

# Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XVII. Jahrgang.

Zweites Heft.

März 1904.

## Zum Gedächtnis Immanuel Kants,

gestorben am 12. Februar 1804.

Von

Hans Keferstein in Hamburg.

Am 12. Februar dieses Jahres hat sich die wissenschaftliche, ja man kann fast sagen die gebildete Welt zu einer Gedächtnisfeier vereinigt, die nicht einem siegreichen Helden, nicht einem erfolgreichen Staatsmann, nicht einem Dichtergenius, auch nicht einem der großen Entdecker und Erfinder galt, die Prometheus gleich der Menschheit aus einem Funken himmlischen Lichtes ein wärmendes Feuer entzündeten, — keinem von diesen, deren Unsterblichkeit auch der große Haufe ahnt, sondern einem Philosophen, dessen Werke in oft schwerfälliger und dunkler Sprache sich mit zwar höchst tiefsinnigen, aber gerade darum doch nur für wenige unmittelbar zugänglichen Untersuchungen befassen. Der Vorgang dürfte in der Tat einzig in der Geschichte dastehen. So verlockend es aber auch wäre, seinen näheren Umständen nachzuspüren, an diesem Orte können und müssen wir uns mit der Erklärung begnügen, daß unser Zeitalter die tiefe Geringschätzung aller Philosophie, wie sie die mit Ikarusflügeln zur Sonne emporstrebenden Systeme der Fichte, Schelling, Hegel verschuldet hatten, abgestreift und die Überzeugung gewonnen hat, es lasse sich mit den von Kant bereitgestellten Mitteln oder wenigstens auf den von ihm gewiesenen Wegen eine brauchbare und befriedigende Weltanschauung gewinnen. Wie nun jene Abwendung von der Philosophie im allgemeinen ihren schärfsten Ausdruck im Lager der exakten Naturforschung gefunden hat, so ist umgekehrt auch der Hinweis auf die wertvollen Bestandteile des Kantischen Gedankenkreises wieder wesentlich von derselben Seite ausgegangen. Es genügt zur Erhärtung dieser Behauptung den Namen Helmholtz zu nennen, der durch, wengleich zum Teil polemisierende, Anknüpfung eigener Untersuchungen an die Erörterungen der Kritik der reinen Vernunft zweifellos wesentlich dazu beigetragen hat, die Aufmerksamkeit der Naturforscher wieder auf den Königsberger Denker zu lenken. Ist es aber so, dann erscheint es durchaus angemessen, auch in dieser Zeitschrift, deren Herausgeber den erkenntnistheoretischen Bestrebungen auf dem Gebiete der Physik stets sorgfältig nachgegangen ist, das Gedächtnis des großen Toten zu ehren.

Wenn Kant in der Gegenwart vielleicht schlechthin als der Philosoph der Physik wenigstens in Deutschland gelten darf, so wird ihm damit gewissermaßen die Liebe vergolten, die er sein ganzes Leben hindurch für diese Wissenschaft an den Tag gelegt hat. Seine ersten Schriften und Vorlesungen sind zu einem großen Teile ihr gewidmet gewesen. Vom Wintersemester 1755/56 bis 1787/88 hat er zwanzigmal theoretische Physik und zweimal mechanische Wissenschaften vorgelesen, und die mit unserer Disziplin sich nahe berührende physische Geographie ist von 1756 bis 1796 sogar in 46 Semestern, also nahezu so oft wie seine Hauptvor-

lesungen Logik (54 mal) und Metaphysik (49 mal) der Gegenstand seiner Darlegungen gewesen<sup>1)</sup>. Mit den mechanischen Wissenschaften ist wohl Fortifikation und Pyrotechnik gemeint; die Physik knüpfte er anfangs an Eberhards Naturlehre, später an die Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben. Die frühesten Veröffentlichungen Kants sind durchweg physikalischen Inhalts, und wenn die erste, die „Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte“ (1747), aus Lessings Epigramm-Köcher einen scharfen Pfeil lockte, so hat dafür die vierte, „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (1755), seinen Namen dauernd mit dem des berühmten Verfassers der „*mécanique céleste*“ verknüpft. Wir finden Kant hier in den Spuren des großen Newton, dessen *Principia Philosophiae Naturalis Mathematica* unzweifelhaft bedeutende Wirkung auf den Königsberger Philosophen ausgeübt haben. Der tiefere Sinn in die Ferne wirkender anziehender Kräfte, deren behauptete Wirklichkeit einen wesentlichen Bestandteil der Kantischen Naturphilosophie bildet, wird noch in dem nachgelassenen Manuskript<sup>3)</sup> an außerordentlich zahlreichen Stellen namentlich des 11. Konvoluts erörtert; die Bewunderung für Newtons Tat spricht deutlich aus ihrer kurzen Charakterisierung als „die glückliche Verwegenheit des Newton, die mathematischen Prinzipien der Bewegung zu dynamischen der bewegenden Kräfte zu machen“<sup>4)</sup>. Wie seine erste, so war die Naturwissenschaft auch Kants letzte Liebe. Als die versiegende Spannkraft des Denkens ihm die Beschäftigung mit den fein gesponnenen Geweben dialektischer Untersuchungen in den letzten Lebensjahren unmöglich machte, da suchte er durch die Lektüre von Reisebeschreibungen, medizinischen und naturwissenschaftlichen Werken das noch immer rege Bedürfnis nach geistiger Nahrung zu befriedigen, und nach Schubert<sup>5)</sup> war Augustins Schrift über den Galvanismus (Berlin 1803) eine der letzten, die Kant selbst las.

Als experimentierenden Physiker hat man sich unseren Philosophen freilich nicht vorzustellen. Nur in der Meteorologie, für die er „als der erste das Drehungsgesetz der Winde, das nachher von Dove entwickelt worden ist“<sup>6)</sup>, aufgestellt hat (Neue Anmerkungen zur Erläuterung der Theorie der Winde 1756), scheint er eigene Beobachtungen angestellt zu haben; in seiner Putzstube und in der Studierstube hing je ein Thermometer und in der Studierstube außerdem ein Barometer, auch erwähnt er selbst im Manuskript unter Beifügung einer Zeichnung seine Wahrnehmungen an einem beiderseits offenen, auf der einen Seite als Kapillarrohr ausgestalteten und hier mit einem Tropfen Quecksilber gefüllten, kommunizierenden Gefäße, das er als Luftelastizitätsmesser bezeichnen zu dürfen glaubt<sup>7)</sup>. Als in ähnlicher Hinsicht bemerkenswert mag hier noch seine offizielle Mitwirkung bei der Errichtung des ersten Blitzableiters in Königsberg auf dem Turme der Haberbergischen Kirche angeführt werden; die Angelegenheit wirft ein scharfes Streiflicht auf die zaghaften Bedenken, die damals noch der praktischen Verwertung der Erfindung entgegentraten, die Erledigung zog sich von 1774 bis

1) F. Paulsen, Immanuel Kant. Sein Leben und seine Lehre. 2. u. 3. Aufl. Stuttgart. Fr. Frommans Verlag (E. Hauff) 1899. S. 60.

2) K. Rosenkranz u. F. W. Schubert, I. Kants sämtliche Werke. Leipzig. Leopold Voß 1842. Bd. XI. 2. Teil. S. 35 u. S. 67.

3) vgl. diese Zeitschrift XV. S. 273.

4) Altpreußische Monatsschrift 1882. S. 479.

5) a. a. O. S. 162.

6) Paulsen, a. a. O. S. 80. Von Hadleys partiellem Vorgange (1735) scheint Kant nichts gewußt zu haben; vgl. F. Überwegs Grundriß der Gesch. d. Phil. 7. Aufl. 3. Teil. S. 216.

7) Altpreußische Monatsschrift 1883. S. 435.

1783 hin und wurde anscheinend nur durch eine am 16. Juli 1783 erfolgte Beschädigung der Kirche durch Blitzschlag endlich fast erzwungen<sup>8)</sup>.

Die hier in der Kürze angedeuteten Beziehungen Kants zur Physik haben durchaus nicht bloß biographisches Interesse; sie lassen vielmehr erkennen, durch welche Eingangspforte er in das Reich der Philosophie eingetreten ist, und geben damit sehr wesentliche Anhaltspunkte für die Beurteilung seines philosophischen Standpunkts. Namentlich in der Kritik der reinen Vernunft selbst rückt das mathematisch-physikalische Interesse derart in den Vordergrund, daß der Leser über des Autors Bestreben, das Wissen zu untermauern, fast übersehen kann, wie sehr ihm dabei die Sicherung des Glaubens an die unbedingte Herrschaft des Guten in der Welt gegen alle Angriffe eines über die Grenzen des Erfahrungsgebietes schweifenden Verstandes am Herzen liegt.

Kants fundamentale Überzeugung ist, daß wahre Wissenschaft nur eine solche genannt werden darf, deren Urteilen das Prädikat der Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit zukommt — unbedingter, nicht nur „komparativer“ Allgemeinheit und absoluter Notwendigkeit. Er untersucht nun keineswegs erst, ob es solche Wissenschaft gibt; das Dasein steht ihm fest, die Mathematik ist das glänzendste Beispiel, aber auch ein begrenztes Gebiet der Naturlehre gehört hierher. Es handelt sich also lediglich um Erklärung einer Tatsache. Sind alle unsere Erkenntnisse lediglich aus der Erfahrung abgezogen, so vermögen wir offenbar nie zu wirklich allgemeinen und notwendigen Sätzen zu gelangen, solche können vielmehr nur aus der ureigenen Tätigkeit unseres Verstandes hervorgehen. Also muß die Erfahrung, soweit sie sich in das Gefüge wirklicher Wissenschaft bringen läßt, von uns selbst hervorgebracht sein. Seine nähere Bestimmung erhält dann dieser Gedankengang in dem Nachweis, daß Raum und Zeit weiter nichts als uns Menschen eigentümliche Arten der Auffassung, Anschauungsformen, sind, und daß wir die unter diesen Anschauungsformen aufgefaßte Mannigfaltigkeit empirischer Empfindungen unter gewisse oberste Begriffe, die Kategorien, bringen und dadurch aus dem Chaos einen Kosmos gestalten.

Daß heutzutage viele Physiker die Existenz eines „reinen“ Teils der Naturlehre im Kantischen Sinne, eine rationale Physik, zugeben, ist sehr zu bezweifeln. Man begnügt sich gern damit, die für die wissenschaftliche Formulierung des Besitzstandes unentbehrlichen Begriffe so weit durch- und auszuarbeiten, als es für den vorliegenden Zweck gerade nötig erscheint, wobei freilich ein ziemlich buntes Bild und manches recht wunderliche Gebilde herauskommt. Diesem Verfahren gegenüber, das Kant wohl als rhapsodistisches Aufraffen bezeichnet haben würde, wird doch von Zeit zu Zeit eine gründliche erkenntnistheoretische Durchmusterung der für den Privatgebrauch zurecht gemachten Untersuchungs- und Darstellungsmittel geradezu Bedürfnis sein, und niemand dürfte sich im Lichte stehen, wenn er sich zu diesem Zwecke immer wieder an Kant orientiert. Auch die auf den Unterbau naturwissenschaftlicher Unterweisung gegründete Einführung in die philosophische Propädeutik kann mit Vorteil Anlehnung an Kant suchen nicht nur wegen der Verwandtschaft des Ausgangspunktes, auch nicht nur wegen der Tiefe und Fülle der Gedanken und Problemstellungen, die bei ihm zu finden sind, sondern vor allen Dingen auch wegen des Verhältnisses seiner Philosophie zum Glauben, der kaum in einem anderen System so gründlich vom Wissen geschieden und zur alleinigen Angelegenheit des Gemüts gemacht wird. Selbstverständlich muß solche Anknüpfung

<sup>8)</sup> Kants Werke a. a. O. S. 73—78.

den Schüler mit dem Formalismus und Schematismus, der namentlich in den Schriften der kritischen Periode Kants eine unerwünscht große Rolle spielt, gänzlich verschonen, die Kategorientafeln mögen immerhin an einem Berge Sinai zerschellt werden. Aber daß wir es überall nur mit den sinnlichen Erscheinungen der Dinge zu tun haben und an das Wesen der „Dinge an sich“ nur mit unserem Nichtwissen heranreichen, das folgt als ein ganz ungesuchtes Ergebnis schon aus dem elementaren Unterrichte in der Physik, und damit haben wir auch bereits die transcendente Idealität von Raum und Zeit mit den bedeutsamen Folgen für die Metaphysik. Ebenso ungezwungen ergibt sich aus der eigentlichen Aufgabe der Physik die Veranlassung zur Erörterung des Kausalitätsbegriffes mit der reichen Fülle seiner Modifikationen, Verzweigungen und Verdichtungen; es sei hier nur erinnert an die notwendige Scheidung der unausweichlichen Frage nach der Ursache jeder Veränderung und der vielleicht nicht so dringlichen, wie die Bewirkung eines Geschehens näher vorzustellen ist, an die Untersuchungen über die Bedeutung und Tragweite der Naturgesetze, an die Grundlage der Begriffe Kraft und Energie.

Kant selbst hat zu solchen Ausführungen nicht nur die Fundamente durch die Kritik der reinen Vernunft geliefert, sondern auch einen eigenen Plan des Baus in der Schrift „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ 1786 dargelegt. Sie ist kürzlich in den Veröffentlichungen der Philosophischen Gesellschaft an der Universität Wien, „neu herausgegeben mit einem Nachwort: Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik von Alois Höfler“<sup>9)</sup>, und es möge hier, wo ein näheres Eingehen auf den Inhalt unmöglich ist, gestattet sein, einige Sätze aus der „Vorbemerkung“ Höflers anzuführen. „Da der Stoff“, so sagt er, „auf welchen hier Kant die Methode seiner Transcendentalphilosophie anwendet, ein spezifisch physikalischer, genauer: der der theoretischen Mechanik, ist und also gerade diejenigen Probleme betrifft, welche auch jetzt wieder mehr als seit langer Zeit einen Gegenstand des Nachdenkens der hervorragendsten Naturforscher bilden, so ist es wahrscheinlich und wünschenswert, daß man in den Diskussionen über die Begriffe der Kraft, der Materie, der Masse, der Trägheit, des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung u. dgl. m. immer wieder auch von naturwissenschaftlicher Seite zu der Schrift Kants greife. Insbesondere Studierende und künftige Lehrer der Physik, welche während der Zeit ihres Eindringens in die Methoden und sachlichen Ergebnisse der gegenwärtigen Forschung auch auf ihre formale Schulung im Nachdenken über die erkenntnistheoretischen Prinzipien dieser Wissenschaft Wert legen, werden sich die nicht selten harte Arbeit, welche das Studium der Schrift Kants kostet, nicht ersparen wollen“<sup>10)</sup>.

Kant hat Gelehrte, welche die ihrer Untersuchung unterliegenden Objekte einzig und allein mit den Augen ihrer Spezialwissenschaft ansehen, wiederholt als Cyclopen bezeichnet<sup>11)</sup>. Die Philosophie muß ihnen das zweite Auge zur Betrachtung von einem allgemeineren Standpunkt aus einsetzen. Für den Lehrer überhaupt und den der Physik insbesondere ist solche Zweiäugigkeit hervorragend notwendig; denn nur wenn er den allgemein menschlichen mit dem spezialwissenschaftlichen Gesichtspunkt verbindet, wird er den Schülern durch seinen Unterricht mit dem Wissen auch wahrhaft humanistische Bildung übermitteln.

<sup>9)</sup> Immanuel Kant, Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Leipzig 1900. Verlag von C. E. M. Pfeffer.

<sup>10)</sup> a. a. O. S. 7.

<sup>11)</sup> Paulsen a. a. O. S. 66.

## Zwei Diagrammen.

Von

Prof. Dr. P. Salcher in Fiume (k. u. k. Marine-Akademie).

### I. Der Wurf-Diagraph.

Der wesentliche Teil des Apparates besteht aus 4 gleich langen und 8 halb so langen Schienen, welche gelenkig derart miteinander verbunden sind, daß die 4 Stellen 1, 2, 4, 3 (schemat. Fig. 1) stets ein Parallelogramm bestimmen, wie immer man das ganze zusammenschieben oder auseinander ziehen mag. So lassen sich, natürlich innerhalb der Konstruktionsgrenzen, alle möglichen Parallelogramme bilden, verschieden nicht bloß in den Seiten, sondern auch in den Winkeln. Meines Wissens ist dies mit keinem andern ebenso einfachen Apparat zu bewerkstelligen. In dieser Hinsicht ist auch der „Pantograph“ nur ein spezieller Fall meines „Universal-Parallelographen“<sup>1)</sup>.

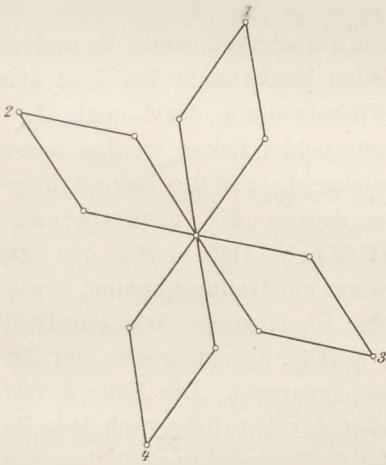


Fig. 1.

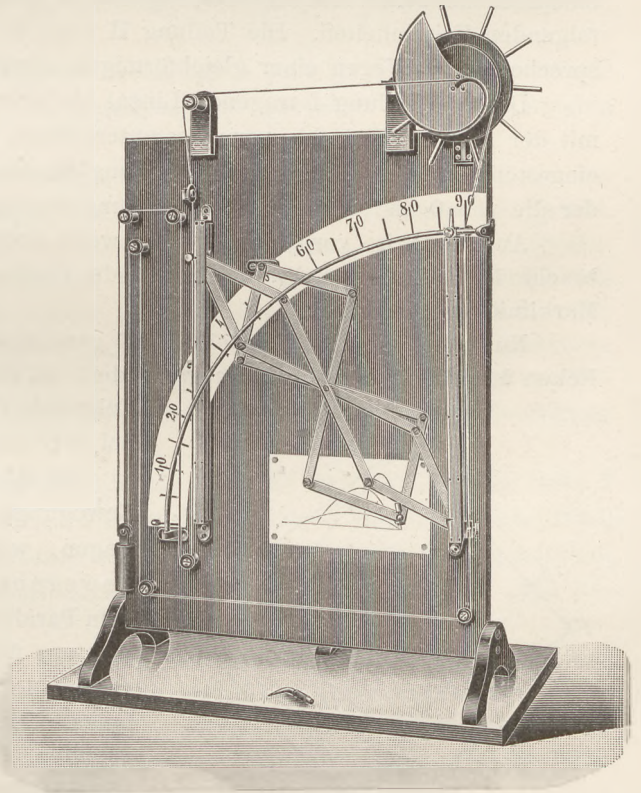


Fig. 2.

Ich verwende diesen seit Jahren zur Demonstration von Erscheinungen, welche auf dem „Satz vom Parallelogramm“ beruhen. Hier beschreibe ich die Darstellung des schiefen Wurfs und seiner Gesetze mit Hilfe des „Wurf-Diagraphen“.

Der Parallelograph (Fig. 2) ist samt Nebenbestandteilen auf eine vertikale Tafel montiert und zwar so, daß die Ecke 1 festgelegt ist, ohne jedoch die dort zusammenstoßenden Schienen an der Drehung zu hindern. Die Ecke 2 ist an einen Bindfaden geklemmt und kann längs der Teilung I auf und ab gleiten. Ebenso ist die Ecke 3 an denselben Faden geklemmt und längs der Teilung II verschiebbar. Durch die

<sup>1)</sup> Die Anregung zu dieser Konstruktion gab mir die Versuchsanordnung, welche in W. Thomson und P. G. Tait's Handbuch der theoretischen Physik zur praktischen Ausführung der resultierenden Bewegung zweier Punkte beschrieben ist.

4. Ecke ist ein Schreibröhrchen gesteckt, um ihre Bewegung auf einem an die Tafel gestifteten Blatt Papier aufzeichnen zu lassen.

Der Bindfaden ist mit dem einen Ende an dem Umfange einer spiralförmigen Metallscheibe mit Schnurlauf befestigt, mit dem andern Ende am Umfange einer Kreisscheibe. Beide Scheiben sitzen an einer gemeinsamen Achse und lassen sich gleichzeitig drehen, mittels Kurbel und Zahnradübersetzung. Ein Gewicht spannt den Faden. Während der Drehung wickelt er sich von der spiralförmigen Scheibe ab und geht die Ecke 2 längs der Teilung I abwärts; auf die Kreisscheibe wickelt er sich auf und geht die Ecke 3 an der Teilung II aufwärts. Umgekehrt bei umgekehrter Drehung der Kurbel.

Die Teilung I enthält die 10 Abstände 4, 12, 20, 28, 36, 44, 52, 60, 68, 76 mm, entsprechend dem Verhältnis der Wege beim freien Fall in den ersten 10 aufeinanderfolgenden Zeiteinheiten. Die Teilung II trägt 10 gleiche Abstände von 40 mm, entsprechend den Wegen einer gleichförmigen Bewegung in denselben Zeiteinheiten.

Das die Teilung I tragende Lineal bleibt in vertikaler Lage fixiert, das Lineal mit der Teilung II, drehbar um das untere Ende, kann unter einem beliebigen Winkel eingestellt werden, was mittels Klemmung des oberen Endes am Drahtbogen geschieht, der die von 0 bis 90 gehende Gradteilung überspannt.

Außerdem ist vorhanden: eine zweite größere Kreisscheibe und daran angebracht 10 radiale gleichweit abstehende Drähte, welche beim Kurbeln an einer Marklinie vorübergehen.

Nun zum Versuch. Zunächst wird gezeigt, daß während des Kurbelns jede der Ecken 2 und 3 ihre Bewegung unverändert auf die Ecke 4 überträgt, wenn die andere Ecke vom Bindfaden losgeklemmt ist. Und dies bei beliebiger Winkelstellung des Lineals II.

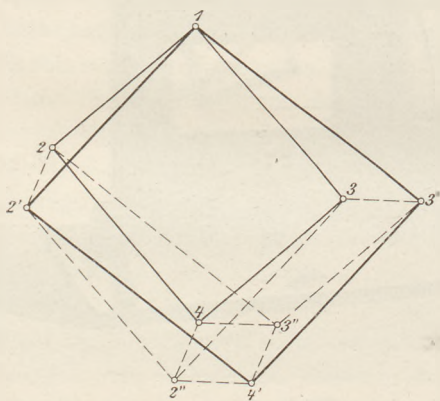


Fig. 3.

Bei Klemmung beider Ecken werden deren Bewegungen gleichzeitig auf die Ecke 4 übertragen, welche daher die resultierende Bewegung vollführt. Daß hierbei der Satz vom Parallelogramm zur Geltung kommt, ergibt sich aus folgender Überlegung. Das Parallelogramm 1, 2, 4, 3 (Fig. 3) entspreche der Anfangsstellung des Apparates. Die Ecke 3 festgehalten, überträgt der Parallelograph jede Bewegung der Ecke 2, die dabei nach 2' kommen mag, auf die Ecke 4, die nach 2'' gelangt, sodaß der Abstand

$$42'' \# 22'$$

ist. Ebenso überträgt sich bei Festhalten der Ecke 2 jede Bewegung der Ecke 3 nach 3' wieder auf die 4. Ecke, welche dadurch nach 3'' kommt, sodaß der Abstand

$$43'' \# 33'$$

ist. Wenn sich die Ecken 2 und 3 gleichzeitig bewegen, gelangt die Ecke 4 nach einem Punkt 4', der mit den Punkten 4, 2'' und 3'' ein Parallelogramm bestimmt. Denn ein solches ist das Viereck 12'4'3' vermöge der Eigenschaft des Parallelographen; daher ist die Strecke

$$12' \# 3'4'$$

und somit wegen der Kongruenz der Dreiecke 122' und 3'3''4' die Seite 3''4' # 42''.

Die 4. Ecke bewegt sich demnach immer so, daß sie mit dem Ausgangsort (4) und den gleichzeitigen komponenten Orten (2'' und 3'') ein Parallelogramm bestimmt. In diesem Zusammenhang besteht aber der „Satz vom Orts- oder Abstands-Parallelogramm“, die Grundform des Satzes vom Parallelogramm überhaupt; denn vom Orts- oder Abstands-Parallelogramm gelangt man zum Weg-, zum Geschwindigkeits-Parallelogramm u. s. w.

Indem während des Kurbelns die Ecke 2 an der Teilung I abwärts geht, wird das freie Fallen eines Körpers mehr oder weniger verlangsamt zur Anschauung gebracht. Die Verlangsamung richtet sich nach der Geschwindigkeit der Kurbel, wie bei der Atwoodschen Fallmaschine nach dem Zulagegewicht. Dadurch, daß gleichzeitig die Ecke 3 an der Teilung II aufwärts geführt wird, kommt auch die zweite Komponente des Wurfes, die gleichförmige Bewegung, in demselben Maße verlangsamt, zur Darstellung.

Weil die Verlangsamung für beide Bewegungen stets im gleichen Verhältnis erfolgt, bleibt sie ohne Einfluß auf den gesetzmäßigen Charakter der resultierenden Bewegung.

Als Fallraum wurde, um die rechnerische Betrachtung übersichtlicher zu gestalten, die Strecke von 40 cm gewählt und, entsprechend zehn Zeiteinheiten, geteilt. Stellt man die Frage (an die Schüler), wie groß beim vertikalen Wurf der gleichzeitige Weg der gleichförmigen Bewegung sein muß, damit nach Durchlaufen des Fallraumes von 40 cm der Körper wieder den Ausgangsort erreiche, so lautet die Antwort: ebenfalls 40 cm. Aus diesem Grunde wurde der Umfang der einen, kleineren Kreisscheibe so bemessen, daß die Ecke 2 die 40 cm im verlangsamtsten Fallen zurücklegt und die Ecke 3 gleichzeitig den ebenso langen Weg in gleichförmiger Bewegung aufwärts.

Wenn nun bei vertikaler Lage des Lineals II durch das Kurbeln die Ecke 2 längs der Teilung I abwärts und die Ecke 3 längs der Teilung II aufwärts geführt wird, so bestätigt sich die Angabe. Gleichzeitig ist wahrzunehmen, wie die Geschwindigkeit der resultierenden Bewegung bis Null abnimmt, hierauf aber wieder bis zum Anfangswert zunimmt.

Auch kann beobachtet werden, daß beim Zurückdrehen der Kurbel, währenddem die Teilungen I und II von den Ecken 2 und 3 im entgegengesetzten Sinne durchlaufen werden, die resultierende Bewegung dieselbe bleibt: Aufwärtsfallen und Abwärtswerfen würden also einen Körper sich ebenso bewegen lassen wie im vertikalen Wurf aufwärts.

Für die folgenden Versuche über den schiefen Wurf wird das Lineal II nacheinander auf verschiedene „Abgangs- oder Elevationswinkel“ eingestellt und jedesmal beobachtet, wie die Parabel zustande kommt, ferner wie die Wurfweiten komplementärer Abgangswinkel gleich groß ausfallen u. s. w.

Stellt man weiter die Frage (an die Schüler), wieviel mal die Anfangsgeschwindigkeit vergrößert werden müßte, damit die vertikale Wurfhöhe den doppelten Wert annehme, so lautet die Antwort:  $\sqrt{2} = 1,414$  mal. In diesem Verhältnis ist die zweite Kreisscheibe größer, ihr Umfang beträgt 56,6 cm. Der Faden läßt sich einfach auf diese Scheibe umlegen und der Versuch bei vertikaler Lage des Lineals II, auf welchem die nun entsprechenden gleichförmigen Wege ebenfalls (rot) markiert sind, bestätigt die Angabe.

Vergleicht man diesen Apparat mit den vielen anderen, welche zur Darstellung der so wichtigen Wurfgesetze dienen sollen, so ergibt sich, daß die Vorzüge desselben

einem analogen Grundsätze entspringen, wie es der ist, auf dem die bekannte Atwoodsche Fallmaschine beruht.

## II. Der Kreisbewegungs-Diagraph.

Der wesentliche Teil ist wie beim Wurf-Diagraphen der Universal-Parallelograph. Er ist wieder auf eine vertikale Tafel montiert (Fig. 4), in der Art, daß die Ecke 1 festgehalten bleibt. Zwei Ecken (2 und 3) sind auf feste Rollen gelegt und zwar in beliebig zu wählenden Abständen von den Achsen. Die Ecke 4 ist zur Aufnahme

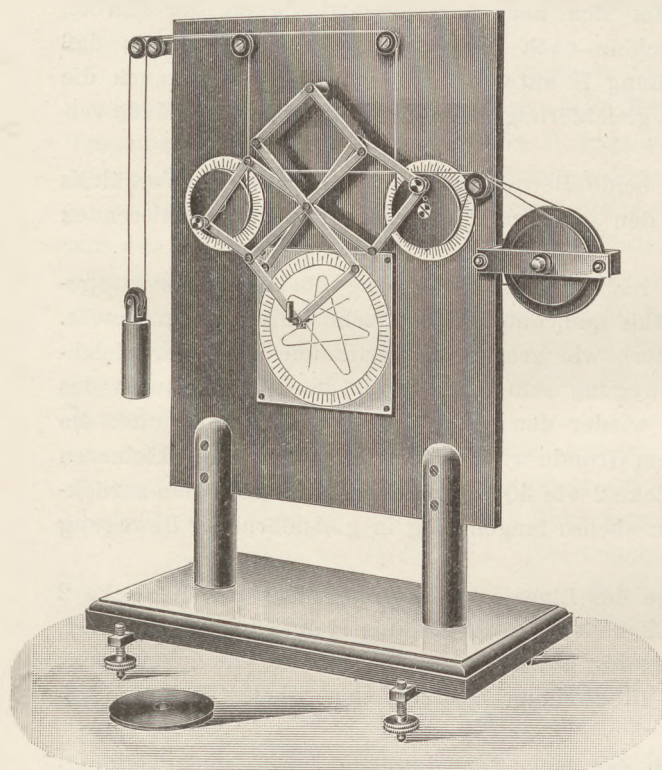


Fig. 4.

eines Radierstiftes oder Schreibröhrchens eingerichtet, je nachdem man ihre Bewegung auf einer beruhten Glasplatte oder einem Blatt Papier gezeichnet haben will. Eine dünne Schnur geht über beide Rollen und ist mit ihren Enden an einer Doppelrolle befestigt; auch ist sie da zum Teil aufgewickelt, sodaß beim Drehen der Doppelrolle mittels einer Kurbel die durch ein Gewicht gespannte und über Röllchen geführte Schnur von der einen Rolle sich ab- und auf die andere aufwickelt. Dabei drehen sich beide Rollen in demselben oder entgegengesetztem Sinne, je nachdem die Schnur um sie gelegt ist. Man kann nämlich durch einfaches Umlegen derselben an einer Rolle deren Drehungssinn ändern.

Die Parallelogramm-Ecken 2 und 3 beschreiben Kreise, und werden ihre Bewegungen auf die vierte

Ecke übertragen, welche infolgedessen die resultierende Bewegung macht. Und so eignet sich der Apparat zur überraschend einfachen Darstellung der Resultierenden von komponenten Kreisbewegungen. Die Versuche lassen sich vielfach variieren: Man bringt durch Festhalten der einen Rolle und dann der anderen die Komponenten für sich zur Darstellung; man ändert die Radien; man läßt die komponenten Drehungen in demselben oder entgegengesetztem Sinne vor sich gehen; man ändert das Geschwindigkeitsverhältnis der Komponenten, indem man an der Doppelrolle die eine durch eine größere oder kleinere ersetzt. Dieses Auswechseln sowie überhaupt jede Manipulation erfolgt so einfach und schnell, daß im Verlaufe weniger Minuten verschiedene Fälle des Zusammensetzens von Kreisbewegungen dargestellt und die resultierenden Bahnen aufgezeichnet werden können, an deren oft komplizierte Konstruktion mittels Lineal und Zirkel kaum zu denken ist.

Einige Beispiele in Fig. 5: Die Kurven I bis III sind die Resultierenden zweier Kreisbewegungen in demselben Sinne mit verschiedenen Radien und verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten, die Kurven IV bis VI die Resultierenden bei entgegengesetztem Sinn der Kreisbewegungen, die sonst so vor sich gehen wie früher.



Die Konstruktion der Resultierenden gleichzeitiger Kreisbewegungen ist für die Wissenschaft und Technik gleich wichtig. Sie ist es in wissenschaftlicher Hinsicht besonders für die geometrische Kurvenlehre und für alle Kapitel der Physik, welche auf Schwingungen beruhende Erscheinungen behandeln. Hervorheben will ich den Fall, der für die Erklärung der Drehung der Schwingungsebene polarisierten Lichtes wichtig ist. Nimmt man nämlich für das Zusammensetzen zwei entgegengesetzte Kreisbewegungen von gleichen Radien und nur wenig verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten, so besteht die Resultierende aus sehr schmalen Schleifen, die um

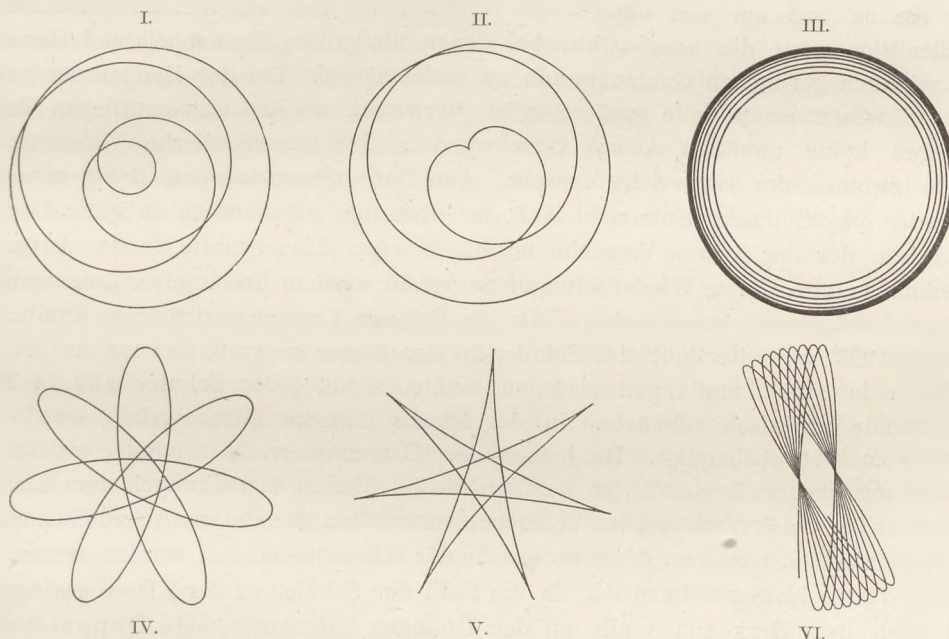


Fig. 5.

einen Winkel (nach links oder rechts) weiter rücken, der halb so groß ist als der Winkel, um welchen die eine Kreisbewegung der anderen vorläuft. Um diesen Zusammenhang zu konstatieren, dienen die Gradteilungen, welche beide Rollen und den Raum, innerhalb dessen die resultierende Kurve zur Aufzeichnung gelangt, umgeben, ferner die Zeiger am Umfang jeder Rolle<sup>1)</sup>.

## Schülerübungen aus der Optik.

Von

Hermann Hahn.

In den letzten Jahren wurden mehrfach englische und amerikanische Lehrgänge in den physikalischen Schülerübungen am Dorotheenstädtischen Realgymnasium zu Berlin auf ihre Verwendbarkeit unter Anpassung an preußische Schulverhältnisse praktisch geprüft und zwar in der Optik: 1. im Jahre 1900 der englische Lehrgang, den R. T. GLAZEBROOK, der jetzige Direktor des National Physical Laboratory, seiner Zeit in dem Cavendish Laboratory zu Cambridge befolgte, und 2. im Jahre 1903 der amerikanische Lehrgang, den wir HENRY CREW und ROBERT R. TATNALL von der Northwestern

<sup>1)</sup> Die Herstellung der Apparate ist der Firma Max Kohl in Chemnitz übertragen.

University zu Evanston, Illinois, verdanken. In dem ersteren Jahre arbeiteten die Schüler in Gruppen; jede machte einen anderen Versuch. Besondere Apparate wurden nicht angeschafft, sondern die erforderlichen Geräte den reichen Hilfsmitteln unseres Kabinetts ohne weiteres entnommen oder den Versuchen angepaßt. Die Lehre vom Licht war damals ein halbes Jahr vorher in der Klasse behandelt worden. Im Jahre 1903 hingegen wurde die erforderliche Ausrüstung für sechs gleichzeitig denselben Versuch ausführende Gruppen von Herrn Mechaniker HINTZE, dem bewährten Leiter der „praktischen Übungen in der mechanischen Werkstatt der Alten Urania“ hergestellt, dabei haben Herr HINTZE und ich von den bereits vorhandenen und von den uns einfallenden Konstruktionsarten die ausgewählt, bei denen die größte Einfachheit und Genauigkeit mit dem geringsten Geldaufwande zu erzielen war. Bei der Herstellung wurde auf die wesentlichen Teile große Sorgfalt verwandt, an den unwesentlichen Teilen hingegen keine unnötige Arbeit verschwendet. Die amerikanische Versuchsreihe wurde zweimal im Unterricht erprobt. Am Dorotheenstädtischen Realgymnasium wird der physikalische Unterricht auf der Oberstufe wöchentlich in einer Doppelstunde, in der der Lehrer Versuche macht, in einer Einzelstunde, in der Aufgaben gerechnet und geordnete Wiederholungen angestellt werden, und in einer „sogenannten wahlfreien“ Laboratoriumsstunde, in der die Schüler Versuche ausführen, erteilt. Im Sommer 1903 war die Zahl der Schüler in der Klasse so groß, daß ich sie bei den Übungen in zwei Abteilungen zerlegen mußte, sodaß jeder Schüler alle 14 Tage eine Stunde praktisch arbeitete. In der Klasse und im Laboratorium wurde die Lehre vom Licht behandelt. Da jedoch der Klassenunterricht schneller als die Laboratoriumsarbeiten fortschritt, so konnten die Schüler in den Übungen dem Klassenunterricht nur bei den wichtigsten Versuchen vorausziehen, die anderen Versuche konnten sie erst anstellen, nachdem diese bereits in der Klasse behandelt worden waren. In diesem Winter hingegen habe ich, da die Zahl der Schüler in der Klasse gering war und nach dem Herkommen alle an den Übungen teilnahmen, die Doppelstunde und die Laboratoriumsstunde in der Betriebsart zusammengeworfen und die praktischen Übungen, ungestört von äußeren Rücksichten, gerade an den Stellen des Lehrgangs eingefügt, wo sie aus inneren Gründen hingehörten. In größerem Umfange als früher suchten und fanden die Schüler die Gesetze selbständig in den Übungen, nur die Linsenformel wurde verifiziert; der nachfolgende Klassenunterricht, in dem ich selbst oder ein besonders gewandter Schüler qualitative Versuche ausführte, faßte die Laboratoriumsergebnisse zusammen, erläuterte, vertiefte und ergänzte sie<sup>1)</sup>. Diese innige und doch ganz freie Verbindung zwischen Klassen- und Laboratoriumsunterricht ist die beste Lehrform, die ich bis jetzt kenne. Ihre allgemeine Durchführung ist eigentlich keine pädagogische Angelegenheit mehr, sondern bloß eine Verwaltungs- und Geldfrage. Doch darf ich nicht verschweigen, daß die Ansprüche, die dies Verfahren an Körper und Geist des Lehrers stellt, so hoch sind, daß dieser sie unter den jetzigen Arbeitsbedingungen auf die Dauer nicht wird erfüllen können.

Ich hatte ursprünglich nicht die Absicht, schon jetzt diese Versuche zu beschreiben, die ich auch während des letzten Berliner Ferienkursus und später im Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts vorgeführt habe. Doch wurde ich von mehreren Seiten dringend dazu aufgefordert und, da sich der einfache Lehrgang und die billige Ausrüstung trefflich bewährt haben, glaubte ich im Interesse der

<sup>1)</sup> Eine eingehendere Darlegung des Verfahrens findet sich in meinem Aufsatz über die praktische Gestaltung der physikalischen Schülerübungen, *Abh. z. Didaktik u. Philosophie d. Naturw.* Heft 3.

Schülerübungen mich diesen Wünschen nicht entziehen zu dürfen. Von den optischen Schülerübungen sind die Stecknadelversuche besonders reizvoll und fruchtbar. Die erste Anregung dazu erhielt ich von E. MACH<sup>2)</sup>. In England und Amerika hat man inzwischen diese Versuche sehr ausgearbeitet, und sie haben in der Tat ein ausgedehntes Anwendungsgebiet. Man kann damit das Minimum der Ablenkung und den brechenden Winkel eines Prismas und somit den Brechungsquotienten des Glases, den Weg eines Lichtstrahls durch ein Prisma bei Spiegelung im Innern, die Kataustik und Wellenlinie eines Zylinderspiegels, die Diakaustik für die Brechung in einer Ebene, den Strahlenweg bei der Brechung in einer Zylinderlinse, die Diakaustik für diese, die Entstehung des Regenbogens, den Brechungsquotienten einer Flüssigkeit mittels des Grenzwinkels u. s. w. bestimmen. Doch gilt für die Anwendung dieses Versuchsverfahrens in mehrdeutigem Sinn das Wort Goethes: „In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister.“

In der nachfolgenden Beschreibung der Schülerversuche, die einen erschöpfenden Einblick in den Betrieb gewährt, ist stets die Ausrüstung für einen Schüler oder eine Gruppe angegeben. Die Gegenstände sind numeriert, und die Schüler tragen diese Nummern in ihre Hefte und Zeichnungen ein, damit man etwaige Mängel einzelner Geräte schnell herausfinden kann. Eine Verdunklung des Arbeitsraumes ist nicht erforderlich, nur bei den Versuchen über die Linsen und die Spektralanalyse blende man direkt einfallendes Sonnenlicht ab. Die Schüler machen die Messungen so genau, als die Geräte es zulassen, d. h. sie lesen an den Maßstäben (Winkelmessern) Millimeter (Grade) ab und schätzen die Zehntel-Millimeter (Grade). Die darbietenden Erläuterungen des Lehrers im Laufe der Übungen sind durch *kursive Schrift* hervorgehoben, im Übrigen vermeide man, die Schüler bei ihren Versuchen zu stören, falls nicht Gefährdungen der Ergebnisse oder der Lehrmittel dies erfordern.

### I. Spiegelung an einer Ebene.

1. Aufgabe. *Eine Ebene wirft Licht zurück.* a) Sind Einfallswinkel und Ausfallswinkel gleich? b) Stehen Gegenstand und Bild gleich weit vom Spiegel ab? c) Wie groß ist der Winkel, den die Verbindungsgerade entsprechender Punkte des Gegenstandes und des Bildes mit dem Spiegel bildet?

Geräte: Glasstreifen (15 cm  $\times$  2,5 cm  $\times$  0,25 cm), auf der Vorderseite versilbert, poliert, mit Zaponlack überzogen, auf der Rückseite mit mattschwarzem Firnis überstrichen und auf einen rechteckigen Holzstab (14,7 cm lang, 2 cm hoch und 2,7 cm breit) oder Ankerbaustein mit der Rückseite so gekittet, daß der Spiegel genau senkrecht steht (Fig. 1). Die nach dem Vorgehen von W. WATSON durch das Holz getriebenen



Fig. 1.

Befestigungsspitzen haben sich nicht bewährt. Reißbrett. Weißes Papier. Reißnägeln. Bleistifte; Schmirgelpapier zum Anschärfen. Stecknadeln.

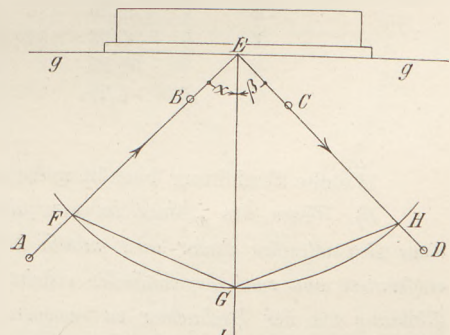


Fig. 2.

<sup>2)</sup> Mach-Odströil, Grundriß d. Naturlehre, Ausgabe für Gymnasien, S. 130 u. 134; 1887. Die unglückliche Hand des Bearbeiters Habart hat sie in den Neuauflagen gestrichen.

Winkelmesser aus Karton. Zirkel. Dreiecke;  $45^\circ$ , Hypotenuse 16 cm;  $30^\circ$ , Hypotenuse 20 cm. Maßstab aus Holz, 30 cm lang, in Millimeter geteilt. Putzleder.

Anweisung. a) Hefte den Bogen mit Reißnägeln auf das Zeichenbrett. Zieh die Gerade  $g$  (Fig. 2). Stelle den Spiegel so auf das Papier, daß die untere Kante der versilberten Vorderfläche genau mit  $g$  zusammenfällt. Stecke die Nadel  $B$  nahe dem Spiegel und die Nadel  $A$  möglichst weit davon entfernt lotrecht in das Reißbrett. Bring das Auge in eine solche Lage, daß  $A$  die Nadel  $B$  verdeckt und stecke, ohne den Kopf zu bewegen, zwei weitere Nadeln,  $C$  in der Nähe des Spiegels und  $D$  weit davon entfernt, so in das Papier, daß ihre Spiegelbilder auf der Verlängerung von  $AB$  liegen. Umringle die Einstichstellen der Nadeln und entferne dann Spiegel und Nadeln. Zieh  $AB$  und  $CD$ . Wo schneiden sich die Verlängerungen beider Strecken? Einfallsstrahl  $AE$ , Einfallspunkt  $E$ , Ausfallstrahl  $ED$ . Errichte mit dem Dreieck in  $E$  das Lot  $EL$  auf  $g$ . Einfallslot. Einfallswinkel  $AEL = \alpha$ , Ausfallswinkel  $DEL = \beta$ . Miß die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$ , trag die gefundenen Werte in die Zeichnung und in die folgende Tabelle ein und berechne  $\alpha - \beta$  unter Beachtung des Vorzeichens<sup>3)</sup>.

Vers.	$\alpha$	$\beta$	$\alpha - \beta$	Bemerkungen
1	30,0	30,0	0,0	
2	26,5	26,5	0,0	
3	57,6	57,8	-0,2	
4	42,0	42,0	0,0	
5	80,3	80,3	0,0	
		Mittel:	0,0	

Wiederhole den Versuch fünfmal und wähle jedesmal einen anderen Einfallswinkel. Bilde das Mittel der  $\alpha - \beta$ . Welche Beziehung besteht zwischen  $\alpha$  und  $\beta$ ?

Es hat sich herausgestellt, daß weniger die Ungenauigkeit des Verfahrens als die Fehler der benutzten Winkelmesser aus Karton Abweichungen in den Werten von  $\alpha$  und  $\beta$  hervorrufen. Man kann die unmittelbare Winkelmessung umgehen und nach der Errichtung des Einfallslotes folgende Anweisungen geben:

Schlag um  $E$  mit einem Halbmesser von 8 bis 12 cm einen Bogen der  $AE$ ,  $EL$  und  $ED$  in den Punkten  $F$ ,  $G$  und  $H$  schneidet. Miß die Strecken  $FG$  und  $HG$  mit dem Millimetermaßstabe, trag die Werte in die Zeichnung und die nachstehende Tabelle ein und berechne  $FG - HG$  unter Beachtung des Vorzeichens und das Mittel aus diesen Unterschieden.

Vers.	$FG$ in cm	$HG$ in cm	$FG - HG$ in cm	Bemerkungen
1	5,30	5,27	0,03	
2	8,55	8,65	-0,10	
3	6,59	6,59	0,00	
4	10,20	10,10	0,10	
5	4,70	4,70	0,00	
		Mittel:	0,01	

Welche Beziehung besteht zwischen  $FG$  und  $HG$  und demnach zwischen  $\alpha$  und  $\beta$ ?

b) Wesen des „Abweichungsverfahrens“, mittels eines Retortenständers, des Fensters und eines Gegenstandes davor oder mittels zweier Lichter erläutert, und Herleitung des Satzes: Der entferntere von zwei Gegenständen scheint sich in Bezug auf den näheren Gegenstand in derselben Richtung wie der Beobachter zu bewegen.

Befestige einen neuen Bogen auf dem Reißbrett, zieh darauf die Gerade  $g$  und setze den Spiegel so auf, daß die untere Kante der spiegelnden Vorderfläche genau mit  $g$  zu-

<sup>3)</sup> Die angegebenen Messungen und Berechnungen haben Schüler von mir in den Übungen gemacht.

sammenfällt (Fig. 3). Stecke die Nadel  $A$  vor dem Spiegel in  $\sim 5$  cm Abstand ein. Sieh nahezu senkrecht auf den Spiegel, halt dabei das Auge so hoch, daß Du nur den unteren Teil des Spiegelbildes von  $A$  erblickst und stecke eine Nadel  $B$  hinter dem Spiegel so in das Papier, daß ihr oberer Teil die Fortsetzung des Bildes von  $A$  bildet. Bewege das Auge soweit nach rechts oder links, als der Spiegel es gestattet. Scheint dabei andauernd die Nadel  $B$  die Fortsetzung des Bildes von  $A$  zu sein, so fällt sie genau damit zusammen; bewegt sie sich aber mit dem Auge, so liegt sie zu weit vom Spiegel ab, und man muß sie ein wenig näher stecken; bewegt sie sich jedoch entgegengesetzt dem Auge, so muß man sie etwas weiter vom Spiegel entfernen. Nach wenigen Versuchen findet man die Lage der Nadel  $B$ , in der sie sich für jede Stellung des Auges mit dem Bilde von  $A$  deckt. Umringe die Einstichstellen von  $A$  und  $B$ , miß die Entfernungen  $AC$  und  $BC$ , trag sie in die Zeichnung und die folgende Tabelle ein und berechne  $AC - BC$  unter Berücksichtigung des Vorzeichens.

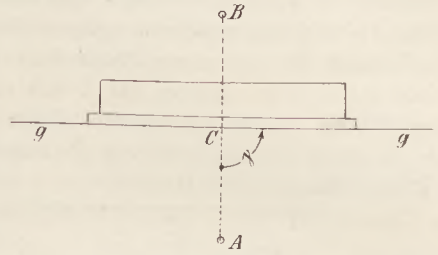


Fig. 3.

Vers.	$AC$ in cm	$BC$ in cm	$AC - BC$ in cm	$\gamma$	Bemerkungen
1	4,75	4,75	0,00	90	
2	5,40	5,40	0,00	90	
3	4,20	4,20	0,00	90	
4	4,70	4,70	0,00	90	
5	5,75	5,75	0,00	90	
Mittel:			0,00	90	

Wiederhole den Versuch fünfmal und ändere jedesmal die Lage von  $A$ . Bilde das Mittel aus den Unterschieden  $AC - BC$ . Welche Beziehung besteht zwischen  $AC$  und  $BC$ ?

c) Miß den Winkel  $\gamma$  zwischen der Linie  $AB$  und der spiegelnden Ebene  $g$  in den soeben hergestellten Zeichnungen mit dem Winkelmesser und trag die Werte in die Zeichnungen und die voranstehende Tabelle ein. Bilde das Mittel aus den  $\gamma$  und prüfe das Ergebnis durch Anlegen des Dreiecks.

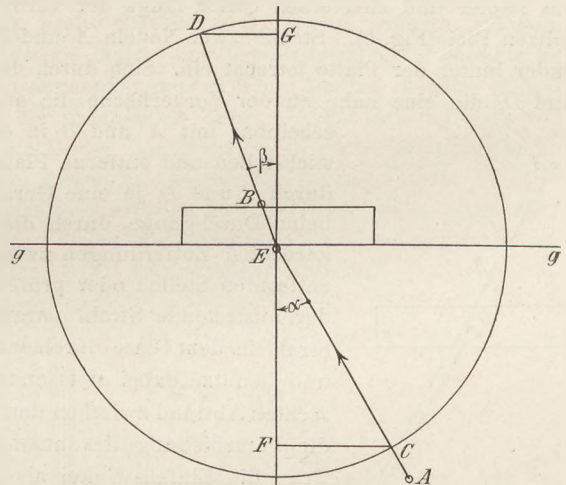


Fig. 4.

## II. Brechung in einer Ebene.

2. Aufgabe. Wie ändert ein Lichtstrahl seine Richtung beim Übergang aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes?

Geräte. Planparallele Glasplatte<sup>3)</sup> (4 cm  $\times$  4 cm  $\times$  2,7 cm), die 4 schmalen Seiten mattgeschliffen. Reißbrett. Weißes Papier. Reißnägeln. Bleistift, Schmirgelpapier. Sehr dünne Insektennadeln. Stecknadeln. Zirkel. Dreiecke. Millimetermaßstab. Putzleder.

Anweisung<sup>4)</sup>. Zeichne die Gerade  $g$  auf dem Papier und stelle die Glasplatte so auf die schmale Seite, daß die untere Kante der Dir zugewandten polierten Fläche genau längs

<sup>3)</sup> Die Höhe 4 cm ist etwas zu groß, die Insektennadeln lassen sich dabei nur schwierig einstecken.

<sup>4)</sup> Dies bewundernswerte Verfahren verdankt man F. M. GILLEY an der Chelsea High School.

$g$  fällt (Fig. 4). Diese Seite ist die brechende Ebene. Stecke eine dünne Insektennadel  $B$  lotrecht so in das Papier, daß sie die Hinterseite des Glases berührt, und eine andere dünne Insektennadel  $E$  so, daß sie die brechende Ebene berührt, und die Strecke  $BE$  schief zu  $g$  steht. Sieh mit einem Auge in solcher Richtung durch das Glas, daß  $E$  das Bild von  $B$  bedeckt und stecke eine gewöhnliche Nadel  $A \sim 10$  cm von  $E$  entfernt so ein, daß sie mit  $B$  und  $E$  scheinbar in einer Ebene liegt. Umringelege die Einstichstellen, entferne Glas und Nadeln und ziehe  $AE$  und  $BE$  mit einem spitzen Blei. Errichte in  $E$  das Lot  $GF$  auf  $g$ . Einfallsstrahl  $AE$ , Einfallspunkt  $E$ , gebrochener Strahl  $EB$ , Einfallslot  $GF$ , Einfallswinkel  $AEF = \alpha$ , Brechungswinkel  $BEG = \beta$ . Schlag um  $E$  mit einem Halbmesser von  $\sim 8$  cm einen Kreis der  $AE$  und  $EB$  in  $C$  und  $D$  schneidet. Fülle von  $C$  und  $D$  die Lote  $CF$  und  $DG$  auf  $GF$ . Miß die Strecken  $CF$  und  $DG$ , trag die Ergebnisse in die Zeichnung und in die folgende Tabelle ein und berechne  $CF/DG$ .

Vers.	$CF$ in cm	$DG$ in cm	$CF/DG$	Bemerkungen
1	3,85	2,40	1,60	
2	3,45	2,35	1,47	
3	5,40	3,55	1,52	
4	2,75	1,86	1,48	
5	3,80	2,45	1,55	
		Mittel:	1,52	

Wiederhole den Versuch fünfmal und ändere jedesmal den Einfallswinkel, wähle dabei jedoch die Punkte  $B$  und  $E$  so, daß der Winkel  $\alpha$  niemals größer als  $45^\circ$  wird. Stimmen die Werte von  $CF/DG$  überein? Berechne den Mittelwert. Brechungsquotient  $n$  des benutzten Glases. Stelle eine Beziehung zwischen  $n$  d. h.  $CF/DG$  und  $\alpha$  und  $\beta$  auf.

3. Aufgabe. Ändert ein Lichtstrahl, der durch eine planparallele Glasplatte geht, seine Lage und Richtung?

Geräte. Wie bei Aufgabe 2 mit Ausnahme des Zirkels, dazu bedrucktes Papier und Millimeterpapier.

Anweisung. a) Stelle die Glasplatte mit einer mattgeschliffenen schmalen Seite auf das Papier und zieh einen Strich längs der vorderen und hinteren Grundkante mit einem spitzen Blei (Fig. 5). Stecke zwei Nadeln  $A$  und  $B$  in möglichst großem Abstände voneinander hinter der Platte lotrecht ein. Sieh durch das Glas und stecke zwei weitere Nadeln  $C$  und  $D$ , die eine nahe an der Vorderfläche die andere weit davon entfernt, so ein, daß sie scheinbar mit  $A$  und  $B$  in einer Ebene liegen. Umringelege die Einstichstellen und entferne Platte und Nadeln. Zieh durch  $A$  und  $B$  und durch  $C$  und  $D$  je eine Gerade. Hat sich die Richtung des Strahles beim Durchgange durch die planparallele Platte geändert? Miß die lotrechten Entfernungen zwischen den Geraden  $AB$  und  $CD$  an zwei entfernten Stellen oder prüfe mittels zweier Dreiecke, ob der ein- und der austretende Strahl parallel sind. Zeichne den Weg  $EF$ , den der Strahl in dem Glase durchlaufen hat. Mache mindestens fünf Versuche und benutze dabei stets andere Einfallswinkel. Miß jedesmal den lotrechten Abstand zwischen dem ein- und dem austretenden Strahl. Wächst die Verschiebung des austretenden Strahles mit dem Einfallswinkel? Trag die Einfallswinkel als Abszissen und die zugehörigen Verschiebungen als Ordinaten auf Millimeterpapier ab und verbinde die so festgelegten Punkte.

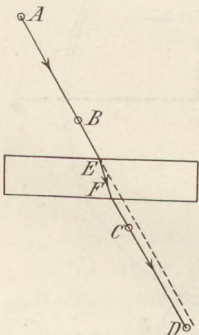


Fig. 5.

b) Lege die Glasplatte flach auf ein bedrucktes Blatt. Sieh von einem Punkte über der Platte auf den Druck. Hat der Teil der Schrift, der unter dem Glase liegt, seine Lage scheinbar geändert? Ist das noch der Fall, wenn man die Platte vom Papier hebt und zwischen dieses und das Auge hält? Erkläre diese Erscheinung durch eine Skizze des

Strahlenbündels, das, von einem Punkt des Papiers ausgesandt, durch die Platte geht und in das Auge eintritt.

4. Aufgabe. a) Stelle den Weg eines Lichtstrahls fest, der durch ein Prisma geht.  
b) Lenkt das Prisma Strahlen verschiedener Farbe verschieden stark ab?

Geräte. Glasprisma, 3,5 cm hoch, Querschnitt ein gleichseitiges (3 cm) Dreieck, beide Endflächen und eine Seitenfläche matt geschliffen. Reißbrett. Weißes Papier. Reißnägeln. Bleistifte, Schmirgelpapier. Stecknadeln. Winkelmesser. Dreiecke. Millimetermaßstab. Putzleder. Mattes rotes, gelbes, grünes, blaues, violettes und schwarzes Papier. Gummi arabicum. Schere.

Anweisung. a) Hefte einen Bogen weißen Papiers auf das Reißbrett und stecke zwei Nadeln  $D$  und  $E \sim 10$  cm von einander entfernt ein (Fig. 6). Stelle in der Nähe von  $E$  das Prisma auf die hohe Kante und drehe es so, daß Du  $D$  und  $E$  durch das Prisma hindurch erblicken kannst. Sieh mit einem Auge so auf die Fläche  $AC$ , daß die Bilder von  $D$  und  $E$  sich decken und stecke in der Nähe des Prismas die Nadel  $F$  und möglichst weit davon entfernt die Nadel  $G$  so ein, daß  $D, E, F$  und  $G$  scheinbar in einer Ebene liegen. Umringle die Einstichstellen und umfahre den Umriß der Prisma-Grundfläche mit einem spitzen Blei. Entferne Prisma und Nadeln. Zieh durch  $D$  und  $E$  und durch  $F$  und  $G$  Geraden. Zeichne den Weg des Strahls in dem Prisma. Ist der austretende Strahl  $KG$  dem eintretenden Strahl  $DH$  parallel? Wenn nicht, ist der austretende Strahl nach der brechenden Kante  $A$  zu oder von ihr weg abgelenkt? Ablenkungswinkel  $LJF = \delta$ . Wiederhole wenigstens dreimal den Versuch und benutze jedesmal einen anderen Einfallswinkel  $\alpha$ . Miß den brechenden Winkel  $\varphi$ , die Einfallswinkel  $\alpha$  und die Ablenkungswinkel  $\delta$  mit dem Winkelmesser. Ändert sich der Ablenkungswinkel mit dem Einfallswinkel?

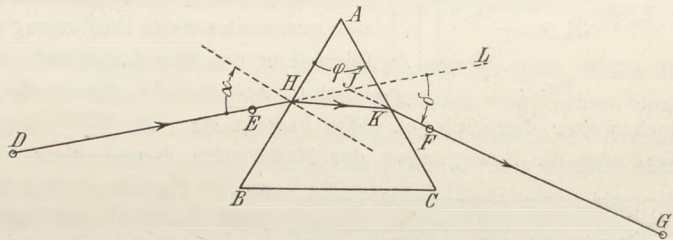


Fig. 6.

b) Zieh einen 12 bis 15 cm langen Strich mit Blei auf einem Blatt mattschwarzen Papiers. Schneid  $\sim 2$  cm lange und 0,2 cm breite Streifchen aus rotem, gelbem, grünem, blauem, violettem und weißem Papier. Klebe sie längs dem Bleistiftstrich hintereinander so auf das schwarze Papier, daß sie einen zusammenhängenden 2 mm breiten Streifen bilden. Halt das Prisma dicht vor das Auge mit der brechenden Kante parallel dem Streifen und drehe es, bis Du diesen siehst. Liegen die Bilder der Streifchen auch in einer Geraden? Ordne die Streifchen nach ihrem scheinbaren Abstände von der brechenden Kante. Werden Strahlen verschiedener Farbe beim Durchgange durch ein Prisma gleich stark abgelenkt? Welche werden am meisten und welche am wenigsten abgelenkt? Wirft jedes Papier nur eine einzige Farbe zurück? Ist z. B. in dem roten Papier etwas Blau und in dem gelben etwas Grün enthalten? Wieviel Farben kannst Du in dem weißen Papier entdecken? Ist das Weiß vielleicht eine Mischung aller anderen Farben? *Spektrum. Ausblick auf die Spektralanalyse.*

### III. Sphärische Spiegel und Linsen.

5. Aufgabe. *Untersuche die Bilder, die ein Hohlspiegel erzeugt.*

Geräte. Uhrglas, 8 cm Durchmesser und 9,8 cm Krümmungshalbmesser, auf der Rückseite versilbert, poliert und mit Zaponlack überzogen; in der Mitte der Silberschicht ist ein wagerechter Spalt (1 cm  $\times$  0,2 cm) herausgeschabt. An ein Grundbrett (10 cm  $\times$  4,7 cm  $\times$  1,1 cm) ist genau rechtwinklig ein Holzbrett (12,3 cm  $\times$  10 cm  $\times$  0,9 cm) aufgeschraubt, aus dessen Mitte eine Öffnung, etwas größer als das Uhrglas, mit einem Ansatz, etwas kleiner als das Uhrglas, herausgedreht ist. Der Spiegel ist mit drei kreisförmigen Korkscheiben, von denen ein Segment weggeschnitten, mittels Nägeln durch die Mittelpunkte so befestigt, daß der

Spiegelscheitel genau 7,5 cm über der Tischplatte liegt (Fig. 7). 2 Stricknadeln, in Holzklötze (5 cm  $\times$  2,5 cm  $\times$  2,5 cm) so eingesetzt, daß 2,5 cm herausragen und die Spitzen genau 7,5 cm über der Tischplatte liegen. Millimetermaßstab aus Holz, 30 cm lang, an dem Nullende abgescrägt (Fig. 8). Putzleder.

Anweisung. a) Benutze als Gegenstand, dessen Bilder zu untersuchen sind, die Spitze der Nadel. Stelle diese 30 cm oder mehr von dem Spiegel entfernt auf, sieh an ihr vorbei in den Spiegel und suche ihr Bild. Findest Du es nicht, so drehe, da das bewegte Bild leichter zu erkennen ist, den Spiegel ein wenig. Ist das Bild umgekehrt und kleiner als der Gegenstand? Wenn nicht, entferne die Nadel weiter von dem Spiegel. Schieb, sobald Du ein umgekehrtes, verkleinertes Bild erhalten hast, die Nadel langsam gegen den Spiegel.

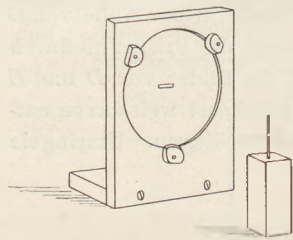


Fig. 7.

Bewegt sich das Bild auf diesen zu oder von ihm weg? Wird es größer oder kleiner? Suche die Stelle, wo das Bild lotrecht über der Nadel steht und ebensogroß wie diese ist. Laß die Spitzen beider zusammenfallen. *Krümmungsmittelpunkt*. Nähere die Nadel noch weiter dem Spiegel. Wohin wandert das Bild? Wird es größer oder kleiner? Beachte die Stelle, wo das Bild in eine grenzenlos weite Entfernung geeilt ist und bei ganz geringem Verrücken der Nadel plötzlich aufrecht hinter dem Spiegel erscheint. *Spiegelscheitel, Spiegelachse, Brennpunkt*. Nähere die Nadel noch weiter dem Spiegel. Wie bewegt sich das Bild? Ist es aufrecht oder umgekehrt? Vergleich die Bewegungen der Nadelspitze *A* und ihres Bildes *B* mit den Wanderungen



Fig. 8.

zweier Punkte *P* und *Q*, die in Bezug auf das Punkt-paar *M* und *N* konjugiert harmonisch sind. In Bezug auf welche Punkte der Spiegelachse sind bei dieser Annahme wohl *A* und *B* konjugiert? *Gegenstandsweite a*, *Bildweite b*. Welche Formel läßt sich auf Grund dieser Forschungshypothese für den Krümmungshalbmesser *r* des Spiegels als harmonisches Mittel zwischen *a* und *b* aufstellen?  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$ . *Brennweite*  $f = \frac{1}{2} r$ . *Notwendigkeit die vermutete Formel*  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  *durch Messungen zu prüfen.*

b) Stelle die eine Nadel in die Achse des Spiegels und mache die Lage des Bildes durch eine zweite Nadel kenntlich. Bringe diese Nadel und das Bild der ersteren nach dem „Abweichungsverfahren“ (vgl. Aufg. 1) zum genauen zusammenfallen. Miß nun die Gegenstandsweite *a* und die Bildweite *b* mittels des abgescrägten Millimetermaßstabes. Mache sechs Messungen, je zwei für die drei Fälle

$$a > r; r > a > f; f > a.$$

Stelle in dem letzten Falle die zweite Nadel hinter den Spiegel, schaue durch den schmalen wagerechten Spalt der Silberbelegung hindurch und bring diese Nadel zum Zusammenfallen mit dem Bilde. Trag die Ergebnisse in die folgende Tabelle, beachte jedoch, daß *b* negativ zu nehmen ist, sobald das Bild hinter dem Spiegel liegt.

Vers.	<i>a</i> cm	<i>b</i> cm	$\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$	<i>f</i> cm	<i>r</i> cm	Bemerkungen
1	25,1	5,9	0,2092	4,78	9,90	
2	16,9	7,6	0,1907	5,24	9,90	
3	7,1	16,49	0,2014	4,97	9,90	
4	7,9	13,6	0,2001	4,99	9,85	
5	3,1	− 8,6	0,2063	4,85	9,90	
6	2,9	− 8,75	0,2312	4,33	10,00	
			Mittel:	4,86	9,91	

$$\frac{1}{2} r = f = 4,95.$$



Berechne  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$  und  $f$  unter Benutzung der im Anhang enthaltenen Tafel der umgekehrten Werte der Zahlen von 1 bis 100. Welche Beziehung besteht zwischen den verschiedenen Werten von  $f$ ? Bilde den Mittelwert.

c) Stelle die Nadel in den Krümmungsmittelpunkt des Spiegels und bring ihre Spitze nach dem „Abweichungsverfahren“ mit deren Bilde genau zur Deckung. Miß den Krümmungshalbmesser und trag seine Länge in die Spalte mit der Überschrift  $r$  ein. Wiederhole die Einstellung und Messung sechs mal. Bilde den Mittelwert und berechne daraus  $\frac{1}{2}r = f$ . Vergleich diese unmittelbar gemessene Länge mit dem aus den Bestimmungen von  $a$  und  $b$  berechneten Wert.

6. Aufgabe. *Untersuche die Bilder, die ein erhabener Spiegel erzeugt.*

Geräte. Wie bei Aufgabe 5.

Anweisung. Stelle eine Nadel als Gegenstand vor die erhabene Seite des Spiegels und suche das Bild. Liegt es vor oder hinter dem Spiegel? Ist es größer oder kleiner als der Gegenstand, aufrecht oder umgekehrt? Stelle die Nadel in verschiedene Entfernungen von dem Spiegel und prüfe, ob die erhaltenen Antworten auf die voranstehenden Fragen in allen Fällen richtig bleiben.

b) Gilt die Formel für den Hohlspiegel auch für den erhabenen Spiegel? Stelle die eine Nadel vor den Spiegel in dessen Achse, schaue durch den schmalen wagerechten Spalt der Silberschicht und bring die andere Nadel hinter dem Spiegel nach dem Abweichungsverfahren mit dem Bilde der ersteren zum genauen Zusammenfallen. Miß  $a$  und  $b$  und nimm  $b$ , wenn das Bild hinter dem Spiegel liegt, negativ. Mache fünf Messungen. Trag die Werte in eine Tabelle ein, die genau so wie die von Aufgabe 5 eingerichtet ist. Berechne den Mittelwert des  $f$  und daraus  $r$  und vergleiche diesen Wert mit der in Aufgabe 5 bestimmten Länge.

7. Aufgabe. *Untersuche die Bilder, die eine Sammellinse erzeugt, und bestimme außerdem deren Brennweite.*

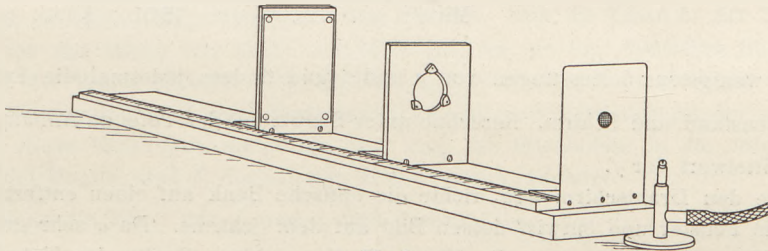


Fig. 9.

Geräte. Optische Bank. Grundbrett (105 cm  $\times$  13 cm  $\times$  2 cm), darauf längs einer Seitenkante ein hölzerner Metermaßstab mit Millimeterteilung (100 cm  $\times$  2,5 cm  $\times$  0,8 cm) aufgeschraubt (Fig. 9). Gegenstand. An ein Grundbrett (10 cm  $\times$  4,7 cm  $\times$  1 cm) ist genau rechtwinklig eine 0,05 cm starke Schwarzblechscheibe (12,5 cm  $\times$  10 cm) geschraubt, aus der ein 1,2 cm weites Loch so herausgeschnitten, daß dessen Mitte genau 7,5 cm über der optischen Bank liegt. Auf das Loch ist ein Drahtnetz (1 mm Maschenweite) gelötet. Schnittbrenner 6,8 cm hoch. Linse. An ein Grundbrett (10 cm  $\times$  4,7 cm  $\times$  1,2 cm) ist genau rechtwinklig ein Brett (12,5 cm  $\times$  10 cm  $\times$  1,2 cm) geschraubt, in das ein bikonvexes Brillenglas (Durchmesser 4 cm, Brennweite 12,5 cm) ähnlich wie der Spiegel (Aufg. 5) so gefaßt ist, daß die Linsenachse genau 7,5 cm über der optischen Bank liegt. Schirm. An ein Grundbrett (10 cm  $\times$  4,7 cm  $\times$  1,2 cm) ist genau rechtwinklig ein Brett (14,7 cm  $\times$  10 cm  $\times$  0,9 cm) aus Pappelholz geschraubt und darauf ein Rechteck aus weißem Karton (14,7 cm  $\times$  10 cm) mit Reißnägeln befestigt. Kautschukschlauch. Putzleder.

Anweisung<sup>5)</sup>. a) Stelle an dem Ende der optischen Bank, das vom Fenster ab-

<sup>5)</sup> Es ist vorausgesetzt, daß die Linsenformel im Klassenunterricht bereits theoretisch abgeleitet worden ist.

gewandt ist, als Gegenstand den Schirm mit der Drahtgaze auf und beleuchte ihn von hinten mit dem Schnittbrenner. Setze auf das andere Ende der Bank den Kartonschirm. Verschieb zwischen diesem und dem Gegenstande die Linse vor- und rückwärts bis ein möglichst scharfes Bild des Drahtfensters auf dem Schirm erscheint. Ist es größer oder kleiner als der Gegenstand? Bedecke einen Teil des Drahtfensters mit einer Karte. Ist das Bild aufrecht oder umgekehrt?

b) Suche, ohne den Gegenstand und den Schirm zu verschieben, eine zweite Stellung der Linse, bei der sie ein scharfes Bild auf dem Schirm entwirft. Ist es größer oder kleiner als der Gegenstand, aufrecht oder umgekehrt? Steht das größere oder das kleinere Gebilde, sei dieses Gebilde der Gegenstand oder das Bild, der Linse näher?

c) Schieb den Kartonschirm etwas näher an das Drahtfenster und suche wieder zwei Stellungen der Linse, bei denen ein Bild auf dem Schirm entsteht. Ist es bei jedem Abstände von Gegenstand und Schirm möglich, die Linse so zu stellen, daß sie ein deutliches Bild erzeugt? Wie groß ist die kleinste Entfernung zwischen Schirm und Drahtfenster, bei der die Linse ein deutliches Bild entwirft?

d) Stelle ein Bild so scharf wie möglich ein und lies an dem Meterstabe so genau wie möglich die Stellungen von Gegenstand, Linse und Bild in Bezug auf den Nullpunkt ab. Berechne daraus die Gegenstandsweite  $a$  und die Bildweite  $b$  und trag sie in die folgende Tabelle ein.

Vers.	$a$ cm	$b$ cm	$\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$	$f$ cm ber.	$f$ cm beob.	Bemerkungen
1	15,6	64,0	0,0792	12,49	12,4	Versuch 5 verworfen, da für ihn $a + b = 50,1$ ist, mithin die Einstellung unsicher war.
2	14,8	80,25	0,0796	12,47	12,75	
3	53,3	16,5	0,0781	12,51	12,5	
4	86,9	15,1	0,0781	12,51	12,4	
5	12,8	37,3	0,1072	—	12,5	
			Mittel:	12,50	12,51	

Mache wenigstens 5 Messungen von  $a$  und  $b$  und ändere jedesmal die Entfernungen zwischen Gegenstand und Schirm. Berechne unter Benutzung der Tafel im Anhange  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ ,  $f$  und den Mittelwert der  $f$ .

e) Setze den Drahtschirm weg, richte die optische Bank auf einen entfernten Gegenstand vor dem Fenster und entwirf dessen Bild auf dem Schirme. Da  $a$  sehr groß ist, wird  $b \approx f$ . Miß so  $f$  fünfmal, trag die Werte in die vorletzte Spalte der Tabelle ein und berechne den Mittelwert. Vergleich die Mittelwerte der aus  $a$  und  $b$  berechneten und der unmittelbar beobachteten Brennweite. Wieviel mal größer als die Brennweite ist die oben (c) gemessene kleinste Entfernung zwischen Gegenstand und Schirm, bei der noch ein Bild entsteht?

Es empfiehlt sich, später im Klassenunterricht diese Beziehung auch theoretisch zu erörtern, dabei ein genaueres Verfahren zur Bestimmung von  $f$  abzuleiten und dieses, falls die Zeit es gestattet, durch weitere Messungen zu prüfen.

Da sich die Gleichungen

$$a + b = l \quad \text{und} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f},$$

wo  $l$  den Abstand von Gegenstand und Schirm bedeutet, auf die Form

$$a + b = l \quad \text{und} \quad ab = lf$$

bringen lassen, so sind  $a$  und  $b$  die Wurzeln der quadratischen Gleichung

$$x^2 - lx + lf = 0.$$

Die Diskriminante der linken Seite ist

$$D = l(l - 4f).$$

Die kleinste Entfernung zwischen Schirm und Gegenstand, bei der noch ein Bild entsteht, ist also  $4f$ . Die Wurzel  $d$  aus der Diskriminante  $D$  ist gleich der Verschiebung der Linse zwischen den beiden Stellungen, in denen diese bei unverändertem  $l$  deutliche Bilder entwirft. Da sich nun  $l$  und  $d$  genauer als  $a$  und  $b$  messen lassen, so empfiehlt es sich, nach dem Vorgange von Bessel  $f$  statt aus  $a$  und  $b$  nach der Formel

$$f = \frac{1}{4} \left( l - \frac{d^2}{l} \right)$$

zu berechnen und diesen Wert mit der unmittelbar gemessenen Brennweite zu vergleichen.

Man kann auch mit F. Kohlrausch (*Lehrb. d. prakt. Phys.* 269, 4) aus den Abständen des Gegenstandes und des Bildes von der Linse, die gleich  $\frac{1}{2}(l+d)$  und  $\frac{1}{2}(l-d)$  sind, folgern

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{l+d} + \frac{2}{l-d} = \frac{4l}{l^2 - d^2},$$

woraus sich

$$f = \frac{1}{4} \left( l - \frac{d^2}{l} \right) \quad \text{und} \quad d^2 = l(l - 4f)$$

ergibt.

8. Aufgabe. *Stelle ein Fernrohr her und bestimme seine Vergrößerungszahl<sup>6)</sup>.*

Geräte. 2 Sammellinsen (Brillengläser), die eine hat 25 cm und die andere 7,5 cm Brennweite. Eine 25 cm lange innen geschwärzte 1,5 mm starke Pappröhre von 3,6 cm innerer Weite. 2 Retortenhalter. Millimetermaßstab. Weißer Karton. Lineal. Tusche. Reißnägel. Klebwachs oder gummiertes Papier. Putzleder.

Anweisung. a) Halt das Ende des Millimetermaßstabes wagerecht mit dem einen Ende gegen die Wand oder gegen ein Stück weißen Kartons und richte das andere Ende gegen einen entfernten Gegenstand vor dem Fenster. Halt die Linse in der Hand und bewege sie von der Wand aus längs dem Maßstabe, bis sie ein deutliches Bild des Gegenstandes auf der Wand entwirft. Die Entfernung zwischen Linse und Wand ist sehr nahe gleich der Brennweite der Linse. Bestimme ebenso auch die Brennweite der anderen Linse. Wiederhole diese Messungen mehrmals und trag die Ergebnisse in die folgende Tabelle ein, wo  $f_1$  die längere und  $f_2$  die kürzere Brennweite bezeichnet.

Berechne die Mittel der  $f_1$  und  $f_2$  und daraus  $f_1 + f_2$  und  $\frac{f_1}{f_2}$ .

Vers.	$f_1$ cm	$f_2$ cm	Linsenabstand in cm	Vergrößerungs- zahl	Bemerkungen
1	25,3	7,3	31,1	3,3	
2	25,0	7,2	31,1	3,2	
3	25,1	7,3	31,2	3,3	
4	25,0	7,2	31,2	3,3	
5	25,0	7,3	30,6	3,3	
Mittel:	25,1	7,3	31,0	3,3	

$$f_1 + f_2 = 32,4$$

$$\frac{f_1}{f_2} = 3,4$$

b) Befestige die Linse mit der längsten Brennweite  $f_1$  mittels Klebwachs oder Streifen gummierten Papiers an dem einen Ende der Pappröhre. Fasse die Röhre in die Klemme

<sup>6)</sup> Vgl. L. Koenigsberger, Hermann von Helmholtz 1, 13.

eines Ständers und richte das Ende, das die Linse trägt, auf einen entfernten Gegenstand vor dem geöffneten Fenster. Setze die andere Linse in die Klemme eines zweiten Ständers und stelle sie dem hinteren Ende der Röhre gegenüber so auf, daß die Linsenachsen zusammenfallen. Halt das Auge dicht vor diese Linse und verschieb den Ständer, bis Du den entfernten Gegenstand deutlich siehst. *Fernrohr, Objektiv, Okular*. Wie müssen die beiden Linsen zueinander stehen, daß die Strahlen aus dem Okular parallel austreten? Erscheint der durch das Fernrohr gesehene Gegenstand größer oder kleiner als der mit unbewaffnetem Auge betrachtete? Ist das Bild aufrecht oder umgekehrt?

c) Berichtige die Lage des Okulars, bis das Bild so deutlich wie möglich erscheint. *Einstellen des Fernrohrs*. Stelle das Okular mehrmals ein und miß jedesmal den Abstand zwischen Objektiv und Okular, trag die Ergebnisse in die voranstehende Tabelle ein und berechne den Mittelwert. Vergleich diesen mit der Summe der Brennweiten.

d) Schneid einen Kartonstreifen (30 cm  $\times$  5 cm) und zieh dicke schwarze Striche im Abstände von 2,5 cm parallel der kurzen Seite. Befestige den Streifen an einer entfernten

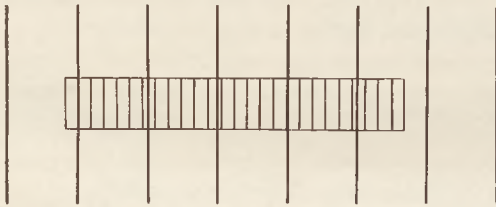


Fig. 10.

Wand und stelle das Fernrohr darauf ein. Betrachte den Karton mit dem einen Auge durch das Fernrohr und gleichzeitig mit dem anderen unbewaffneten Auge. Drehe, wenn erforderlich, das Fernrohr ein wenig derart, daß sich die mit beiden Augen gesehenen Bilder decken. Gegenstand und Bild erscheinen wie in der Fig. 10. Laß einen Strich des Bildes mit einem Strich des Gegenstandes zusammenfallen. Zähle die Zwischenräume zwischen zwei

Strichen des Bildes. Vermeid dabei, das Auge anzustrengen. *Vergrößerungszahl*. Wiederhole die Bestimmung mehrmals, trag die Ergebnisse in die Tabelle ein und bilde den Mittelwert.

Vergleich diesen mit dem Wert  $\frac{f_1}{f_2}$ . Welchen Nutzen gewährt die Pappröhre?

#### IV. Spektralanalyse.

9. Aufgabe. *Untersuche mit dem Prisma verschiedene Körper, die Licht aussenden oder verschlucken.*

Geräte. Glasprisma (vgl. Aufg. 4). Bunsenbrenner. Ein Quadrat (30 cm  $\times$  30 cm) aus schwarzem Eisenblech, in das ein 15 cm langer und 0,3 cm breiter Schlitz in der einen Mittellinie vom Rand aus eingeschnitten ist; über das obere Ende des Spaltes ist ein kleiner Blechstreifen gelötet, und der Schirm schwach zylindrisch um eine dem Spalt parallele Achse gebogen, Fig. 11. Dickes weißes Fließpapier. Schere. Glühlampe. Natriumchlorid. Natriumbikarbonat. Lithiumchlorid (30 gr). Thallosulfat (5 gr). Diese Mengen reichen für viele Jahre aus. 4 Probiergläser, die in Bechergläsern stehen. Fettstift oder gummiertes Papier. Rechtecke (16 cm  $\times$  3,3 cm) aus 3 mm starkem rotem und blauem Glase. Stücke (60 cm  $\times$  60 cm) mattschwarzen Tuches. Putzleder.

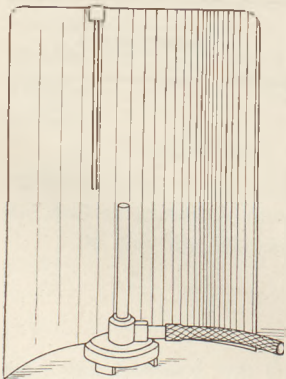


Fig. 11.

Anweisung. Es arbeiten mindestens 2 Schüler zusammen.

a) Laß den Mitarbeiter aus dem Fließpapier Streifen (10 cm  $\times$  1 cm) schneiden, das eine Ende eines Streifens entzünden, sofort die Flamme ausblasen und das glimmende Ende durch schwaches Blasen dauernd in Glut erhalten. *Rotglühender fester Körper (Kohle)*.

Halt das Prisma mit der brechenden Kante lotrecht dicht vor das Auge und betrachte das rotglühende Papierende aus  $\sim 1$  m Entfernung. Welche Farben beobachtest Du durch das Prisma? Betrachte ebenso den Faden einer brennenden Glühlampe durch das Prisma. Welche Farben sendet glühende feste Kohle aus?

b) Stelle eine leuchtende Bunsenflamme oder eine brennende Kerze hinter den Spalt des Eisenschirms. Halt die brechende Kante des Prismas parallel dem Spalt. Vergleich diesen Farbenfächer mit jenem der festen Kohle (a). Enthält jener einige Farben, die in dem Spektrum der leuchtenden Gasflamme fehlen? Welcher Stoff ist vermutlich in der Flamme enthalten?

c) Öffne das Luftloch des Bunsenbrenners und untersuche die nicht leuchtende Flamme mit dem Prisma. Welche Farben sind am hellsten? Welche Farben fehlen?

d) Laß den Mitarbeiter in einem Probierglas eine Kochsalzlösung herstellen, einen Streifen Fließpapier, auf den er, wie auch auf das Probierglas Na Cl geschrieben hat<sup>7)</sup>, damit befeuchten und dessen Ende in den unteren Teil der nichtleuchtenden Flamme halten. Untersuche diese mit dem Prisma. Welche Farbe überwiegt alle anderen? Der Streifen muß so stark befeuchtet werden, daß er sich nicht entzündet.

e) Laß den Mitarbeiter einen anderen Streifen, auf den er Na HCO<sub>3</sub> geschrieben hat, mit einer Natriumbikarbonatlösung befeuchten. Welche Farbe wiegt im Spektrum stark vor, sobald der Streifen die Flamme berührt? Welcher Bestandteil ist beiden Stoffen gemeinsam? Welche gemeinsame Farbe liefern sie?

f) Laß, während Du die Bunsenflamme mit dem Prisma betrachtest, den Mitarbeiter den Brenner ~1 cm hoch heben und dann niederstoßen, sodaß etwas Staub in die Flamme fliegt. Welche Farbe blitzt auf? Welcher Stoff ist also in dem Staub enthalten?

g) Laß Deinen Mitarbeiter einen dritten Streifen Fließpapier, auf den er Li Cl geschrieben hat, mit einer schwachen Lösung von Lithiumchlorid (erbsengroßes Stück) befeuchten und das Ende des Streifens in den unteren Teil der Bunsenflamme halten. Welche Farbe überwiegt?

h) Wiederhole den Versuch (g) mit Thallosulfat. Ein Stück so groß wie ein Nadelkopf, in einem Fingerhut voll Wasser gelöst, reicht völlig für den Versuch aus. Auf den vierten Streifen ist Tl<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> zu schreiben. Welche Farbe wiegt neben dem allgegenwärtigen Gelb vor?

i) Laß den Mitarbeiter einen einzigen, je zwei oder alle drei Streifen in die Flamme halten, ohne daß Du weißt, welchen oder wie viele er nimmt. Kannst Du sagen, welche Stoffe er benutzt? *Spektralanalyse.*

k) Laß den Mitarbeiter die Bunsenflamme leuchtend machen und den roten Glasstreifen dicht vor den Spalt halten. Welche Farben des gewöhnlichen Spektrums verschwinden? Wiederhole den Versuch mit dem blauen Glase. Welche Farben sind ausgelöscht? Laß beide Gläser aufeinanderlegen und vor den Spalt halten. *Kontinuierliches Spektrum. Absorptionsspektrum.*

l) Lege einen 3 mm breiten Streifen aus weißem Fließpapier oder Karton auf ein Stück mattschwarzen Tuches (60 cm × 60 cm) in den Sonnenschein. Stelle Dich mindestens 120 cm davon entfernt auf, halt die Kante des Prismas parallel zu dem Streifen, und betrachte ihn durch das Prisma. Wieviel schwarze Linien siehst Du und in welchen Farben liegen sie<sup>8)</sup>? *Fraunhofersche Linien.*

## V. Beugung und Interferenz.

10. Aufgabe. *Wie verhält sich Licht bei dem Durchgange durch enge Öffnungen?*

Geräte. Argandbrenner, Höhe der durchlochten Deckplatte über dem Tisch 19 cm, mit Gasregulierung und 15 cm hohem Schwarzblechschornstein, darin in 6,5 cm Höhe ein 2 mm weites Loch und diesem gegenüber ein Längsspalt (1,7 cm × 1 mm). Rote Glas-

<sup>7)</sup> Das gleiche Verfahren ist bei den Versuchen mit den anderen Lösungen und Streifen streng zu befolgen.

<sup>8)</sup> Mit den Prismen, die wir bei diesen Übungen benutzen, konnten leider weder die Schüler noch ich die Linien sehen. Doch gelang mir der Versuch mit einem anderen Prisma einmal.

platte (vgl. Aufg. 9). Retortenhalter. Postkarten. Schere. Stanniol oder Schablonenmessing. Stecknadeln.

Anweisung. a) Befestige vor der runden Öffnung die rote Glasscheibe. *Leuchtender Punkt*. Mache einen Schnitt in den Rand einer Postkarte mit einem scharfen Taschenmesser oder einer Schere. Halt die Postkarte dicht vor das Auge und sieh durch den Schlitz nach dem  $\sim 1,50$  bis 3 m entfernten kleinen Loch des Schornsteins. Erscheint die Öffnung kreisförmig? Mache eine Zeichnung von dem Bilde des Loches, wie Du es bei dem Betrachten durch den Kartenschlitz siehst.

b) Drehe den Schlitz dicht vor dem Auge um den Lichtstrahl als Achse und betrachte den leuchtenden Punkt. Dreht sich das Bild mit dem Schlitz?

c) Schau durch den Schlitz und ändere während des Durchsehens seine Breite durch schwaches Auseinanderziehen oder Zusammenschieben der Ränder. Wird das Bild breiter oder schmaler, wenn man den Schlitz breiter macht?

d) Drehe die Lampe um, sodaß jetzt der Spalt Dir zugekehrt ist. Halt die Karte dicht vor das Auge, den Schlitz parallel dem Spalt. Wie sieht das Bild aus? Halt den Schlitz rechtwinklig zu dem Schornsteinspalt. Wie sieht jetzt das Bild aus?

e) Mache eine Zeichnung, die die Richtungsänderung der Strahlen bei dem Durchgange durch einen engen Spalt darstellt. *Beugung. Wellentheorie*.

f) Mache drei Nadelstiche, den einen so fein wie möglich, den anderen von der größten Dicke der Nadel und den dritten von einer mittleren Weite, in eine Postkarte oder besser noch in ein Stück Stanniol oder Schablonenmessing. Betrachte den leuchtenden Punkt der Reihe nach durch diese Löcher. Durch welche Öffnung sieht die Lichtquelle am kleinsten und durch welche am größten aus?

11. Aufgabe. *Kann man durch die Vereinigung zweier Strahlenbündel, die von derselben Lichtquelle ausgehen, Dunkelheit erzeugen?*

Geräte. Argandlampe, wie in Aufg. 10. Rechteckige Stücke ( $4,5 \text{ cm} \times 3,2 \text{ cm}$ ) einer Diapositiv-Platte. Kleines Lineal<sup>9)</sup>.

Anweisung. a) Schneid zwei feine parallele Striche, die nicht weiter als  $0,03 \text{ cm}$  von einander abstehen, mit einem scharfen Messer längs eines Lineals (dies fest aufdrücken) in die Schicht der photographischen Platte. Betrachte den Spalt der Lampe durch das Spaltpaar. Wieviel Strahlenbündel gelangen in Dein Auge? Gehen sie von derselben Lichtquelle aus? Wie ändern sie ihre Gestalt beim Durchgange durch die beiden engen Spalte? Was erzeugen die beiden sich durchdringenden Strahlenbündel auf der Netzhaut Deines Auges? *Interferenz*.

b) Zieh auf der Schicht ein anderes Paar feiner paralleler Striche, die ein wenig enger als die vorigen zusammenstehen. Ändert dies die Entfernung der hellen Streifen im Bilde?

c) Zieh ein drittes Paar Striche, die ein wenig weiter entfernt als die des ersten Paares sind. Welchen Einfluß hat dies auf den Abstand der hellen Streifen im Bilde?

<sup>9)</sup> Die optische und mechanische Werkstätte von F. A. Hintze, Berlin N 37, Metzgerstr. 29, liefert die zu den behandelten Schülerübungen erforderlichen Apparate zu folgenden Preisen (für das Stück):

1. Lineal, 30 cm lang, am Anfang der Teilung zugespitzt (Fig. 8) M 0,25. 2. Planspiegel, 15 cm lang, die Vorderseite versilbert, an einem Baukasten-Stein befestigt (Fig. 1) M 0,75. 3. Planparallelglas, 27 mm dick M 1,20. 4. Optische Bank, einfach, mit Maßstab 1 m lang, Drahtnetzobjekt, Sammellinse und Papierschirm (Fig. 9) M 5. 5. Konkav-Konvex-Spiegel, 8 cm Durchmesser (Fig. 7) M 2,10. 6. 2 Stifte auf Holzfuß (Fig. 7) M 0,30. 7. Prisma von  $60^\circ$  aus Spiegelglas (3 cm Seite) M 2. 8. Leuchtgasbrenner für die optische Bank (Fig. 9) M 1. 9. Eisenblechschirm  $30 \times 30 \text{ cm}$ , mit Spalt (Fig. 11), dazu 1 rotes und blaues Glas M 1,50. 10. Argandbrenner mit Schornstein, 1 Loch und 1 Spalt enthaltend M 2,50. 11. Papprohre und 2 Konvexlinsen (Fernrohr) M 1. 12. Klebwachs, 100 gr, M 0,80. Zusammen M 18,40.

Anhang.

Tafel der umgekehrten Werte der Zahlen 1 bis 100.

$n$	$\frac{1}{n}$	$n$	$\frac{1}{n}$	$n$	$\frac{1}{n}$	$n$	$\frac{1}{n}$	$n$	$\frac{1}{n}$
1	1,0000	21	0,0476	41	0,0244	61	0,0164	81	0,0123
2	0,5000	22	0,0455	42	0,0238	62	0,0161	82	0,0122
3	0,3333	23	0,0435	43	0,0233	63	0,0159	83	0,0120
4	0,2500	24	0,0417	44	0,0227	64	0,0156	84	0,0119
5	0,2000	25	0,0400	45	0,0222	65	0,0154	85	0,0118
6	0,1667	26	0,0385	46	0,0217	66	0,0152	86	0,0116
7	0,1429	27	0,0370	47	0,0213	67	0,0149	87	0,0115
8	0,1250	28	0,0357	48	0,0208	68	0,0147	88	0,0114
9	0,1111	29	0,0345	49	0,0204	69	0,0145	89	0,0112
10	0,1000	30	0,0333	50	0,0200	70	0,0143	90	0,0111
11	0,0909	31	0,0323	51	0,0196	71	0,0141	91	0,0110
12	0,0833	32	0,0313	52	0,0192	72	0,0139	92	0,0109
13	0,0769	33	0,0303	53	0,0189	73	0,0137	93	0,0108
14	0,0714	34	0,0294	54	0,0185	74	0,0135	94	0,0106
15	0,0667	35	0,0286	55	0,0182	75	0,0133	95	0,0105
16	0,0625	36	0,0278	56	0,0179	76	0,0132	96	0,0104
17	0,0588	37	0,0270	57	0,0175	77	0,0130	97	0,0103
18	0,0556	38	0,0263	58	0,0172	78	0,0128	98	0,0102
19	0,0526	39	0,0256	59	0,0169	79	0,0127	99	0,0101
20	0,0500	40	0,0250	60	0,0167	80	0,0125	100	0,0100

Elementare Entwicklung der Pendelformel für kleine Winkel.

Von

Dr. F. Weiß in Groß-Lichterfelde.

Wenn man die Schwingungsdauer eines Pendels für kleine Ausschlagswinkel bestimmen will, bedient man sich meist der Theorie der harmonischen Bewegungen. Natürlicher wäre es, von einer geringeren Anzahl physikalischer Voraussetzungen auszugehen und die Herleitung unmittelbar an die Lehre von der schiefen Ebene anzuschließen. Diese Herleitung kann nun elementar so geführt werden, daß dabei eine Reihe auftritt, deren Wert sich auf eigentümliche Weise bestimmen läßt und sich als  $\frac{\pi}{4}$  ergibt. Deshalb dürfte eine kurze Darstellung des Verfahrens vielleicht nicht ohne Interesse sein.

Der Radius des Kreises in Fig. 1 sei  $l$ ,  $MA$  ein vertikaler Radius, Winkel  $MAA_0$  sei  $\alpha$ . Ein materieller Punkt möge sich auf den einander gleichen Sehnen  $A_0A_1$ ,  $A_1A_2$ ,  $A_2A_3$  u. s. w. unter dem Einflusse der Schwere bewegen. Der zu den Sehnen gehörige Zentriwinkel sei  $\delta$ . Ferner seien  $A_0B$ ,  $A_1C$ ,  $A_2D$  u. s. w. parallel der in  $A$  an den Kreis gelegten Tangente,  $BC = h_1$ ,  $BD = h_2$ ,  $BE = h_3$  u. s. w.

Der Punkt befinde sich in  $A_0$  zur Zeit  $t_0$  und besitze dort die Geschwindigkeit  $v_0$ . Die zu den Punkten  $A_1, A_2, A_3 \dots$  gehörigen Zeiten und Geschwindigkeiten seien bezw.  $t_1, t_2, t_3 \dots$ ;  $v_1, v_2, v_3 \dots$ .

Für den Fall auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel  $\varphi$ , unter der Voraussetzung der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$ , gilt für die Fallzeit

$$t = \frac{v_1 - v_0}{g \sin \varphi} \dots \dots \dots (1)$$

Für den Fall auf einer beliebigen Bahn aus der Höhe  $h$

$$v = \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (2)$$

Der Neigungswinkel der ersten schiefen Ebene  $A_0 A_1$  ergibt sich leicht als

$$\varphi = \alpha - \frac{\delta}{2}.$$

Für die folgenden Neigungswinkel erhalten wir dann

$$\alpha - \frac{3\delta}{2}, \quad \alpha - \frac{5\delta}{2}, \quad \alpha - \frac{7\delta}{2}, \dots \dots \dots$$

Nehmen wir  $v_0 = 0$ , so erhalten wir für unseren Fall mit Benutzung von (1) und (2) und mit Rücksicht auf die Figur

$$t_1 - t_0 = \frac{v_1}{g \sin \left( \alpha - \frac{\delta}{2} \right)}$$

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2gl [\cos(\alpha - \delta) - \cos \alpha]}$$

$$t_2 - t_1 = \frac{v_2 - v_1}{g \sin \left( \alpha - \frac{3\delta}{2} \right)}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2gl [\cos(\alpha - 2\delta) - \cos \alpha]}$$

$$t_3 - t_2 = \frac{v_3 - v_2}{g \sin \left( \alpha - \frac{5\delta}{2} \right)}$$

$$v_3 = \sqrt{2gh_3} = \sqrt{2gl [\cos(\alpha - 3\delta) - \cos \alpha]}$$

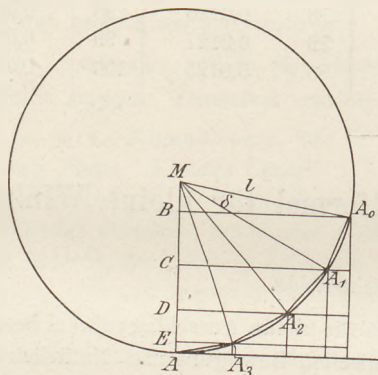


Fig. 1.

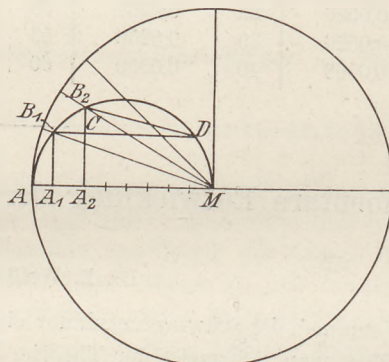


Fig. 2.

Setzen wir die Werte rechts in die Gleichungen links ein, so ergibt sich nach bekannten Umformungen

$$t_1 - t_0 = \sqrt{\frac{2l}{g}} \cdot \frac{\sqrt{2 \sin \left( \alpha - \frac{\delta}{2} \right) \sin \frac{\delta}{2}}}{\sin \left( \alpha - \frac{\delta}{2} \right)}$$

$$t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2l}{g}} \cdot \frac{\sqrt{2 \sin \left( \alpha - \frac{2\delta}{2} \right) \sin \frac{2\delta}{2}} - \sqrt{2 \sin \left( \alpha - \frac{\delta}{2} \right) \sin \frac{\delta}{2}}}{\sin \left( \alpha - \frac{3\delta}{2} \right)}$$

$$t_3 - t_2 = \sqrt{\frac{2l}{g}} \cdot \frac{\sqrt{2 \sin \left( \alpha - \frac{3\delta}{2} \right) \sin \frac{3\delta}{2}} - \sqrt{2 \sin \left( \alpha - \frac{2\delta}{2} \right) \sin \frac{2\delta}{2}}}{\sin \left( \alpha - \frac{5\delta}{2} \right)}$$



Jetzt wählen wir  $\alpha$  so klein, daß man für den sinus den Winkel setzen kann, dividieren Zähler und Nenner durch  $\alpha$  und setzen das auftretende Verhältnis  $\frac{\rho}{\alpha} = \frac{1}{n}$ . Dann erhalten wir:

$$t_1 - t_0 = 2 \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \frac{\sqrt{\left(1 - \frac{1}{2n}\right) \cdot \frac{1}{2n}}}{1 - \frac{1}{2n}}$$

$$t_2 - t_1 = 2 \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \frac{\sqrt{\left(1 - \frac{2}{2n}\right) \cdot \frac{2}{2n}} - \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2n}\right) \cdot \frac{1}{2n}}}{1 - \frac{3}{2n}}$$

$$t_3 - t_2 = 2 \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \frac{\sqrt{\left(1 - \frac{3}{2n}\right) \cdot \frac{3}{2n}} - \sqrt{\left(1 - \frac{2}{2n}\right) \cdot \frac{2}{2n}}}{1 - \frac{5}{2n}}$$

. . . . .

Die Summe der linken Seiten ergibt die Fallzeit von  $A_0$  bis  $A_1$ . Die Summe der rechten Seiten läßt sich auf folgende Weise bestimmen. Wir nehmen einen Kreis mit dem Radius 1 und teilen den Radius in  $2n$  gleiche Teile (Fig. 2). Über dem Radius  $MA$  errichten wir den Halbkreis und in den Teilpunkten die Lote  $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3 \dots$

Dann ist das erste Lot  $A_1B_1 = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2n}\right) \cdot \frac{1}{2n}}$  und der erste der obigen Brüche offenbar die Tangente des Winkels  $A_1MB_1$ . Der zweite der obigen Zähler ist die Differenz der Lote  $A_2B_2$  und  $A_1B_1$ , den zugehörigen Nenner erhält man, wenn man durch  $B_1$  die Parallele zu  $MA$  zieht, die  $A_2B_2$  in  $C$ , den Halbkreis in  $D$  treffen möge. Er ist  $CD$ . Der zweite Bruch ist dann die Tangente des Winkels  $B_2DC$ . Die Fortsetzung des Verfahrens ist klar. Lassen wir jetzt  $n$  ins Unendliche wachsen, dann werden die Tangenten den zugehörigen Winkeln gleich. Die Tangente von  $B_2DC$  z. B. wird gleich dem Winkel  $B_2DC$ , d. h. gleich dem Winkel  $B_1MB_2$ , d. h. gleich dem zugehörigen Bogen auf dem Kreise um  $M$ . Da nun die Summation sich offenbar bis zur Mitte des Halbkreises erstreckt, so ist die Summe der obigen Brüche  $= \frac{\pi}{4}$ .

Es ergibt sich also als Fallzeit von  $A_0$  bis  $A$

$$t_n - t_0 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l}{g}}$$

und schließlich für die ganze Schwingung

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Der allgemeine Ausdruck für  $\frac{\pi}{4}$  ist hierbei

$$\frac{\pi}{4} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1, 2, \dots, n} \frac{\sqrt{\left(1 - \frac{k}{2n}\right) \cdot \frac{k}{2n}} - \sqrt{\left(1 - \frac{k-1}{2n}\right) \cdot \frac{k-1}{2n}}}{1 - \frac{2k-1}{2n}}$$

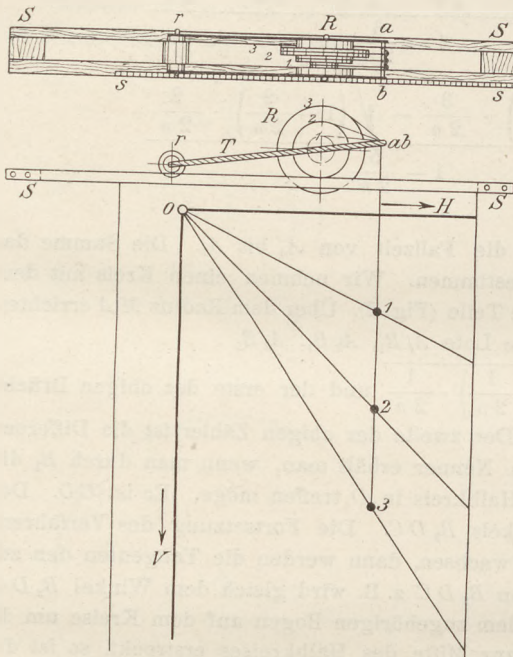
### Kleine Mitteilungen.

#### Eine Vorrichtung zur Darstellung des Bewegungsparallelogrammes.

Von Prof. Dr. Paul Czermak in Innsbruck.

Da in dem 2. Hefte des Jahresberichtes des Wiener Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts eine Methode beschrieben ist, wie das Gesetz des

Bewegungsparallelogrammes in sehr anschaulicher Weise illustriert werden kann, so möchte ich mir erlauben auch die Vorrichtung zu beschreiben, welche ich seit längerer Zeit in meiner Vorlesung zu dem gleichen Zwecke benütze. In der Figur stellt  $T$  einen Wagen dar, welcher auf zwei Schienen  $SS$  rollt. Die vordere Rolle  $R$  desselben ist eine Spindel mit 5 Rollen von verschiedenem Durchmesser und zwar sind die zwei äußeren und die mittlere Rolle von gleichem, die zwei übrigen Rollen von halbsogroßem und resp. dreihalbmaligem Durchmesser. Die rückwärtige Rolle  $r$  des Wagens dient nur zur Führung, sowie die dünne Anschlagleiste  $ss'$ , damit der Wagen leicht auf den Schienen hin und her geführt werden kann. Beim Rollen des Wagens auf den äußeren Spindelumfängen werden sich die Geschwindig-



keiten auf den Umfängen der drei mittleren Rollen wie 1:2:3 verhalten. Um diese sind nun Fäden geschlungen, deren jeder eine schwarze Kugel trägt und die alle drei über ein Querstäbchen  $ab$  des Messingrahmens  $T$  gleiten. Beim Fortbewegen des Wagens senken sich nun die 3 Kugeln mit verschiedener Geschwindigkeit und zwar hier im Verhältnisse von 1:2:3. Da die äußeren Umfänge, auf welchen der Wagen rollt, mit dem der mittleren Scheibe der Spindel übereinstimmen, so schreitet der Wagen um dieselbe Strecke vorwärts, als sich die mittlere Kugel nach abwärts bewegt. Diese Kugel bewegt sich also längs einer um  $45^\circ$  geneigten Geraden. Die Kugel, deren Faden um die halb so dicke Rolle geschlungen ist, senkt sich natürlich nur um den halben Weg, während die dritte Kugel sich dreimal so schnell senkt als die erste, sodaß dieselben auf einer viel steileren, die erste auf einer viel weniger

geneigten Geraden herabgleiten. Diese drei Geraden sind auf einer Zeichenleinwand aufgetragen und wird dieselbe mit Reißnägeln an die Schiene  $SS$  befestigt.

Stellt man die Schiene nicht horizontal, sondern geneigt auf, so hat man auch die Zusammensetzung eines schiefwinkligen Bewegungsparallelogrammes.

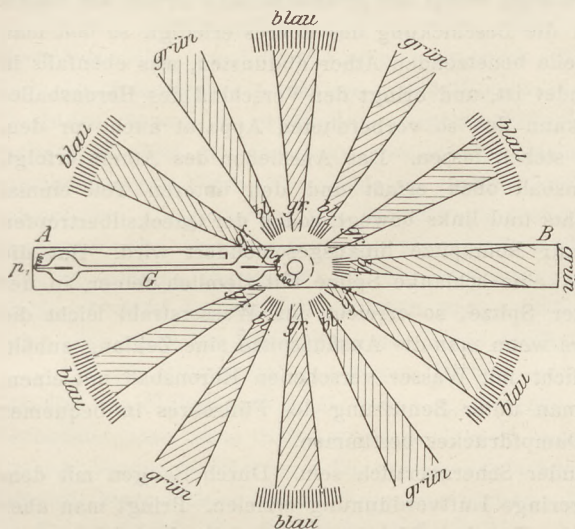
Durch Anwendung einer Spindel, welche im mittleren Teile eine Spirale trägt, kann auch die Zusammensetzung einer horizontalen, gleichförmigen und einer vertikalen nahezu gleichförmig beschleunigten Bewegung gezeigt werden. Die schwarze Kugel bewegt sich dann längs einer der Parabel sehr ähnlichen Kurve. Die Konstruktion einer Spirale, deren Abwicklung genau das Fallgesetz ergibt, ist etwas umständlich und wird die Erscheinung nicht durchsichtig. Ich benütze dazu eine andere Vorrichtung, welche das Fallgesetz ganz genau wiedergibt und die nach Fertigstellung eines neuen Modelles auch hier mitgeteilt werden soll.

### Vorlesungsversuch zur Sichtbarmachung der Stromwechsel in einem Wechselstromkreise.

Von Prof. Dr. Paul Czermak in Innsbruck.

Zur Sichtbarmachung der Wechsel in einem Wechselstromkreise unserer Straßenleitung bediente ich mich anlässlich eines Vortrages folgender Vorrichtung. Zunächst brachte ich, durch Anwendung eines Transformators von Ducretet, die Spannung von 110 Volt auf den hundertfachen Betrag, sodaß eine Geißlersche Röhre zu lebhaftem Leuchten gebracht wurde. Ich benützte dazu ein sogenanntes Lechersches Rohr, wie es Müller-Uri in Bonn liefert. Dasselbe zeigt ein helles weißes Licht längs seiner ganzen Ausdehnung bei kräftiger grüner

Fluoreszenz der Glaswände. Die Kathode ist von einem dicken Glimmlicht umgeben und sind daher bei Anwendung des Wechselstromes beide Elektroden mit dem blauen Lichte überzogen. Um nun die Phasen zu trennen, befestigte ich das Rohr auf einem dünnen schwarzen Brettchen *AB*, (s. Fig.) welches in seiner Mitte durchlocht war und dort auf die Rotationsachse



Man sieht aber auch deutlich, wie diese Speichen abwechselnd an den Enden verschieden gefärbt sind. Es macht eigentlich den Eindruck, als ob die Ringe mit blau und weißlich-grünen Anschwellungen versehen wären, welche aber gegeneinander alternierend verschoben sind. Durch die Rotation sind einfach die Phasen auseinandergezogen und da das ganze Rohr exzentrisch angeordnet ist, so muß sich die Erscheinung ganz trennen. Die hiesige Straßenleitung gibt 84 Wechsel in der Sekunde, sodaß bei einer Rotationsgeschwindigkeit von 7 Umdrehungen in der Sekunde obiger 12 armiger Stern entstehen muß. In der Skizze Fig. 2 ist das Brettchen mit dem Rohre *G* in Ruhestellung angedeutet und in ganz schematischer Weise der Stern mit der Lagerung der Farben an den Enden der Speichen dargestellt.

Sendet man statt des Wechselstromes die Entladungen eines Induktoriums durch das Rohr, so kann man sofort zeigen, daß jetzt die Lichterscheinung das Zeichen nicht wechselt. Es ist entweder der innere oder der ganze äußere Ring blau.

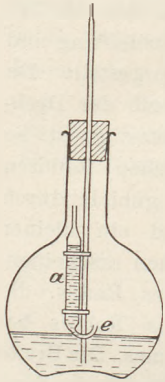
### Nachweis des Dampfdruckes von Äther.

Von **H. Rebenstorff** in Dresden.

Recht wirkungsvoll ist der bekannte Versuch, das Wasser eines Heronsballes durch Aufgießen von etwas Äther und schnelles Einsetzen des Verschlusses zum Emporspritzen zu bringen. Dabei kommt natürlich nur ein Teil des Dampfdruckes zur Wirkung. Es ist daher bei diesem und auch anderen Versuchen ein Verfahren erwünscht, durch das man den Apparat im Innern mit einer Flüssigkeitsmenge versehen kann, die erst im geeigneten Augenblicke zum Ausfließen zu bringen ist. Aus etwa 1 cm weitem Glasrohr stellt man das Füllrohr *a* (s. Figur) her, das oben eine gerade, unten eine aufwärtsgebogene Spitze von etwa 2 mm Weite hat. Die Länge der Umbiegung sei ungefähr  $\frac{1}{10}$  derjenigen des Rohres. Die Herstellung geschieht sehr leicht, wenn man nach genügendem Ausziehen des Rohres in der Flamme den dünn gewordenen Teil sofort umbiegt. Die durch Abschneiden hergestellte Öffnung *e* der Umbiegung bringt man am besten garnicht oder ganz vorsichtig wieder in die Flamme, um sie nicht merklich zu verengen.

Das Füllrohr wird mit 2 schmalen Schlauchabschnitten an dem Rohr des Heronsballes befestigt, sodaß es beim Einsetzen des Korkes noch oberhalb der Bodenschicht von

Wasser bleibt. Man bringt nun in den unteren Teil des Füllrohres einen Tropfen Quecksilber, am bequemsten durch Einsenken des befestigten Füllrohres in eine größere Quecksilbermenge. Durch ebensolches Einsenken füllt man Äther ein; hierbei ist nur nötig, das Füllrohr etwas geneigt zu halten, sodaß der Quecksilbertropfen aus der emporgebogenen Spitze in den weiteren Teil des Rohres gelangt, wobei der hydrostatische Druck des Äthers mitwirkt. Ist so in wenig Augenblicken die Beschickung des Rohres erledigt, so läßt man den die äußeren Rohrteile benetzenden Äther abdunsten, was ebenfalls in einigen Sekunden beendet ist, und bringt den Verschluß des Heronsballes an seinen Ort. Man kann den so vorbereiteten Apparat auch vor dem Versuche längere Zeit stehen lassen. Das Ausfließen des Äthers erfolgt, wenn man den Heronsball oben erfaßt und den unteren Teil einmal etwas schnell nach rechts und links bewegt, sodaß der Quecksilbertropfen durch seine Trägheit zur Rohrspitze hinausgeschleudert wird. Hat die Röhre des Heronsballes eine schlanke Spitze mit ziemlich feiner, in der Flamme nicht verengter Spitze, so erreicht der Wasserstrahl leicht die Zimmerdecke, besonders wenn man die Ausflußspitze eine Zeitlang zuhält. Verbindet man den nicht mit Wasser versehenen Heronsball mit einem Manometer, so kann man unter Benutzung des Füllrohres in bequemer Weise die Größe des Dampfdruckes bestimmen.



Nicht ganz zwecklos dürfte folgender Scherzversuch sein. Durch Saugen mit dem Munde kann man bekanntlich nur eine geringe Luftverdünnung erzielen. Bringt man aber auf den Boden eines Reagenzglases einige Tropfen Äther und saugt die Luft heraus, so steigt beim Öffnen des verschlossenen Glases unter Wasser dieses fast bis an den Boden empor. Man versehe das Gläschen mit einem Gummistopfen, in dem ein kurzes Glasrohr steckt, und sauge an einem angefügten, zuletzt zuzudrückenden Schlauchstück, während man das Gläschen mit der warmen Hand umfaßt. Da der Geschmack des Ätherdampfes nicht jedermanns Sache ist, so kann man eine größere Pipette an den Schlauch anschließen und an dieser saugen.

Das Füllrohr zum obigen und anderen Zwecken liefert Meiser & Mertig in Dresden für 1 M. Es ist mit eingeschliffenem durchbohrtem Glasstöpsel versehen; Quecksilber und Äther können daher direkt von oben eingebracht werden. Die Firma liefert auch den Heronsball mit befestigtem Füllrohr.

### Ein akustisches Analogon zum Zeemannschen Phänomen.

Von A. und L. Weinhold in Chemnitz.

Der wesentliche Teil des Zeemannschen Phänomens besteht bekanntlich darin, daß ein schwingendes Elektron durch ein magnetisches Feld aus seiner Schwingungsrichtung derart abgelenkt wird, daß für einen Beobachter, der sich in einer zu den Kraftlinien senkrechten Ebene befindet, das Elektron Schwingungen von sinoidal wechselnder Amplitude ausführt. Eine solche Schwingungsbewegung läßt sich stets zusammengesetzt denken aus zwei sinoidalen Schwingungen von verschiedener Schwingungszahl, was beim Zeemannschen Phänomen der Verdoppelung der Spektrallinien entspricht. Ist  $N$  die ursprüngliche Schwingungszahl und  $N'$  die Periodenzahl des Amplitudenwechsels, also

$$y = a \cos 2\pi t N$$

die Gleichung der ursprünglichen Schwingung, und ändert sich die Amplitude nach  $\cos 2\pi t N'$ , so ergibt sich eine Bewegung nach der Gleichung

$$y' = a \cos 2\pi t N \cos 2\pi t N' = \frac{a}{2} \left\{ \cos 2\pi t (N + N') + \cos 2\pi t (N - N') \right\}.$$

Das ist die Summe zweier Sinusschwingungen mit der Amplitude  $a/2$  und den Schwingungszahlen  $N + N'$  und  $N - N'$ .

Läßt man die Amplitude eines einfachen Tones sich genügend rasch sinoidal ändern, so muß man zwei Töne von unterscheidbarer Höhe wahrnehmen. Würde man beispielsweise

die Amplitude des Tones  $a_1$  von 435 Schwingungen in der Sekunde  $39\frac{6}{11}$  Perioden durchlaufen lassen, so müßten die Töne von  $395\frac{5}{11}$  und  $474\frac{6}{11}$  Schwingungen auftreten, die genau eine kleine Terz bilden. Ein derartig rascher Wechsel der Tonstärke läßt sich bequem erreichen, wenn man eine gewöhnliche  $a_1$ -Stimmgabel derart auf der Achse einer Schwungmaschine befestigt, daß die Mittellinie der beiden Zinken in die Drehungsachse fällt, und das Ohr der schwingenden Gabel seitwärts nähert, während diese nahezu 20 mal (genauer eigentlich  $19\frac{17}{22}$ ) pro Sekunde umgedreht wird. Da in einer Ebene senkrecht zur Mittellinie der Stimmgabel 4 Maxima und 4 Minima der Tonstärke in nahezu gleichen Winkelabständen liegen, so erhält das seitwärts befindliche Ohr bei jeder Umdrehung viermaligen Wechsel der Tonstärke, also pro Sekunde zirka 80 (genauer  $79\frac{1}{11}$ ) Wechsel, entsprechend einem Werte  $N' = 39\frac{6}{11}$ , da einem Periodenwechsel der Amplitude 2 Schwebungen entsprechen. Die Änderung der Tonstärke kommt einer sinoidalen Änderung der Amplitude genügend nahe, um eine deutlich wahrnehmbare kleine Terz hören zu lassen. Stellt man zwei Resonatoren, die nahezu auf die Schwingungszahlen  $395\frac{5}{11}$  (zwischen  $g_1$  und  $g_{is_1}$ ) und  $474\frac{6}{11}$  (zwischen  $b_1$  und  $h_1$ ) abgestimmt sind, seitlich nahe der Gabel auf, so wird die Erscheinung auch ohne die Annäherung des Ohres deutlich wahrnehmbar.

Um die Stimmgabel zu erregen, klemmt man einen kleinen Keil von hartem Holz so zwischen die Zinken, daß er sie etwas auseinander drückt, und zieht denselben rasch heraus. Beobachtet man ohne Resonatoren und zieht man den Keil unmittelbar vor Beginn des Drehens heraus, so hört man den anfangs einfachen Ton sich in zwei teilen, welche bis zum Intervall einer kleinen Terz auseinander rücken. Will man die Gabel erst erregen, wenn sie die genügende Geschwindigkeit erreicht hat, so zieht man den Keil mittels einer etwa  $\frac{1}{2}$  m langen Schnur heraus, deren eines Ende man in ein durch das dünne Ende des Keils gebohrtes Loch geknüpft hat, und deren anderes Ende man lose mit der Hand hält, so daß sich der Keil bis zum Herausreißen mit der Gabel drehen kann.

### Ein Fahrschaltermodell.

Von cand. electr. **H. Lange** in Berlin.

Der Fahrschalter der Straßenbahnwagen hat den Zweck, die Bewegung eines Wagens und die elektrische Bremsung von einem Punkte aus durch wenige Handgriffe zu ermöglichen. In der Praxis besteht er meist aus 2 Schaltwalzen, von denen die eine zum Regulieren der Fahrgeschwindigkeit und zum Bremsen, die andere zur Änderung der Fahrtrichtung dient. Um das Modell recht übersichtlich zu gestalten, habe ich alle 3 Schaltungsarten: Vorwärtsfahren, Rückwärtsfahren und Bremsen auf einer Walze vereinigt.

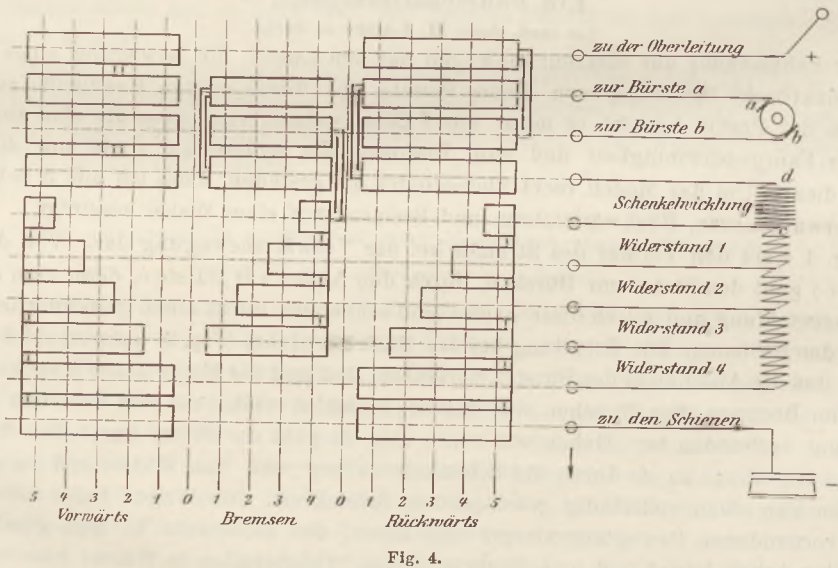
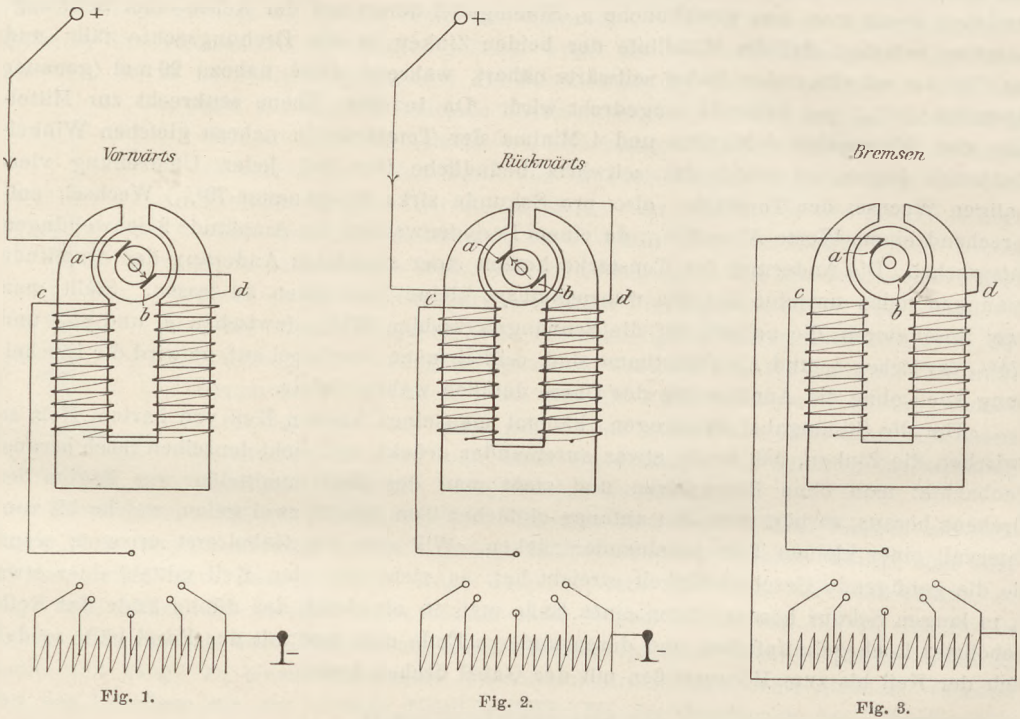
Fig. 1 stellt den Verlauf des Stromes bei der Vorwärtsbewegung dar. Von der Oberleitung (+) geht der Strom zur Bürste  $a$ , durch den Anker zur Bürste  $b$ , dann zum Anfang  $d$  der Magnetwicklung und durch diese nach  $c$  und schließlich durch einen gewöhnlichen Widerstand zu den Schienen. Die Schaltung bei der Rückwärtsfahrt (Fig. 2) unterscheidet sich nur dadurch, daß die Anschlüsse der Bürsten vertauscht sind und der Motor daher umgekehrt läuft.

Beim Bremsen (Fig. 3) sehen wir, daß die Maschine weder mit den Schienen noch der Oberleitung verbunden ist. Gehen wir von  $a$  aus, so geht der Strom durch den Anker zur Bürste  $b$ , von dieser zu  $d$ , durch die Schenkelwicklung und den Widerstand zu  $a$  zurück. Wir haben also einen vollständig geschlossenen Stromkreis. Der Wagen treibt vermöge der in ihm vorhandenen Bewegungsenergie den Motor, der seinerseits in dem geschlossenen Stromkreise Arbeit leistet und jene Energie in den Widerständen in Wärme umsetzt.

Fig. 1—3 zeigen also, welche Schaltungsarten erforderlich sind, und Fig. 4 soll veranschaulichen, wie sie im Kontroller hergestellt werden. Fig. 4 ist das abgewinkelte Schema der Schaltwalze und zwar bedeuten die Kreise die Bürsten, welche auf den verschiedenen gestalteten Kupferlamellen schleifen. Während nun in Wirklichkeit sich die Walze, also auch die darauf befindlichen Kupferlamellen unter den feststehenden Bürsten drehen, wollen wir uns im Schema die Bürsten über die Lamellen gleitend denken.

Stehen die Bürsten auf Stellung 0 zwischen *Vorwärts* und *Bremsen*, so ist der Strom ausgeschaltet.

Stehen sie auf 1 *Vorwärts*, so fließt der Strom von der Oberleitung zur Bürste 1, zur Lamelle 1, durch ein Verbindungsstück zur Lamelle 2 und zur Bürste *a* des Motors; durch diesen zur Bürste *b*, Lamelle 3, 4 und durch Bürste 5 zur Schenkelwicklung, durch diese



und alle Widerstände zur Bürste 9, Lamelle 9, 10 und endlich zu den Schienen durch Bürste 10. Gleiten die Bürsten weiter auf Stellung 2, 3, 4 und 5 *Vorwärts*, so wird im Stromlauf weiter nichts geändert, nur tritt der Strom schon von Bürste 8, 7, 6 oder 5 zur Lamelle 8, 7, 6, 5 und durch diese zu 9 über, sodaß nur 3, resp. 2, 1 oder 0 Widerstände eingeschaltet sind und der Wagen schneller läuft.

Drehen wir aber von 0 nach rechts auf 1 *Bremsen*, so geht die Verbindung von *a* durch den Anker nach *b*, durch Bürste 3 zu Lamelle 3, durch eine vertieft liegende Verbindung zu Lamelle 5, 6, 7, 8, durch Büste 8 zu den Widerständen, durch diese zu den Schenkelwicklungen,

von *d* zur Bürste 4, Lamelle 4, Lamelle 2, Bürste 2 zum Ausgangspunkte *a* des Ankers zurück. Stellung 2, 3 und 4 unterscheiden sich nur durch die Größe des Widerstandes.

In 0 ist wieder der Strom ausgeschaltet.

In den folgenden Stellungen 1–5 *Rückwärts* ist nicht mehr Lamelle 1 mit 2, sondern mit 3 verbunden, sodaß der Strom von der Oberleitung statt nach *a* zu *b* gelangt und der Motor sich umgekehrt dreht. Bei diesem Schaltungsschema kann nur gebremst werden, wenn der Motor vorwärts läuft. Soll es jedoch auch beim Rückwärtslauf geschehen, so muß die Bremsschaltung in umgekehrter Abstufung wiederholt werden und dabei Lamelle 2 mit 5 und 3 mit 4 verbunden sein. In der neuesten Ausführung ist dies geschehen, und zwar in je 2 Abstufungen. Dadurch, daß Bremsen zwischen Vorwärts- und Rückwärtschaltung liegt, ist zugleich unmöglich gemacht, daß direkt von der Vorwärtsfahrt auf Rückwärtsfahrt geschaltet werden kann.

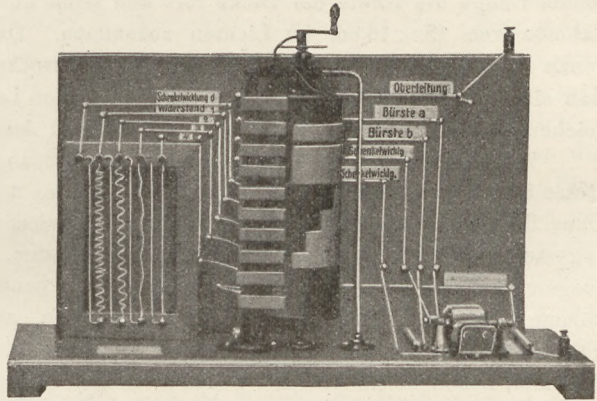


Fig. 5.

Fig. 5 zeigt die Ausführung des Modelles. Die Leitungen sind alle frei und übersichtlich, sodaß sie leicht verfolgt werden können. Die Kurbel ist zugleich so eingerichtet, daß sie nur bei 0-Stellung abgenommen werden kann, was für die Praxis sehr wichtig ist. Die Anfertigung des Fahr Schalters ist den Präzisionsmechanikern P. Gebhardt Söhne, Neue Schönhauserstr. 6, übertragen worden.

### Versuche mit einfachen Mitteln.

3. Adami in Hof. **Ein Versuch über strahlende Energie.** Da gegenwärtig 1 mg Radium noch 12 M kostet, werden nur wenige Lehranstalten in der Lage sein, direkt mit Radium experimentieren zu können. Dagegen befindet sich wohl in jeder Mineraliensammlung ein Stück Uranpecherz. In einem solchen Uranpecherz von halber Faustgröße ist soviel Radium enthalten, daß die Versuche jederzeit gelingen.

Ladet man eines der in dieser Zeitschrift (*XVI 348*) beschriebenen Elektroskope — selbstverständlich wird man die Elektroskope mit Schwefel- oder Bernsteinfußgestell nehmen — entweder positiv oder negativ und hält das Uranpecherz mit der Pechseite in einer Entfernung von 2–3 cm an den Kopf des Elektroskopes, so fallen die Aluminiumblattstreifen in 15–20 Sekunden zusammen. Hält man dagegen die Steinseite des Uranpecherzes statt der Pechseite an die Elektroskope, so zeigt sich keine entladende Wirkung.

Hält man die Pechseite des Uranpecherzes an das geladene Kondensator-Elektroskop, während die obere Platte aufgesetzt ist, so ist eine 15 Minuten lang dauernde Annäherung des Uranpecherzes nicht im stande, die Elektrizität aus dem Kondensator-Elektroskop zu entfernen; die Aluminiumstreifen zeigen nach dem Abheben der oberen Platte eine Divergenz von 180° wie beim Beginn des Versuches. Legt man dagegen das Uranpecherz mit der Pechseite auf die obere Platte des Kondensator-Elektroskopes, so sinkt nach 15 Minuten die Divergenz der Aluminiumstreifen auf die Hälfte.

### Für die Praxis.

Die Herstellung von Fluoreszenz- und Phosphoreszenzschirmen. Von **W. Biegon von Czudnochowski** in Berlin. Bei den käuflichen Leuchtschirmen befindet sich das die Leuchtfläche enthaltende Kartonblatt auf einer Seite des Rahmens und bildet so gleichsam den Boden eines flachen Kastens; dies ist insofern nachteilig, als man beim Arbeiten im Dunkeln

leicht den Schirm durch Feuchtigkeit oder mechanische Verletzungen beim Aus der Hand legen beschädigen kann. Es erscheint daher vorteilhafter, den Schirm so zu rahmen, daß er unter keinen Umständen die Auflagefläche (Tisch) berührt. Man läßt sich zu diesem Zwecke aus gutem trockenem Holze Leisten von  $18 \times 6$  mm Querschnitt herstellen, schneidet davon 2 Stück von 195 mm Länge und 2 von 155 mm Länge; nimmt an allen an jedem Ende auf 18 mm Länge die Hälfte der Dicke fort und leimt nun alle vier mit Überblattung zu einem Rahmen von  $12 \times 16$  cm im Lichten zusammen. Dann fertigt man noch einen zweiten genau identischen Rahmen und läßt beide gut trocknen. Wenn dies geschehen, überzieht man einen der beiden Rahmen (unter Benutzung von Leim, nicht Gummi) mit gutem Watman-Zeichenpapier, das vorher anzufeuchten und beim Aufziehen gut zu spannen ist.

Will man nun einen Röntgensschirm mit Bariumplatincyranür machen, so löst man 5 g dieses Salzes in heißem Wasser (ca. 20 ccm), ferner 3 g weiße Gelatine in ca. 30 ccm Wasser (ohne Kochen). Wenn beides sich vollkommen gelöst hat, werden die Lösungen zusammengegossen und im Wasserbade dauernd warm gehalten. Ist inzwischen das Papier vollkommen ausgetrocknet, so beginnt man mit einem dicken runden (aber spitzen) Marderhaarpinsel die Lösung, von einer Ecke anfangend, aufzutragen, aber nicht zu dick. Es scheidet sich während des Auftragens das gelbe Salz in ganz feinen Kriställchen auf dem Schirm aus. Man läßt, nachdem ein Anstrich beendet, trocknen und prüft den Schirm; man kann so eine vollkommen gleichmäßige Leuchtfläche erhalten bei verhältnismäßig sparsamem Verbrauch des teuren Bariumplatinzyranürs (5 g reichen gut für einen Schirm von  $13 \times 18$  cm, was für die meisten Bedürfnisse wohl genügen dürfte).

Ist die Leuchtfläche fertiggestellt, so überzieht man die Rückseite mit lichtdichtem, in der Masse schwarzem, Papier, das angefeuchtet, aber nur auf dem Rahmen festgeleimt wird; dann werden beide Rahmen so aufeinandergeleimt, daß der eigentliche Schirm sich zwischen ihnen befindet. Man kann auch noch an den Schmalseiten kurze Schraubenbolzen mit Muttern beiderseits zum sicheren Zusammenhalten der beiden Rahmenteile anbringen. Die Außenseiten sind dann noch, wenn nötig, vollkommen zu ebnen. Ein etwaiges Lackieren oder Streichen des Rahmens hat vor dem Beziehen zu geschehen, doch die zur Befestigung des Papiers dienende Fläche freizubleiben.

Will man in Wasser nicht lösliche Substanzen verwenden, z. B. Scheelit (wolframsaures Calcium), so wird dieser als möglichst feines Pulver in die Gelatinelösung eingetragen und unter stetem Umrühren genau so verfahren wie vorher. Auch hier ist es ohne Schwierigkeit möglich, sehr gleichmäßige Flächen zu bekommen unter geringem Verbrauch des Leuchtmaterials.

Die nach diesem Verfahren hergestellten Schirme sind an sich schon nicht sehr empfindlich gegen mechanische Angriffe auf die Schicht; man kann sie aber auch noch mit geeignetem Firnis dünn überziehen.

Im Anschluß hieran möchte ich noch auf eine Lichtquelle für Fluoreszenzversuche aufmerksam machen; der bekannte Apparat von De la Rive für Rotation des Vacuumlichtbogens um einen Magneten (vergl. Müller-Pfaundler 3, 890, Fig. 776) bringt einen Bariumplatinocyranürschirm auf weite Entfernung zum hellen Leuchten, Schatten vorgehaltener Gegenstände erscheinen tief dunkel, eine Flasche mit Äsculinlösung erscheint wie mit Milch gefüllt. Auch die Fluoreszenz anderer Stoffe ist bei Anwendung der erwähnten, dem Auge wenig intensiv erscheinenden Lichtquelle sehr kräftig.

Das Spektrum des Bremerlichts. Von L. Bleekrode, Haag. Stellt man auf bekannte Weise durch Projektion das Spektrum des Lichtbogens der Bremerkerzen dar, so erhält man nur je eine starke rote, orange und grüne Linie, daneben sind auch noch einige schwach violette vorhanden, von gelb dagegen sieht man so gut wie nichts. Die gelbe Farbe, die man ohne Prisma am Bremerlicht beobachtet, muß also eine Folge der Mischung der farbigen Strahlen sein. Die Siemensschen Effektbogenlichtkohlen liefern ebenfalls ein prachtvolles Linienspektrum. Von der Firma Siemens werden auch Kohlen speziell für die Versuche mit der singenden Bogenlampe angefertigt; diese gaben im Spektrum eine intensive Natriumlinie.



## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Quecksilberblasen.** Von HENRY H. DIXON. (*Nature*, Nr. 1757.) Quecksilberblasen entstehen bekanntlich, wenn man Wasser, dem Quecksilber beigemischt ist, zum Sieden bringt, oder wenn man einen kräftigen Wasserstrahl in Quecksilber hineintreten läßt. Eine andere Art, solche Blasen zu erzeugen, ist folgende: In eine Abdampfschale bringt man etwa 30 cm Quecksilber und gießt Wasser bis zur Höhe von 1,7 cm darüber. Dann bläst man durch eine gebogene, spitz ausgezogene Glasröhre Luft unter das Quecksilber. Es bilden sich Blasen, die bei einer gewissen Größe birnförmige Gestalt annehmen und dann an die Oberfläche des Wassers steigen, wo sie längere Zeit (15–30 Sekunden) sich erhalten. Eine Blase von 1,9 cm Durchmesser hatte eine Dauer von 75,6 Sekunden. Das Zerplatzen geschieht mit explosibler Heftigkeit, sodaß die Tröpfchen ziemlich weit weggeschleudert werden. Läßt man eine Blase in ein Uhrglas hinübergleiten, so kann man nach dem Zerplatzen das Gewicht des Quecksilbers bestimmen und findet es stets größer als 0,150 g und selten mehr als 0,200 g; der Mittelwert von zehn Wägungen war 0,177 g. Die mittlere Dicke der Blase berechnet sich hieraus zu 0,001 cm, doch muß die Blase an der dünnsten Stelle weit dünner sein, da am untersten Teil immer noch ein Tropfen Quecksilber hängt. Die Blasen tauchen nahezu zur Hälfte ein und sind meist mit einem Wasserhäutchen bedeckt, sodaß der Wassermeniskus am Umfang der Blase keine Depression, sondern eine Erhebung zeigt. Fügt man dem Wasser etwas Spiritus zu, so zieht sich die Wasserhaut von dem oberen Pol zurück, ohne daß die Blase zerplatzt.

Die angegebene Tiefe der Wasserschicht ist eine wesentliche Bedingung für das Gelingen des Versuchs. Ist die Tiefe größer als 2 cm, so zerplatzen die Blasen gewöhnlich, ehe sie die Oberfläche erreichen, wahrscheinlich infolge der beträchtlichen Druckänderung während des Aufsteigens. Ist das Wasser weniger tief als 1,5 cm, so schwellen die Blasen zu einer beträchtlichen Größe (2–3 cm im Durchmesser) auf, ehe sie die Quecksilberoberfläche verlassen, und platzen dann in der Regel. Verunreinigungen beeinträchtigen im allgemeinen die Erscheinung nicht; sehr stabile Blasen sogar erhält man bei der Verunreinigung durch Natrium; die stabilsten allerdings mit Quecksilber, das durch Salpetersäure und dann durch Ätzkali möglichst gut gereinigt ist. Die Blasen entstehen schließlich auch unter Flüssigkeiten von geringerer Oberflächenspannung als Wasser, z. B. unter Methylalkohol; auch geringe Verunreinigungen des Wassers, z. B. mit Öl, Seife oder Spiritus, schaden nicht, stärkere Verunreinigungen jedoch setzen die Dauer der Blasen beträchtlich herab, sodaß sie sich selten länger als einen Augenblick an der Wasseroberfläche halten. P.

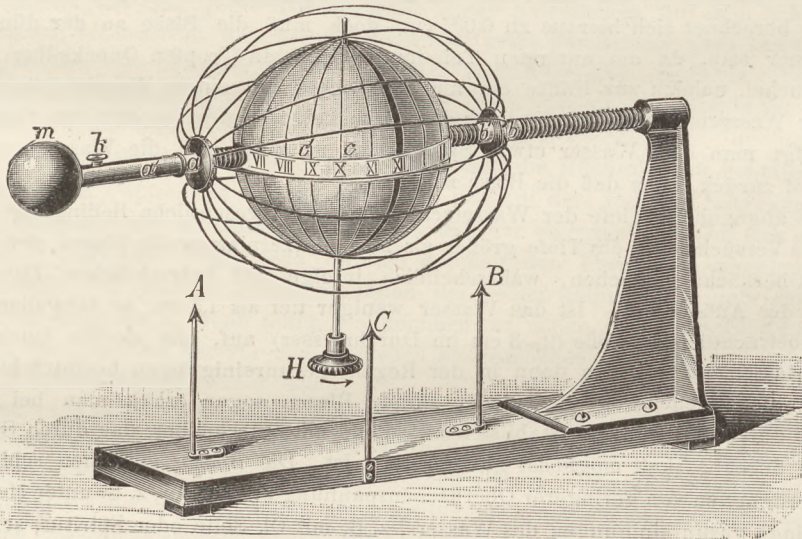
**Ein Apparat zur Erklärung von Ebbe und Flut.** Von F. S. ARCHENHOLD. (*Das Weltall*, 1903, Heft 2.) Der feste Teil der Erde wird durch eine große weiße Kugel dargestellt, die Wassermassen durch ein weißes Drahtgeflecht, und zwar ist der Einfachheit wegen angenommen, daß der Erdkörper gleichmäßig von einem Wassermantel umgeben ist. Der Mond *m* ist durch eine Kugel veranschaulicht und diese mit der Erdkugel durch ein Federsystem verbunden, dessen Wirkungskraft, entsprechend der Anziehungskraft des Mondes, umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Ferner ist der Erdkern mit einer Achse versehen, welche eine Rotation innerhalb des feststehenden Zeitgürtels gestattet, auf dem die einzelnen Stunden, sowie Mittag und Mitternacht angegeben sind. Die Pfeilspitze *A* zeigt nach der dem Monde zugewandten Wassergrenze, *C* auf das Erdzentrum, *B* auf die dem Monde abgewandte Wassergrenze, solange die Anziehungskraft des Mondes noch nicht in Tätigkeit getreten ist.

Man stellt den Apparat so auf, daß die Mittagseite der Erde dem Beschauer zugekehrt ist und wenn möglich so, daß sich der ganze Apparat auf einen schwarzen Hintergrund — etwa eine Wandtafel — projiziert. Der Lehrer stellt sich auf die Mondseite des Apparates, stützt die linke Hand auf das Untergestell und verdeckt zunächst mit der rechten Hand den

Mond. Man sieht die Erde mit der sie umgebenden Wassermasse in der Gestalt, wie sie sich uns zeigen würde, wenn sie keinen Begleiter hätte. Zieht man nun die Mondkugel mit kräftigem Zuge zu sich heran und stellt die Klemmschraube  $k$  fest, so stellt sich das ganze System Erde-Mond in seiner wahren Gestalt dem Beschauer dar.

Der feste Erdkern  $c$  ist in seiner Gesamtheit, ohne Verschiebung der einzelnen Teile zu einander, dem Monde näher gerückt, nämlich nach  $c'$ , während die Wassermassen bei  $a$  nach  $a'$ , bei  $b$  nach  $b'$  rücken und zwar derart, daß  $aa' > cc' > bb'$  ist, weil in  $a$ , dem näheren Punkte, die Anziehung stärker wirkt als in  $c$  und in  $c$  wieder stärker als in  $b$ . Die Flutberge befinden sich auf der dem Monde zu- und abgewandten Seite; auf allen Punkten der Oberfläche, die um  $90^\circ$  von diesen Punkten entfernt sind, haben sich die Drähte dem festen Erdkern genähert und stellen die Ebbe dar.

Will man noch zeigen, wie Ebbe und Flut auf der Oberfläche von 6 zu 6 Stunden wechseln, so drehe man die Erdkugel mittels der Handhabe  $H$  um ihre Achse in der angegebenen Pfeilrichtung. Da erst nach 24 Stunden  $50\frac{1}{2}$  Min. ein Erdort in Bezug auf den Mond eine volle Umdrehung ausgeführt hat, so lösen sich Ebbe und Flut genauer auch erst nach 6 Stunden  $12\frac{1}{2}$  Min. ab.



Auch die Verzögerung der Erdrotation durch Ebbe und Flut wird durch den Apparat sehr gut veranschaulicht, denn man sieht, wie die Flutberge vom Monde festgehalten werden, während die Erde sich unter ihnen weiterdreht.

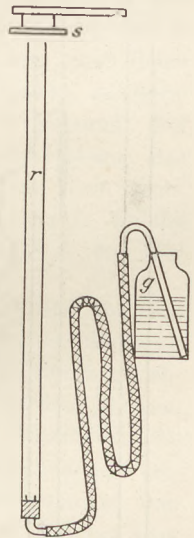
Der Apparat wird von Ferdinand Ernecke in Berlin, ohne die Vorrichtung für die Erdrotation für M 45, mit der Vorrichtung für M 80 geliefert.

Eine bei weitem einfachere Vorrichtung zur Veranschaulichung des Ebbe- und Flut-Phänomens teilt Herr R. BÖRNSTEIN in der *Naturwissenschaftlichen Wochenschrift III Nr. 16* mit. Aus Pappe oder Blech stellt man eine kreisförmige Scheibe her und zerteilt sie durch geradlinige und parallele Schnitte gleichen Abstandes in etwa 5 Stücke. Diese Stücke werden dann an einem zur Schnittrichtung senkrechten Stab derartig aufgereiht, daß man sie an dem Stab und also in dessen Richtung verschieben kann. Solange die Stücke aneinander liegen, zeigen sie die Kreisform und lassen die Gestalt des von Wasser bedeckten Erdballs ohne Mondwirkung erkennen. Denkt man sich in der Verlängerung des Stabes den Mond, so kann dessen Einfluß zur Anschauung gebracht werden, indem man nach ihm hin die einzelnen Stücke des „Erdballs“ umso mehr verschiebt, je näher sie ihm stehen. So entsteht eine Ellipse, an der man die beiden Flutberge recht schön erkennen kann. Zur Vervollständigung kann man auch die einzelnen Stücke der Scheibe untereinander und mit den Stabenden durch elastische Schnüre (Drahtspiralen, Gummi) verbinden, welche im un-

gespannten Zustand die Stücke in Kreisform aneinander halten. Ahmt man dann die Mondanziehung nach, indem man von einem Stabende aus die Schnur spannt, so entsteht die Ellipsenform. Allerdings wird durch diese Vorrichtung nur die Flut und nicht die Ebbe dargestellt.

**Versuchsordnung, um das Sichtbarwerden der Sterne am Tage nachzuahmen.** Von E. REIMANN. (*Progr.-No. 222, Ostern 1903. Hirschberg i. Schl.*) Die Verbindungstüren dreier Zimmer wurden so weit verdeckt, daß nur quadratische Öffnungen von etwa 60 cm Seitenlänge freiblieben, die den Durchblick gestatteten. Die Öffnung nach dem zweiten Zimmer wurde mit größerem Mull überspannt. Das erste Zimmer, in dem sich der Beobachter befand, war durch Gasglühlicht erhellt, und außerdem wurde der Mullvorhang noch durch eine nahe seitwärts befindliche starke Petroleumflamme beleuchtet; er stellte die durch die unteren dichten Luftschichten erzeugte Himmelsfläche dar. Zur Nachahmung der oberen dünnen Luftschichten war im Abstände von 2 Metern in dem zweiten Zimmer ein Stück feinen Mulls aufgehängt, auf das nur das Licht einer Kerze fiel. Im dritten ganz finsternen Zimmer wurde, 8—9 Meter hinter dem zweiten Vorhange, vor eine rings abgeblendete, einer Laterna magica entnommene Petroleumlampe ein Schirm von Karton gestellt, der eine kleine mit Schreibpapier überzogene Öffnung von 3,5 Millimeter Durchmesser hatte, die den Stern vorstellte. Der helle Vorhang versperrte dem 4 Meter von ihm entfernten Beobachter vollständig die Aussicht in die dahinter liegenden Räume und ließ, wie mehrere Personen mit ausnehmend scharfen Augen konstatierten, keine Spur von dem Stern erkennen. Durch ein kleines Taschenfernrohr von 3 cm Öffnung aber erschien auf der Fläche des Vorhanges der Stern in überraschender Deutlichkeit. Eine schwache Beugungserscheinung bemerkte man nur, wenn man besonders auf sie achtete. E. T.

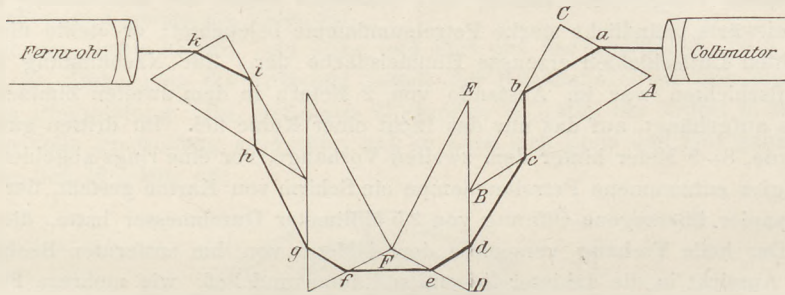
**Ein Meßversuch über Resonanz.** Ein Versuch, der auch bei uns lange bekannt ist (Antolik, *d. Zeitschr. IV 180*; Noack, Schülerübungen, Vers. 54) findet durch E. C. WOODRUFF in *School Science 1903 (vol. III, No. 4)* eine zweckmäßige, durch beistehende Figur erläuterte Ausführung. Eine lange Glasröhre von 3,7 cm Durchmesser wird in senkrechter Stellung am Rande des Experimentiertisches angebracht und durch einen langen Kautschukschlauch mit der Flasche R verbunden. Sind Flasche und Schlauch mit Wasser gefüllt, so kann man den Stand des Wassers im Rohre T durch Heben und Senken der Flasche nach Belieben ändern. Als Tonquellen werden Stahlstäbe von verschiedenen Dimensionen benutzt und senkrecht über der Öffnung der Röhre an Fäden aufgehängt, so daß die Befestigungsstellen um je  $\frac{1}{5}$  der Länge von den Enden des Stabes entfernt sind. Das Anschlagen geschieht mit einem kleinen Kupferhammer. Die Wasserhöhe wird so lange geändert, bis die Resonanz am stärksten auftritt, und dann mit Hilfe eines Meterstabes gemessen. Die Tabelle enthält die Resultate einiger von Schülern ausgeführter Messungen. Außer einer Stimmgabel von 128 Schwingungen wurden drei Stäbe dem Versuch unterworfen, deren Dimensionen in cm folgende waren: I. 15,7 : 2,5 : 9,5, II. 24,2 : 0,6 : 2,5, III. 32,3 : 0,6 : 2,5 cm. In Spalte 2 sind die höchsten und tiefsten Wasserstände, bei denen Resonanz erfolgte, angegeben; ihre Differenz entspricht einer halben Wellenlänge oder einem Vielfachen derselben.



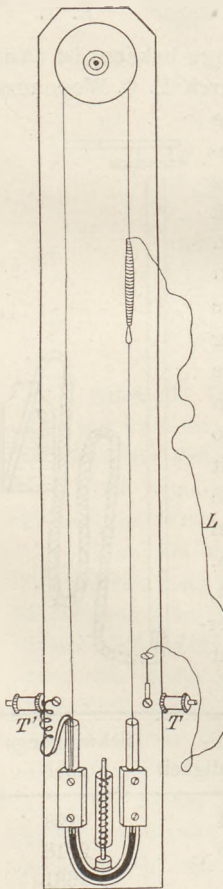
	Wasserhöhe		Zwischenliegende Maxima	$\frac{\lambda}{2}$	Temp.	Schallgeschwindigkeit	Schwingungszahl
	höchste	tiefste					
Stimmgabel	6,5	140,8	0	134,3	20°	344	128
Stab I	11,6	97,8	9	8,62	25,8°	348	2018
Stab II	14	96,8	7	10,35	"	"	1681
Stab III	8,7	93,4	3	21,17	"	"	821

Hierbei ist für die Stimmgabel die Schwingungszahl 128 als richtig vorausgesetzt und daraus die Schallgeschwindigkeit in der Röhre berechnet worden. Für die Stäbe wurde die theoretische Schallgeschwindigkeit bei der beobachteten Temperatur zu Grunde gelegt und die Schwingungszahlen danach berechnet. Aus den Messungen mit den Stäben ist zu erkennen, daß bei II und III die Schwingungszahlen im umgekehrten Verhältnis der Quadrate der Längen stehen. Stab II und III haben als Intervall eine Oktave, I und II das einer Terz.

**Ein Spektroskop zum Direktsehen aus einer Glassorte.** Von T. H. BLAKESLEY. (*Phil. Mag.* Vol. 6, 268; 1903). Die Strahlen gehen, wie aus der Figur zu ersehen ist, von dem



Kollimator aus durch vier Prismen in der Richtung *abcdefghik*. Die Prismen sind rechtwinklig und haben alle die gleiche Gestalt, Seite *EF* ist parallel *CB*, *FD* parallel *CA*, ebenso die entsprechenden Seiten der anderen Prismen. Die nicht benutzte Seite der beiden mittelsten Prismen kann verkürzt werden. Die Strahlen erhalten das Minimum der Ablenkung. Kollimator und die beiden ersten Prismen bilden ein starres System, die beiden letzten Prismen mit dem Fernrohr ein zweites; beide Systeme sind drehbar um den Punkt *F*. Das von dem Verf. hergestellte Spektroskop zeigte sehr deutlich das Spektrum von *A* bis *H* und hatte zwischen *A* und *G* eine Dispersion von  $18^{\circ} 20'$ . Schk.



**Ein einfacher Rheostat.** Von G. F. C. SEARLE. (*Phil. Mag.* Vol. 6, 173; 1903). Am oberen Ende eines senkrechten Gestells befindet sich eine mit einer Rinne versehene hölzerne Rolle, am unteren Ende ein etwas Quecksilber enthaltendes U-förmiges Glasrohr von etwa 30 cm Gesamtlänge und 8 cm innerem Durchmesser (s. Fig.). Über die Rolle und durch die Röhre läuft ein endloses Band Platinoiddraht von 165 cm Länge und 0,038 cm Dicke. An das eine Ende des Platinoiddrahts ist ein dünner biegsamer Draht *L* angelötet, während an dem anderen Ende sich eine kleine Öse befindet. Um das Band zu vervollständigen, ist an dem Draht *L* nahe der Lötstelle ein Stück seidener Schnur befestigt, deren anderes Ende mit der Öse des Platinoiddrahts verknüpft ist. Durch Drehen der Rolle kann die Länge des Platinoiddrahts zwischen dem rechten Schenkel des U-Rohrs und der Lötstelle von 0 bis 165 cm, sein Widerstand bis zu 6 Ohm kontinuierlich verändert werden. Das andere Ende des biegsamen Drahts *L* ist mit der Klemmschraube *T'* in Verbindung. Eine zweite Metallverbindung mit dem Platinoiddraht bildet eine Kupferelektrode, die in das Quecksilber in dem linken Schenkel des U-Rohrs eintaucht. Die Elektrode endet unten in ein zylindrisch gebogenes Kupferblech, das amalgamiert ist und gerade in das Glasrohr hineinpaßt; oben steht sie durch einen kurzen biegsamen Draht mit der Klemmschraube *T''* in Verbindung. Da die Verbindungs-

stelle des endlosen Bandes dicker ist als der übrige Teil, so hat, damit jene Stelle leicht über die Rolle gelangt, das U-Rohr eine geringe Beweglichkeit in vertikaler Richtung. Dazu gleitet es frei durch zwei einfache hölzerne Führungen und wird durch eine auf die Biegungsstelle drückende Feder gespannt.

Für den Draht eignet sich Platinoid sehr gut, während Neusilber vom Quecksilber angegriffen wird. Da der Draht leicht biegsam sein muß, so ist seine Dicke begrenzt; der Rheostat eignet sich daher nicht für starke Ströme. *Schk.*

**Das Saitengalvanometer.** Von W. EINTHOVEN (*Ann. der Physik* 12, 1059; 1903). Das Instrument beruht auf dem Prinzip des beweglichen Stromträgers in einem festen magnetischen Felde. Der bewegliche Stromträger ist ein versilberter Quarzfaden, der wie eine Saite zwischen den Polen eines Elektromagneten ausgespannt ist. Geht ein Strom durch die Saite, so wird diese senkrecht zu den Kraftlinien abgelenkt; diese Ablenkung wird durch ein Mikroskop mit Okularmikrometer gemessen.

Der Verf. ist zu dieser Anordnung gekommen durch eine Feststellung der Grundlagen des Deprez-d'Arsonvalschen Galvanometers. Bestimmt man die „Normalempfindlichkeit“ dieses Instruments, d. h. den Ausschlag in mm auf einer um 1 m entfernten Skala, so ergibt sich, daß diese um so größer ist, je weniger Windungen auf die Galvanometerspule kommen und je dünner der Draht ist. Das würde eine Verringerung des Gewichts der Spule und darum auch eine Fortlassung des Spiegels nötig machen. So gelangte der Verf. dazu, anstatt einer einzigen sehr dünnen Drahtwindung eine gespannte Saite anzuwenden. Um den Begriff der „Normalempfindlichkeit“ auch auf die mikroskopische Ablesung anwenden zu können, berechnete der Verf. die Vergrößerung, die nötig ist, um die Diffraktionskreise des mikroskopischen Bildes und des Spiegelbildes in 1 m Entfernung einander gleichzumachen: es ergab sich, daß dieses mit einem Objektiv von der numerischen Apertur 0,95 und einer Vergrößerung 950 erreicht wird.

In dem EINTHOVENschen Instrument haben die Polschuhe eine Höhe von 12,5 cm und schließen ein auf 20 000 bis 23 000 C.G.S. reguliertes spaltförmiges, homogenes Feld ein, in dessen Mitte die Saite ausgespannt ist. Die Polschuhe sind durchbohrt; in dem einen Bohrloch befinden sich die Belichtungsinsen, in dem andern das Projektionsmikroskop. Als Saite dient ein versilberter Quarzfaden von  $2,4 \mu$  Durchmesser und 10 000 Ohm Widerstand. Bei Anwendung einer 660fachen Vergrößerung entsprach jeder Millimeter Verschiebung des Saitenbildes einem Strom von  $10^{-11}$  Amp. Da eine Verschiebung von 0,1 mm noch beobachtet werden konnte, so waren Ströme von  $10^{-12}$  Amp. wahrzunehmen. Die Kraft, welche eine von  $10^{-12}$  Amp. durchströmte Saite von 12,5 cm im Felde von 20 000 C.G.S. zur Abweichung bringt, berechnet sich auf  $2,5 \cdot 10^{-11}$  g.

Wirft man das Bild der Saite auf einen senkrecht dazu stehenden Spalt, der eine Zylinderlinse enthält, und bewegt hinter dieser eine photographische Platte in der Richtung des Saitenbildes, so erhält man auf der Platte die Bewegungen der Saite, die durch gleichzeitige Projektion eines Koordinatensystems auf der Platte ausgemessen werden können. Der Verf. reproduziert eine Reihe der so erhaltenen Aufnahmen, deren Einzelheiten die Methode noch näher erläutern. Die Normalempfindlichkeit seines Saitengalvanometers berechnete er zu  $2,38 \cdot 10^6$ , während das hochempfindliche astatistische Panzergalvanometer von du Bois und Rubens nur eine solche bis zu 1500 besitzt. Der Quarzfaden reagiert noch auf einen Thermostrom, dessen elektromotorische Kraft  $10^{-8}$  Volt beträgt. *Schk.*

## 2. Forschungen und Ergebnisse.

**Die chemische Natur des Weltäthers.** Der als Begründer des periodischen Systems der Elemente (neben Lothar Meyer) bekannte russische Chemiker D. J. MENDELEJEFF hat 1903 in einer Petersburger Zeitschrift (*Wjestnik i biblioteka samoobrasowanja*, d. i. Bote und Bibliothek der Selbstbildung) eine längere Abhandlung „Versuch einer chemischen Auffassung des Weltäthers“ veröffentlicht. Eine Übersetzung davon durch S. Tschulok ist im *Prometheus*

No. 735—738 erschienen. MENDELEJEFF legt darin wie in einem Testament die letzten Gedanken nieder, die er sich über den Zusammenhang des Äthers mit der ponderablen Materie gemacht hat. Er betrachtet den Äther nicht als eine gewichtlose, sondern als eine bloß unwägbare, d. h. der Wägung durch unsere Mittel unzugängliche Substanz, der er ihre Stellung am Anfang des durch die neuen Entdeckungen aufs überraschendste erweiterten periodischen Systems anweist. Es ist in hohem Grade interessant, den vielfach verschlungenen Darlegungen des Verfassers im einzelnen zu folgen; wir müssen aber in dieser Hinsicht auf die genannte Wochenschrift verweisen und begnügen uns mit den nachstehenden Andeutungen.

Auch Lord Kelvin (William Thomson) kam schon auf Grund bestimmter Voraussetzungen zu dem Schlusse, daß der Äther schwer sei, und daß 1 cbm Äther nicht weniger als  $10^{-16}$  g wiegen müsse; bedenkt man aber, daß im interplanetarischen Raum auch unsere gasförmigen Stoffe keine meßbare Dichte mehr haben würden, so liegt die Frage nahe, ob nicht etwa das den Weltraum erfüllende Medium aus uns bekannten Dämpfen und Gasen im Zustande äußerster Verdünnung bestehen könnte. Dem widerspricht jedoch, daß der Äther als ein alles durchdringender Stoff angesehen werden muß, also eine Eigenschaft besitzt, die den Gasen und Dämpfen fehlt; auch müßten die uns bekannten Gase und Dämpfe auf die von ihnen durchdrungenen Körper ihren chemischen Differenzen entsprechend in verschiedener Weise einwirken, was, soweit uns bekannt, beim Äther nicht der Fall ist.

Der Verfasser tritt aber auch der Ansicht entgegen, als ob der Äther etwa der hypothetische Urstoff sei, aus dem die Atome der chemischen Elemente durch Zusammenlagerung entstanden zu denken wären. Denn dann müsse entweder angenommen werden, daß der Entstehungsprozeß der Atome einmal dagewesen und für immer abgeschlossen sei, der Äther aber die Rückstände, die Nebenprodukte dieses Prozesses darstelle; diese Ansicht gehöre ins Reich der Phantasie und sei exakter Prüfung unzugänglich; oder aber man müsse annehmen, daß auch eine Rückverwandlung der Atome in Äther möglich sei, dann müßte sich nachweisen lassen, daß ein Teil der dem Versuch unterworfenen Körper verschwinden, oder auch daß aus Atomen einer Art sich Atome einer anderen Art bilden könnten; beides sei bisher, so oft auch insbesondere Verwandlungen der Elemente ineinander behauptet worden sind, durch keine Erfahrung erwiesen worden. (Auch erkennt MENDELEJEFF in der Annahme der Zusammengesetztheit der Elemente aus einem gemeinsamen Urstoff keinen Vorteil für die Vereinfachung des Verständnisses der anorganischen Natur. Denn wie schon an der Wurzel der Naturerforschung die drei Begriffe Stoff, Kraft und Geist auseinandergehalten werden müssen, so widerstreben auch die Elemente einer Zurückführung auf einen einheitlichen Urstoff; die Einheitlichkeit, die sich im periodischen System ausspreche, sei von höherem Wert für das Wirklichkeitsdenken als ein bloß erdachter Urstoff.)

Was nun ferner die Durchdringung der Körper durch den Äther anbetrifft, so zeigen die Erscheinungen der Gasdiffusion, namentlich beim Wasserstoff, eine gewisse Analogie damit. Indem der Wasserstoff das niedrigste Atomgewicht, die geringste Dampfdichte und im Zusammenhang damit die größte Molekülgeschwindigkeit besitzt, vermag er sogar kompakte Wandungen von Metallen wie Platin und Palladium zu durchdringen. Den Mechanismus dieses Durchdringens kann man sich ähnlich wie den der Lösung eines Gases in einer Flüssigkeit vorstellen, wobei das an der Oberfläche absorbierte und komprimierte Gas von Schicht zu Schicht diffundiert, ähnlich wie selbst Gold im festen Blei, nach Roberts Austen, sich verbreitet. Schließlich kann an der gegenüberliegenden Oberfläche ein Wiedereintritt des Gases infolge besonderer Druckdifferenz erfolgen. Nach dem Ausgleich der Drucke aber findet nicht Ruhe, sondern ein Zustand beweglichen Gleichgewichts statt, indem an jeder Fläche die gleiche Anzahl von Molekülen aus- und eintritt. Dem Äther nun müßte eine noch größere Leichtigkeit und damit auch Geschwindigkeit der Eigenbewegung beigelegt werden als dem Wasserstoff, und wenn bei Wasserstoff und Palladium noch an die vorübergehende Bildung einer Verbindung gedacht werden kann, die sich leicht wieder dissoziiert, so wäre bei den Atomen des Äthers die Fähigkeit zu chemischen Verbindungen als so gering anzunehmen, daß für sie jede Temperatur die Dissoziationstemperatur ist.

Diese Annahme hat eine größere Wahrscheinlichkeit gewonnen, seit in den Elementen der Argongruppe eine ganze Reihe von Stoffen entdeckt worden ist, die chemisch außerordentlich träge sind. Man wird sich den Äther als ein Gas vorstellen können, das ähnlich dem Argon und Helium unfähig zu chemischen Verbindungen ist. Diese Vorstellung findet ihre Stütze in der mutmaßlichen Stellung, die nach MENDELEJEFF dem Äther im periodischen System der Elemente anzuweisen sein würde. Die Elemente der Argongruppe haben mit den anderen Elementen so wenig Ähnlichkeit, daß für sie im periodischen System eine besondere, die „nullte“ Gruppe geschaffen werden muß, die der Wasserstoffgruppe voranzustellen ist, wie die nebenstehende Übersicht zeigt, die aus neueren Lehrbüchern leicht durch die übrigen Gruppen des periodischen Systems ergänzt werden kann. MENDELEJEFF sagt, es scheine ihm angesichts dieser Einordnung der Argongruppe unmöglich, die Existenz von Elementen zu leugnen, die leichter sind als Wasserstoff. Er zieht unter diesen die beiden in der Tabelle mit  $x$  und  $y$  bezeichneten näher in Betracht. Dem Element  $y$  werden sicher die Grundeigenschaften der Argongase zukommen. Aus Betrachtungen über das Verhältnis der Atomgewichte aufeinander folgender Elemente am oberen Ende der einzelnen Gruppen leitet Mendelejeff die Folgerung ab, daß vermutlich das Verhältnis  $y:He$  bedeutend kleiner sein wird, als das von  $Li:H$  (6,97:1); d. h.  $y:He$  wird höchstens 1:10 sein, wahrscheinlich aber noch kleiner, also das Atomgewicht von  $y$  nicht höher als 0,4. Dem entspräche vielleicht das Element Coronium, dessen Spektrum über dem des Wasserstoffs in der Sonnencorona (also in großer Entfernung von der Sonnenoberfläche) sichtbar ist und

Gruppe 0	Gruppe 1
$x$	
$y$	$H$ 1,008
$He$ 4	$Li$ 7,03
$Ne$ 19,9	$Na$ 23,05
$Ar$ 38	$K$ 39,15
$Kr$ 81,8	$Rb$ 85,4
$Xe$ 128	$Cs$ 132,9

in seiner Einfachheit dem des Heliums gleicht. Es ist durch eine hellgrüne Linie von der Wellenlänge  $531,7 \mu\mu$  charakterisiert (Young und Harkness 1869)<sup>1)</sup>. Wie bei den übrigen Argongasen, wird auch bei diesem Element das Molekül einatomig sein, also die Dichte, bezogen auf Wasserstoff, weniger als 0,2 betragen; die Geschwindigkeit seiner Moleküle wird 2,24 mal so groß sein wie die der Wasserstoffmoleküle. Dieses Gas kann noch nicht der Äther sein, denn seine Dichte ist noch so groß, daß es sich aus der Anziehungssphäre der Sonne, geschweige denn größerer Gestirne, nicht zu entfernen vermag. Es bildet aber den Übergang zu dem allerleichtesten und allerbeweglichsten Element, dessen Atome die Fähigkeit haben, selbst die Anziehung der Sonne zu überwinden, den ganzen Raum frei zu erfüllen und alle anderen Körper zu durchdringen. Dieses Element glaubt MENDELEJEFF in dem Element  $x$  am Anfang seiner Gruppe 0 zu erkennen und identifiziert es mit dem Lichtäther. Er schlägt dafür den Namen Newtonium vor. Durch Schlüsse ähnlicher Art, wie die für das Element  $y$  angestellten, findet er, daß das Atomgewicht von  $x$  höchstens 0,17 sein werde, wahrscheinlich aber viel geringer anzunehmen sei. Vermöge seiner Stellung am Anfang der Gruppe 0 würde das Element  $x$  auch wie die Argongruppe, ja in noch höherem Grade, die Eigenschaft der chemischen Indifferenz besitzen und also auch diese an den Weltäther zu stellende Forderung erfüllen. (MENDELEJEFF läßt auch die Möglichkeit offen, daß der Äther nicht ganz homogen sei, sondern, ähnlich wie unsere Atmosphäre, ein Gemisch mehrerer sich dem Grenzzustande nähernder Gase sei.)

Die Hypothese, daß der Weltäther mit dem Element  $x$  identisch sei, will MENDELEJEFF keineswegs nur als eine Arbeitshypothese angesehen wissen, sondern legt der dazu führenden „Extrapolierung“ einen ähnlichen Wirklichkeitscharakter bei, wie seiner „Interpolierung“, durch die einstmals die Elemente Gallium, Scandium, Germanium vorhergesagt worden sind. Er weiß sich auch hierbei noch „auf dem Boden der Realität“. Demgemäß macht er auch den Versuch, dem unbekanntem Elementarstoff noch auf einem

<sup>1)</sup> Nasini, Anderlini und Salyadori wollen die Coroniumlinie (531,6) in dem Spektrum der argonhaltigen Gase der großen Solfatara di Pozzuoli gefunden haben (*Chem. Cbl.* 98. II, 617).

anderen Wege beizukommen. Er berechnet die Geschwindigkeit, die den Molekülen dieses Stoffes beigelegt werden müßte, damit sie der Anziehung der Weltkörper nicht mehr unterworfen wären. Diese Geschwindigkeit ist bei dem Atomgewicht  $x$  und der Gasdichte  $\frac{x}{2}$  berechenbar aus

$$v = 1843 \sqrt{\frac{2(1 + \alpha t)}{x}} \dots \dots \dots (1)$$

Ist andererseits für  $v$  ein angenäherter Wert ermittelt, so ist  $x$  durch diese Gleichung bestimmt. Denn  $t$ , die Temperatur des Weltraumes liegt nach den gewöhnlichen Annahmen zwischen  $-100^\circ$  und  $-60^\circ$ ; nimmt man als Mittelwert  $-80^\circ$  an (da es ja nur darauf ankommt, einen Begriff von der Größenordnung von  $x$  zu gewinnen, so folgt aus (1)

$$v = \frac{2191}{\sqrt{x}} \quad \text{oder} \quad x = \frac{480000}{v^2} \dots \dots \dots (2)$$

worin  $x$  das Atomgewicht des gesuchten Elements,  $v$  die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung seiner Moleküle bei  $-80^\circ$  in m/sec bedeutet.

Für die Geschwindigkeit  $v$  endlich, bei der die Moleküle der Anziehungssphäre der Weltkörper zu entweichen vermögen, gilt, unter Absehung von Zentrifugalkraft und Widerstand des Mediums,

$$\frac{v^2}{2} = \frac{M}{e} \quad \text{oder} \quad v = \sqrt{\frac{2M}{e}} \dots \dots \dots (3)$$

Hierin bedeutet  $M$  die Masse des Weltkörpers,  $e$  die Entfernung vom Anziehungszentrum bis zu dem Punkte, für den  $v$  bestimmt werden soll. Es ergibt sich z. B. für die Erdoberfläche  $v > 11190$  m/sec, wenn die Masse aus dem Newtonschen Gesetz bestimmt wird. An der Grenze der Atmosphäre ist der Wert nur unerheblich von diesem verschieden. Aus Formel (2) würde dann folgen, daß das Atomgewicht eines Gases kleiner als 0,038 sein müßte, damit es sich aus der irdischen Atmosphäre frei in den Raum hinaus bewegen könnte. Hiernach können nicht nur Wasserstoff und Helium, sondern auch das Gas  $\gamma$  (Coronium?) noch in der irdischen Atmosphäre verbleiben. (Es handelt sich hierbei allerdings nur um die mittleren Geschwindigkeiten der Moleküle, neben denen nach Maxwell auch größere und geringere möglich sind.) In der Tat sind in jüngster Zeit Wasserstoff und Helium in der Erdatmosphäre nachgewiesen worden, sie wurden schon von Dewar u. a. in der flüssigen Luft gefunden, aber erst 1900 ist der Wasserstoff von A. Gautier einwandfrei nachgewiesen.

Macht man dieselbe Rechnung für die Sonne, so ergibt sich  $v > 608300$  m, und das Atomgewicht des gesuchten Gases kleiner als 0,000013. Sicher stellt die Sonne nicht den Weltkörper von größter Masse dar, wir haben aber nach den bisherigen Forschungen der Astronomie keinen Grund zu der Annahme, daß es Weltkörper gibt, deren Masse die der Sonne um beträchtlich mehr als das 50fache übersteigt. Berechnet man für einen solchen Körper von 50facher Sonnenmasse unter der Voraussetzung gleichartiger Konstitution den Radius und dann nach Gleichung (3) die Größe  $v$ , so ergibt sich  $v = 2240$  km/sec., eine Größe, die bereits der Lichtgeschwindigkeit 300000 km/sec sich nähert. Bestimmt man endlich nach demselben Verfahren die Masse eines Sterns, der noch Moleküle von der Geschwindigkeit 300000 km/sec an seiner Oberfläche festzuhalten vermöchte, so findet man etwa das  $120 \cdot 10^6$  fache der Sonnenmasse. Indessen scheint es nach dem vorher Gesagten „keine Realität zu besitzen“, daß man über das 50fache hinausgeht. Aus der gefundenen Geschwindigkeit folgt dann  $x = 0,00000096$ , d. h. die Moleküle und Atome jenes gesuchten leichtesten Elementargases hätten ein Gewicht von nahezu einem Milliontel desjenigen des Wasserstoffatoms.

Bei dem eben gekennzeichneten Gase haben wir es indessen nicht mehr mit dem zu vermutenden Elemente  $x$  der Argongruppe, sondern mit einem fingierten Element zu tun.



MENDELEJEFF unterläßt es, sich darüber auszusprechen und weitere sich aufdrängende Fragen zu beantworten. Doch läßt er keinen Zweifel darüber, daß er bei dem Element  $x$  stehen bleiben will und in ihm bereits den konstituierenden Bestandteil des Lichtäthers erkennt. (Dieses Element würde sich freilich der Sonnenattraktion nicht entziehen können, also auch in der Sonnenatmosphäre eine Rolle spielen. Es müssen sich naturgemäß um die ungeheuren Massen der Sonne und der größeren Weltkörper viel größere Mengen dieses Elements ansammeln, als um die kleineren Massen der Planeten und Trabanten und vielleicht wäre hier eine der Quellen des von der Sonne beständig gelieferten Energieüberschusses zu suchen.)

Dagegen geht MENDELEJEFF noch auf die eigentümliche Erscheinung der Radiumausstrahlungen ein. Denn gerade die an diese sich anschließenden Erörterungen haben ihm den Anlaß gegeben, mit seiner Auffassung von der chemischen Natur des Äthers hervorzutreten. Nach seiner Ansicht steht jede Vorstellung von einer Zersplitterung der Atome im Widerspruch [?] mit den Grundlagen der chemischen Wissenschaft, er deutet vielmehr eben jene Erscheinungen als Ausströmungen von Atomen des alles durchdringenden Äthers. Wie jenes leichteste Gas  $x$  sich um die großen Weltkörper herum anzuhäufen vermag, so werden auch die Atome der schwersten Elemente (des Urans und Thoriums) darauf eine stärkere Anziehung ausüben und vielleicht seine Bewegung beeinflussen, ähnlich wie dies die Flüssigkeiten bei den von ihnen gelösten Gasen tun. Eine solche lockere Bindung der Äthermoleküle wäre etwa vergleichbar mit der vorübergehenden Bindung eines Kometen an das Sonnensystem. „Nehmen wir aber eine solche Anhäufung der Ätheratome um die Moleküle der Uran- und Thoriumverbindungen an, so können wir bei ihnen besondere Erscheinungen erwarten, die sich durch das Ausströmen eines Teils des Äthers unter Erlangung seiner normalen mittleren Geschwindigkeit, sowie durch das Eintreten neuer Ätheratome in die Anziehungssphäre deuten ließen.“ MENDELEJEFF glaubt, daß insbesondere die Lichtstrahlungserscheinungen bei diesen Stoffen auf das Ausströmen von etwas Materiellem, aber der Wägung Unzugänglichem hinweisen, man habe sich vorzustellen, daß dieses Ein- und Ausströmen von Ätheratomen begleitet sei von jenen Störungen des Äthermediums, die die Lichtstrahlen bilden. Namentlich lehrreich erscheint ihm in dieser Hinsicht das folgende Experiment, das er bei dem Ehepaar Curie gesehen. Zwei kleine Kolben waren durch ein in ihre Hälse eingeschmolzenes Querrohr verbunden, das mit einem gläsernen Hahn versehen war. In den einen Kolben brachte man die Lösung eines radioaktiven Stoffes, in den anderen den gallertartigen Niederschlag von in Wasser aufgequollenem Schwefelzink. War der Hahn geöffnet, so bemerkte man im Dunkeln eine sehr helle Phosphoreszenz des Schwefelzinks, die allmählich schwächer wurde, wenn man den Hahn geschlossen hielt, und beim Öffnen des Hahnes wieder in der früheren Stärke auftrat. Diese Erscheinung macht ganz den Eindruck, als ströme aus dem radioaktiven Stoff etwas Materielles aus, und zwar schneller oder langsamer, je nachdem der Weg mehr oder weniger frei ist. [Auch Rutherford und Soddy halten die Emanationen des Thoriums und des Radiums für ein besonderes chemisch träges Gas der Argongruppe, vgl. d. Zeitschr. XIV, 166.]

MENDELEJEFF weist auch noch auf eine andere Erscheinung hin, nämlich darauf, daß nach den Beobachtungen von Dewar (1894) das Phosphoreszieren vieler Substanzen, besonders des Paraffins, bei der durch flüssige Luft erzeugten tiefen Temperatur stark zunimmt. MENDELEJEFF vermutet, dies sei dadurch bedingt, daß Paraffin und ähnliche Stoffe bei starker Kälte die Ätheratome kondensieren, oder daß bei tiefer Temperatur die Löslichkeit des Äthers in manchen Körpern zunimmt. [Für das erstere entscheidet sich Rutherford und Soddy, a. a. O. S. 166.] Die Schwingungen des Phosphoreszenzlichtes würden dann nicht bloß von den belichteten Körperatomen hervorgerufen, sondern auch durch die Ätheratome selbst, indem diese sich in den Körpern ansammeln und darauf mit der Umgebung ins Gleichgewicht zu setzen suchen.

MENDELEJEFF schließt mit den Worten: „Ist in meiner Idee auch nur ein Stück Naturwahrheit enthalten, nach der wir alle forschen, so wird mein Versuch nicht eitel bleiben, er wird bearbeitet, ergänzt und berichtigt werden; ist aber meine Idee im Grunde falsch,

so wird ihre Darlegung, nach gehöriger Widerlegung, andere vor der Wiederholung warnen“. Es läßt sich nicht verkennen, daß vorderhand der vorgetragenen Hypothese noch große Bedenken entgegenstehen, und daß ihr gegenüber die Elektronenhypothese ein größeres Maß experimenteller Beglaubigungen (Zeemaneffekt, Wiedemann-Franz'sches Gesetz, Ablenkung der Kathoden- und Radiumstrahlen) zukommt. Zweifelhaft bleibt namentlich auch noch, ob der Wasserstoff in die Gruppe der Alkalimetalle (vor *Li*) gehört; hierauf aber beruhen die Schätzungen MENDELEJEFFS hinsichtlich der Atomgewichte von Coronium und Newtonium. Immerhin haben wir es mit einer genialen Konzeption zu tun, die den immer problematischer werdenden Äther der experimentellen Forschung näher rückt. Daß sich übrigens aus der Annahme einer großen Geschwindigkeit der Äthermoleküle auch neue Schwierigkeiten für die Theorie der Lichtausbreitung ergeben würden, hat MENDELEJEFF selbst bereits bemerkt und hervorgehoben. P.

**Die Fluoreszenz- und Absorptionsspektren des Natriumdampfes.** Von R. W. WOOD und J. H. MOORE. (*Phil. Mag.* Vol. 6, 362; 1903.) Das grüne Fluoreszenzlicht, welches Natriumdampf bei intensiver Bestrahlung mit weißem Licht zeigt, wurde zuerst 1896 von E. Wiedemann und Schmidt beobachtet und spektroskopisch untersucht. Der Metaldampf wurde dabei in einer evakuierten Glasröhre entwickelt und zeigte bei Beleuchtung mit konzentriertem Sonnenlicht einen Streifen im Rot, einen schmäleren Streifen an der Stelle der *D*-Linien und ein breites, kanneliertes Band im Grün. Da die Fluoreszenz innerhalb einer Glasröhre nicht sehr intensiv ist, dichtere Dämpfe aber wegen der dazu nötigen hohen Temperatur im Glas nicht zu erzeugen sind, benutzten WOOD und MOORE eine im Innern versilberte Stahlröhre, in deren Mitte senkrecht dazu eine zweite engere Stahlröhre befestigt war; unmittelbar unter der Verbindungsstelle beider Röhren war an die erste Röhre ein kleiner eiserner Schmelztiegel angesetzt. Die offenen Röhrenenden wurden durch Glasplatten verschlossen. Durch ein kleines Messingrohr an dem einen Ende des Hauptrohrs wurde das Ganze bis auf 1 mm *Hg* evakuiert. In dem Tiegel befindliche Natriumstücke wurden durch eine Bunsenflamme zum Verdampfen gebracht. Vermittelt eines Heliostaten und einer Linse wurde in dem Hauptrohr unmittelbar über dem Tiegel ein Sonnenbildchen erzeugt; blickte man nun durch das Seitenrohr hinein, so sah man einen intensiv glänzenden Lichtkegel, viel heller, als er jemals in Glasröhren zu erhalten war. Das Fluoreszenzlicht gelangt in das Beobachtungsrohr, ohne mehr als eine nur sehr dünne Schicht des Dampfes zu durchdringen, sodaß man die Fluoreszenz untersuchen kann, ohne daß sie durch Absorption verändert ist.

Mit einem Steinheil'schen Doppelprisma beobachteten die Verff. in dem Fluoreszenzlicht den roten Streifen und das breite, kannelierte Band im Grün, dagegen keine Spur einer Bande in der Nähe der *D*-Linien, die daher bei den früheren Beobachtungen auf von den erhitzten Glasröhren kommenden Natriumdampf zurückgeführt werden muß. Durch Spiegel und ein kleines rechtwinkliges Prisma wurde das Absorptionsspektrum des durch den Dampf hindurchgegangenen Lichts über dem Fluoreszenzspektrum erzeugt; zum genaueren Vergleich wurden beide Spektren auch mit einem Rowlandschen Konkavgitter hergestellt und übereinander photographiert. Dabei zeigte sich, daß das Fluoreszenzspektrum das vollkommene Komplement zu dem Absorptionsspektrum bildete. Bei großer Dampfdichte und intensiver Beleuchtung zeigte sich der rote Teil des Spektrums ebenfalls gerieft; es ließ sich aber nicht definitiv entscheiden, ob die Riefung auf Fluoreszenz oder Absorption zurückzuführen ist. Zur genaueren Bestimmung der zur Fluoreszenzwirkung nötigen Wellenlängen wurde der Natriumdampf mit monochromatischem Licht beleuchtet. Dazu diente ein Fuess'scher monochromatischer Illuminator, mit dem ein schmaler Streifen eines intensiven Sonnenspektrums ausgesondert und in dem Dampf konzentriert wurde. War das Licht violett, so war keine Fluoreszenz zu bemerken. Ließ man die Wellenlänge allmählich zunehmen, so trat die gelbgrüne Fluoreszenz ein, sobald die Wellenlänge 4600 erreicht war. Bei weiterer Zunahme der Wellenlänge wurde die grüne Fluoreszenz noch glänzender, erreichte ein Maximum, nahm dann allmählich ab und verschwand gänzlich, als das er-

leuchtende Licht gelb wurde. Der Dampf blieb dunkel, bis die Wellenlänge der Lichtquelle über die *D*-Linien hinaus war; dann entwickelte sich allmählich die rote Fluoreszenz, die ebenfalls ein Maximum erreichte und dann wieder schwächer wurde. Eine spektrale Untersuchung des Fluoreszenzlichts und die Vergleichung mit dem Absorptionsspektrum bestätigte die früheren Beobachtungen. Bemerkenswert ist, daß, während bei anderen Körpern die größte Fluoreszenz bei der stärksten Absorption des erregenden Lichts eintritt, dieses bei Natriumdampf nicht zutrifft, da Licht von der Wellenlänge der *D*-Linien, das weitaus am stärksten absorbiert wird, keine Fluoreszenz erregt; vielleicht ist es allerdings etwas an der roten Fluoreszenz beteiligt. Die Verf. untersuchten auch das Absorptionsspektrum des *Na*-Dampfs bei verschiedenen Dichten, wobei sich die Nernstlampe als sehr geeignete kontinuierliche Lichtquelle erwies.

*Schk.*

**Dichroismus von Flüssigkeiten im magnetischen und elektrischen Felde.** Von G. MESLIN (*C. R. CXXXVI, 888, 930, 1059, 1305, 1438, 1641; CXXXVII, 182, 248; 1903.*). Die von Qu. Majorana gemachten Beobachtungen über die Doppelbrechung einer Lösung von Bravaiseseisen im Magnetfelde wurde schon von Schmauss zurückgeführt auf suspendierte Teilchen, die durch das Magnetfeld gerichtet werden (*d. Ztschr. XVI, 299*). Die Untersuchungen MESLINS geben eine Bestätigung dieser Auffassung, zeigen aber, daß ganz allgemein krystallinische, in Flüssigkeiten suspendierte Teilchen im magnetischen und elektrischen Felde gerichtet werden und dadurch zu einer dem Dichroismus der Krystalle entsprechenden Erscheinung führen. Der Verf. beobachtete diese zuerst bei einer Lösung von Kaliumbichromat in Terpentinöl oder Schwefelkohlenstoff. Geht natürliches Licht durch eine solche im Magnetfelde befindliche Lösung, so werden die Strahlen verschieden stark absorbiert, je nachdem die Schwingungen parallel oder senkrecht zu den Kraftlinien erfolgen. Die Ungleichheit der Absorption zeigte sich im ganzen Spektrum und war unabhängig von der Feldrichtung. Dasselbe zeigten Kupfersulfat, Helianthin, Roccellin in Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, Benzin u. a. Die Erscheinung hängt ab von dem festen und dem flüssigen Bestandteil. So ist Schwefelkohlenstoff sehr aktiv in Verbindung mit Kaliumbichromat, Kupfersulfat, Eosin, inaktiv mit Eisensulfat, Jodquecksilber und mit vielen Anilinderivaten. Ebenso sind einzelne feste Körper mit einer Flüssigkeit aktiv, mit der anderen inaktiv. Es zeigt sich weiterhin auch der bei Krystallen gefundene Unterschied von positivem und negativem Dichroismus, je nachdem die am meisten absorbierte Schwingung parallel oder senkrecht zum Felde erfolgt. So zeigt Schwefelsulfat in Schwefelkohlenstoff positiven, in Terpentinöl negativen Dichroismus. Dagegen gibt Kaliumbichromat in beiden Flüssigkeiten negativen, Roccellin in beiden positiven Dichroismus.

Aus einer großen Zahl von Beobachtungen bildete der Verf. eine Reihe der untersuchten festen und flüssigen Substanzen in der Weise, daß ein fester Körper mit einer vor ihm stehenden Flüssigkeit positiven, mit einer hinter ihm stehenden Flüssigkeit negativen Dichroismus ergab. Für das Zeichen des Dichroismus kommt es darauf an, ob der Brechungsexponent des flüssigen oder des festen Bestandteils der größere ist. Gibt man in jener Reihe jedem Körper seine Reihenummer und seinen Brechungsquotienten und multipliziert die Differenzen der Reihenummern mit den Differenzen der Brechungsquotienten, so gibt das algebraische Zeichen des Produkts das Zeichen des Dichroismus. Die Erscheinungen sind also, wie auch Schmauss bemerkte, ganz analog den Erscheinungen des Para- und Diamagnetismus, bei denen es ja auch auf das umgebende Mittel ankommt. Die suspendierten Teilchen sind entweder magnetisch und ordnen ihre Achsen parallel dem Felde, oder sie sind diamagnetisch und ordnen sich senkrecht zur Feldrichtung. Die von Qu. Majorana beobachtete Doppelbrechung konnte MESLIN nur bei sehr wenigen Flüssigkeiten beobachten; es handelte sich bei diesen auch nur um Wegdifferenzen von einem sehr kleinen Bruchteil einer Wellenlänge. Auch war diese Wirkung nicht verbunden mit der Absorption, sondern trat auch bei farblosen Flüssigkeiten ein.

Der Verf. hat durch Verbindung der verschiedensten festen und flüssigen Substanzen mehr als 250 aktive Flüssigkeiten hergestellt. Alle dazu nötigen festen Körper sind

krystallinisch und gehören einem der optisch ein- oder zweiachsigen Krystallsysteme an. Dagegen findet sich unter ihnen keiner, der dem regulären Systeme angehört oder isotrop ist. Bei einigen der aktiven Flüssigkeiten ist der Brechungsexponent des flüssigen Bestandteils nur wenig größer als der des festen Teiles. Bei Erhöhung der Temperatur nimmt der Brechungsquotient  $n$  ab, jedoch bei dem flüssigen Teile mehr als bei dem festen. Dadurch wird das Verhältnis beider Quotienten umgekehrt, und der Dichroismus muß ebenfalls sein Zeichen wechseln. MESLIN konnte dies bei verschiedenen Stoffen bestätigen. So liegt für Kaliumsulfat  $n$  bei  $20^\circ$  zwischen 1,4973 und 1,4935, bei  $60^\circ$  zwischen 1,4965 und 1,4927; für Benzin ist bei  $20^\circ$   $n = 1,5$ , bei  $60^\circ = 1,476$ . Die Mischung beider Körper zeigte bei  $20^\circ$  positiven, bei  $60^\circ$  negativen Dichroismus; durch allmähliches Abkühlen erhielt man wieder eine positive Lösung. Umgekehrt zeigte Nickelsulfat mit Benzin bei  $20^\circ$  negativen, bei  $60^\circ$  positiven Dichroismus. Überall wo der Brechungsquotient des flüssigen Teiles den des festen um nicht mehr als 0,02 überschritt, war diese Umkehrung des Dichroismus zu bemerken. War die Differenz der Quotienten 0,02 oder mehr, so erhielt man bei Temperaturerhöhung nur eine Schwächung des Dichroismus, ev. auch gänzliche Inaktivität. Eine ähnliche Einwirkung der Temperatur war auch bei der Majoranaschen Doppelbrechung beobachtet worden und dürfte dort auch eher in einer Änderung der optischen als der magnetischen Konstanten ihre Erklärung finden.

Einige der im Magnetfelde dichroitischen Flüssigkeiten zeigen diese Erscheinung in besonders hohem Grade: so wird in einer Verbindung von Kaliumchlorat mit Amylalkohol die senkrecht zum Felde polarisierte Komponente sehr viel stärker geschwächt als die parallel polarisierte. Eine mit dieser Flüssigkeit gefüllte Wanne kann daher als Polarisator dienen; eine dahinter gestellte Gipsplatte zeigte, durch einen Nicol betrachtet, die bekannten Farbenercheinungen des polarisierten Lichts, sobald das Feld erregt wurde. Der Verf. erhielt merkbare Wirkungen auch schon beim Nähern und Entfernen einfacher Stabmagneten. Bei dieser Gelegenheit beobachtete er, daß einige Flüssigkeiten auch ohne magnetische Einwirkung dichroitisch blieben. Dieser spontane Dichroismus konnte nicht durch das Erdfeld erzeugt werden, da er in jeder Richtung gleich blieb. MESLIN glaubt daher, daß die suspendierten Teilchen in diesem Falle durch die Schwere gerichtet werden, indem bei sinkenden Teilchen die vertikale, bei schwebenden Teilchen die horizontale Richtung vorherrscht. Das gibt, wenn die feste Substanz das Licht stärker bricht als die flüssige, im ersten Falle negativen, im zweiten Falle positiven Dichroismus. Um die Richtigkeit dieser Ansicht zu prüfen, sandte der Verf. ein Lichtbündel von unten nach oben durch die Flüssigkeit: da die Lichtschwingungen hier in einer horizontalen Ebene vor sich gehen, so wirken die Teilchen auf beide Komponenten in gleicher Weise und erzeugen keine teilweise Polarisation. Der spontane Dichroismus kann durch ein Magnetfeld verstärkt, geschwächt oder im Zeichen verändert werden, er wird ebenfalls durch die Temperatur beeinflusst.

Da jede durch Magnetismus oder Schwere erzeugte Dissymmetrie der suspendierten Teilchen den Dichroismus erscheinen läßt, so liegt es nahe, im elektrischen Felde eine ähnliche Wirkung zu vermuten. In der Tat konnte auch MESLIN eine solche bei einer Mischung von Helianthin und Schwefelkohlenstoff wahrnehmen. Auf seine Veranlassung untersuchte CHAUDIER eine größere Anzahl von Flüssigkeiten und fand bei vielen elektrischen Dichroismus. Das allmähliche Entstehen und Vergehen der elektrischen Feldwirkung unterschied diese Erscheinung wesentlich von dem momentan eintretenden Kerrschen Phänomen. Die flüssigen Bestandteile der Komposition waren durchweg sauerstofffreie Verbindungen von niedriger Dielektrizitätskonstante, z. B. Schwefelkohlenstoff, Benzin, Terpentinöl, Chloroform, Petroleum; Wasser, Alkohol, Säuren, Flüssigkeiten mit hoher Dielektrizitätskonstante gaben keinen merklichen Dichroismus. Aktive feste Bestandteile waren u. a. Pyrogallussäure, Pikrinsäure, Helianthin, Borsäure, Natriumkarbonat. Das Phänomen scheint weniger von der chemischen als der physikalischen Beschaffenheit der krystallinischen Teilchen (Lamellenform, Brechungsquotient, Dichte) abzuhängen. Auch im elektrischen Felde zeigte sich der Unterschied von positivem und negativem Dichroismus. Doch war das Zeichen im elektrischen und magne-

tischen Felde nicht immer dasselbe; so ist z. B. Helianthin in Schwefelkohlenstoff im Magnetfelde positiv, im elektrischen Felde negativ. Ebenso sind die Veränderungen der beiden Lichtkomponenten verschieden im magnetischen und elektrischen Felde. Während das austretende Licht im Magnetfelde im allgemeinen geradlinig polarisiert ist, ist es im elektrischen Felde elliptisch polarisiert, auch war hier bei allen Flüssigkeiten eine deutliche Doppelbrechung zu bemerken.

Schk.

**Windwogen.** Von M. TOEPLER (*Ann. d. Physik* 12, 787; 1903). Die von dem Verf. bereits früher mit Hilfe seines Variometers gemachten Beobachtungen (*d. Ztschr.* IX, 245) wurden dadurch vervollkommnet, daß dem Instrument eine Vorrichtung zur Selbstregistrierung der barometrischen Schwankungen hinzugefügt wurde. Bei dem Variometer wird ein Toluolfaden in einem Glasrohr durch ein abgeschlossenes Luftvolumen dem äußeren Druck entsprechend hin und her geschoben; während der Verf. früher den Toluolfaden mit dem Mikroskop beobachtete, wurde jetzt durch eine Linse das Bild der Flüssigkeitskuppe auf einen lichtempfindlichen Papierstreifen geworfen, der durch ein Uhrwerk bewegt wurde. Alle kurzdauernden Luftdruckänderungen konnten so auf dem Papierstreifen registriert werden; langsame Barometerstandsänderungen wurden durch eine verschließbare Kapillare ausgeglichen. Der Verf. reproduziert eine Anzahl von Photogrammen, die den Verlauf der Luftdruckschwankungen am Aufstellungsorte wiedergeben. Bei ruhigem Luftdruck machte sich das Öffnen und Schließen von Türen im ganzen Gebäude bemerkbar, doch wirkte das nicht störend. Sehr charakteristische Barogramme von Windwogen erhielt man bei Windstille kurz vor oder nach windigem Wetter. Bei starkem Winde zeigten sich sehr kurzdauernde, in den Photogrammen nadelförmig erscheinende Druckschwankungen. Luftwogen traten oft stundenlang gruppenweise auf. Besonders eignete sich das Variometer zur Registrierung der „barometrischen Unruhe“, der Differenz des größten und kleinsten Drucks innerhalb einer bestimmten Zeit, z. B. einer Minute; der Mittelwert dieser Unruhe wechselte nach Ort und Jahreszeit und war im allgemeinen von langsamen Druckveränderungen unabhängig. Die Unruhe zeigte sich bei den bisher gemachten Beobachtungen im Winter wesentlich höher als im Herbst und Frühjahr. Rasche Schwankungen der Unruhe traten ein bei Wirbelgewittern; bei jedem Gewitter war ein plötzliches Emporschnellen der Unruhe und allmähliche Rückkehr des ursprünglichen Wertes zu bemerken.

Schk.

### 3. Geschichte und Erkenntnislehre.

**H. von Helmholtz und die Philosophie der Naturwissenschaft.** Von HELMHOLTZ' Vorlesungen über theoretische Physik waren bisher erschienen der I. Bd. 2. Abteilung: Dynamik diskreter Massenpunkte (1898), der II. Bd.: Dynamik kontinuierlich verbreiteter Massen, ferner der III, V. und VI. Bd.: Akustik, Licht, Wärme. Ein nur 50 Seiten starkes Heft<sup>1)</sup> enthält die „Einleitung“ und ist als I. Bd. 1. Abteilung bezeichnet, wird also künftig an der Spitze der ganzen großen posthumen Ausgabe der theoretischen Physik von HELMHOLTZ stehen. Erschienen aber ist dieses Heft fast als letztes der Reihe (nur Bd. IV erscheint nach ihm); und diese Abfolge ist eine innerlich bedeutsame, denn das Heft enthält einen kurzen Abriss von HELMHOLTZ' Philosophie der Naturwissenschaft, und diese Philosophie muß, wie Ref. an anderer Stelle eingehender zu begründen unternimmt<sup>2)</sup>, nach der von allen philosophischen Grundsätzen unabhängigen Physik ihren sachgemäßen Platz haben. Daß nun HELMHOLTZ (wie das kurze Vorwort von C. RUNGE mitteilt) den Zyklus von Vorlesungen über theoretische Physik im Herbst 1893 (also ein Jahr vor seinem Tode) mit der vorliegenden Einleitung begonnen hat, widerspricht nicht dem angegebenen Sachverhältnis: ist es doch hiernach, wie

<sup>1)</sup> H. v. Helmholtz, Einleitung zu den Vorlesungen über theoretische Physik. Herausgegeben von Arthur König und Carl Runge. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1903. — VIII und 50 S. mit 1 Portrait, M 3,—, geb. M 4.50. — Das Vorwort von Runge ist datiert vom Mai 1903.

<sup>2)</sup> A. Höfler, Zur gegenwärtigen Naturphilosophie. Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft, Heft 2, 1904 (Berlin, Julius Springer).

wenn auch der große Physiker selbst sein Werk erst durch eine solche „Einleitung“ vielmehr hätte abschließen wollen; und wenn HELMHOLTZ, wie von jeher in seinen Schriften, gewiß auch seit langem schon in früheren Vorlesungen es an Andeutungen seiner philosophischen Überzeugungen nicht hat fehlen lassen, so war ja HELMHOLTZ' naturwissenschaftliches Lebenswerk lange genug schon in seinen Grundzügen der lauschenden Mitwelt so vertraut, daß in HELMHOLTZ' Philosophie immer eine Frucht, nicht eine Wurzel seiner Naturwissenschaft hatte erblickt werden können. Es ist gerade in unseren Tagen, da wir Zeugen eines überraschenden Aufschwunges naturphilosophischer Betrachtungsweisen — vielleicht Liebhabereien — sind, doppelt wichtig geworden, sich auf das sachliche Verhältnis von Naturwissenschaft und Philosophie im Denken des größten deutschen Naturforschers zu besinnen.

Der Tag, an dem ich dieses schreibe, ist der 12. Februar 1904, der 100. Todestag KANTS (der in das 10. Jahr seit HELMHOLTZ' Tode fällt). Mit Recht wird von allen Seiten als ein wesentliches Glied des Nachweises, daß KANTS Philosophie auch für unsere Zeit noch nicht tot sei, hervorgehoben, daß HELMHOLTZ unermüdlich auf KANT hingewiesen und so mit der Autorität des Naturforschers den Bann der Verachtung zu lösen begonnen habe, in den die Philosophie um die Mitte des XIX. Jahrhunderts — nicht zum wenigsten infolge der Ausschweifungen der Naturphilosophie vom Anfang des XIX. Jahrhunderts — scheinbar für immer verfallen war. Um Mitte dieses Jahrhunderts (1847) erschien HELMHOLTZ' „Erhaltung der Kraft“, jenes naturwissenschaftliche Buch, das sich an vereinheitlichender Kraft mit allem, was je an philosophischer Systembildung versucht worden war, getrost messen konnte. Gerade zu jener Zeit wurde der Zusammenbruch aller Systemphilosophie offenkundig. Und wieder fielen zeitlich, in den sechziger Jahren, HELMHOLTZ' große sinnesphysiologische Arbeiten (Tonempfindungen und physiologische Optik) zusammen mit dem Ruf „Rückkehr zu Kant!“, der als erstes Zeichen wiedergewonnenen Mutes aus dem philosophischen Lager erklang. — Und zeitlich fällt also jetzt auch das Erscheinen des knappen, aber inhaltsreichen Heftes zusammen mit der nicht nur der Sache nach, sondern auch dem Namen nach sich wiederbelebenden Naturphilosophie.

Das Heft gliedert sich in: Einleitung (S. 1—5); I. Abschnitt, die methodologischen Prinzipien (S. 5—22) und II. Abschnitt, die Grundlagen der mathematischen Darstellung (S. 22—50).

§ 1 „Die Philosophie und die Naturwissenschaften“, setzt ein mit einem Rückblick auf die Schelling-Hegelsche Identitätsphilosophie und sagt: Daß man Abstrakta und grammatikalische Ausdrücke als Realien behandelte und Resultate der ungeprüften Erfahrung als Denknöwendigkeiten ansah, habe eine Zeitlang die Philosophie in Verruf gebracht. Doch sei man darin viel zu weit gegangen; denn jedenfalls sei sie bei der Kritik der Methoden auch in den Naturwissenschaften berechtigt (S. 1). — „Man pflegt bei der systematischen Darstellung der verschiedenen Wissenschaften gewöhnlich nicht viel Worte und Betrachtungen über die logischen Grundsätze zu verlieren, die den Untersuchungen, an die man herantritt, zu Grunde liegen; aber gerade bei der Physik ist dieses doch bis zu einem gewissen Grade notwendig“ (S. 4).

Der I. Abschnitt beginnt mit § 3 „Kritik der alten Logik“. Diese habe den [es sollte heißen „die“, nämlich *propositio*, nicht *terminus*] *maior* und *minor* der Schlüsse als gegeben vorausgesetzt... „während wir in fundamentalem Unterschied dazu in den Naturwissenschaften Kenntnisse zu gewinnen haben, die bisher noch nicht gewonnen sind, und welche uns kein Anderer auf seine Autorität hin mitteilen kann“ (S. 6). — § 4 „Die Begriffe und ihre Konnotationen“: „Das Ziel der physikalischen Wissenschaft müssen wir darin sehen, die Naturerscheinungen zu begreifen. ‚Begreifen‘ aber heißt: Begriffe bilden“ (S. 7). — § 5 „Die Gattungsbegriffe und die Naturgesetze“. Hier darf die Forderung, „daß die physikalischen Wissenschaften die allgemeinen Eigenschaften der Naturkörper zu bestimmen suchen“ (S. 10), uns Lehrer nicht darin irre machen, daß man nicht mit den allgemeinen Eigenschaften beginnen dürfe; es ist ja mit jener Forderung von HELMHOLTZ nicht mehr gesagt, als daß die Physik die grundlegende von allen Naturwissenschaften ist. — § 6 „Naturgesetze, Kraft, Ursache“ führt KIRCHHOFFS Forderung des bloßen Beschreibens an und

sagt dann: „Was ich nun zu diesem Ausdrucke von Kirchoff hinzufügen möchte, besteht darin, daß mir aber die möglichst vollständige und einfachste Beschreibung nur in der Art gegeben werden kann, daß man die Gesetze ausspricht, welche den Phänomenen zu Grunde liegen“ (S. 13) . . . „Wir müssen das Gesetz also als etwas anerkennen, was ganz unabhängig von unserem Vorstellen und unseren Wünschen vor sich geht, und wir müssen ferner anerkennen, daß diese betreffenden Erscheinungen eintreten werden in jedem Augenblick, wo die Vorbedingungen gegeben sind, so daß diese Macht, die uns da gegenübertritt und welche ohne unser Eingreifen und ohne unser Vorstellen solche eigentümlichen Erfolge hervorrufen kann, anerkannt werden muß als etwas Dauerndes, was in jedem Augenblicke wirkungsbereit vorhanden ist, und zwar als etwas Mächtiges vorhanden ist, das seine Wirkung eventuell gegen unseren Willen und gegen unsere Wünsche durchsetzt. Darin liegt doch mehr als in der bloßen Auffassung einer Tatsache als Tatsache, und wir pflegen nun solche Dinge, welche beharrlich bestehen und welche sich als mächtig erweisen und die Außenwelt zwingen, ohne daß wir selbst einzugreifen brauchen, mit den Namen zu bezeichnen, die wir für tatsächlich bestehende Dinge anzuwenden pflegen, und dadurch ist also, wenn wir es richtig auffassen, die Bezeichnung einer solchen Kraft als eines dauernd bestehenden Agens vollkommen gerechtfertigt“ (S. 14). Wie sehr anders klingt das, als was augenblicklich phänomenologische Mode ist! Werden wir es darum reaktionär nennen wollen? Und ebenso: „Wenn wir von Bewegungskräften reden, so pflegen wir das, was bewegt werden kann, einfach als die Masse oder als die bewegliche Materie zu bezeichnen“ (S. 15). Diesen Satz müßte die phänomenologische Energetik, die die Materie abschaffen will, als direkt gegen sich gerichtet empfinden — wenn jener Satz eben nicht unmittelbar vor jenem neuesten Versuch, die alten Mängel des alten Materienbegriffes zu überwinden, ausgesprochen wäre. — Es wird eine Lebenskraft abgelehnt (S. 16), der Begriff der Ursache analysiert und die These: „Der Kausalitätssatz ist ein Satz, den wir eigentlich aus der Erfahrung nicht beweisen können,“ sondern „ein von formalen Bestimmungen unseres Denkvermögens abhängiger Satz a priori“ in der auch sonst bekannten Weise der HELMHOLTZschen Philosophie, die sich hier besonders nahe mit der KANTSchen berührt, dargelegt. — § 7 behandelt „die Hypothese als Vorstufe des Gesetzes“, § 8 „die Vollständigkeit der wissenschaftlichen Erfahrungen und ihre praktische Bedeutung“.

Im II. Abschnitt erörtert § 9 „die Darstellung der Erscheinungen in Integralen und Differentialgleichungen“, und bei dieser Gelegenheit das Verhältnis von experimenteller und theoretischer Physik. Es wird bemerkt, „daß vielfältig von seiten der reinen Mathematiker die mathematische Physik mit dem Zweck betrieben wird und betrieben worden ist, interessante Beispiele für schwierige mathematische Probleme zu finden und zu behandeln. Das ist hier nicht unser Zweck, wir wollen hier eine möglichst klare und übersichtliche Einsicht von den physikalischen Gesetzen, d. h. von den Grundgesetzen der Natur und deren Anwendung für die einzelnen Klassen der Naturkörper geben. Wir wollen Physik treiben, keine Mathematik“. — § 10 der Begriff der Gleichheit, unterscheidet zwischen dem arithmetischen Axiom der Gleichheit und seinen physikalischen Anwendungen. Sowie dieser § zu einigen relationstheoretischen Bedenken Anlaß gäbe, so enthält § 12, „der Begriff des Zählens und die Gesetze der Addition“, eine Analyse des Zahlbegriffs, der sich Ref. nicht anschließen kann. „Die Zahlen sind im wesentlichen nichts anderes als gewisse hörbare oder sichtbare oder fühlbare Zeichen . . . , welche weiter keine wesentlichen Eigenschaften haben, als daß sie immer in einer bestimmten Ordnung wiederkehren sollen und jede einzelne von allen anderen unterscheidbar sein soll.“ Daß diese Forderungen auch bei den Wörtern des Vaterunsers zutreffen, ohne daß diese darum schon Zahlen sind, ist nur eins von den Bedenken, zu denen diese nominalistische Auffassung der Zahl Anlaß gibt. Zu heilen wäre die alte Krankheit des Denkens der Physiker über die Grundlagen der außerhalb der Physik liegenden, wenn ihr auch als Lehnwissenschaft noch so wichtigen Arithmetik in der Tat nur durch eine neuerliche philosophische, diesmal komplexionstheoretische Revision. — Es folgt eine Erörterung des distributiven und des kommutativen Prinzips der Addition. Zu den empirischen Veranschaulichungen dieser Prinzipien wäre zu sagen: „Daß es bei dem Einspielen

der Wage ganz gleichgültig ist, in welcher Reihenfolge wir die Stücke auflegen, ob z. B. die großen Stücke zuerst und nachher die kleinen oder umgekehrt,“ ist schon nicht ganz unanfechtbar, sobald wir solche physikalischen Versinnlichungen bis zu den Ansprüchen an rein mathematische Gleichheit zuschärfen. Denn durch das Auflegen von Gewichtsstücken, ob groß oder klein, wird jedenfalls die Wage irgendwie abgenutzt, und es ist dann nicht „ganz einerlei“, ob wir sie schon anfänglich oder erst später durch die größeren Stücke stärker abnutzen. Mögen angesichts solcher Versuche, das arithmetische Denken dem physikalischen anzugleichen, dem Philosophen sich Erinnerungen an die KANTSche schonungslose Trennung von a priori mathematischem und empirisch naturwissenschaftlichem Erkennen wie Erinnerungen an eine gute alte Zeit aufdrängen, so wird es ja einer künftigen Forschung nur heilsam sein, wenn sie in entgegengesetzten Bemühungen eines größten Naturforschers das gültigste Zeugnis empfängt, daß hier für eine künftige Kritik der reinen Vernunft und Kritik der reinen Erfahrung noch durchaus lebensvolle Bedürfnisse zu befriedigen sein werden. — § 13 Die irrationalen Zahlen und die kontinuierlich veränderlichen Größen, beginnt damit daß die „Anzahl der Stücke“ und die „Art der Einheitsgröße“ auseinandergehalten und so der Begriff der benannten Zahl eingeführt wird. Der Satz „daß in der Natur Diagonalen der Quadrate existieren, das ist ja keine Frage“ wird durch das allgemeine Argument, daß sich rein arithmetisch oder rein geometrisch definierte Verhältnisse in der Natur mit unendlicher Wahrscheinlichkeit nicht finden, gar sehr in Frage gezogen; und nicht minder müßte die atomistische Hypothese, wie sie z. B. von BOLTZMANN ausdrücklich auch auf die Grundlagen der reinen Arithmetik und der reinen Geometrie ausgedehnt wird, gegen jene vermeintliche Selbstverständlichkeit Einsprache erheben. HELMHOLTZ selbst entscheidet sich in „der viel diskutierten Frage über die Existenz kontinuierlicher Größen“ ausdrücklich so: „diese Vorstellungen (z. B. daß wir die Begrenzung eines Flächenstückes niemals würden ausführen können durch eine Reihe von einander getrennter Punkte) zwingen uns dazu, auch die Existenz kontinuierlich sich ändernder Größenverhältnisse anzunehmen.“ Ref. glaubt, daß ein letztes Wort hiermit nicht gesprochen ist, denn die Tatsache der begrenzten Unterschiedsempfindlichkeit erlaubt die Fälle, wo wir z. B. begrenzte Flächenstücke zu sehen glauben, einem über die Grenzen der Empfindungsfähigkeit hinausgehenden Denken immer noch wenigstens die hypothetisch diskontinuierliche Anordnung des im Raume Realen. — Der Hinweis auf die in keinem Intervall stetigen Funktionen der reinen Mathematik gegenüber den stetigen Funktionen der Physik beschließt diesen Paragraphen. Sollte nicht wenigstens diese Unterscheidung dem Kantschen Erkenntnistheoretiker der Mathematik und Physik ein wertvolles neues Argument für deren Diversität sein? — § 14 behandelt die „Verknüpfungen von Größen zu ungleichartigen Größen“ und in § 15 führen „die absoluten Einheiten“ ein in die Lehre von den physikalischen Einheiten und Dimensionen. § 16 Die Addition von Strecken und anderen komplexen Größen, bringt die Vektorenlehre mit einem Hinweis auf die Quaternionentheorie von HAMILTON. — § 17 „Zusammensetzung von Drehungen“ gibt Beispiele von Zusammensetzungen, die man nicht als Addition auffassen kann. — Während dieser schon recht spezielle Paragraph einen philosophischen Abschluß vermissen läßt, bildet er in Wahrheit wohl auch mit ein Anzeichen, daß es dem großen Freund der Philosophie und großen Meister der Naturwissenschaft mit seiner Einleitung zu den Vorlesungen über theoretische Physik wirklich nicht um ein Verleiten seiner Schüler zu philosophischem Spekulieren über naturwissenschaftliche Gegenstände, sondern um strenge Vorschulung für eigentliches physikalisches Denken zu tun gewesen ist.

A. Höfler.

#### 4. Unterricht und Methode.

Die Unterrichtsräume für Physik<sup>1)</sup>. Von ERNST GRIMSEHL. Die Hamburger sind kluge und weitblickende Männer, die genau wissen, welche Geldanlagen sicher hohen, wenn auch

<sup>1)</sup> Programmabhandlung der Oberrealschule und Realschule auf der Uhlenhorst zu Hamburg. 1903. Progr.-No. 842. Mit 2 Tafeln.



indirekten Gewinn abwerfen, die daher keine Mittel sparen, wenn es sich darum handelt, ihren Nachwuchs so aufzuziehen, daß er dereinst seine Mitbewerber um die geistigen und körperlichen Güter siegreich aus dem Felde schlagen kann. Der Hanseate weiß, daß wie beim Bau eines Geschäftshauses Kaufmann und Baumeister, so bei der Einrichtung physikalischer Unterrichtsräume Fachlehrer und Baubehörde zusammen arbeiten müssen. Die durchaus gelungene Neuanlage der physikalischen Unterrichtsräume der Oberrealschule ist die treffliche Frucht der gemeinsamen Arbeit der Hamburger Baubehörde und GRIMSEHLS nebst seinen Fachgenossen. Mit glücklicher Hand wurde die unter den obwaltenden Umständen geeignetste Lage, der erste Stock des Ostflügels, für die Räume gewählt. Diese umfassen 1. einen Hörsaal (11,00 m  $\times$  6,66 m), 2. ein Schülerlaboratorium (11,00 m  $\times$  6,66 m), 3. ein großes (6,00 m  $\times$  3,46 m) und 4. ein kleines (3,00 m  $\times$  3,46 m) Sammlungszimmer, 5. ein Vorbereitungszimmer (6,00 m  $\times$  3,46 m), 6. eine Werkstatt (6,00 m  $\times$  3,46 m) und 7. ein Arbeitszimmer für den Verwalter der physikalischen Sammlung (3,00 m  $\times$  3,46 m). Die Dunkelkammer liegt auf dem Boden. Die Räume bedecken 250 qm. Das mag manchem älteren Fachgenossen sehr reichlich erscheinen, die jüngeren werden sagen, das ist etwas knapp; es stand aber bei dem Umbau nicht mehr Raum zur Verfügung. — GRIMSEHL beschreibt die elektrische Anlage, die er unter Mitwirkung des Inspektors für elektrische Beleuchtung der A. E.-G. eingerichtet hat, sehr ausführlich und wünscht mit Recht zahlreiche Veröffentlichungen über ähnliche Anlagen, damit man endlich das unleidliche Versuchsstadium überwinde. Es stand ein Dreileitersystem von  $2 \times 110$  V zur Verfügung, auf jeder Seite dürfen nur 15 A und größere Stromstärken nur aus den beiden Außenleitern entnommen werden. Die fest montierte Anlage ist für die einseitige Entnahme von 15 A eingerichtet, doch sind alle drei Leiter in die Physikräume geführt. Der Beleuchtungsstrom ist von dem Arbeitsstrom getrennt. Nur der Hörsaal hat elektrische Hauptbeleuchtung (Nernst- und Vakuumglühlampen). Alle Räume, mit Ausnahme der kleinen Sammlung, sind mit Arbeitsstrom versehen. Die Einrichtung ist etwas verwickelt, doch wohl sehr bequem. Die Nernstlampen versagen jedoch, wenn während einer Folge von Projektionsversuchen die Schüler, ohne daß die Verdunkelung aufgehoben wird, zwischen den einzelnen Versuchen Zeichnungen oder Notizen machen sollen. Läßt sich nicht vor der Zerlegung des Dreileitersystems in zwei Zweileitersysteme am Schaltbrett noch ein Ausschalter und eine Ansteckdose anbringen und so auch dort ein, wie GRIMSEHL sagt, „ungefälschter“ Strom gewinnen? Die Entnahmebedingungen gestalten die Stromstärke für die Projektionsleitung etwas dürftig. Zweigt man sie, wie dies geschehen, von der positiven Seite des Dreileitersystems ab, so hat man zwar bloß 110 V, aber doch nur 15 A, man bleibt also mithin etwas nahe an der unteren Grenze der erforderlichen Stromstärke und Helligkeit. Bei Abzweigung der Projektionsleitung von den beiden Außenleitern haben wir zwar jede gewünschte Stromstärke, aber, da wir nur  $\sim 45$  V gebrauchen, eine unnötig hohe Spannung. Hier stehen die Entnahmebedingungen mit den Bedürfnissen der Schulen in Widerspruch. — Die Verdunkelungsvorrichtungen bestehen aus doppeldicken Ledertuchrouleaux und sind im Hörsaal, Vorbereitungszimmer, im Arbeitszimmer und im kleinen Sammlungsraum angebracht. Im Hörsaal sind der breite Raum hinter dem Experimentiertisch, vor allem dieser selbst und auch die Wandtafeln beachtenswert. Die Ausführungen GRIMSEHLS über den Experimentiertisch sind mit das beste, was je darüber geschrieben worden ist. Im Schülerlaboratorium sind die 3 einfachen Arbeitstische (bei größerer Schülerzahl wäre eine Breite von 1,20 m erwünscht) und das Wandbrett als besonders zweckmäßig hervorzuheben. Die heikle Frage der besten Gaszufuhr ist jedoch nicht gelöst. In den Sammlungsräumen sind die niedrigen und flachen Schränke eine treffliche Einrichtung. Das Vorbereitungszimmer ist für 6 Physiklehrer zu klein, ebenso das Arbeitszimmer des Verwalters. Letzteres dient in erster Linie zur Prüfung und Justierung neu angeschaffter oder reparierter Apparate sowie zur Untersuchung kranker oder krankheitsverdächtiger Instrumente, außerdem zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten. Dieses Zimmer wird oft für überflüssig erklärt. Man gehe jedoch in 100 physikalische Sammlungen, greife einen beliebigen besseren Apparat heraus und man

wird in 90 Fällen finden, daß die Instrumente leider nicht durch ein solches Prüf-, Justier- und Krankenzimmer hindurchgegangen sind. Leider gestattet es mir der Raum nicht, auf den Reichtum an trefflichen Einrichtungen und Neuerungen bis ins Einzelne einzugehen. Alle, die sich für physikalische Unterrichtsräume interessieren, Schulverwaltungen, Baubehörden und Direktoren in erster Linie, müssen Grimsehl's Programm lesen, nein gründlich studieren. Der Ref. verwaltet selbst ein altes berühmtes physikalisches Kabinett, das oft von in- und ausländischen Physiklehrern pietätvoll besichtigt wird; er rät jetzt regelmäßig seinen Besuchern, möglichst schnell den Staub von ihren Füßen zu schütteln, nach Hamburg zu fahren, dort Grimsehl auf der Uhlenhorst zu grüßen und sich dessen vortreffliche Einrichtungen anzusehen.

Dieselbe Programm-Beilage enthält auch (S. 23—27) eine Beschreibung der Unterrichtsräume für Chemie, von Dr. G. MIETHE: diese schließen sich im wesentlichen an die sonst übliche Einrichtung an und sind in jeder Hinsicht aufs vollkommenste ausgestattet. Sie umfassen außer dem Sammlungs- und Unterrichtszimmer noch ein besonderes Schwefelwasserstoffzimmer und einen Arbeitsraum für 12 Schüler und 3 Lehrer. Ein besonderer Vorzug ist, daß zu je zwei Arbeitsplätzen ein Abzug gehört, der in 44 cm Höhe über dem Tisch angebracht ist und schädliche Gase ableitet. In betreff weiterer Einzelheiten sei auf die Abhandlung selbst verwiesen.

H.-M.

**Über Unfälle bei chemischen Unterrichts-Versuchen.** Wenn man etliche Jahre hindurch beim chemischen Experimentieren keinen besonderen Unfall erlebt hat, so wiegt man sich gern in Sicherheit und schließt zuversichtlich von  $n$  auf  $n + 1$  Jahre. Man wird aber doch nachdenklich, wenn man nicht nur die vielen Gefahren, sondern eine große Zahl wirklich vorgekommener Unglücksfälle zusammengestellt findet, wie dies in der dankenswerten Abhandlung von KARL EGLI „Über die Unfälle beim chemischen Arbeiten“ (*Beilage z. Progr. d. Kantonsschule Zürich 1903*) geschieht. Über eine ähnliche Zusammenstellung desselben Verfassers, worin „die mechanischen Verletzungen“ und „die Verbrennungen und Verätzungen“ systematisch behandelt sind, wurde bereits früher in dieser Zeitschr. (*XVI 59*) berichtet. Die neue Veröffentlichung ist den „Vergiftungen“ und den „Explosionen“ gewidmet (S. 35—78). Wir müssen uns versagen, auf die sehr beachtenswerte Schrift, besonders auf die interessante Kasuistik darin näher einzugehen, und können hier zu allgemeinem Nutz und Frommen nur einzelnes herausheben, das gelegentlich für den chemischen Experimental-Unterricht oder für die praktischen Arbeiten im Laboratorium von Bedeutung sein kann. Wasserstoffgas ist zwar im reinen Zustande nicht giftig, aber das Zink ist fast immer arsenhaltig (in einem amerikanischen Zink fand man im kg 0,35, einmal sogar 0,69 g Arsen), auch die Schwefelsäure und noch mehr die Salzsäure enthalten gewöhnlich etwas Arsen. Zinkblechabfälle sind daher für die Wasserstoffentwicklung vorzuziehen, da sich nur das arsenarme Metall gut walzen läßt; Zinkstaub ist dagegen oft reich an Arsen. Wie außerordentlich giftig der Arsenwasserstoff ist, braucht hier kaum wiederholt zu werden, da er wahrscheinlich das stärkste Gift der anorganischen Chemie darstellt (er ist ein Blutgift und wirkt auflösend auf das Hämoglobin und überhaupt auf die roten Blutkörperchen, aber derart, daß die Wirkung sich erst nach mehreren Stunden bemerkbar macht). Man sollte daher bei Wasserstoffentwicklung immer für Ventilation sorgen und sich vor allem Wasserstoff hüten, dessen Flamme etwas fahl brennt. EGLI führt 7 schwere Vergiftungsfälle allein durch Einatmen von unreinem Wasserstoff an, davon 4 mit tödlichem Ausgang. Eindringlich wird gemahnt, für alle eigentlichen giftigen Gase möglichst die Kapelle zu benutzen und vorher die Lockflamme zu löschen, sobald sich (z. B. bei Ätherabdampfungen oder Reduktionen mit Wasserstoff) ein explosives Gemisch bilden kann. Sehr empfohlen wird auch, giftige Gase, beispielsweise Chlor, durch Röhren und Schläuche direkt ins Freie zu leiten. Hierbei wird auf eine Arbeit Brandstätters anerkennend verwiesen, das Zitat „Ch. U. 98 pag. 65“ ist aber nur durch Zufall zu erraten, es soll bedeuten „Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unt. XI 1898, S. 65“ (auch sonst sind leider einige Zitate so stenographisch gehalten, daß sie nicht zu deuten sind). Erneut wird dann auf die Gefährlichkeit des Chlors hingewiesen. K. B. Lehmann

hat gezeigt, daß bei einem Chlorgehalt der Luft von 0,001 bis 0,005 $\frac{0}{100}$  bereits Reizungen der Atmungsorgane eintreten, bei 0,015 bis 0,03 $\frac{0}{100}$  Entzündungen der Bronchien und des Lungengewebes entstehen u. s. w. Über 80 $\frac{0}{100}$  des eingeatmeten Chlors bleiben im Körper zurück. Die Bomben mit flüssigem Chlor hält Verfasser vorläufig noch für ziemlich gefährlich, wenigstens für Mittelschulen. Als allgemeines Gegenmittel bei Gasvergiftungen wird Einatmen von komprimiertem Sauerstoff empfohlen; beim Aufhören der Atmung soll sofort eine richtig durchgeführte künstliche Atmung eingeleitet und bis zum Erscheinen des Arztes fortgesetzt werden. Von Schwefelwasserstoff nimmt ein gesundes Geruchsorgan noch  $\frac{1}{5000000}$  g wahr, doch stumpft es sich bald gegen den Geruch ziemlich stark ab; 0,1 $\frac{0}{100}$  in der Luft wirkt rasch tödlich, nach andren schon 0,05 $\frac{0}{100}$ . Das Gas, in größerer Konzentration eingeatmet, wirkt wie Blausäure und führt fast momentan zu bewusstlosem Hinstürzen. Beim Ammoniak wird gewarnt, dasselbe nicht konzentriert ins Taschentuch zu gießen und es vor die Nase zu halten; überhaupt ist das Riechen von Ammoniak gefährlich. EGLI berichtet einen Fall, wo ein einziger tiefer Atemzug zum Tode führte. Die Phosphorwasserstoffe sind alle sehr giftig. Schwefeldioxyd reizt nicht nur die Schleimhäute der Atemwege sondern auch die der Augen und kann bei längerer Einwirkung die Hornhaut trüben. Auch die Stickstoffoxyde sind, mit Ausnahme des Oxyduls, alle sehr giftig; es ist zu berücksichtigen, daß sie sich ständig aus offenstehender Salpetersäure entbinden. Das Kohlenoxydgas (vgl. auch *ds. Zeitschr. XI 56*) ist deshalb so zu fürchten, weil es ganz geruchlos ist. Aus Cyankalium entwickelt sich das heftigste Gift, die Blausäure; es ist schon bedenklich, an einer Flasche mit Cyankalium zu riechen, da stets Cyanwasserstoff darin ist; ein Fall führte zu sofortiger Bewußtlosigkeit, verlief aber nicht tödlich. — Bei den Explosionen, die man im Unterricht absichtlich vorführt, empfiehlt Verf. als Schutzmittel zwei senkrecht auf den Tisch gestellte Spiegelglasscheiben, eine größere für die Schüler, eine kleinere für den Experimentator. Im übrigen sei aus dem Kapitel der „Explosionen“ nur einzelnes herausgegriffen. So empfiehlt Verfasser, bei Benutzung von Gasen aus Gasometern, die längere Zeit unbenutzt gestanden haben, stets erst eine kleine Menge zu entnehmen und an der Flamme zu prüfen. [Auch bei neu eingelaufenen Bomben sollte man solche Prüfung vornehmen.] Gewarnt wird schließlich mit Recht davor, die Wasserzersetzung durch Natrium so vorzunehmen, daß man ein Stück des Metalles unter den Fußzylinder bringt und darin aufsteigen läßt. Es werden eine ganze Anzahl von z. T. sehr heftigen Explosionsfällen mitgeteilt. Die Ursache ist viel diskutiert, aber noch nicht erkannt worden; vielleicht vermag das eigentümliche Verhalten von Natrium auf erhitzter Asbestpappe mit nachfolgender Explosion, das Ref. beobachtete (*ds. Zeitschr. XI 230*) mit zur Aufklärung beizutragen. Jedenfalls sollte die Wasserzersetzung im Schulunterricht nie in der geschilderten Weise vorgenommen werden, zumal diese durch Anwendung eines Drahtnetzöffels so leicht zu umgehen ist.

Im Zusammenhang hiermit sei auf einen Aufsatz „Die Verhütung von Gefahren und Unfällen in chemischen Laboratorien“ hingewiesen, den J. KRYZ in der Wiener *Zeitschr. f. Gewerbe-Hygiene u. Unfallverhütung* X 1903, S. 64, 86, 109 veröffentlicht hat. Hier wird insbesondere, an der Hand zahlreicher Abbildungen, eine größere Reihe mit Schutzvorrichtungen versehener Apparate (Brenner zum Erhitzen feuergefährlicher Körper, Mörser mit Schutz gegen das Einatmen giftigen Staubes, Drahtschutzkappen und Schutzwände für Explosionsversuche, Giftheber, Sicherheitswasserbäder u. a.) mit großer Sachkenntnis aus praktischer Erfahrung heraus beschrieben. Wir möchten besonders die Leiter praktischer Laboratoriumsübungen auf diese nützliche Veröffentlichung aufmerksam machen. O.

### 5. Technik und mechanische Praxis.

**Zur Fernübertragung von Photogrammen.** Es ist bereits früher (*d. Ztschr. XV 375—376, 1902*) über Versuche von A. KORN berichtet worden. Das Verfahren besteht darin, daß das zu übertragende Photogramm transparent gemacht und nun alle Teile seiner Fläche der

Reihe nach durch das auf eine Selenzelle fallende Strahlenbündel einer geeigneten Lichtquelle geführt werden; entsprechend der verschiedenen Durchlässigkeit des Photogrammes ändert sich der Selenzellenwiderstand, und infolgedessen der Ausschlag eines Galvanometers an der Empfangsstelle. Der bewegliche Teil dieses Galvanometers verändert die Länge von Funkenstrecken, die in den Kreis einer Teslaspule mit einer Vakuumröhre in Reihe geschaltet sind, und damit ändert sich die Helligkeit des Röhrenlichtes, welches in Form eines engen Bündels auf einen in gleicher Weise und synchron mit dem Urbild bewegten Filmstreifen fällt. Der Erfinder gibt neuerdings (*Phys. Ztschr. V 113—118, 1904*) eine genaue Beschreibung der inzwischen wesentlich verbesserten Apparate und der mit ihnen erzielten Ergebnisse, unter Beifügung einer Probe der letzteren in Form einer Wiedergabe eines so erzielten Fernphotogrammes, wonach man allerdings wohl berechtigt ist, diese Aufgabe als vollkommen gelöst anzusehen.

Die Lichtquelle des Gebers ist eine Nernstlampe von 64 HK, das Urbild wird jetzt auf einen bis auf  $\frac{1}{20}$  Sek. genau in 20 Sek. einmal sich umdrehenden Glaszylinder von 20 cm Länge und 8 cm Durchmesser gelegt, der sich bei jeder Umdrehung um 1 mm in der Längsrichtung verschiebt und durch Elektromotor gedreht wird; innerhalb dieses Zylinders befindet sich unbeweglich längs der Achse eine Selenzelle von 3000  $\Omega$  (Ruhmer) bzw. 12000  $\Omega$  (Giltay) Dunkelwiderstand. Es ist zweckmäßig, den Dunkelwiderstand der Zellen ungefähr gleich dem Widerstand der Übertragungsleitung zu wählen; es genügt, wenn der Zellenwiderstand im diffusen Tageslicht  $\frac{1}{2}$  des Dunkelwiderstandes beträgt. Die Betriebsbatterie hat 110 Volt Spannung. Das Urbild nimmt nur etwa  $\frac{2}{3}$  des Zylinderumfangs ein, der Rest wird durch einen gleichmäßig belichteten Filmstreifen ausgefüllt und dient Korrektionszwecken zur Erhaltung des Synchronismus; letzteres geschieht in folgender Weise (*Phys. Ztschr. V 25—27, 1904*). Die Antriebsmotoren sind zur Erzielung gleichförmigen Umlaufes stärker als direkt nötig, nämlich  $\frac{1}{2}$  P.S.; die Empfängerwalze dreht sich um 1% schneller als die Geberwalze, sitzt aber nur mit Reibung auf ihrer Achse und wird nach je einer Umdrehung durch einen automatisch vom Geber erfolgenden Stromstoß um soviel zurückgehalten, als sie inzwischen vorgeeilt ist.

Die Empfängerwalze von 2 cm Durchmesser und 12 cm Länge ist nicht verschiebbar, dagegen wird die Vakuumröhre in Richtung der Walzenachse bei jeder Umdrehung dieser um  $\frac{1}{4}$  mm verschoben; die dazu dienende Einrichtung stimmt mit der bei Phonographen zur Membranverschiebung benutzten überein. Die Strahlung der Vakuumröhre ist durch ein kleines Fenster von  $0,25 \times 0,25$  mm begrenzt, die Röhren selber sind von Hartgummi und Siegellack umschlossen, sodaß alles Nebenlicht beseitigt ist.

Der wichtigste Teil, nämlich der die Röhrenstrahlung den Stromänderungen entsprechend verändernde Apparat, ist ebenfalls wesentlich verbessert. Zunächst ist statt des früher benutzten astatischen ein Drehspulengalvanometer mit starkem festen Magnetfeld angeordnet; sodann ist statt der früheren unsicheren „Tönung“ durch einfache Längenänderungen der Funkenstrecken eine solche durch veränderlichen Widerstand gesetzt. Zu diesem Zwecke trägt ein isolierender Querbalken am beweglichen System des Galvanometers an seinen Enden je einen senkrechten Metalldraht, die sich zwischen je zwei aus je 26 Plättchen bestehenden Metallkämmen bewegen, sodaß vier Funkenstrecken vorhanden sind, die alle in Reihe geschaltet sind. Zwischen die einzelnen Blättchen jedes Kammes sind Widerstände aus abwechselnden Metall- und Glimmerplättchen eingeschaltet, und der Anschluß ist derart, daß in der einen Endstellung alle vier Kämmen ausgeschaltet sind, bei Bewegung des Querbalkens um einen Blättchenabstand in allen vier Kämmen je eine Stufe eingeschaltet wird u. s. w. Die Länge eines Kammes beträgt 16 mm, es genügen aber pro Kamm 5 Blättchen.

Was die Übertragungsgeschwindigkeit anbetrifft, so bedarf ein Photogramm von  $9 \times 16$  cm im ganzen 30 Minuten. Zur weiteren Beschleunigung ist Verminderung der Trägheit des Selens wie des Galvanometers nötig.

W. Biegon von Czudnochowski.

## Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Lehrbuch der geometrischen Optik** von Dr. A. Gleichen. Mit 251 Fig. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner 1902. 511 S. Geb. M 20.

Das vorliegende Lehrbuch enthält eine Darstellung der Gesetze der geometrischen Optik und ihrer Anwendung auf die zur Bilderzeugung dienenden optischen Instrumente mit Ausschluß der Instrumente der messenden Optik. Das Buch hat im wesentlichen einen praktischen Zweck. Es will nicht eine rein wissenschaftliche, erschöpfende Darstellung des ganzen Gebietes geben, sondern es führt nur so weit in die allgemeine Theorie ein, als sie zum Verständnis der Wirkung der optischen Instrumente, der Prinzipien ihrer Konstruktion und der Methoden zur Berechnung der optischen Systeme nötig ist. Dem Zweck des Buches entspricht Stoffwahl und Darstellung.

Der Verfasser nimmt für die Ausbreitung des Lichtes gradlinige Strahlen an, für die das Reflexions- und das Brechungsgesetz gelten. Die Wellentheorie des Lichtes benutzt er nur an einer Stelle zur Ableitung der Eigenschaften eines astigmatischen Bündels. Daß er auch auf die Beugung und ihren Einfluß auf die Bilderzeugung nicht eingeht, ist gerechtfertigt, weil die in dem Buche behandelten Probleme nicht wesentlich davon berührt werden, nicht aber, wie der Verfasser (S. 379) irrümlich sagt, weil man „auch hier zu denselben Resultaten gelangt, wie sie die Methode der geometrischen Optik direkt liefert“.

Nach Abbes Vorgang ist man gewohnt, den wissenschaftlichen Darstellungen der geometrischen Optik eine geometrische Theorie der Abbildung durch kollineare Strahlensysteme voranzuschicken. Das tut der Verfasser nicht. Er behandelt vielmehr gleich die physikalische Abbildung durch reflektierte und gebrochene Lichtstrahlen. Dabei geht er aus von den einfachsten speziellen Fällen und steigt von ihnen zur allgemeinen Theorie auf. Bei der Brechung an einer Ebene zeigen die Strahlenbündel schon Astigmatismus, bei der Spiegelung an einer Kugelfläche auch noch sphärische Aberration und Komabildung. So werden diese wichtigen Eigenschaften der abbildenden Bündel sehr anschaulich gemacht und ihr Verständnis bei zusammengesetzten dioptrischen Systemen vorbereitet. Allerdings hat eine solche Darstellung manche Nachteile. Sie zwingt zu einer gewissen Breite, zu öfteren Wiederholungen und zum Wechsel in den Bezeichnungen, wenn die allgemeinen Formeln systematisch gewählte Bezeichnungen verlangen, die in den einfachsten Fällen nicht nötig und nicht gebräuchlich sind; besonders aber läßt sie die allgemeinen, jeder eindeutigen Abbildung von Punkt-mannigfaltigkeiten durch Strahlen zu Grunde liegenden Gesetze nicht so deutlich hervortreten. Man vergleiche dafür die Art, wie hier auf Seite 81 die Lage der Haupt- und Knotenpunkte durch kaum auflösbare Gleichungssysteme bestimmt wird, mit der einfachen und natürlichen Einführung und Bestimmung dieser Punkte nach der geometrischen Theorie. Man muß aber anerkennen, daß der Verfasser durch geschickte Darstellung diese Nachteile möglichst klein gemacht hat. Die Bedeutung der Haupt- und Knotenpunkte ist auch für die optische Praxis keine so große, wie es nach der Theorie scheint. Vor allem aber ist die hier gewählte Darstellung der rein wissenschaftlichen didaktisch überlegen. Denn während dem Studierenden und dem im abstrakten wissenschaftlichen Denken wenig geübten praktischen Optiker das Eindringen in eine allgemeine Theorie große Schwierigkeiten macht, wird er hier durch die Anschauung in den einfachsten Fällen allmählich, aber sicher zum Verständnis der schwierigeren Teile der Theorie geführt.

Erinnert das Buch durch seine Darstellung demnach an die älteren Bearbeitungen der Dioptrik, so geht es stofflich weit darüber hinaus, denn es berücksichtigt möglichst vollständig auch die neuesten Forschungen. Der Schwerpunkt des Buches liegt im zweiten Teil, der die optischen Instrumente behandelt. Hier gibt der Verfasser eine ausführliche Theorie des Fernrohrs, des Mikroskops und der photographischen Objektive mit Berücksichtigung der historisch wichtigen älteren und der neuesten Konstruktionstypen, mit vielen Zahlenbeispielen, Tabellen und ausführlichen trigonometrischen Durchrechnungen. Für die photographischen Objekte gibt er als Beispiel die vollständige Berechnung der Goerzchen Doppelanastigmaten auf 42 Seiten. Dagegen ist die Behandlung des Mikroskops etwas zu kurz. Konstruktionsdaten werden zwar für eine Anzahl von Objektiven gegeben, für keins aber eine vollständige Durchführung der Rechnung und nur für ein älteres Objektiv von geringer Apertur werden Angaben über den Korrektionszustand gemacht.

Das letzte Kapitel enthält noch eine kurze Theorie des Spektroskops und des Photometers, die zwar nicht eigentlich in das Gebiet gehören, deren Behandlung aber besonders auch wegen der ausführlichen Literaturangaben eine wertvolle Beigabe zu dem Buche bilden.

Die Darstellung ist gut, sie ist überall klar, treffend, leicht verständlich und übersichtlich. Das Buch ist also nach Inhalt und Form ein vorzügliches Hilfsmittel zur Einführung sowohl in die Theorie, wie in die Praxis der geometrischen Optik nach ihrem heutigen Stande.

Zum Schlusse sollen noch ein paar Druckfehler und Irrtümer berichtigt werden. Seite 68 heißt es im letzten Absatze statt „immer wird“ besser „wenn nur der Quotient sich einer bestimmten Grenze nähert“, da das nicht bei jedem mathematischen Gesetze der Fall zu sein braucht.

Fig. 173 ist nicht gut entworfen. Seite 75 steht Brennweite statt Brennebene, Seite 80  $r_2$  statt  $r_1$ , Seite 102 Linsen statt begrenzende Kugelflächen, Seite 119  $L_1^2$  statt  $h_1^2$ , Seite 135  $\varphi$  und  $\psi$  statt  $u$  und  $u'$ , Seite 341 Objektiv statt Auge.

Götting.

**Zur Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung.** Von Viktor Grünberg. Leipzig 1903, J. A. Barth. 90 S. M 3.

In der Vorrede wird über den Zweck des Buches nichts angegeben. Neue Resultate zu dem behandelten Gebiete, wie der Titel wohl vermuten läßt, enthält es nicht, sondern nur eine kurze Darstellung der mathematischen Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung im Anschluß an bekannte Autoren, v. Lang, Ferraris, Czapski, Dippel, sie teilweise ergänzend und an einigen Stellen vereinfachend, ohne aber Vollständigkeit zu erstreben. So fehlt z. B. die Achromasie; auch werden wichtige Formeln nicht abgeleitet, sondern für ihren Beweis wird auf die genannten Autoren verwiesen.

Der erste Teil enthält die Gesetze der geometrischen Optik in ihrer Anwendung auf das Mikroskop, der zweite die auf der Beugung beruhende indirekte Abbildung. Dieser zweite Abschnitt beschränkt sich zwar auf die Abbildung von einfachen, in einer Ebene liegenden Gitterstrukturen, gibt aber hierfür in zweckmäßiger, leicht verständlicher Darstellung ein klares Bild der Abbeschen Theorie. Dagegen erweckt der erste Teil vielfach Bedenken. Das schwerste ist, daß nirgends in den Ableitungen und Anwendungen der Grad der Annäherung, für den die Formeln gelten, berücksichtigt wird, Sinus- und Tangensbedingung werden kaum getrennt, aberrationsfreie Abbildung von Punkten wird mit aplanatischer Abbildung von Flächenelementen verwechselt, und damit geht auch das Verständnis für die spezifischen Leistungen von Objektiv und Okular des Mikroskops verloren. Über diesen wesentlichsten Teil der Theorie enthält das Buch nur ganz dürftige Angaben, es beschränkt sich fast ganz auf ein paar Zitate aus Czapski und Abbe, wobei noch (S. 46) der erste Satz von Czapski gekürzt und mit ganz entstelltem Sinne zitiert ist. Falsche Zitate finden sich auch sonst noch. So ist (S. 32) für das Töplersche „Verhältnis der räumlichen Verzerrung“ ein falscher Ausdruck angegeben. Die Anwendung der Töplerschen Gleichungen enthält Irrtümer und recht bedenkliche Ableitungen, z. B. die Proportion am Schluß von S. 38. Störend wirkt der öftere Wechsel in den Bezeichnungen der Buchstaben sowohl, wie der Begriffe (z. B. heißen die seitlichen Beugungsmaxima mehrfach alle M. zweiter, aber auch daneben höherer Ordnung), ferner daß Vorzeichen von Strecken ohne Erläuterung, neue Namen (Akkommodationstiefe, Fokustiefe, virtuelles Beugungsspektrum) ohne Erklärung eingeführt werden. Einige kleinere Versehen und Druckfehler mögen unerwähnt bleiben. Aus dem Gesagten wird man erkennen, daß das Buch, wenigstens in seinem ersten Teil, nicht mit der Sorgfalt bearbeitet ist, um es einem Unkundigen, der Belehrung über die Theorie des Mikroskops sucht, empfehlen zu können.

Götting.

**Das Stereoskop.** Seine Anwendung in den technischen Wissenschaften. Über Entstehung und Konstruktion stereoskopischer Bilder. Von W. Manchot. 50 Fig. Leipzig 1903, Veit & Comp. 68 S. M 1,80.

Das Stereoskop diene bis jetzt nur vereinzelt zu wissenschaftlichen Zwecken. Einer allgemeineren Verwendung beim technischen und Kunstunterricht, wo es die wertvollsten Dienste leisten könnte, ist die Kleinheit der Bilder hinderlich. Der Verfasser hat sich deshalb bemüht, ein Stereoskop zu konstruieren, das beliebig große Bilder gibt.

Er untersucht zunächst geometrisch die Eigenschaften der stereoskopischen Bilder in den drei möglichen Fällen, gibt Methoden zu ihrer Konstruktion und bespricht dann die verschiedenen Arten des Stereoskops. Nur das Steinhäusersche St. kann für beliebig große Halbbilder benutzt werden, aber das erzeugte Bild ist auch hier sehr stark verkleinert.

Der Verfasser beschreibt nun ein St., das von dem bekannten Helmholtz'schen Telestereoskop sich nur wenig durch Bildöffnung und Spiegelstellung unterscheidet, aber in anderer Weise benutzt wird. Während Helmholtz durch 2 Spiegelpaare die Augendistanz vergrößert, um entfernte Objekte mit vergrößerter stereoskopischer Wirkung, aber genähert und verkleinert zu sehen, läßt der Verfasser entsprechend der Vergrößerung der Augendistanz auch die 2 dem Objekte sehr nahe, also übereinanderliegenden Halbbilder auseinanderrücken. Sie ergeben dann ein stereoskopisches Bild in natürlicher Größe.

Das Instrument wird deshalb für Unterrichtszwecke sehr brauchbar. Aber auch für andere Zwecke kann es Verwendung finden. So hat der Verfasser mit ihm die vielfach irrigen Ansichten über die stereoskopische Wirkung der in ihrer Lage vertauschten Halbbilder richtig gestellt.

Götting.

**Die astigmatische Brechung von Sonnenstrahlen im Regenbogen.** Mit Anwendung von Kettenbruch-Determinanten dargestellt von Prof. Dr. L. Matthiessen. Rostock 1903. 14 S. 5 Tafeln.

Einleitend gibt der Verfasser einen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Theorie des Regenbogens von Aristoteles bis auf die neueste Zeit. Bis jetzt ist in der Theorie immer nur die Brechung im Meridional-, nicht im Sagittalschnitt berücksichtigt worden. Der Verfasser ergänzt die Theorie in diesem Sinne.

Durch Anwendung von Kettenbruch-Determinanten entwickelt er elementar die Formeln für die Strahlenkoordinaten der Sonnenbilder, die durch die brechende Kugel bei  $m$  facher innerer Reflexion entstehen, zuerst bei Abbildung durch meridionale, dann durch sagittale Büschel. Durch die ersteren entstehen die Regenbogen, von denen für die ersten 8 Bogen alle Daten berechnet werden. Die sagittalen Büschel geben keine neuen Bogen, sind aber von Einfluß auf die Helligkeit. Sie könnten Veranlassung zu einer Lichterscheinung in der Achse geben, aber nicht bei Wassertropfen, sondern nur bei Medien von höheren Brechungsexponenten. In dem Abschnitt, der diese Erscheinung behandelt, ist die Gesamtabweichung  $D = 0$  gesetzt; das ist wohl ein Druckfehler für  $D = m\pi$ . Zum Schluß erwähnt der Verfasser noch die merkwürdige Erscheinung eines sekundären Regenbogens, der durch die im Wasser gespiegelte Sonne erzeugt wird.

Der Abhandlung sind biographische und literarische Notizen über den Verfasser angefügt. Götting.

**Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften.** Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1903. Nr. 135.

Allgemeine Grundlagen einer Theorie der Gestalt von Flüssigkeiten im Zustand des Gleichgewichts von C. Fr. Gauß. Übersetzt von Rudolf H. Weber, herausgeg. von H. Weber. Mit 1 Figur. 73 S. M 1,20. — Nr. 137. Abhandlungen zur Thermodynamik chemischer Vorgänge. Von August Horstmann. Herausgeg. von J. H. van 't Hoff. Mit 4 Fig. 72 S. M 1,20. — No. 138. Christian Huygens: Über die Bewegung der Körper durch den Stoß, und über die Zentrifugalkraft. Herausgeg. von Felix Hausdorff. Mit 49 Figuren. 79 S. M 1,40. — Nr. 139. Thermodynamische Abhandlungen über Molekulartheorie und chemisches Gleichgewicht. Von C. M. Guldberg. Übers. u. herausgeg. von R. Abegg. Mit 9 Figuren. 85 S. M 1,50.

Nr. 135 enthält die grundlegenden Untersuchungen von Gauß über die Theorie freier Flüssigkeitsoberflächen und der Kapillarerscheinungen. — Nr. 137 umfaßt Abhandlungen Horstmanns über Dampfspannung und Verdampfungswärme des Salmiaks, über die Anwendung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie auf chemische Erscheinungen, über die Theorie der Dissoziation. — Die beiden Abhandlungen von Huygens in Nr. 138 haben gemeinsam, daß ihnen das Prinzip der relativen Bewegung zu Grunde gelegt ist. Dies hat insbesondere für die Zentrifugalkraft, wie der Herausgeber hervorhebt, den Vorteil, daß Dunkelheiten vermieden werden, die andernfalls mit der Behandlung der Zentrifugalkraft verknüpft sind. — In Nr. 139 sind im Anschlusse an Nr. 104 derselben Sammlung zwei weitere Abhandlungen von Guldberg: Beiträge zur Molekulartheorie der Stoffe, und Beitrag zur Theorie der unbestimmten chemischen Verbindungen in deutscher Sprache veröffentlicht. In der zweiten finden sich die thermodynamischen Gleichungen der Aggregatzustandsänderungen und Lösungen im Zusammenhang entwickelt.

In zweiter Auflage erschienen sind Nr. 20: Abhandlung über das Licht, von Christian Huygens (115 S. M 2. —) und Nr. 21: Über die Wanderungen der Ionen während der Elektrolyse, von W. Hittorf. Erster Teil. (115 S. M 1,60). P.

**Luftelektrizität und Sonnenstrahlung.** Von Dr. H. Rudolph. Mit Figuren und Kurven im Text. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 1903. 74 S. M 1.

Der Verfasser leitet aus der Bestrahlung der höheren, an der Dämmerungsgrenze liegenden Luftschichten Werte für die Ionisierungsintensitäten ab und setzt diese in Zusammenhang mit luftelektrischen und meteorologischen Erscheinungen. Eine Prüfung der Resultate durch Beobachtungen mit Fesselballons erscheint wünschenswert. P.

**Lehrbuch der Experimentalphysik für Studierende.** Von E. Warburg. Mit 421 Orig.-Abbildungen im Text. 7. verb. und verm. Auflage. Tübingen und Leipzig, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1903. 413 S. M 7, geb. M 8.

Auch diese Auflage bringt wieder mehrere Zusätze (Erregung von Luftwellen durch Saitenschwingungen, Lechersche Anordnung für stehende elektrische Wellen, drahtlose Telegraphie); eine Reihe von Artikeln wurde erweitert oder umgearbeitet. Die Bezeichnungen sind gemäß den Vorschlägen der deutschen physikalischen Gesellschaft vielfach geändert. P.

**Katechismus der Physik.** Von Prof. Dr. Julius Kollert. 6. verb. und verm. Auflage. Mit 364 Abbildungen im Text. Leipzig, J. J. Weber, 1903. 593 S. Geb. M 7.

Die Brauchbarkeit dieses Katechismus, der das Material übrigens nicht alphabetisch, sondern systematisch ordnet, ist durch eine Reihe von Auflagen erwiesen. Die vorliegende ist durch Zuefügung mathematischer Ableitungen und Beweise, durch die Theorie des elektrischen Potentials, des Elektromagnetismus, der Induktionsströme u. a. m. nicht unerheblich erweitert worden. Die Fortschritte und Entdeckungen der letzten acht Jahre auf dem Gebiet der Elektrizität haben die Vermehrung dieses Abschnitts um zwei Kapitel nötig gemacht. Dabei sind namentlich auch die Anschauungen von J. Stark über die Elektrizitätsleitung in Gasen eingehend berücksichtigt worden. Der Verfasser hat durch diese Verbesserungen gezeigt, daß er den Fortschritten der Wissenschaft zu folgen weiß. P.

**Leitfaden für den Unterricht in der Physik.** Zum Gebrauch an Navigationsschulen bearbeitet von Dr. F. Bolte, Direktor der Navigationsschule zu Hamburg. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1903. 117 S. M 2,20.

Der Leitfaden enthält eine Zusammenstellung des Unterrichtsstoffes, der für die Prüfung zum Schiffer auf großer Fahrt und zum Seesteuermann erforderlich ist. Die Auswahl beschränkt sich auf das Notwendigste, an einigen Stellen, wie beim Barometer und beim Magnetismus, ist dem Zweck des Buches entsprechend die Behandlung etwas eingehender. In methodischer Hinsicht unterscheidet das Buch sich nicht von dem Verfahren älterer Lehrbücher; neu dürften die Bezeichnungen „blauer“ und „roter“ Magnetismus sein. P.

**Lehrbuch der Physik für den Gebrauch an höheren Lehranstalten und zum Selbstunterricht.** Von Dr. Johannes Rußner, Professor an der k. Gewerbe-Akademie zu Chemnitz. Mit 776 Abbildungen und einer Spektraltafel. Hannover, Gebr. Jänicke, 1903. 498 S. M 5,60.

Das vorliegende Lehrbuch ist aus der in fünf Teilen erschienenen „Elementaren Experimentalphysik“ des Verfassers (vgl. d. Zeitschr. XIV 247, XVI 56) dadurch hervorgegangen, daß die Beschreibungen zur Anstellung von Versuchen weggelassen oder gekürzt, und auch die Auflösungen von Aufgaben vermindert wurden. Neu aufgenommen hingegen wurden die Elemente der Astronomie und Meteorologie, sowie die Elektronen- und Ionenhypothese. Von dem Inhalt des Buches gilt das bereits früher Gesagte; insbesondere ist von Spannung und Potential eine ganz unzureichende Darstellung gegeben. P.

**Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen höherer Lehranstalten.** Von Prof. Dr. H. Püning. 3. Auflage. Mit 343 Figuren und einer Spektraltafel. Münster i. W. 1903, Aschendorffsche Buchhandlung. 352 S. geb. M 3,60.

Der ersten 1897 erschienenen Auflage (d. Zeitschr. X 264) sind in wenigen Jahren zwei weitere gefolgt. Die vorliegende zeigt manche Umarbeitungen und Verbesserungen, bei denen auch ein Teil der in dieser Zeitschrift ausgesprochenen Wünsche beachtet ist. So wird jetzt der Zusammenhang zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung durch den Reifenapparat von Fr. C. G. Müller veranschaulicht. Die Einführung der Zentrifugalkraft ist geändert, aber immer noch anfechtbar. Auf die Vorzüge des Buches ist bereits früher nachdrücklich hingewiesen. P.

**Hypothese zur Thermodynamik.** Von Viktor Grünberg. Leipzig, Ambrosius Barth. 1903. IV und 73 S. M 3.

Der Verf. will auf die Bewegung der Massenteilchen im Innern der Körper die Gesetze von Kepler anwenden. Was er wirklich bietet, ähnelt aber mehr der uralten Lehre von den Epizykeln. Ein Körperatom besteht aus Ätheratomen; jedes Ätheratom rotiert um seine Achse, während es gleichzeitig um den Schwerpunkt des Atoms kreist, dieser wieder kreist um den Schwerpunkt des Moleküls, zu dem das Atom gehört, und so fort; die verschiedenen dadurch unterscheidbaren Energieen sollen in konstanten Verhältnissen zu einander stehen. Wie wenig diese Vorstellung zu befriedigenden Ergebnissen führt, zeigt sogleich die Ableitung der Gesetze von Boyle und Gay-Lussac; sie werden nämlich für die Fälle, in denen sie erfahrungsmäßig nicht gelten, als gültig gefunden und daraus nur auf sehr gewundenem Wege für die Fälle, in denen sie gelten, als ebenfalls gültig deduziert. Nicht anders steht es um die Berechnung des Verhältnisses der beiden spezifischen Wärmen der Gase, bei der nur mißverständlich der Keplersche Flächensatz eine Rolle spielt, indem angenommen wird, wenn ein Molekül bei einer gewissen Temperatur und unter einem gewissen Druck eine Kreisbahn beschreibt und bei anderer Temperatur und unter anderem Druck, wofern der Übergang aus dem einen in den anderen Zustand adiabatisch geschieht, eine andere Kreisbahn vollführt, so seien die in gleichen Zeiten dort und hier von dem Radius der Bahn beschriebenen Flächen gleich; trotzdem



kommt nur das für Quecksilberdampf geltende Verhältnis der beiden spezifischen Wärmen heraus, und im übrigen muß jener sogenannte Keplersche Flächensatz durch eine andere Beziehung ersetzt werden, die aber bloß rückwärts aus dem zu findenden Resultat erschlossen werden kann. Ein drittes Hauptergebnis des Verf. sagt aus, daß das Verhältnis der Gesamtenergie eines Moleküls zu der Rotationsenergie der Ätheratome die Atomwärme sei; und damit kein Zweifel bleibe, wird jenes Verhältnis durch eine bestimmte Zahl mit Hinzufügung der Benennung Grammkalorie ausgedrückt. Dies möge genügen.

*Paul Gerber, Stargard.*

**Die künstlichen Kohlen für elektrotechnische und elektrochemische Zwecke, ihre Herstellung und Prüfung.** Von Dr. Julius Zellner, Prof. d. Chemie a. d. Staatsgewerbeschule i. Bielitz. VIII und 295 S., 102 Abb. i. Text. Berlin, J. Springer, 1903. Geh. M 8,00, geb. M 9,00.

Das vorliegende ist das erste in deutscher Sprache erschienene Werk über den Gegenstand, der namentlich durch die Entwicklung der Elektrochemie erhöhte Bedeutung gewonnen hat, während die Literatur darüber noch sehr dürftig ist. Der Verfasser gibt zunächst (S. 1—18) einen Überblick über die Geschichte der Kunstkohlenfabrikation im allgemeinen und die Grundzüge der modernen Fabrikationsweise; hierin sind alle wesentlichen älteren Verfahren soweit nötig beschrieben. Der ganze Rest des Buches behandelt dann die gegenwärtig in Gebrauch befindlichen Verfahren in sehr weit durchgeführter, aber übersichtlicher Gliederung des Stoffes. Wir lernen zunächst die natürlichen und künstlichen Rohmaterialien, sowie ihre Behandlung bezw. Herstellung kennen, sodann die Bindemittel und Zusätze. Der nächste Abschnitt behandelt die Herstellung der Kohlekörper — mechanische Bearbeitung der Kohle und der Kohlenmasse, das Glühen, die Fertigstellung —, der letzte Abschnitt die Prüfung von Rohstoffen und Fabrikaten; in einem Anhang ist dann noch einiges über Preise, Einrichtungs- und Betriebskosten und dergl. mitgeteilt. Die Darstellung ist gut und klar, und gleiches gilt von den Abbildungen, die kaum zweckentsprechender sein konnten und in ihrer technisch korrekten Zeichnung vorzügliche Anhaltspunkte für die Praxis geben; auch die Vollständigkeit läßt nichts zu wünschen übrig. Das Werk kann daher als wertvolle Bereicherung unserer technisch-wissenschaftlichen Literatur bezeichnet werden und verdient weit über die Kreise der engeren Interessenten hinaus Beachtung. Ref. möchte aber noch auf eins hinweisen, das ist die Ungleichförmigkeit der sehr zahlreichen Literaturangaben. Es finden sich z. B. Patente ohne Jahreszahl, Zeitschriften entweder nur mit Jahres- oder Bandangabe, ohne Angabe der betr. Seiten, manche Hinweise führen auch wieder nur auf Quellen, die Genaueres mit Zeitangaben nicht enthalten. Auch ist es wohl unzweckmäßig, daß bei den Kostenanschlägen für Kohlenfabriken die Kosten einmal in englischer Münze, zweimal in österreichischer und einmal in französischer Münze angegeben sind; es wäre doch richtiger gewesen, diese sämtlich auf einheitliche deutsche Währung umzurechnen.

*W. Biegon von Czudnochowski.*

**Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen.** Von Dr. B. Donath. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Berlin, Reuther und Richard, 1903. VII und 244 S., 140 Abb., 3 Tafeln. Geh. M 7.

Ein Vergleich dieser mit der 1899 erschienenen ersten Auflage von 175 S. zeigt die Fortschritte auf dem in Rede stehenden Gebiete. Der Verf. hat sich besonders bemüht, der Gegenwart Rechnung zu tragen, deshalb ist manches von dem früher Erwähnten jetzt fortgefallen, dafür aber, wie schon die Zunahme des Umfangs andeutet, weit mehr Neues hinzugekommen. Besonders ist dies der Fall in Bezug auf die Verwendung des Wechselstromes, der Unterbrecher, der Röntgenröhren; auch die Methoden zur Erzielung stereoskopischer Röntgenbilder finden ausreichende Berücksichtigung. Besonders anzuerkennen ist der gegen früher stark vergrößerte, mit zahlreichen Literaturnachweisen versehene IX. Abschnitt: „Über die Natur der Röntgenstrahlen“. Die zahlreichen beigefügten Abbildungen, vor allem die Schaltungsschemata sind durchaus zu loben. Dem Buche ist auch in seiner neuen Gestalt weiteste Verbreitung zu wünschen.

*W. Biegon von Czudnochowski.*

**Lehrbuch der allgemeinen Chemie.** Von Wilhelm Ostwald. In zwei Bänden. Band II, Teil 2, Abteilung 1. 2. umgearbeitete Auflage. Leipzig, W. Engelmann. M 29, geb. M 32.

Mit dem Erscheinen dieses Bandes ist die Neuauflage des Lehrbuches der allgemeinen Chemie, deren erster Band inzwischen leider schon lange wieder vergriffen ist, ihrer Vollendung abermals um einen Schritt näher gerückt. Er behandelt einen Teil der Verwandtschaftslehre und zwar gemäß der vom Verfasser in den übrigen Teilen des Werkes angewendeten Darstellungsweise zunächst deren geschichtliche Entwicklung; an diese schließen sich die chemische Kinetik und die Erscheinungen des chemischen Gleichgewichtes bei Anwesenheit von einem, von zwei oder von drei Bestandteilen, die den weitaus größten Teil des Raumes in Anspruch nehmen. Um einen Überblick über die fast

verwirrende Mannigfaltigkeit der hierher gehörenden einzelnen Fälle zu gewinnen, verwendet der Verf. als Einteilungsprinzip für die Gleichgewichtszustände die Gibbs'sche Phasenregel, die somit in konsequenter Weise benutzt wird, um ein umfangreiches Erscheinungsgebiet von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zu betrachten. Nicht wenige dieser Erscheinungen, wie die Gleichgewichtszustände zwischen flüssigen und gasförmigen Phasen bei Gleichgewichten erster Ordnung, diejenigen zwischen festen und flüssigen bei Gleichgewichten zweiter Ordnung u. a., werden gewöhnlich im physikalischen Unterricht behandelt, und aus diesem Grunde ist der Inhalt des vorliegenden Bandes für den Lehrer der Physik und den der Chemie von gleichgroßer Bedeutung. Denn darüber, daß die Phasenregel im Unterricht berücksichtigt werden muß, kann kaum ein Zweifel bestehen; schlingt sie doch ein Band um Erscheinungsgruppen, die so wenig Gemeinsames zu besitzen scheinen, daß ihre Betrachtung ganz verschiedenen Disziplinen zugewiesen wird. Das Studium der Verwandtschaftslehre kann daher allen Fachgenossen nicht warm genug empfohlen werden. Die, wie gern zugegeben werden mag, nicht geringe Arbeit, welche zum Durcharbeiten dieses Teiles von Ostwalds allgemeiner Chemie erforderlich ist, bringt für den Unterricht reichen Gewinn.

*Böttger.*

**Lexikon der Kohlenstoffverbindungen.** Von M. M. Richter. Supplement II. Hamburg und Leipzig, Leopold Voß, 1903. 499 S. M 16.

Bereits ein Jahr nach der Vollendung des zweibändigen Lexikons der Kohlenstoffverbindungen erschien i. J. 1901 ein Supplementband, der die wissenschaftliche Literatur bis Ende 1900 berücksichtigte. Nunmehr liegt ein zweiter, die Literatur der Jahre 1901 und 1902 umfassender Supplementband vor, der aufs neue für die bewundernswerte Ausdauer Zeugnis ablegt, mit der der Verf. seine bedeutende Arbeitskraft zur Weiterführung dieses der chemischen Forschung in allen Kulturstaaten dienenden Werkes verwendet. Gegenüber dem ersten Ergänzungsband und dem Hauptwerk hat insofern eine Erweiterung stattgefunden, als vom Jahre 1902 an neben den Zitaten der Originalliteratur auch die Stellen angegeben sind, an denen im Chemischen Zentralblatt über die die Verbindung betreffende Arbeit berichtet ist. Wem daher die Originalabhandlung nicht zugänglich ist, der kann ohne Mühe den Bericht in dem sozusagen offiziellen Referierorgan der deutschen Chemiker auffinden und diesen an Stelle jener benutzen. Abgesehen von dieser Erweiterung, zeigt der vorliegende Band dieselbe Einrichtung wie das Hauptwerk, weshalb auf dessen Besprechung im 13. Jahrgang dieser Zeitschrift (S. 188) verwiesen werden kann. Ein Register der Eigennamen bildet auch hier den Schluß.

*Böttger.*

**Physikalisch-chemische Theorien.** Von A. Reyhler, Prof. a. d. Univ. z. Brüssel. Nach der dritten Auflage des Originals bearbeitet von B. Kühn. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1903. 73 Abb. XII u. 389 S. Ungeb. 9 M.

An guten Lehrbüchern der physikalischen Chemie, die von den ersten Autoritäten des Fachs und hervorragenden Lehrern verfaßt sind, ist kein Mangel. Neben den erprobten Werken von Nernst, van't Hoff, Ostwald, Lothar Meyer-Rimbach, Arrhenius u. a. wird dies neue Buch einen schwereren Stand haben. Häufige Wiederholungen und Verweisungen, das Verstecken von wichtigen Erklärungen und Beispielen, auch Einschränkungen, in Anmerkungen, Schlußbemerkungen und Anhängen erschweren seine Benutzung. Der Sprache merkt man die Übersetzung aus dem Französischen häufig an; es kommen wahre Barbarismen vor. Wendungen wie: „Das Gesetz . . . bringt es mit sich, daß“ oder: „Der Regel . . . passen sich die Tatsachen nicht immer an“ müssen dem Anfänger einen ganz falschen Begriff von wissenschaftlicher Arbeits- und Denkweise geben. Da der Übersetzer den ersten Teil des französischen Originals von Reyhler (*Les théories physico-chimiques*) ganz frei bearbeitet hat, auch sonst manches verändert hat, hätten solche Entgleisungen, wenn sie im Original vorhanden waren, unbedingt ausgemerzt werden müssen. Speziell im ersten Teil finden sich gewagte Hypothesen, die besser fortgeblieben wären.

An Stelle der elektrolytischen Dissoziationstheorie oder der Theorie der „freien“ Ionen schlägt Reyhler die Hypothese der „beweglichen“ Ionen vor, welche nicht die Schattenseiten jener haben soll: Bei der Auflösung eines Neutralsalzes in Wasser tritt Hydrolyse ein (auch bei Salzen mit unlöslichem Hydroxyd?). Dadurch sollen die abnormen osmotischen Erscheinungen erklärt werden. Bei der Auflösung einer Säure oder Base sollen sich aus den komplexen Wassermolekeln  $(\text{H}_2\text{O})_x$  einfache Wassermolekeln mit der entgegengesetzten Reaktion abspalten; diese basischen oder sauren  $\text{H}_2\text{O}$ -Molekeln sollen im Gegensatz zu den Komplexmolekeln chemisch und osmotisch aktiv sein und die Leitfähigkeit des reinen Wassers bewirken! Hier hat also nicht das Lösungsmittel, sondern der gelöste Stoff, aber nur wenn er eine Säure oder Base ist, dissoziierende Kraft und nur das Lösungsmittel, nicht der gelöste Stoff wird dissoziiert. Dem Ref. scheint diese Theorie ein ganz erheblicher Rückschritt gegen die Arrhenius'sche Theorie zu sein, deren schwache Punkte der Ref. nicht ver-

kennt. Die Roychlersche Theorie ist weit komplizierter und weit weniger anschaulich. Sie schafft einen künstlichen Gegensatz zwischen Basen und Säuren einerseits und Salzen andererseits, den die alte Theorie nicht benötigt. Manche Erscheinungen dürften sich durch die neue Hypothese nur schwer erklären lassen, die sub specie dissociationis betrachtet selbstverständlich sind. *W. Roth.*

**Einige Betrachtungen über das periodische Gesetz der Elemente.** Von Sir William Ramsay. Leipzig, J. A. Barth, 1903. 29 S. M 1.

Die kleine Schrift ist eine Wiedergabe des Vortrages, den der Verfasser auf der 75. Naturforscherversammlung zu Kassel gehalten hat (vgl. auch diese Ztschr. XVI 376). Ausgehend von den Unregelmäßigkeiten des periodischen Systems erörtert Verfasser die Frage der Veränderlichkeit der Atomgewichte und überhaupt der Abweichungen vom Gewichtserhaltungsgesetz, wobei die bekannten Versuche Landolts herangezogen werden, denen sich die von Joly mit negativem Ergebnis anreihen, und geht dann auf die radioaktiven Körper über. Da der Verfasser sich auch eingehend über seine zusammen mit Soddy unternommenen Aufsehen erregenden Versuche betreffend die Abspaltung von Helium aus dem Radium äußert, darf die Schrift auf ein besonderes Interesse rechnen. *O.*

**Die Dissoziierung und Umwandlung chemischer Atome.** Von Dr. Joh. Stark, Privatdozent an der Universität Göttingen. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1903. 57 S. M 1,50.

Die Schrift ist eine unveränderte Sonderausgabe dreier Abhandlungen des Verfassers in der Naturwissenschaftlichen Rundschau, die jedoch noch durch eine größere Reihe ergänzender Bemerkungen (S. 41—55) bereichert sind. Zunächst wird das Prinzip der elektrischen Dissoziierung und Leitung in Gasen, Elektrolyten und Metallen, sodann die Ursache und Natur der Radioaktivität nach den Untersuchungen von Rutherford und Soddy und schließlich die Entstehung von Helium aus Radium behandelt. Das Verdienst von Rutherford und Soddy wird besonders hoch eingeschätzt und die theoretischen Ansichten dieser Forscher über die Ursache der Radioaktivität werden im Wortlaut mitgeteilt. Die Schrift gibt einen klaren Überblick über den derzeitigen Stand des allgemein interessierenden aktuellsten Problem der Forschung. *O.*

**Die radioaktiven Stoffe nach dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis.** Bearbeitet von Dr. Karl Hofmann, a. o. Prof. der Chemie an der Universität München. Leipzig, J. A. Barth 1903. 54 S. M 1,60.

Es ist ein dankenswertes Unternehmen, die vielfachen zerstreuten Arbeiten über die radioaktiven Stoffe von den ersten grundlegenden Entdeckungen Becquerels an in einem übersichtlichen Bilde zusammenzufassen und die Resultate zu registrieren; viel mehr als letzteres wird man bei einem noch so völlig im Fluß befindlichen Forschungsobjekt nicht erwarten können, von einer eigentlichen wissenschaftlichen Synthese kann noch nicht die Rede sein. Die von den beiden Curies aufgestellte, von der Internationalen Atomgewichtskommission acceptierte Atomgewichtsbestimmung des Radiums ist bereits mit aufgenommen, dagegen konnten die Crookesschen, neuerdings geäußerten Anschauungen (diese Zeitschr. XVI 292) und die überraschenden Forschungen Soddys und Ramsays (diese Zeitschr. XVI 357) noch nicht berücksichtigt werden. *O.*

**Die physikalische Analyse der Mineralwässer.** Von Dr. M. Roloff, Privat-Dozent f. phys. Chemie an der Universität Halle. Berlin, M. Brandt, 1903. 70 S.

Die vorliegende Schrift ist eine Streitschrift. In ihr spiegelt sich eine Kontroverse wieder, die zwischen den zwei feindlichen Lagern, den Vertretern der natürlichen Heilwässer einerseits und denen der künstlichen Mineralwässer andererseits, sich seit langen Jahren abspielte und noch fortgesetzt abspielt. Es handelt sich um die ein allgemeines Interesse beanspruchende Frage, ob den natürlichen Mineralwässern besondere, auf keine Weise zu ersetzende Eigenschaften zukommen, oder ob die künstlich hergestellten Mineralwässer, sofern sie chemisch dieselbe Zusammensetzung aufweisen, dieselben Heilwirkungen auszuüben vermögen. Aus der sehr flott und mit großer wissenschaftlicher Sicherheit geschriebenen Schrift erhellt, daß die Verfechter des erstgenannten Prinzips nicht immer mit glücklichen Waffen kämpfen; bald wollen sie die neuen physikalisch-chemischen Anschauungen der Ionisation der Salzbestandteile, die „physikalische Analyse“, für sich ins Feld führen — wobei ihnen der Verfasser viele Irrtümer zahlenmäßig nachweist —, bald setzen sie die Bedeutung der chemischen Analyse im allgemeinen herab und nehmen die „Entdeckung bisher unbekannter Stoffe“ — die durch die chemische Wage nicht nachweisbar sein sollen — „und Reaktionen“ für sich in Anspruch. Der Verfasser weist mit unerbittlicher Kritik die Fehler in derartigen seitens der Brunnenverwaltungen gemachten Aufstellungen nach; besonders eingehend wird der Karlsbader Sprudel behandelt, daneben noch der Selters-Sprudel, Salvatorquell, Salzbrunner Oberbrunnen und Rhenser Sprudel. Der Ver-

fasser kommt zu dem bemerkenswerten Resultat, daß überall da, wo bei der Untersuchung die physikalische Chemie mit Sachkenntnis gehandhabt wurde, sich nicht der allergeringste Anhaltspunkt für irgend eine prinzipielle physikalische oder chemische Differenz zwischen künstlichen und natürlichen Mineralwässern ergeben habe. Nach der Meinung des Ref. erscheint es aussichtslos, den natürlichen Mineralwässern dauernd besonders wunderbare — etwa auf der eigenartigen geologischen Entstehung beruhende — Eigenschaften zu vindizieren; es wird sich vielmehr in Zukunft darum handeln, nicht die natürlichen, mehr oder weniger zufällige Mischungen darstellenden Mineralwässer möglichst exakt nachzuahmen, sondern die in ihnen angesichts bestimmter Heilzwecke zweifellos vorhandenen unnötigen oder gar schädlichen Bestandteile fernzuhalten, sodaß die wissenschaftlich und gewissenhaft geleitete Produktion der künstlichen verbesserten Mineralwässer schließlich den natürlichen überlegen sein wird.

O.

**Über die Lösungen.** Von Dr. W. Herz, Privatdozent der Chemie an der Universität Breslau, Leipzig, Veit u. Co., 1903. 50 S. M 1,40.

Die kleine Schrift ist aus Vorträgen vor Ärzten und Lehrern hervorgegangen und will eine Einführung in die Theorie der Lösungen, die Dissoziationstheorie und das Massenwirkungsgesetz sein. In kurzgefaßter, aber recht übersichtlicher Weise werden die zur Ionentheorie hinführenden Begriffskomplexe erläutert, wobei jedoch von der spezielleren Beschreibung einzelner Versuche und dementsprechend auch von figürlichen Beigaben abgesehen wird. Als erste Einführung in die wichtigsten Begriffe der neueren Chemie kann die Schrift denjenigen Lesern angelegentlich empfohlen werden, denen die diesbezüglichen Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift nicht zu Gebote stehen. Die Katalyse ist nur ganz kurz berücksichtigt. Dem am Schluß ausgesprochenen Satze — es liege in der Natur unserer Erkenntnis begründet, daß alle Anschauungen und Theorien, dem Fortschritt der Wissenschaft folgend, dauernd der Veränderung unterliegen, „bis sie zuletzt ganz aufgegeben und durch neue Vorstellungen ersetzt werden“ — ist in dieser Allgemeinheit aus erkenntnistheoretischen Gründen nicht beizustimmen.

O.

**Elemente der Experimental-Chemie.** Ein methodischer Leitfaden für den chemischen Unterricht an höheren Lehranstalten sowie zum Selbstunterricht. Von Dr. O. Lubarsch, Prof. am Friedrichs-Realgymnasium zu Berlin. Zweite, völlig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 118 Figuren. Berlin, Julius Springer, 1904. XII und 357 S. M 4, geb. M 4,80.

Das vorliegende Buch ist in 1. Auflage (vgl. die Besprechung in dieser Ztschr. II 45 u. 100) im Jahre 1888 erschienen. Der Verfasser nennt es einen methodischen Leitfaden; jedoch ist das angewandte Lehrverfahren als systematisch — im Sinne von Rudolf Arendt — zu bezeichnen. Die allgemeine Einleitung bringt die Unterschiede zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen sowie zwischen Grundstoffen und Verbindungen, ferner eine Einführung in die Atomtheorie, Belehrungen über die Beziehungen zwischen den verschiedenen Energieformen und den chemischen Vorgängen und schließlich einiges aus der Thermochemie. Unberechtigtweise wird hier die Atomtheorie statt als gut begründete Hypothese als eine schlechterdings notwendige Grundlage der Wissenschaft behandelt. Auch werden mehrfach in den Erläuterungen und Definitionen allgemeiner Art Tatsachen und Hypothesen durcheinander gemischt. Im Hauptteile des Buches werden erst die „Metalloide“, dann die „Metalle“ der Reihe nach behandelt. In Bezug auf die Auswahl des Stoffes und in experimenteller Hinsicht ist die zweite Auflage noch mehr als die erste zu loben. Der Verfasser hat sich bemüht, den Fortschritten der Wissenschaft gerecht zu werden. Neben dem periodischen System der Elemente hat vor allem das Prinzip der Erhaltung der Energie Berücksichtigung gefunden. Auch die so wichtig gewordenen Analogien zwischen gelösten Stoffen und Gasen sowie die Dissoziationserscheinungen sind kurz und klar dargestellt. Weitere Vorzüge sind die guten Abbildungen und die Vereinigung der vorher getrennten Teile zu einem Bande. Im ganzen gilt von der Neubearbeitung, was E. Loew (diese Ztschr. II 100) von der älteren Auflage gesagt hat: „Das Ganze erscheint als eine den gegenwärtigen Anschauungen entsprechende sorgfältige Zusammenstellung des im Unterricht verwendbaren Lehrstoffs ohne nähere methodische Gliederung desselben“.

J. Schiff.

### Programm-Abhandlungen.

**Die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont.** Von Prof. Dr. Eugen Reimann. Zusätze zur Programm-Abhandlung vom Jahre 1901. Kgl. Gymnasium zu Hirschberg i. Schl. Ostern 1903. Progr.-No. 222. 14 S.

Die wichtige Abhandlung von 1901 ist vielfach erweitert und umgearbeitet inzwischen in der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 30, 1902 erschienen. Die vor-

liegende Abhandlung bringt Nachträge zur Geschichte des Problems (Malebranche, Blondel, Lechalas), Einwendungen gegen einen von Lühr aufgestellten Erklärungsversuch und eingehende Untersuchungen über die Blickrichtungstheorie, die dadurch an Einfluß gewonnen hat und auch wohl weiter gewinnen wird, daß sie in der meteorologischen Optik von Pernter zur Erklärung der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes und der damit zusammenhängenden Erscheinungen benutzt wird. Es wird vom Verf. dargelegt, daß die Beobachtungen mit dunkeln Gläsern, wenn richtig angestellt, nicht geeignet sind, diese Theorie zu stützen, und daß auch der von Gauß angeregte Spiegelversuch nicht für diese Theorie, sondern gegen sie spricht. Versuche, die der Verf. zusammen mit einem älteren Schüler anstellte, zeigten ebenfalls die vollständige Wirkungslosigkeit der Blickrichtung. Die Versuchsanordnung war folgende: Mit einem Paar paralleler Strecken an der Decke des Zimmers über dem Kopfe des Beobachters wurde ein zweites in Augenhöhe angebrachtes Paar paralleler Strecken verglichen und der Abstand des zweiten Paares so lange geändert, bis er dem des ersten Paares gleich erschien. Bei Tage wurden weiße Linien auf schwarzem Karton und schwarze Linien auf weißem Grunde, im Dunkeln glühende Platindrähte benutzt. Bei aufrechter Stellung des Beobachters wurde das erste Streckenpaar stirnwärts, das zweite geradeaus erschaut. Bei horizontaler Lage konnte das zweite Streckenpaar sowohl stirnwärts, als fußwärts beobachtet werden, während das erste Paar in der Richtung des geradeaus gerichteten Blickes lag. Im letzten Teil berichtet der Verf., wie Beobachtungen, die er an gazeartigen Stoffen, Schleiern, gereinigten und bestaubten Glasplatten gemacht hat, ihn zu dem Ergebnis führten, daß alle durchsichtigen Medien dem Auge den Anblick einer Fläche gewähren, und daß es von dem Grade der Durchsichtigkeit, der Dicke, der Beleuchtung und der relativen Helligkeit des Hintergrundes abhängt, in welchem Abstand vom Auge die Fläche erscheint und ob sie heller oder dunkler ist. Durch diese Untersuchungen findet der Verf. seine Ansicht bestätigt, daß die Himmelsfläche die Form ist, unter welcher uns die beleuchtete Atmosphäre durch das aus allen Richtungen in unser Auge reflektierte Licht sichtbar wird, und erklärt daraus auch, warum diese Fläche eine gedrückte Gestalt besitzen muß. Auf eine interessante Einzelheit mag noch hingewiesen werden, nämlich auf eine Versuchsanordnung, die gestattet, das Sichtbarmachen der Sterne am Tage im Fernrohr nachzuahmen. (Vgl. d. Heft S. 99.)

E. Tonn.

**Geometrisch - optische Täuschungen** dargestellt in ihren Erklärungsversuchen von Oberlehrer Dr. Plettenberg. Zweiter Teil. Guericke-Schule (Oberrealschule mit Realgymnasium) zu Magdeburg. Ostern 1903. Progr.-No. 311. 18 S. mit einer Figurentafel.

Ähnlich wie in der ersten Abhandlung die Winkeltäuschung und die Zöllnersche Täuschung (d. Ztschr. XVI 188) werden in der vorliegenden Abhandlung die Poggendorffsche Täuschung der „noniusartigen“ Verschiebung der Querlinien im Zöllnerschen Muster, die Löbsche Täuschung, das Müller-Lyersche „optische Paradoxon“ und die Münsterbergsche „verschobene Schachbrettfigur“ behandelt.

Dem Literaturverzeichnis und einigen historischen Angaben folgt jedesmal die Beschreibung der Erscheinung am ursprünglichen Muster und an modifizierten Figuren, und der perspektivischen oder plastischen Effekte, soweit solche beobachtet sind. Es werden die Messungsergebnisse mitgeteilt, die erhalten wurden bei Variation der inneren Verhältnisse (Veränderung der Längen, Abstände und Winkel der Strecken der Figur) oder der äußeren Verhältnisse (Änderung der Entfernung vom Auge, Drehung der Zeichenebene um die Sehrichtung oder eine Linie der Figur als Achse). Daran schließt sich eine Übersicht über die Erklärungsversuche der Erscheinung. Nur ausnahmsweise wird eine Entscheidung zwischen den rivalisierenden Theorien getroffen (die Münsterbergsche Täuschung wird nach den Untersuchungen von Pierce auf die Wirkung der Irradiation zurückgeführt); die Vorliebe des Verfassers für physiologische Erklärungsversuche ist aber unverkennbar.

E. Tonn.

## Mitteilungen aus Werkstätten.

### Selenzellen und -Apparate.

Von E. Ruhmers Physikalischem Laboratorium in Berlin SW. 48.

Die Selenzellen mit ebener lichtempfindlicher Fläche sind nach dem System Shelford-Bidwell hergestellt, indem ein Täfelchen aus isolierendem Material mit zwei Metalldrähten nach Art einer doppelgängigen Schraube umwickelt und die Zwischenräume zwischen den Windungen auf der einen Seite des Täfelchens mit lichtempfindlichem Selen ausgefüllt sind. Der auf diese Weise erzielte große Querschnitt hat einen verhältnismäßig niedrigen Widerstand zur Folge. Die Zellen werden sowohl für Demonstrations- als für wissenschaftliche und Gebrauchszwecke hergestellt. Preise von M 25 bis M 60.

Selenzellen zylindrischer Form werden nach System Ruhmer in evakuierter Glasbirne mit Gewindefassung in vier Größen hergestellt. Der Widerstand beträgt 5—20 000 Ohm und sinkt bei Beleuchtung mit einer 16 kerzigen Glühlampe aus unmittelbarer Nähe auf  $\frac{1}{10}$  des Betrages. Mit diesen Zellen ist es gelungen, eine lichttelephonische Übertragung über eine Entfernung von 15 km herbeizuführen. Preise von M 30 bis M 80.

Die Anstalt liefert ferner komplette Instrumentarien zum Nachweis der Lichtempfindlichkeit des Selens (mit Selenzelle M 85 und mehr); Selen-Zündapparate zu automatischer Zündung und Löschung von Gas- und elektrischem Licht bei eintretender Dunkelheit bzw. Tagesanbruch (M 150 u. m.); Apparate für intermittierende Beleuchtung des Selens zur Anstellung der Versuche von Bell und Mercadier (M 125 u. m.); Apparate zur Demonstration der Lichttelephonie für Bogenlicht und für Acetylenlicht (M 350); Photographone nach Ruhmer zur photographischen Aufnahme von Schallwellen und deren Wiedergabe mit Hilfe des Selens (M 500 und M 1000). Auch Selen-Photometer zur Messung der Lichtintensität, und Selen-Röntgen-Radiometer zur Bestimmung der Strahlungsintensität von Röntgenstrahlen werden geliefert.

**Schul-Projektionsapparate** von Ferdinand Ernecke in Berlin SW. Ein besonderes Preisverzeichnis enthält außer der Beschreibung der Apparate noch Winke für deren Gebrauch und Anleitung zur Ausführung einiger physikalischer Projektionsversuche. Als Bildwerfer für Photogramme empfiehlt sich die Type *NOR 1*. Die Kamera ist innen mit Asbest ausgekleidet, an den Seitenwänden mit einer Tür bzw. einer Fassung mit dunklen Gläsern versehen. Der Kondensator, von 125 mm Öffnung, ist mit vernickelter Fassung versehen, die vordere Linse mit Bajonettverschluß und Einschnappfeder angesetzt und leicht abnehmbar. Preis ohne Objektiv und ohne Lichtquelle M 180. Für Photogramme und zugleich zur Projektion physikalischer Versuche dient die Type *NOR 2* mit optischem Bankansatz aus Metall, in die Bohrungen des Kamera-Unterbaues passend, sowie mit verschiebbarem Objektivhalter und verstellbarem Tisch. (Preis w. v. M 218.) Objektive, Lichtquellen und Nebenapparate sind ebenfalls in dem Verzeichnis aufgeführt.

## Korrespondenz.

Nachtrag von H. SCHUH zu dem Aufsatz in Heft 1 (S. 10) des Jahrgangs über „Demonstration der Abhängigkeit oszillatorischer Kondensatorladungen vom Widerstand“.

Die Kapazität der Leydener Flaschen betrug 0,0005 Mikروفarad. Irrtümlicherweise war 5 Mikروفarad angegeben. Da von einer Seite angefragt wurde, wie die Ablenkungs-Spulen gegen Durchschlagen geschützt wurden, bemerke ich noch, daß die Holzrolle und der umspinnene Draht in Paraffin ausgekocht und jede einzelne Wicklungslage gut paraffiniert war.

**Sonderheft 2.** Gleichzeitig mit diesem Heft der Zeitschrift erscheint Heft 2 der „Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft“: Zur gegenwärtigen Naturphilosophie, Beiträge zu einer Philosophie der Physik von Prof. Dr. ALOIS HÖFLER. (Preis M 3,60.)

Der Inhalt umfaßt: I. Anknüpfungen an Wilhelm Ostwalds Vorlesungen und Annalen. A. Naturwissenschaftliches; B. Philosophisches; C. Didaktisches. — II. Weiterführungen. 1. Aufgaben einer Philosophie der Physik. 2. Aus einer künftigen Philosophie der Physik: a) aus der Psychologie; b) aus der Theorie der Relationen und Komplexionen; c) aus der Logik und Erkenntnistheorie; d) aus der Metaphysik; e) der physikalische Ausschnitt aus einer physikalischen Weltanschauung.

Die Abhandlung enthält nicht nur die erste eingehendere Kritik von W. Ostwalds „Vorlesungen über Naturphilosophie“, sie bringt auch eine Reihe von aufklärenden Auseinandersetzungen über Prinzipienfragen der physikalischen Forschung und des Naturerkennens überhaupt.

**Neue Apparate** von Max Kohl in Chemnitz: 1. Apparat nach ROSENBERG zur Erklärung der Theorie der Passate und Antipassate, Cyklone und Anticyklone (M 90). — 2. Apparat nach ZAHLBRUCKNER zur Erläuterung der magnetischen Deklination und Inklination (M 160). — 3. Bodendruckapparat mit Federwage nach ZAHLBRUCKNER (M 95).

Dieselbe Firma versendet Beschreibungen ihrer Apparate zur Demonstration der Resonanz elektrischer Wellen nach SEIBT und OUDIN, zur Demonstration elektrischer Drahtwellen nach COOLIDGE, und des Demonstrations-Oszillographen nach WEHNELT.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

**J. C. Poggendorffs** biographisch-literarisches Handwörterbuch. IV. Bd., herausgegeben von J. von Oettingen. 16. u. 17. Lief. à M 3. Leipzig, J. A. Barth, 1903. — **M. von Rohr**, Die Theorie der optischen Instrumente. Bd. I: Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten. Mit 133 Abb. Berlin, J. Springer, 1904. 587 S. M 18. — **J. Liznar**, Die barometrische Höhenmessung. Mit 9 Tafeln. Leipzig, F. Deuticke, 1904. 48 S. M 2. — **Ostwalds Klassiker**. Nr. 140. Michael Faraday, Experimental-Untersuchungen über Elektrizität. M 3. — Nr. 141. J. F. Encke, Über die Bestimmung einer elliptischen Bahn; P. A. Hansen, Über die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers. M 2,50 — Nr. 142. W. Weber und R. Kohlrausch, Fünf Abhandlungen über absolute elektrische Strom- und Widerstandsmessung. M 1,80. Leipzig, W. Engelmann. — **Hj. Tallquist**, Lehrbuch der technischen Mechanik. Bd. I. Mit 473 Fig. 750 S. Helsingfors, Verlagsges. Helios; Zürich, C. Speidel. — **O. Linders**, Die für Technik und Praxis wichtigsten physikalischen Größen u. s. w. Mit 43 Fig. 396 S. Leipzig, Jäh & Schunke, 1904. M 10. — **W. Hauber**, Statik, I. Teil. Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Mit 82 Fig. 148 S. (Samml. Göschen). M —,80. — **Mme. Curie**, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen. Übers. von W. Kaufmann (Die Wissenschaft, Sammlung naturw. und mathem. Monographien, Heft 1). Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1904. 132 S. M 3, geb. M 3,80. — **J. Walker**, Einführung in die physikalische Chemie. Übers. und herausg. von H. v. Steinwehr. Mit 48 Abb. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1904. 428 S. M 6, geb. M 7. — **W. Nernst**, Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadro'schen Regel und der Thermodynamik. IV. Aufl. Mit 36 Abb. Stuttgart, Ferd. Enke. 749 S. M 16. — **P. Gerdes**, Der angehende und praktische Elektrochemiker, nach der elektrolytischen Dissoziations-theorie bearbeitet. Mit 94 Abb. Leipzig, A. Felix, 1904. 312 S. M 7,50, geb. 8,50. — **W. Ostwald**, Grundlinien der anorganischen Chemie. 2. Aufl. Mit 126 Fig. Leipzig, W. Engelmann, 1904. 808 S. M 16, geb. M 18. — **K. Heumann**, Anleitung zum Experimentieren bei Vorlesungen über anorganische Chemie. Bearbeitet von O. Kühling. 3. Aufl. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1904. 818 S. M 19, geb. M 20. — **L. Zehnder**, Das Leben im Weltall. 125 S. Tübingen und Leipzig, Mohr, 1904. M 2,50. — **J. Schubert**, Naturwissenschaftliche Grundlagen unserer Weltanschauung. Eberswalde, H. Langewiesche, 1904. 16 S. M —,50. — **R. du Bois-Reymond und L. Darmstaedter**, 4000 Jahre Pionierarbeit in den exakten Wissenschaften. 389 S. Berlin, J. A. Star-gardt, 1904. — **M. Pfeiffer**, Physikalisches Praktikum für Anfänger. Mit 47 Abb. 149 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1903. M 3,60. — **E. Jochmann**, Grundriß der Experimentalphysik. Herausgeg. von O. Hermes und P. Spies. Mit 457 Fig. 15. Aufl. 524 S. Berlin, Winckelmann u. Söhne, 1903. — **E. Jochmann**, Elementarphysik, herausgeg. von O. Hermes und P. Spies. Mit 266 Fig. 246 S. Berlin, Winckelmann & Söhne, 1903. — **Th. Maschke**, Albert Trappes Schul-Physik. Mit einem Anhang: Die einfachsten chemischen Erscheinungen mit Berücksichtigung der Mineralogie, von J. Schiff. Breslau, F. Hirt, 1903. M 4,50. — **J. Kleiber und B. Karsten**, Lehrbuch der Physik für technische Lehranstalten. 2. Aufl. 360 S. München, R. Oldenbourg, M 4. — **R. Waeber**, Lehrbuch für den Unterricht in der Physik. Mit 417 Abb. Neu bearbeitet von J. Unverricht. 343 S. Leipzig, Ferd. Hirt & Sohn, 1904. M 3,75.

**Sonderabdrücke:** Über Elektrizitätszerstreuung in der Atmosphäre. Von P. Czermak. S.-A. Denkschr. der math.-nat. Klasse der k. Akad. d. Wiss. Wien, 1903. — Die neuesten Fortschritte in der Messung hoher Temperaturen. Von L. H. Schütz. S.-A. Ztschr. d. V. d. Ingenieure, 1904. — Über Klangfiguren gespannter Membranen und starrer Platten. Von K. Antolik. S.-A. Verh. d. Vereins für Natur- u. Heilkunde zu Preßburg, 1904. — Über den Austritt negativer Ionen aus glühenden Metallverbindungen u. s. w. Von A. Wehnelt (Physikal. Institut der Univ. Erlangen). — Über einige Eigenschaften des Anblasestroms bei tönenden Lippenpfeifen; über die elektrische Durchbohrung eines festen Dielektrikums. Von J. Kiessling. S.-A. Sitz.-Ber. der Gesellsch. z. Bef. d. g. Nat. zu Marburg, 1903. — Apparat für den Torricellischen Grundversuch, für Luftdruckmessung u. s. w., und pneumatischer Universalapparat von Prof. Moriz Kuhn in Wien (Sonderveröffentlichungen).

Preisverzeichnisse: G. u. S. Merz, Optisches Institut, München. Preisliste 1903/4, enth. Fernrohr-Objektive, Okulare, Fernrohre, Prismen, Plan- und Planparallelgläser, sphärische und Planspiegel. — Projektionsapparate von Ed. Liesegang, Düsseldorf. Hauptkatalog Nr. 290, 256 S., enth. u. a. Projektions-Laternen für Spiritusglühlicht. — Glasphotogramme für Lichtbilder-Apparate von Ed. Liesegang, Düsseldorf, Liste Nr. 314; enthält eine astronomische Serie nach H. Schellen, 192 Nummern à M 1,25.

### Himmelserscheinungen im April und Mai 1904.

♃ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond, 0<sup>h</sup> = Mitternacht.

	April						Mai						
	4	9	14	19	24	29	4	9	14	19	24	29	
♃	AR	1 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	2. 2	2.35	3. 2	3.22	3.32	3.34	3.28	3.18	3. 8	3. 4	3. 6
	D	+ 9 <sup>o</sup>	+ 14 <sup>o</sup>	+ 17 <sup>o</sup>	+ 20 <sup>o</sup>	+ 21 <sup>o</sup>	+ 22 <sup>o</sup>	+ 21 <sup>o</sup>	+ 20 <sup>o</sup>	+ 17 <sup>o</sup>	+ 15 <sup>o</sup>	+ 14 <sup>o</sup>	+ 14 <sup>o</sup>
♀	AR	23 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	23.46	0. 9	0.31	0.54	1.16	1.39	2. 2	2.26	2.50	3.14	3.39
	D	- 5	- 3	- 1	+ 2	+ 4	+ 6	+ 9	+ 11	+ 13	+ 15	+ 17	+ 19
☉	AR	0 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	1.11	1.29	1.48	2. 6	2.25	2.44	3. 4	3.23	3.43	4. 3	4.23
	D	+ 6	+ 8	+ 9	+ 11	+ 13	+ 14	+ 16	+ 17	+ 19	+ 20	+ 21	+ 22
♂	AR	1 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	2. 0	2.14	2.28	2.42	2.57	3.11	3.26	3.40	3.55	4.10	4.25
	D	+ 11	+ 12	+ 13	+ 15	+ 16	+ 17	+ 18	+ 19	+ 20	+ 21	+ 21	+ 22
♃	AR	0 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>		0.41		0.50		0.58		1. 6		1.14	
	D	+ 2		+ 3		+ 4		+ 5		+ 6		+ 7	
♄	AR	21 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>						21.32					
	D	- 16						- 16					
☉	Aufg.	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	5.19	5. 8	4.57	4.46	4.36	4.26	4.17	4. 8	4. 1	3.54	3.49
	Unterg.	18 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	18.45	18.54	19. 3	19.12	19.20	19.29	19.37	19.45	19.53	20. 0	20. 6
☾	Aufg.	23 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	2.37	4.44	7.12	12.19	18.50	23.57	2. 2	4. 2	7.47	13.57	20. 2
	Unterg.	7 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	12. 9	17.25	22.54	2. 6	4.35	8. 1	13. 2	18.31	23.29	1.42	4.16
Sternzeit im mittl. Mittg.		0 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	1. 9. 3	1.28.46	1.48.29	2. 8.12	2.27.54	2.47.37	3. 7.20	3.27. 3	3.46.45	4. 6.28	4.26.11
	Zeitgl.	+ 3 <sup>m</sup> 8 <sup>s</sup>	+ 1.42	+ 0.22	- 0.49	- 1.50	- 2.40	- 3.17	- 3.40	- 3.49	- 3.43	- 3.23	- 2.51

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Letztes Viertel	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond
		April 7, 18 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> Mai 7, 12 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	April 15, 22 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> Mai 15, 11 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	April 23, 5 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> Mai 22, 11 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
im April	wird in der ersten Hälfte des Monats abends im NW sichtbar, zuletzt 1 St. lang	unsichtbar	unsichtbar	unsichtbar	zuletzt bis <sup>3</sup> / <sub>4</sub> Std. morgens im SO sichtbar
im Mai	wird in den ersten Tagen des Monats wieder unsichtbar	unsichtbar	unsichtbar, Konjunktion am 30.	unsichtbar	die Sichtbarkeitsdauer wächst bis auf 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Stunden

**Sternbedeckungen für Berlin:**

Mai 21, o Leonis Eintr.: 21<sup>h</sup> 57<sup>m</sup>, 4 M.E.Z., Q = 156°; Austr.: 22<sup>h</sup> 38<sup>m</sup>, 2 M.E.Z. Q = 242°.

**Veränderliche Sterne:**

Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.	
April 7	23 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	Algol-Min.	April 29	20 <sup>h</sup>	W Sagitt.-Min.	Mai 16	22 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.
8	22 <sup>h</sup>	♃ Cephei-Max.	Mai 2	20 <sup>h</sup>	W Sagitt.-Max.	21	20 <sup>h</sup>	♃ Cephei-Max.
10	20 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>	Algol-Min.	2	22 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.	23	21 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.
12	22 <sup>h</sup>	♃ Cephei-Min.	9	22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.	25	20 <sup>h</sup>	♃ Cephei-Min.
18	23 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.	13	22 <sup>h</sup>	♄ Aquil.-Max.	25	21 <sup>h</sup>	♄ Aquil.-Min.
20		R Lyrae-Max.	14		R Lyrae-Min.	30	21 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.
25	23 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	♄ Librae-Min.						

Dr. F. Koerber.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.