Chlornatrium; Braunstein, Darstellung von Chlor aus Braunstein und Kochsalz; Wirkung der Elemente in statu nascendi aufeinander; chemische Verwandtschaft; Brom, Jod; Krystallisationen. — Dann wird zur Theorie übergegangen. Aus der Kenntniss der Verbindungsgewichte „lässt sich über die Anzahl der Atome in den einzelnen chemischen Verbindungen [richtiger: über das Zahlenverhältnis der Atome] nichts Bestimmtes aussagen.“ Dazu bedarf es der Avogadroschen Hypothese. Dies wird so ausgedrückt: „An der Hand der Hofmannschen Versuche und mit Hilfe des Mariotteschen Gesetzes und des von Gay-Lussac schliesse man auf die Richtigkeit der Avogadroschen Hypothese.“ In Wahrheit verhält es sich wohl vielmehr so, dass die Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac die Avogadrosche Hypothese als annehmbar erscheinen lassen und dass aus den Hofmannschen Versuchen mit Hilfe dieser Hypothese die Atomgewichte der Elemente hergeleitet werden können, ohne dass doch das Zusammenstimmen der Resultate mehr als die Wahrscheinlichkeit der zugrundegelegten Hypothese ergäbe. Die Folgerungen auf Atom- und Molekulargewicht, sowie das Gesetz von Dulong und Petit werden nur kurz und dogmatisch vorgeführt, dagegen dem Vorgang der Elektrolyse einige experimentelle Darlegungen gewidmet. — Der weitere Stoff wird nach der chemischen Ähnlichkeit der Elemente gruppiert, doch auch hier nicht ausschliesslich systematisch vorgegangen, sondern z. B. die Hydroxyde, Basen, Säuren, Salze, Radikale u. s. w. bei Besprechung industrieller Vorgänge (Fabrikation von Schwefelsäure, Soda, Glas, Porzellan) behandelt. —

Der Verfasser glaubt, dass man mit den Schülern nach dem angedeuteten Lehrgange schnell bis zum Verständnis der chemischen Formelsprache vordringen werde, ohne die induktive Methode irgendwie zu vernachlässigen. Es sei „zum Verständnis der Grundbegriffe der Chemie keineswegs erforderlich, bei jedem Schritt immer wieder aufs neue denselben zeitraubenden Gang der Induktion zu wählen, wenn man von vorn herein dafür sorgt, dass die chemischen Reaktionen unter allgemeinen Gesichtspunkten aufgefasst werden und nicht jede einzelne Erscheinung als ein Ding für sich behandelt wird, das man nach allen Seiten bis in das Kleinste hinein durcharbeiten müsse.“ Aus dem vorher Angeführten wird man ersehen, dass der Verfasser dieses Prinzip auch im einzelnen zu verwirklichen verstanden hat.

P.

5. Technik und mechanische Praxis.

Zeichnungen auf Glas. Nach den Angaben des Herrn CH. MARGOT, Präparators im physikalischen Laboratorium der Hochschule in Genf, lassen sich auf Glas, Porzellan und anderen kiesel-sauren Verbindungen unauslöschbare Zeichnungen in einfachster Weise herstellen, indem man die Oberfläche dieser Körper sorgfältig mit Wasser oder Wasserdampf reinigt und dann mit einem Aluminiumstift die Zeichnungen darauf ausführt, welche einen sehr schönen Metallglanz zeigen und sich nicht auswischen lassen. (*Arch. d. Sc. phys. et nat. Genève* (3) XXXII 138, 1894.) Es sei bei dieser Gelegenheit daran erinnert, dass für ähnliche Zwecke in Laboratorien vielfach der Fettstift von A. W. Faber (Preis des Stückes 0,35 M.) verwendet wird. Man kann damit allenthalben, auf Metall, Porzellan, zur Not auch auf glattem Glase Inhaltbezeichnungen anbringen, die sich wohl mechanisch leicht wieder entfernen lassen, aber von ätzenden Flüssigkeiten nicht angegriffen werden.

H.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Lehrbuch der kosmischen Physik. Von Joh. Müller. 5. umgearbeitete und vermehrte Auflage von C. F. W. Peters. Mit 447 in den Text eingedruckten Holzstichen und 25 dem Text beigegebenen sowie einem Atlas von 60 zum Teil in Farbendruck ausgeführten Tafeln. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1894. 907 S. M. 26,—.

Müllers kosmische Physik hat in gleicher Weise wie sein Lehrbuch der Physik zur Verbreitung naturwissenschaftlichen Erkennens in Deutschland erheblich beigetragen. Es ist daher mit Freuden zu begrüßen, dass dieses allmählich veraltende Werk, dessen letzte (4.) Auflage 1875 der Verfasser selbst noch erscheinen liess, einen Bearbeiter gefunden hat, der es nach dem heute zur Verfügung stehenden Material ergänzt und verbessert hat. Das Buch führt unter nur mässiger Anwendung von Mathematik, mehr durch geometrische Anschauung als durch Formel-Entwicklung, leicht und verständlich in die Astronomie ein, eben so in die Meteorologie und die Lehre von der atmosphärischen Elektrizität und dem Erdmagnetismus. Von den Zusätzen der neuen Auflage seien hervorgehoben: Die Rotation der Sonne, die Entdeckungen Schiaparellis über die Rotation des Merkur über die Marskarte, die Bestimmung von Fix-Stern-Bewegungen mit dem Spectroskop, ferner sind die photometrischen Angaben berichtigt, die Zahl der kleinen Planeten ist von 107 auf 353 gewachsen. Die Angaben über Doppel-Sterne sind nach neuen Bestimmungen verändert, so ist die Umlaufzeit der beiden Castor-Sterne aus 153 Jahren in 1000 Jahre verwandelt. Zu vermissen sind Notizen über die neuesten temporären Sterne und den Sternschnuppen-Schwarm vom November 1885. In der Meteorologie sind die vielen Temperaturangaben jetzt alle nach Celsius-Graden umgerechnet und modernen Werken wie Haun, Woeikoff, v. Bebbler entnommen, während sie sich früher auf Dove stützten. Die jetzigen Ansichten über das feste Erdinnere werden auf die Erklärung der Vulkane und der Erdbeben angewandt. Zugleich wird dargelegt, wie verfehlt es ist, Wetterprognosen aus der Einwirkung des Mondes auf das Erdinnere und die Atmosphäre abzuleiten. Für den Erdmagnetismus haben die Neumayerschen Untersuchungen neue Grundlagen geliefert. — Volle Anerkennung verdient die sorgfältige und mühevollen Arbeit, die auf die Ergänzung des Atlas verwandt ist. So sind die beiden grossen Karten der heliocentrischen Planetenbahnen, die in der letzten Auflage nur bis zum Jahre 1879 reichten, jetzt auf die nächsten Jahre, zum Teil bis 1900 fortgesetzt. Sie bilden einen Hauptvorzug des Atlas, da sie ohne Rechnung auch den geocentrischen Ort jedes Planeten nach Länge und Breite zu finden gestatten; noch brauchbarer wären sie, wenn eine Karte des Fixsternhimmels, bezogen auf die Ekliptik, beigelegt würde, um den gefundenen Planetenort sofort in ein Sternbild übertragen zu können. Ferner sind hinzugekommen Karten der Mars-Oberfläche, grosse Bilder des Jupiter und Saturn, schöne Aufnahmen des zu- und des abnehmenden Mondes, eine sehr reichhaltige Karte der ganzen Mondscheibe nach Nasmyth, die 229 Krater aufführt, endlich Darstellungen der Sonnenscheibe, des Orion- und des Andromeda-Nebels. Die Karte über die Verteilung des Regens ist berichtigt, die Jahresisothermen zeigen jetzt auch auf der südlichen Halbkugel Ausbiegungen, in denen die Umrisse der Continente sich ausprägen. Auch die Monats-Isothermen und die Isanomalien sind erheblich verändert, neu sind Karten der Isobaren und der Meeres-Strömungen. Die Isogonen, Isoklinen, magnetischen Meridiane sind für 1885,0 nach Neumayer in je drei Karten, einer Mercator- und zwei Polarprojectionen, dargestellt.

Somit wird das Buch auch in der neuen Auflage sich als nützlich und brauchbar erweisen und über alle Fragen der kosmischen Physik zuverlässige, dem heutigen Stande der Wissenschaft entsprechende, Antwort geben. Immerhin zeigt sich, dass in einigen Gebieten das Sammeln der neueren Erscheinungen und die Berücksichtigung der Literatur nicht so vollständig durchgeführt ist, wie das für die früheren Auflagen seitens des Verfassers geschah.

Im folgenden sei auf einige Punkte noch besonders hingewiesen, teils um einige bemerkenswerte Angaben des Buches allgemeiner zu verbreiten, teils um auf mögliche Verbesserungen hinzuweisen.

Da die Sternkarten unverändert geblieben sind, so müsste in der Überschrift gesagt sein, dass die Positionen etwa für 1855 gelten. Seitdem haben sich die Sterne um $\frac{1}{4}^\circ$ in Länge verschoben. Es ist dadurch mehrfach die Übereinstimmung der Karte mit dem Text, der für 1890 erneuert ist, verloren gegangen. Regulus hat z. B. nicht die ihm im Text zugeschriebene Rektascension von $150\frac{3}{4}^\circ$, sondern nur 150° . Die Sonne überschreitet die Ekliptik in der Karte am 21. März, nicht wie im Text steht am 20. März, eine Abweichung, die sich mit dem Ende des Jahrhunderts einstellt, und durch Wegfall des Schalttages im Jahr 1900 wieder ausgeglichen wird. Die Sterne in der Krone geben nicht ganz die richtige Gestalt, die Signaturen für die Grössen-

klasse in Karte III und IV sollten in Übereinstimmung gebracht werden. Die Sternkarten mit blauem Grunde ohne Namen und Linien könnten wohl fehlen, der Anblick eines solchen blauen Blattes ist von dem Eindruck des gestirnten Himmels so verschieden, dass das Auffinden der Sterne am Himmel dadurch nicht erleichtert wird. Wer die Sternbilder schon kennt, kann leicht bestätigen, dass er dieselben am Himmel leicht, in der blauen Karte nur mit grosser Mühe und unsicher findet.

Während alle Apparate durch gute perspectivische Figuren der Anschauung nahe gebracht sind, ist leider die Himmelskugel mit den wichtigsten Kreisen immer nur schematisch oder conventionell, d. h. so dargestellt, wie sie von keinem nahen oder fernen Augenpunkt aus erscheinen kann. Noch dazu ist durch Licht und Schatten der Schein erweckt, als sei das Bild etwa nach einer photographischen Aufnahme eines gläsernen Himmelsglobus hergestellt: Solche Figuren verhalten sich zu wirklichen, auf den Sehprocess Rücksicht nehmenden, Bildern etwa wie die Itinerarien der Römer oder Eisenbahnfahrpläne zu Landkarten. Es kommen zwar alle Kreise vor, die an der Sphäre sind, aber nur wenige haben zu einander die richtige Lage. Projiciert man einen Himmelsglobus schief auf die Ebene des Meridians, so treten die Parallelkreise im Bilde zum Teil aus dem Umfange des Meridians heraus, der Umfang der Kugel wird elliptisch. Will man das Letztere vermeiden, so muss man die Zeichenebene nicht in die Ebene des Meridians, sondern senkrecht zu den Projectionsstrahlen legen, aber auch dann dürfen die Bilder der Parallelkreise nicht so verzerrt werden, dass sie den Meridian nur in zwei Punkten berühren. Scheinbare Schnittpunkte können, wenn nötig, von wirklichen in der Zeichnung durch bestimmte Signaturen unterschieden werden, am körperlichen Modell werden sie durch Ortsveränderungen des Auges erkannt.

Der erste Satz des Buches lautet: Der Himmel erscheint uns als eine ungeheure Hohlkugel, von der wir nur die Hälfte übersehen. Wir befinden uns in dem Mittelpunkt. Die Voranstellung dieses Satzes ist bedenklich, sie kann leicht dazu führen, dass der Lesende den hier sich regenden Widerspruch aus Rücksicht auf fremde bessere Einsicht oder Auffassung glaubt unterdrücken zu müssen. Der Satz darf nicht als Dogma aufgestellt, sondern muss so abgeleitet werden, dass man die Grenze seiner Geltung erkennt. Der Himmel erscheint uns nicht als Halbkugel, sondern als flaches Gewölbe. Weil wir aber wahrnehmen, dass der Richtungsunterschied zwischen irgend zwei Sternen eines Sternbildes, nach Graden gemessen, constant ist, wenn auch die Gestalt des Sternbildes beim Übergange vom Zenith nach dem Horizont sich noch so sehr zu ändern scheint, so ist es mathematisch zweckmässig, die Sterne auf eine ungeheure Hohlkugel zu projicieren, und den Sternhimmel als eine kleine Hohlkugel nachzubilden, denn nur auf einer solchen Fläche gehören constante Entfernungen zu constanten Richtungsunterschieden.

Ähnlich zeigt sich ein zu schnelles Vorübercilen an einem wichtigen Gedanken, wenn das tropische Jahr nur definiert wird als Zeit zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt. Interesse für die Betrachtung gerade dieses Zeitraums kann doch erst erwartet werden, wenn man aus dem Wechsel der Jahreszeiten auf ihn hingeleitet wird.

Die Darstellung des Rückgangs der Tag- und Nachtgleichen-Punkte bleibt unklar. Der Frühlingspunkt sei veränderlich, die Ekliptik nicht. Sie werde aber vom Äquator im Frühlingspunkt geschnitten. Dies lasse sich nur durch die Annahme erklären, dass der Äquator allmählich seine Stellung ändere. Daraus folge weiter, dass die Weltaxe einen Kegel um den Pol der Ekliptik beschreibe. Diese Folgerung ist nur richtig, wenn man weiss, dass die Schiefe des Äquators gegen die Ekliptik constant bleibt, was also hervorgehoben werden musste. Wozu aber hier aus Hypothesen deducieren, wo man alles klar sehen kann? Der Pol ist am Himmel durch seine Lage gegen Fixsterne bestimmt, wenn man die Deklinationen zweier Sterne kennt; sein Weiterrücken ist also durch Vergleich alter und neuer Beobachtungen direkt zu erkennen. Der Satz: „Der Rückgang der Nachtgleichen heisst auch Präcession“ ist aus der früheren Auflage beibehalten, er müsste heissen: „Der Rückgang der Nachtgleichenpunkte lässt sich auch auffassen als Präcession der Nachtgleichen“. Zwischen Nachtgleichen und Nachtgleichenpunkten ist ein Unterschied wie zwischen Frühlung und Frühlingspunkt. Der in dieser Zeitschrift (VII 186) schon früher dargelegten Unterscheidung der fälschlich synonym gebrauchten Ausdrücke schliesst sich auch Haas an in seiner Schrift: Über einige Apparate zur Demonstration der Präcession. Wien. 1894.

Dies führt uns zu der Beanstandung einer anderen verbreiteten Ausdrucksweise. Eine Drehungsrichtung kann nicht durch zwei diametral entgegengesetzte Punkte eines Kreises, *A* und *B*, ausgedrückt werden, wie sollen die Drehungsrichtungen von *A* nach *B* und von *B* nach *A* unterschieden werden? Doch sagt man immer: Der Himmel dreht sich von links nach rechts, oder von Osten nach Westen. In einem Fall denkt man hinzu, dass es sich um ein Sternbild vor den

Augen des Beobachters, im andern, dass es sich um ein Sternbild im Süden handelt. Daher ist es besser, wie es sich im vorliegenden Buche findet, zwei Punkte des Kreises anzugeben, die nicht um einen Halbkreis auseinanderliegen, also zu sagen, die Rektascension wird gerechnet in der Richtung von Süden nach Osten. Geradezu das Entgegengesetzte des eigentlichen und naturgemässen Sinnes läge in dem Ausdruck: Die Venus bewegt sich von der Sonne nach Osten, das soll heissen gegen den Uhrzeiger, wenn man annimmt, dass die Sonne zur Zeit dieser Beobachtung selbst im Nordosten oder Norden stand.

Ein merkwürdiger Irrtum ist erhalten geblieben bei der Beschreibung der scheinbaren Planetenbahnen. Nachdem die Zeit zwischen zwei Übertritten von der Südseite nach der Nordseite der Ekliptik ohne weitere Begründung als siderische Umlaufszeit definiert ist, wird behauptet, die aufsteigenden Knoten, wo der Übertritt stattfindet, ständen zwar am Himmel nicht ganz fest, wanderten aber doch nur langsam, was durch eine Beziehung auf Jupiter oder Saturn hätte erläutert werden können. Statt dessen wird gerade der Merkur herbeigezogen, bei dem die Zeit von einem aufsteigenden Knoten zum nächsten gleich drei Monaten ist, er durchmesse also in drei Monaten den ganzen Himmel! Das ist grundfalsch, als Begleiter, man kann sagen Trabant, der Sonne durchmisst er den Himmel natürlich in einem Jahr. Statt einer Deduktion aus mangelhaft inducierten allgemeinen Sätzen wäre hier die direkte Anschauung der Bahnen am Himmel oder einer sie darstellenden Karte bei weitem vorzuziehen. Die Betrachtung einer solchen lehrt unmittelbar alle Eigentümlichkeiten der Planetenbahn kennen, und sie kann, wenn alljährlich erneuert, stets am Himmel auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Müller selbst empfahl in den früheren Auflagen derartige graphische Darstellungen des Planetenlaufs, die er selbst herausgegeben hatte. In wie weit die alljährlich dieser Zeitschrift beigegebene Karte für den Unterricht verwertet wird, darüber ist wenig bekannt geworden. Das vorliegende Buch scheint auf den Inhalt der Zeitschrift keine Rücksicht genommen zu haben.

In dem Vorwort zur dritten Auflage (1871) bedauerte Müller, dass deren Erscheinen sich durch verschiedene Umstände, besonders durch den deutsch-französischen Krieg, so verzögert hätte, dass die ausführliche Beschreibung des Marslaufes für die Jahre 1870/71 nun nicht mehr bevorstehende, sondern vorübergegangene Erscheinungen berichte. Der Bearbeiter hat daher schwerlich im Sinne des Verfassers gehandelt, wenn er nun fast zum 25 jährigen Jubiläum jenes Krieges wieder jenen Lauf des Mars abdruckt.

Eine empfehlenswerte Neuerung des Bearbeiters besteht in der Unterscheidung einer ersten und zweiten Quadratur in den kurzen Angaben über die bevorstehenden Planeten-Erscheinungen. Er rechnet dabei von der Konjunktion aus. Bei der ersten Quadratur ist der Planet in der zweiten Hälfte der Nacht sichtbar, bei der zweiten in der ersten Hälfte. Umgekehrt ist es beim Monde, der zur Zeit des ersten Viertels (d. h. Geviertscheins oder Quadratur) in der ersten Hälfte der Nacht scheint. Hervorgehoben sei auch die merkwürdige Erscheinung, dass Venus im Februar 1894 einige Tage hindurch sowohl Abend- als auch Morgenstern gewesen ist.

Nach den jetzigen Ergebnissen der Photometrie ist Sirius so hell wie 3000 Sterne sechster Grösse. Ein Fernrohr mit 60facher Vergrösserung, das alle vom Objektiv aufgefangenen Strahlen in die Pupille schickte, würde also, wenn man die Lichtverluste durch Reflexionen vernachlässigt, einen Stern sechster Grösse so hell wie den Sirius zeigen.

Für das Sehen der Fix-Sterne am Tage empfiehlt Peters sehr starke Vergrösserungen, bei mässigem Objektiv, anzuwenden. Ob die Angabe des Aristoteles, man könne aus tiefen Schächten Sterne im Zenith am Tage sehen, richtig sei, wird von Peters aus theoretischen Gründen bezweifelt, da doch die Helligkeit im Zenith durch das Rohr nicht verringert werde. Es wäre aber doch möglich, dass die Ablendung der benachbarten Teile des Himmels günstig wirkt, die sich zwar zunächst nicht an dem gelben Fleck der Netzhaut abbilden, aber doch sekundäres Reflexlicht dorthin senden. So sind Zeichnungen auf einer Wandtafel, die zwischen zwei Fenstern hängt, am Tage aus der Mitte des Zimmers schwer erkennbar, werden aber deutlich, wenn man die beiden Handflächen als Schirme gegen das Licht der Fenster für das beobachtende Auge verwendet. Wenn Humboldt in den Bergwerken der Tropen und Sibiriens niemand fand, der ihm jenen Satz bestätigen konnte, so mag das daran liegen, dass man nicht erwarten kann, an jedem Ort und zu jeder Zeit durch einen Schacht oder Schornstein Sterne zu sehen. In Berlin gehen nur Sterne dritter Grösse durch das Zenith, hier müsste man sie also wohl mindestens mit einem Feldstecher ausgerüstet erwarten, wenn die Sternzeit gleich der Rektascension wird. Dagegen könnte man Capella in Lyon, Deneb in Bordeaux, Wega in Lissabon, Arkur in der Stadt Mexiko zur passenden Zeit vielleicht mit günstigen Erfolge aufsuchen.

Beibehalten ist eine unrichtige Ableitung des Wertes der Abplattung, die angeblich in naher Übereinstimmung mit der Wirklichkeit $\frac{1}{292}$ ergeben soll, aber gerade halb so viel ergibt. Im kugelförmigen Erdkörper werden zwei Schachte angenommen, die vom Nordpol und Äquator zum Mittelpunkt gehen, wo sie mit einander communicieren. Sind sie mit Wasser gefüllt so besteht Gleichgewicht zwischen dem Druck dieser Wassermassen, wenn die Erde nicht rotiert. Rotiert sie aber, so wird durch die Centrifugalkraft der Druck der Wassermasse in der Äquatorialröhre um $\frac{1}{292}$ vermindert, also müsste die Polarröhre um $\frac{1}{292}$ weniger hoch mit Wasser gefüllt sein. Das wäre aber nur richtig, wenn die Kraft, mit der die einzelnen Wasserteilchen nach unten gezogen werden, längs jeder Röhre constant wäre. Diese Kraft ist aber, wie auch angegeben, längs jeder Röhre proportional der Entfernung vom Mittelpunkt der Erde, also ist für die Bestimmung des Gesamtgewichts jeder Röhre dasjenige Gewicht der Wasserteilchen maassgebend, welches ihnen in der Mitte des Radius zukommt. Die Äquatorialröhre müsste deshalb, um Gleichgewicht herzustellen, von der Erdoberfläche aus, bis zur Tiefe $\frac{1}{292}$ des Erdradius, mit einer Flüssigkeit gefüllt sein, die nur halb so schwer wie Wasser ist, während die Polarröhre bis zur Tiefe $\frac{1}{292}$ des Erdradius leer sein müsste. Nimmt man dagegen zur Füllung beider Röhren ausnahmslos gewöhnliches Wasser, so würde von diesem schon eine Drucksäule von der Länge $\frac{1}{564}$ des Radius genügen, um den durch die Centrifugalkraft verloren gegangenen Druck zu ersetzen. Es ergäbe sich also die Abplattung $= \frac{1}{564}$. Dass diese Abplattung nicht mit der beobachteten übereinstimmt, ist erklärlich, weil auf die Zunahme der Dichtigkeit nach dem Mittelpunkt der Erde keine Rücksicht genommen ist.

Die frühere Erklärung des Foucault'schen Pendels, bei der die Erdoberfläche durch einen längs des Parallelkreises sie berührenden Kegel ersetzt wurde, ist aufgegeben zu Gunsten derjenigen Methode, welche eine Zerlegung der augenblicklichen Erdrotation in 2 Componenten, um die Vertikale und um die Mittagslinie des Beobachtungsortes, benutzt. Jene ältere Darstellung wird dagegen in dem meteorologischen Teil benutzt, um den Satz zu beweisen, dass auf der rotierenden Erde jede horizontale Bewegung abgelenkt wird, und zwar auf der nördlichen Halbkugel im Sinne des Uhrzeigers und um einen Betrag, der proportional dem Sinus der geographischen Breite ist. In der vorigen Auflage war noch, nach Halley und Dove, die Ablenkung auf Bewegungen, insoweit sie parallel dem Meridian erfolgen, beschränkt, ein Irrtum, dem noch viele huldigen, die den angeblichen Seitendruck auf der Eisenbahn Hamburg-Harburg oder die Biegungen der von Norden nach Süden fließenden Ströme dem populären Verständnis darlegen. Aber die Peters'sche Erklärung ist ein neuer Irrtum, die Ablenkung eines Steines, der auf glatter Erdoberfläche die sogenannte Trägheitsbahn beschreibt, ist nicht gleich der Ablenkung der Schwingungsebene des Foucault'schen Pendels, sondern sie ist doppelt so gross. —

Bei der Erklärung der Zeitgleichung wird angegeben, dass die Astronomen eine fingierte Sonne gleichmässig in Rectascension fortschreiten lassen, und zwar so, dass sie mit der wahren Sonne an dem Tage zusammentreffe, wo sich die Rectascension der letzteren am schnellsten ändert. Diese Bestimmung erscheint sehr willkürlich und ist auch nicht richtig. Die Rectascension der Sonne ändert sich am schnellsten am 22. Dezember, der deshalb der grösste wahre Sonnentag ist, die Zeitgleichung ist dagegen $= 0$ am 24. Dezember. Thatsächlich wird der Lauf der fingierten Sonne oder der Stand einer Uhr für mittlere Sonnenzeit in folgender Weise festgestellt. Man bestimmt nach einer Uhr, deren Gang nach mittlerer Sonnenzeit geregelt wird, deren Stand aber willkürlich ist, also etwa nach einer Uhr für Mittel-Europäische Zeit, täglich den Augenblick, wo die Sonne culminiert. Man findet dann in Berlin, dass dies immer in der Nähe von 12^h geschieht, höchstens 20^m später und höchstens 10^m früher, im Mittel aller während des Jahres gemachten Bestimmungen aber zur Zeit 12^h 6^m. Hierdurch wird man veranlasst, jene Uhr um 6^m zurückzustellen, alle früheren Angaben also um 6^m zu verringern, und man findet nun, dass am 24. Dezember die wahre Sonne genau um 12^h der neuen Uhr, welche mittlere Ortszeit liefert, culminiert.

M. Koppe.

Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität. Mit einem einleitenden Abschnitte über das Rechnen mit Vektorgrössen in der Physik. Von Dr. A. Föppl, Professor an der Universität Leipzig. Mit Figuren im Text. Leipzig, B. G. Teubner, 1894. M. 10.—.

Seit den Hertz'schen Versuchen hat man sich mit ungewöhnlicher Schnelligkeit der Fernwirkungslehre ab- und der Maxwellschen Theorie zugewandt. Es entstand allgemein das Verlangen, sich in diese neue Anschauung rasch hineinzuarbeiten. Für den Gelehrten wird dies Bedürfnis durch die trefflichen Vorlesungen Boltzmanns befriedigt. Vorliegendes Buch wendet sich an einen etwas weiteren Leserkreis, Studierende der ersten Semester und Elektrotechniker, und will

die Maxwellsche Theorie in allgemein verständlicher Form dabei aber doch wissenschaftlich streng darstellen. Der Verfasser geht, soweit das irgend möglich, von den Erfahrungsthatfachen aus und giebt eine möglichst unmittelbare und deutliche Vorstellung von den Begriffen und Auffassungen der Maxwellschen Theorie. Bei den Ableitungen der Grundgesetze bildet das Energieprinzip nicht den Anfangs- sondern den Endpunkt. An mathematischen Kenntnissen wird die sichere Beherrschung der Anfangsgründe der höheren Mathematik vorausgesetzt. In dem ersten Abschnitt sind die Bezeichnungen und Verfahren der Vektorenrechnung sehr einfach und verständlich erörtert. Dem Leser ist dringend zu empfehlen, sich diesen Abschnitt recht gründlich anzueignen, damit er später nicht durch formale Schwierigkeiten, welche dem Wesen der Sache fremd sind, gestört wird. Durch die damit verbundene geringe Arbeit erlernt er die mathematische Zeichensprache, welcher in der theoretischen Physik die Zukunft gehört. Das Buch ist ein deutlicher Beweis, wie ungemein die Behandlung der Elektrizitätslehre durch Einführung der Vektoren an Klarheit und Durchsichtigkeit gewinnt. Föppl hat sich bei der Darstellung des Rechnens mit Vektoren und auch sonst in vielen Punkten an O. Heaviside, den hervorragendsten Nachfolger Maxwells nach der speculativ-kritischen Seite, angeschlossen; sein Buch gewinnt dadurch auch für den Physiker von Fach bedeutend an Wert.

Das Buch ist kein Hand- sondern ein Lehrbuch, welches sich recht gut für die erste Einführung in die Maxwellsche Theorie eignet. Die frühere Beschäftigung des Verfassers mit den technischen Wissenschaften äussert sich vorteilhaft in der durchsichtigen Klarheit und Deutlichkeit der Darstellung.

Hahn-Machenheimer.

Theorie des Fernrohrs auf Grund der Beugung des Lichts. Von Karl Strehl, Lehrer am Kgl. Gymnasium zu Landau, Pfalz. I. Teil. Mit einer Tafel. Leipzig, J. A. Barth (A. Meiner), 1894. VIII u. 136 S. M. 4.—.

Das Buch liefert eine Theorie des Fernrohrs auf der gleichen Grundlage, auf der Abbe seine Theorie des Mikroskopes aufgebaut hat, und ist von der grössten Wichtigkeit für die Konstruktion der Fernrohre und noch mehr für die Deutung der Beobachtungen. Der Verfasser hat die wenigen vorhandenen Vorarbeiten mit Geschick benutzt und durch eine stattliche Reihe wertvoller und neuer Entwicklungen erheblich weitergeführt. Die Arbeit ist ein hervorragender Beitrag zur Theorie der optischen Instrumente und findet hoffentlich eine grössere Berücksichtigung, als die verwandten Arbeiten von Abbe bis jetzt leider gefunden haben.

Hahn-Machenheimer.

Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Zugleich Einführung in das Studium der Chemie. Von Dr. Ernst von Meyer, o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule Dresden. 2. verbesserte und vermehrte Auflage. Leipzig, Veit & Comp., 1895. XIII u. 522 S. M. 10.—.

Seit Hermann Kopp's „Geschichte der Chemie“ erschienen ist, sind etwa fünfzig Jahre verflossen. Das für alle Zeit klassische Werk hat seither in Deutschland zwar viele Ergänzungen im einzelnen gefunden, aber das gesamte Gebiet zu behandeln, hat erst Ernst von Meyer wieder unternommen, dessen Buch zuerst 1889 erschien. Als Aufgabe war demselben vorgezeichnet, „im engen Rahmen die Entwicklung des chemischen Wissens, insbesondere der daraus abgeleiteten allgemeinen Lehren der Chemie, von ihren Anfängen bis auf den heutigen Tag darzulegen“, eine Aufgabe, die um so wichtiger war, als das Kopp'sche Werk längst vergriffen ist, und um so schwieriger, als bis dahin die Chemie der letzten Jahrzehnte noch keinen Geschichtsschreiber gefunden hatte. Dass aber der Verfasser ein wirkliches Bedürfnis nicht nur richtig erkannt, sondern auch in ausgezeichnete Weise befriedigt hat, beweist die Thatsache, dass sein Buch schon nach sechs Jahren neu aufgelegt werden musste, und dass es auch in englischer Übersetzung eine beträchtliche Verbreitung gefunden hat.

Da die erste Auflage in dieser Zeitschrift nicht besprochen worden ist, so dürften einige Angaben nicht überflüssig sein. Der Stoff ist, ähnlich wie bei Kopp, nach Zeitaltern eingeteilt. Unter diesen sind die früheren (älteste Zeit, Alchemie, iatrochemisches und phlogistisches Zeitalter) bei weitem kürzer behandelt als „die neuere Zeit von Lavoisier bis auf unsere Tage“, auf welche fast vier Fünftel des Buches entfallen. Für jedes Zeitalter wird zuerst eine allgemeine Darstellung seiner Theorien und Forschungsrichtungen gegeben. Dann werden die einzelnen Zweige der Wissenschaft im besonderen behandelt; als solche werden, um nur auf das letzte und wichtigste Zeitalter einzugehen unterschieden: analytische, unorganische, organische, physikalische, mineralogische Chemie, ferner Agrikultur — und physiologische Chemie, technische Chemie und chemischer Unterricht. Diesem ebenso umfassenden als gründlichen Inhalte sachlicher Art entsprechen ferner fesselnd geschriebene Analysen des Wirkens der bahnbrechenden Forscher wie Lavoisier, Dalton,

Berzelius, Liebig u. s. w., sowie kurze Angaben über Leben und Thätigkeit aller wichtigeren Chemiker, darunter auch der lebenden. Für die zweite Auflage sind überdies die wissenschaftlichen Ergebnisse der letzten sechs Jahre hinzugefügt und zur Umarbeitung des Früheren die Aufschlüsse verwertet worden, welche inzwischen die historischen Studien Berthelot's sowie die Veröffentlichung der Briefe und Aufzeichnungen von Priestley, Scheele, Liebig und Wöhler geliefert haben. — Referent, welcher das Buch seit dem Erscheinen der ersten Auflage vielfach benutzt und in allen seinen Angaben als zuverlässig befunden hat, möchte schliesslich noch darauf hinweisen, dass man auch mit Hilfe des gut gearbeiteten Registers sich schnell und sicher über die Entwicklung unserer Kenntnisse von den verschiedenen Verbindungsarten als Alkohole, Carbonsäuren u. s. w., sowie von einzelnen Stoffen als Magnesium, Anilin u. s. w. unterrichten kann. In dieser Hinsicht bietet das Werk eine treffliche Ergänzung zu einem jeden Lehrbuche, während es im allgemeinen als ein ausgezeichneter Führer durch die ja auch pädagogisch so wertvolle Geschichte der Chemie bezeichnet werden muss.

J. Schiff.

Grundriss der Elektrochemie. Von Dr. Hans Jahn. Wien, Alfred Hölder, 1895. X u. 311 S.

Die Elektrochemie hat durch die Arrhenius'sche Theorie der elektrolytischen Dissociation eine so fruchtbare Anregung erhalten, dass sie sich in kurzer Zeit zu einer besonderen ausge dehnten Wissenschaft entwickelt hat. Der Verfasser stellt die Haupterigenschaften dieser Wissenschaft, an deren Ausbau er selbst mit einer Reihe von Arbeiten beteiligt ist, dar. Er zeigt namentlich, wie die Arrhenius'sche Theorie Schritt für Schritt zu neuen Einsichten geführt hat: „Die physikalische Chemie hat kaum jemals eine Theorie besessen, die über die heterogensten Gebiete so viel Licht verbreitet hätte.“ Im einzelnen sei namentlich an die Beziehung zwischen Gefrierpunktniedrigung und Leitvermögen, an die Diffusionstheorie von Nernst, an die Theorie der Konzentrationsströme und an die Erklärung der Potentialdifferenzen in galvanischen Elementen erinnert. Der Stoff ist in fünf Hauptabschnitte geordnet: I. Die Grundgesetze der Elektrochemie; II. Die Theorie der elektrolytischen Dissociation und einige ihrer wichtigsten Folgerungen; III. Die Wandlungen der Energie bei elektrochemischen Vorgängen; IV. Die galvanische Polarisation; V. Zersetzung der wichtigsten chemischen Verbindungen durch den Strom und einige Anwendungen der Elektrolyse.

Das Buch ist in erster Reihe für die Chemiker bestimmt, denen der Verfasser wegen ihrer Abneigung gegen mathematische Formeln scharf ins Gewissen redet; es sei ein fruchtloses Bemühen, in seitenlangen Auseinandersetzungen halb klar machen zu wollen, was eine Gleichung dem Eingeweihten in einer Zeile sagt. Aber nicht nur dem Chemiker ist das Werk zu empfehlen, sondern jedem, der an der Hand eines kundigen Führers tiefer in dieses interessanteste Gebiet der heutigen Forschung eindringen will.

P.

Grundzüge der wissenschaftlichen Elektrochemie auf experimenteller Basis. Von Dr. Robert Lüpke. Mit 46 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, Julius Springer, 1895. IV und 150 S. M. 3,—.

Von den drei Abschnitten dieser vorwiegend die experimentelle Seite des Gegenstandes behandelnden Schrift sind der erste, über die neuere Theorie der Elektrolyse, und der zweite, über die van't Hoff'sche Theorie der Lösungen, bereits in dieser Zeitschrift (*VIII* 10—22, 78—90, 133—155) veröffentlicht. Der dritte und ausführlichste Abschnitt (der wegen seiner Ausdehnung nicht in dieser Zeitschrift Aufnahme finden konnte) behandelt die osmotische Theorie des Stromes der Voltaschen Ketten und die daraus sich ergebenden Folgerungen, für deren Bestätigung der Verfasser einfache, von ihm erprobte und zur Demonstration geeignete Versuchsanordnungen mitteilt.

P.

Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der Mittelschulen. Von Dr. Alois Handl, Professor an der Universität in Czernowitz. Mit 189 in den Text gedruckten Abbildungen. 5. umgearbeitete Auflage. Ausgabe für Gymnasien. Wien, Alfred Hölder, 1894. XI und 266 S. fl 1,20, geb. fl 1,40.

Was über die vierte Auflage dieses Lehrbuchs in d. Zeitschr. *II* 99 gesagt wurde, gilt im wesentlichen auch von der vorliegenden, die durch Ausscheidungen und Kürzungen an Umfang erheblich gegen die vorige zurücksteht. Wir stehen nicht an, dies als einen Vorzug des Lehrbuches zu bezeichnen. Der Name Robert Mayer fehlt noch immer neben Joule. Die Potentiallehre ist im einzelnen mehrfach verändert, hat indessen im Ganzen doch ihren Charakter bewahrt; die in den letzten Jahren in d. Zeitschr. und sonst erschienenen Beiträge zur Methodik dieses Gegenstandes haben auf die Darstellung keinen sichtlichen Einfluss geübt. Bemerkenswert durch Einfachheit und Schärfe sind mehrere elementarmathematische Entwicklungen. *P.*

Aufgaben aus der Physik und Chemie. Ein Wiederholungs- und Übungsbuch. Zum Gebrauche für Lehrer und Schüler der oberen Klassen von Bürgerschulen, höheren Töchter Schulen und anderen höheren Lehranstalten in zwei Kursen bearbeitet von A. Sattler, Schulinspektor. Mit 160 eingedruckten Holzschnitten. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn 1895. VIII und 200 S. M. 1.60.

„Der Verfasser hat sich bemüht,“ wie es im Vorworte heisst, „die vorliegenden Aufgaben streng an den Gang seines Leitfadens der Physik und Chemie anzuschliessen, den dieselben gewissermaassen ergänzen und erweitern.“ Deshalb kann zunächst an die in dieser Zeitschrift (VII 105) veröffentlichte Besprechung jenes Leitfadens erinnert werden, da mehrere der dort gemachten Bemerkungen auch für die vorliegende Aufgabensammlung zutreffen, u. a. die, dass in Anbetracht der Verschiedenheit der Vorstellungswelt bei Zöglingen so verschiedener Schulkategorien wie die im Titel des Buches genannten der Verfasser sich eine unlösbare Aufgabe gestellt hat. Von einer Aufgabensammlung gilt dies sicher in erhöhtem Maasse! Die vorliegende ist sehr reichhaltig und enthält neben vielen einfachen Wiederholungsfragen auch Übungsaufgaben arithmetischer oder geometrisch-constructiver Art, von denen die mit einem Stern bezeichneten, sowie die des chemischen Theiles ausschliesslich der zweiten Lehrstufe angehören. Ein grosser Teil dieser Fragen und Aufgaben findet sich bereits in anderen Büchern, so z. B. gleich aus § 1 die Fragen 3, 6, 7, 8, sowie aus § 2 die von 4 bis 7, 21 bis 26, 43 bis 48 u. a., die aus dem „Übungsstoff“ der Physikbücher Dr. Sumpfs wohl allen Lehrern, die nach einem dieser Bücher unterrichteten, schon längst bekannt sind. In manchen Abschnitten trifft man oft auf einer Seite 10 und mehr Fragen, die wörtlich oder mit geringen Abänderungen mit denen der betreffenden Abschnitte der Sumpfschen Bücher (auch in der Reihenfolge) übereinstimmen (man vergl. z. B. S. 10, 15, 74, 75, 78, 96, 106, 117, 139). Andere Aufgaben sind aus der vor mehr als 20 Jahren erschienenen „Sammlung physikalischer Aufgaben von O. Burbach,“ aus Reis „Lehrbuch der Physik,“ aus Langhoffs „Chemie für Mittelschulen“ und aus Bardeys arithmetischer Aufgabensammlung bekannt. (In betreff der letzteren vergl. man z. B. die Aufgaben über spec. Gewicht auf S. 51, die sich bei Bardey als Gleichungen der III. Stufe finden. Da es der Verfasser unterlassen hat, seine Quellen zu nennen oder wenigstens eine Aufklärung über diesen eigentümlichen Zusammenhang zu geben, so bleibt es Jedem überlassen, sich selbst ein Urtheil darüber zu bilden. Erwähnt sei nur noch, dass die Sammlung von didaktischen Mängeln nicht frei ist und dass ausserdem viele Fragen für die Zwecke des physikalisch-chemischen Unterrichts ganz belanglos sind; das Buch bedarf deshalb, wenn es beim Unterricht benutzt werden sollte, noch einer gründlichen Prüfung und Sichtung. A. Pabst, Cöthen.

Lehrbuch der anorganischen Chemie für die Oberstufe der Realschulen. Methodisch bearbeitet von Max Rosenfeld, Prof. an der k. k. Staats-Oberrealschule in Teschen. Wien, A. Pichlers Ww., 1894. 128 S.

Das vorliegende Lehrbuch hat sich die Aufgabe gestellt, den Lehrstoff, der in des Verfassers „Leitfaden für den ersten Unterricht in der anorganischen Chemie“ (diese Ztschr. VI 210) niedergelegt ist, zu erweitern und zu vertiefen. Er setzt daher die Kenntnis dieses Leitfadens voraus; indessen sind in einer längeren Einleitung (27 S.) die wichtigsten Thatsachen der früheren Stufe, die Arten der chemischen Processe, das Gewichtsgesetz, die Sätze der Atomtheorie u. a. zusammengestellt, so dass in vielen Fällen auf den ersten Teil nicht direkt zurückgegriffen zu werden braucht. Auch sind am Schluss der Einleitung noch 81 Aufgaben hinzugefügt, durch welche der Gang der ersten Unterrichtsstunden ersichtlich gemacht werden soll. Die auf die Einleitung folgende „spezielle Chemie“ gliedert sich in 12 Kapitel: „die atmosphärische Luft,“ (welche eine sehr eingehende Behandlung auf historischer Grundlage erfährt), „Oxyde, Stickstoffverbindungen, Sulfide und Sulfate, Haloidverbindungen, Kohlenstoff und dessen Verbindungen, Phosphor und phosphorsaure Salze, Borverbindungen, Silikate, Verbindungen von Metallen, deren Oxyde sowohl Basen als auch Säuren bilden können, Darstellung der Metalle, Beziehungen der Atomgewichte zu den Eigenschaften der Elemente.“ Diese Anordnung des Stoffes, welche erkennen lässt, dass der Verfasser hier ebenso wie im erwähnten ersten Teil eigene Wege verfolgt, hat den Vorzug, dass einerseits eine Übersicht des Ganzen nach wichtigen Gesichtspunkten erzielt wird, andererseits die Mineralien in natürlichen Gruppen sich anschliessen. Höchstens wäre zu wünschen, dass die Mineralien nicht nur angehängt, sondern auch in den Gang der chemischen Ausführungen mit verflochten wären. Die Kennzeichen der Behandlung des Stoffes im einzelnen sind Einfachheit und wissenschaftliche Klarheit. — Die illustrative Seite des Buches ist im Gegensatz zum ersten Teil nur spärlich bedacht; es ist von Figuren zu den Versuchen abgesehen, die wenigen Zeichnungen gehören meist der Metallurgie an. Die Angaben über den

kritischen Druck der Gase sind zuweilen nicht genau; der kritische Druck von Stickstoff z. B. beträgt nicht 50. sondern 35 Atmosphären, und der flüssige Stickstoff siedet nicht bei -139° (S. 32), sondern bei -194° . Bei der Gewinnung des Aluminiums war für die „Darstellung im Grossen“ (S. 117) die Elektrolyse in den Vordergrund zu stellen. Ein Register fehlt. Im übrigen ist der vorliegende zweite Teil gleich dem ersten durchaus der Beachtung zu empfehlen. O. Ohmann.

Methodisch-systematisches Lehrbuch für den chemisch-mineralogischen Unterricht auf Realschulen (höh. Bürgerschulen) von Dr. W. H. Schultze. Mit 62 Abbildungen. Hannover, O. Goedel, 1894. 114 S. M. 1,20.

Der vorliegende Leitfaden zerfällt gewissermaassen in einen methodischen Teil, der von den 11 Kapiteln die ersten 6 umfasst, und einen systematischen Teil. Der methodische Teil nimmt — nachdem in Kapitel 1 eine Art Einleitung „Körper und Kräfte“ gegeben ist — 5 „Ausgangspunkte“: Süsswasser, Salzwasser, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlensäure. Diese Körper werden einzeln auf ihre chemische Natur untersucht, wobei sich der Verfasser im ganzen an F. Wilbrands Ausführungen anlehnt. Der verwandte Stoff wird daran zweckmässig angeschlossen unter der allerdings unzutreffenden Rubrik „b) Eigenschaften“; Kapitel 6 wird z. B. so geordnet: a) Ausgangspunkt: Kohlensäure, b) Eigenschaften: Kohlenstoff, Kohlenzweioxyd (statt Kohlendioxyd), Kohlenoxydgas, Kiesel, Quarz. Im zweiten, im Buch jedoch nicht für sich abgetheilten Teil, werden in Kapitel 7 die „allgemeinen Eigenschaften der Minerale“, in den übrigen die Leichtmetalle, die Schwermetalle, Molekel und Atom, schliesslich die Stöchiometrie behandelt.

Das erste Kapitel hat noch manches von dem Charakter der Einleitungen, wie sie früher allgemein üblich waren, — in denen dem Schüler Begriffe zur Auffassung zugemutet wurden, die besser ans Ende als an den Anfang zu stellen sind —, hat aber den Vorzug der Kürze ($1\frac{1}{2}$ S.). Glücklicher verfährt der Verfasser im allgemeinen in dem Hauptteil, den Untersuchungen. Doch muss Ref. bezweifeln, ob es zweckmässig ist, gleich am Anfang die elektrolytischen Vorgänge, die ihrem ganzen Wesen und der Versuchsberichterstattung nach nicht so leicht zu durchschauen sind, so stark heranzuziehen, wie es in den beiden ersten Kapiteln, Süsswasser und Salzwasser, geschehen ist. Die einzelnen Versuche, von denen übrigens die Art und Weise der praktischen Anstellung nicht näher angegeben ist, sind nicht als solche herausgehoben, sondern in den Gang der Darstellung verflochten, und nur das Wort „Ausführung“ am Rande besagt, wann ein Versuch anzustellen ist. Der Übergang von einem Gegenstand zum folgenden wird vielfach durch „Fragen“ vermittelt. Dies gewährt, zumal für den Gang des Unterrichts selbst, gewisse Vorteile, hat aber den Nachteil, dass die weniger befähigten Schüler, die entweder in der nicht immer einfachen Fragestellung oder in der Sache selbst Schwierigkeiten finden, bei häuslichen Repetitionen nur schwer oder gar nicht in den Stoff eindringen können.

Die Verknüpfung der Mineralogie mit der Chemie ist nur lose; erst ziemlich spät treten einige Mineralien auf. Im oben bezeichneten Kap. 7 werden hauptsächlich die Krystallsysteme behandelt; hierbei beschränkt sich der Verfasser mit Recht auf die wichtigsten Formen und verzichtet auf die Naumannsche Bezeichnungsweise.

Von Einzelheiten seien bemerkt: Der Satz (S. 14): „So z. B. zeigt Quecksilber auch bei sehr starker Erhitzung keine Veränderung. Erst wenn dieselbe längere Zeit dauert, überzieht es sich u. s. w.“ ist dahin richtig zu stellen, dass Hg selbst bei lange dauernder sehr starker Erhitzung keine Oxydbildung aufweist, sondern nur wenn es bei verhältnismässig niedriger Temperatur erhitzt wird. Bei der sogenannten „Elektrolyse des Wassers“ (S. 7), ist wenigstens darauf hinzuweisen, dass das Wasser angesäuert sein muss, wenn auch verschwiegen werden mag, dass reines Wasser kein Elektrolyt ist. Verwirrend für die Folge dürfte es wirken, wenn bei der ersten Anwendung von Lackmus dieser als roter Farbstoff eingeführt wird, denn S. 20 heisst es vom NaHO „Einen roten Farbstoff: Lackmus, aus der Färber- oder Lackmusflechte . . . gewonnen, färbt diese Verbindung blau.“ Die Salzsäure löst nicht „in verdünntem Zustande viele Metalle“ (S. 31). Der Schwefelsäurerest SO₄ darf nicht als „Schwefelsäureradikal“ (S. 39) bezeichnet werden. Anstatt beim Kochsalz zu sagen: „In warmem Wasser löst es sich (wie alle Salze) etwas mehr als in kaltem“ (S. 72), wäre es zweckmässiger gewesen, gerade auf die technisch wichtige Ausnahme hinzuweisen, die das Kochsalz in dieser Beziehung macht. Ein Register fehlt. — Das Buch sei besonders den an Realschulen unterrichtenden Fachgenossen zur Beachtung empfohlen. O. Ohmann.

Grundzüge der Chemie. Eine Chemie des täglichen Lebens und systematische Darstellung des Wichtigsten aus der allgemeinen, anorganischen, organischen und technischen Chemie von A. Sprockhoff, K. Seminarlehrer in Berlin. Hannover, Carl Meyer 1893. 416 S. M. 4,—.

Wenn für ein Buch, welches pädagogischen Zwecken dienen will, die Fülle und Mannigfaltigkeit des zusammengetragenen Materials maassgebend wären, so müsste man dem vorliegenden nur das günstigste Urteil ausstellen. Das Bestreben, in der ersten Abteilung die wichtigsten chemischen Vorgänge des täglichen Lebens zu behandeln und an diese den übrigen chemischen Lehrstoff anzuschliessen, ist an sich anerkennenswert, aber die Ausführung leidet an vielen Unklarheiten und Mängeln, trotzdem die Grundzüge „auf Wissenschaftlichkeit Anspruch machen.“ S. 28 heisst es z. B. über Kieselguhr „Es ist dies das Kreidepulver, welches in der Regel die Feuersteine umgiebt.“ . . S. 302 heisst es vom phosphorsauren Kalk „Er dient zur Gewinnung des Phosphors wie der Phosphorsäure, welche fast ausschliesslich aus den Knochen dargestellt werden, und da er nicht schmilzt, so wird er in der Form von Knochenmehl zur Fabrikation des Milchglases benutzt“ — gleichzeitig eine Stylprobe. Das wasserfreie Calciumsulfat wird (S. 301) „Anhydrid“ statt Anhydrit genannt. Nach S. 346 ist die organische Chemie die Chemie „derjenigen Atomverkettungen, welche durch die Lebenskraft erzeugt werden.“ . . Nach S. 18 bildet der Stickstoff „einen Bestandteil aller organischen Körper.“ . . S. 119 wird vom Phosphorwasserstoffgas angegeben, es „besteht aus 1 Teil (?) Phosphor und 3 Teilen Wasserstoff, hat also das Zeichen PH_3 . An der Luft entzündet es sich von selbst;“ während Selbstentzündung bekanntlich nur stattfindet, wenn der andere Phosphorwasserstoff H_2P_2 beigemischt ist. S. 395 heisst destilliertes Wasser „aqua destillatica.“ S. 20 steht „Ammoniakhaltiges Wasser wird gewöhnlich Salmiakgeist genannt, und ist statt des Wassers Spiritus verwandt worden, so hat man Salmiakspiritus!“

Das Buch ist „für Lehrer bestimmt und solche die es werden wollen.“ Wer sich aber von dieser Seite aus besonderer Neigung mit dem einen oder anderen der behandelten Gebiete wissenschaftlich beschäftigen will, der wird gut thun, an die Quellen zu gehen, die der Verfasser benutzt hat, und die einfacheren wissenschaftlichen Handbücher selbst zu studieren. — Die im gleichen Verlage von demselben Verfasser erschienenen „Einzelbilder aus der Chemie“ 64 S. M. 0,40; sowie „Schulchemie“ 1893. 208 S. M. 1,60, stellen Auszüge des obengenannten Buches dar, besonders der ersten Abteilung desselben. Obgleich die meisten der oben citierten Mängel auch in ihnen wiederkehren, so machen sie doch im ganzen einen günstigeren Eindruck. O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Über einige Apparate zur Demonstration der Praecession und ihrer Folgen sowie über einige mit der Praecession im Zusammenhange stehende historische Thatsachen. Von Dr. Karl Haas. Mit 2 Illustrationen im Text und 2 Sternkarten. Programm des k. k. Staatsgymnasiums im VI Bezirke. Wien 1894. 30 Seiten.

Die gewöhnlichen Himmelsgloben sind nicht Schätze für die Ewigkeit, sie stellen nur für wenige Jahrzehnte die tägliche Rotation mit der von ihnen zu erwartenden Genauigkeit dar, denn wenn auch die gegenseitige Lage der Fix-Sterne am Himmel fast unverändert bleibt, so stützt sich doch das hohle Himmelsgewölbe allnählich in immer anderen Punkten auf die zum Beobachtungshorizont feste Weltaxe, vor 4000 Jahren war der Stützpunkt ein Punkt des Drachen, jetzt ein Punkt im kleinen Bären, später werden Sterne im Cepheus, im Schwan, endlich in 12000 Jahren ein Punkt nahe bei Wega in der Leyer, 47° von dem jetzigen Polarstern entfernt, den Pol bilden. Die tägliche Bewegung des Himmels kann daher nur für eine kurze Spanne Zeit mit einer Rotation verwechselt werden, thatsächlich rollt sich ein am Fixsternhimmel zu denkender Kreis oder Reifen, der den Pol der Ekliptik in $23\frac{1}{2}^\circ$ Abstand umgiebt, auf einer sehr kleinen Kreisscheibe ab, die auf das Ende der den Himmel von der Erde aus stützenden Weltaxe aufgesteckt ist, und die beständig jenen Reifen auf seiner concaven Seite berührt. Die scheinbare Rotationsaxe geht von der Erde nach dem Berührungspunkt der beiden Kreise, und dieser gleitet täglich um den Umfang des kleinen Kreises auf dem grossen fort, nach 26000 Jahren oder 26000 . 366 Tagen, d. h. etwa 9 Million Umdrehungen durchläuft er ihn vollständig, so viel mal ist auch der sphärische Durchmesser des kleinen Kreises in dem des grossen enthalten.

Es sind uns astronomische Erscheinungen aus dem Altertum theils überliefert, wie die poetischen Aufgänge der Gestirne, theils werden solche mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit aus der Lage und Richtung von Bauwerken, wie der Pyramiden, erschlossen. Um diese für die Chronologie zu verwerten, haben schon Biot, Schlegel, Lockyer dem Globus eine Einrichtung zu geben versucht, die ihn auch für jene Zeiten brauchbar macht. Am vollkommensten hat dies der Verfasser durch eine cardanische Aufhängung erreicht, welche gestattet, jeden Punkt des Globus zum Pol der täglichen Drehung zu machen. Der in dieser Zeitschrift V 237 schon be-

schriebene Globus ist jetzt noch mit einer Einrichtung zur bequemen Bestimmung der Dämmerungserscheinungen versehen, ferner ist statt des früheren Netzes nach Rectascension und Declination, welches schnell veraltet, ein Netz nach Länge und Breite gezeichnet, welches dauernden Wert behält. Der Preis ist nicht angegeben.

Die Erscheinungen, welche die Sonne an irgend einem Ort im Lauf eines Jahres darbietet, hängen nur von der Schiefe der Ekliptik ab, sie würden daher von dem Wandern des Poles gar nicht beeinflusst, wenn dieser sich wirklich genau auf dem oben angegebenen Kreise von $23\frac{1}{3}^\circ$ Radius bewegte. Thatsächlich war aber der Abstand des Welpols vom Pol der Ekliptik in den ältesten historischen Zeiten um etwa 1° grösser, daher rührt es, dass die Strahlen der untergehenden Sonne zur Zeit des Sommer-Solstitiums heute nicht mehr den Tempel des Ammon-Ra im hundertthorigen Theben, dessen gewaltige Trümmer bei Karnak noch heute bewundert werden, genau in Richtung seiner Axe treffen, wie dies nach Nissen ehemals der Fall war. Das Licht musste auf dem 500 m langen Wege vom Eingangsthor bis zum dunkeln Allerheiligsten etwa 17 enge Öffnungen zwischen Pfeilern und Wänden passieren, die nach Lockyer als Schutzhülle gegen Seitenlicht dienten und mit den Diaphragmen eines Fernrohrs zu vergleichen sind. Lockyer glaubt, dass durch solche Vorrichtungen sogar helle Sterne am Horizont in der Dämmerung und bei Sonnenaufgang von dem Adytum aus hätten gesehen werden können, was wohl nicht wahrscheinlich ist, da doch auch in Ägypten das Licht der Sterne am Horizont von der Atmosphäre erheblich geschwächt sein wird. Es erinnert diese Annahme Lockyer's an die vielfach bezweifelte Angabe des Aristoteles, dass man Sterne bei Tage vom Grunde eines tiefen Schachtes sehen könne. Wenn man dagegen in Unter-Ägypten den Tempeln wie auch den Pyramiden genau die Richtung von Westen nach Osten gab, so glauben wir nicht, dass das geschah, um zur Zeit des Äquinotiums einen Strahl der aufgehenden Sonne in das Innerste des Tempels zu locken, denn dann müssten gerade die Zufälligkeiten des natürlichen Horizonts, z. B. ferne Hügelketten, die auch von Lockyer und Penrose vielfach in Rechnung gezogen werden, eine Abweichung von der genauen Ostrichtung bewirken haben. Die römischen Tempel sind nach Nissen oft so orientiert, dass das Licht der auf- oder untergehenden Sonne am Festtage des Gottes durch sie hindurchging, z. B. geschehe dieses für die Tempel von Roma und Venus am 21. April, den Palilien, dem Gründungstage Roms.

Für viele ägyptische Tempel soll die Richtung durch einen hellen aufgehenden Stern bestimmt sein, so giebt der Isis-Tempel zu Denderah mit 291° Azimut nach Nissen die Richtung an, in welcher der Sirius um 2000 v. Chr. Geburt aufging, und dies sei deshalb die wahrscheinliche Gründungszeit. Nach Lockyer ist dagegen das Azimut $288\frac{1}{2}^\circ$, und er kommt mittelst seines Praecessionsglobus zu der Zeit um 700 v. Chr. für die Erbauung oder Erneuerung des Tempels. Nicht in allen Fällen scheint die Beziehung zwischen der Tempelgöttheit und dem Stern so sicher festgestellt zu sein wie in dem obigen Beispiel, ein Tempel soll sogar nach Lockyer im Wechsel der Jahrtausende erst für α im grossen Bären, nachher für γ im Drachen bestimmt gewesen sein! In einer mitgetheilten Inschrift ist davon die Rede, wie die Seilspanner beim Abstecken eines Tempel-Grundrisses verfahren, dass sie aber gerade einen aufgehenden Stern benutzten, der ja auch schwer sichtbar war, steht nicht darin. Für ganz unmöglich halten wir es, dass der aufgehende Stern nicht nur vom Innern des Tempels hätte subjectiv wahrgenommen werden können, sondern dass er sogar objective Beleuchtungseffekte an geschliffenen Säulen und Edelsteinen hätte hervorbringen können. Uns scheint es nicht schwer zu sein, für jede beliebige etwa noch zu entdeckende Tempelruine einen Gründungs-Stern ausfindig zu machen, denn 1. steht eine ganze Zahl Sterne erster und zweiter Grösse zur Verfügung 2. kann man die Tempelgründung um beliebig viele Jahrtausende zurückverlegen 3. darf man statt des Azimut beim wahren Aufgang auch das Azimut für eine Höhe von 1° oder 2° setzen, indem man sich eine Hügelkette oder Nebelwand von dieser Höhe denkt, 4. ist aus den Trümmern die Richtung der Tempelaxe nicht mit absoluter Genauigkeit festzustellen.

Noch viel zweifelhafter oder ganz hinfällig scheinen uns die Resultate, zu denen Penrose nach dieser Methode für die griechischen Tempel gelangt ist. Der Tempel in Eleusis soll nach dem Sirius orientiert sein, der dort einst am 14. September um Mitternacht aufging, während die Mysterien am 16. September begannen. Ging denn nicht an anderen Tagen, wenn auch nicht um Mitternacht, der Sirius auch in Richtung der Tempelaxe auf? Für andere Tempel soll sowohl die am Festtage aufgehende Sonne als auch ein Stern maassgebend sein, der durch seinen Aufgang oder Untergang auf das baldige Erscheinen der Sonne hinwies. Für diesen Zweck ist doch aber die Morgenröthe viel geeigneter als ein verblissenes Sternchen, etwa ζ im Wassermann. Im Tempel von Sunium soll der Sonnen-Aufgang durch den Untergang des nebelhaften Sternhaufens

der Plejaden am 20. October angezeigt worden sein. demnach wäre der Tempel nach Westen gerichtet, und der Sonnen-Aufgang wäre für ihn bedeutungslos. Das Minervafest soll in diesem Tempel erst am 30. October gefeiert sein.

Wenn nun auch solche Sternaufgänge bei Sonnenaufgang und ähnlichen Erscheinungen nicht die Gründungsjahre griechischer Tempel ergeben, so sind sie doch wichtig, weil sich ihrer häufig die Dichter in Ermangelung eines sichern Kalenders zur Bezeichnung der Jahreszeiten bedienen. Es wird selten bei der Klassiker-Lektüre hervorgehoben, dass die erwähnten Sternaufgänge nicht nach Analogie von Sonnenaufgang auf die tägliche Rotation zu beziehen sind. Betrachtet man von Tag zu Tag abends den West-Himmel, so findet man dieselben Sterne immer tiefer am Horizont wieder, man kann einen bestimmten Stern in der Dämmerung bald nur noch mit Mühe erkennen und verliert ihn schliesslich ganz. Dies ist der kosmische Untergang. In den früheren Wochen und Monaten konnte man dagegen den Stern leicht bis fast zu seinem Untergange, der mitten in der Nacht eintrat, verfolgen. Geht man sehr weit zurück, so findet man, dass der Untergang in immer spätere Nachtstunde fiel, und seine Sichtbarkeit vor sehr langer Zeit sogar durch die Morgendämmerung beeinträchtigt wurde, der früheste Untergang, den man noch hätte beobachten können, ist daher der bei Sonnenaufgang, an der äussersten Grenze der Nacht, der akronychische. Betrachtet man dagegen täglich den Ost-Himmel bei Sonnenaufgang, so findet man die einmal beobachteten Sterne in immer grösserer Höhe wieder, unter ihnen entsteht ein Saum neuer Sterne, der sich später gleichfalls erhebt. Der Tag, an dem ein bestimmter Stern zum ersten Mal auf sehr kurze Zeit hervorschimmert, ist sein kosmischer Aufgang. An den folgenden Tagen, Wochen, Monaten sieht man den Stern schon in der Nacht deutlich aufgehen, der Aufgang des Sternes rückt durch alle Nachtstunden hindurch schliesslich bis auf die Zeit der Abenddämmerung und wird nun nicht mehr wahrgenommen. Der letzte Aufgang fällt mit Sonnenuntergang zusammen und heisst akronychischer Untergang. Wegen der Dämmerung muss man einen wahren und einen scheinbaren kosmischen Aufgang wie Untergang unterscheiden, ebenso einen wahren und scheinbaren akronychischen. Die wahren wären nur durch ein sehr gutes Fernrohr zu beobachten, wenn der Stern und zugleich die Sonne im Horizont ist, die scheinbaren sind mit blossem Auge zu sehen, wenn der Stern nahe dem Horizont, die Sonne 11° unter ihm steht. Den scheinbaren kosmischen Auf- und Untergang nennt man auch den heliakischen. Diese Bezeichnungen sind die üblichen und, wie oben gezeigt, rationellen, der Verfasser führt sie nach Biot mit einigen Abweichungen an, die wohl nur auf Versehen beruhen. Dagegen können wir die Neuverteilung der Namen, die von Wislicenus herrührt, nicht billigen. Nach dieser soll akronychisch alles das heissen, was bei Sonnenuntergang geschieht, als ob dieses Wort den Anfang der Nacht bedeutete. Es heisst aber $\alpha\kappa\rho\alpha\ \nu\acute{o}\varsigma$ an sich jeder äusserste Teil der Nacht, sowohl Anfang als Ende, in der gewöhnlichen Sprache gerade vorzugsweise die tiefe, späte Nacht, da hier meistens von Vorgängen die Rede ist, die sich von den Abendstunden in die Nacht hineinziehen. Als Beispiel führen wir aus der Lockyer'schen Tabelle an, dass Sirius 3200 v. Chr. zur Zeit des Sommer-Solstitiums heliakisch aufging, wahrscheinlich für eine geographische Breite von 30° .

In der Arbeit wird ferner noch ein Modell beschrieben, welches die Wirkung der Praecession zugleich mit der Bewegung der Erde um die feste Sonne darstellt, der Himmel ist nur durch einen Ring mit den 12 Sternbildern des Tierkreises angedeutet. Einen verschiebbaren concentrischen Kreis würden wir, statt mit den Zeichen des Tierkreises, lieber mit der Längenteilung $0^\circ\ 30^\circ\ \dots\ 360^\circ$ versehen. Wir glauben nicht, dass den Zeichen Widder, Stier . . . noch eine grosse Zukunft beschieden ist. Dieses Modell kann auch für die Ballsche Eiszeit-Theorie verwertet werden, nach welcher zu Zeiten, wo die Excentricität der Erdbahn bedeutend ist, alle 11 000 Jahre eine Eiszeit auf der nördlichen und südlichen Erdhälfte mit einander wechseln.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass der Verfasser auch die Erklärung der Praecession nach Airy und nach Poggendorff für möglich hält und die letztere mit ihren wiederholten Zerlegungen von Geschwindigkeiten durch ein Modell zu erläutern sucht. Wir haben früher nachgewiesen, dass die Airysche Betrachtung wertlos ist, und dass man bei der Poggendorff'schen Erklärung sich mit der ersten Zerlegung begnügen muss, um daraus die inducierte Kraft abzuleiten, die der sachgemässe und notwendige Hilfsbegriff für die Erkenntnis der Kreiselbewegung ist.

M. Koppe.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.