

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XVII. Jahrgang.

Sechstes Heft.

November 1904.

Das Kräftepaar.

Von

Prof. E. Grimsehl in Hamburg.

Das Kräftepaar gehört zu denjenigen physikalischen Begriffen, die im Unterricht Lehrer und Schüler in gleichem Maße unbefriedigt lassen, weil man keine Möglichkeit hat, diesen Begriff so zu veranschaulichen, daß dem Schüler der physikalische Inhalt der mathematischen Abstraktionen zum geistigen Eigentum wird. Ich glaube, daß der Grund für diese unangenehme Tatsache darin liegt, daß man von einer Drehung eines Körpers (oder wie es vielfach, wenn auch möglichst unphysikalisch, genannt wird, eines Punktsystems) spricht, ohne zu sagen oder sagen zu können, um welche Achse (fälschlich oft Drehpunkt genannt) sich der Körper dreht. Es bleibt dem Schüler unbegreiflich, daß die Wirkung des Kräftepaars von der Lage einer Achse oder daß die Lage der Achse von der Verlegung des Kräftepaars unabhängig ist, da sich bei einer Drehung eines frei beweglichen Körpers immer eine ganz bestimmte Achse herausbilden wird, die nicht bald hier, bald dort liegen kann.

Man kann alle diese Schwierigkeiten vermeiden, wenn man bei der Behandlung des an einem Körper wirkenden Kräftepaars zuerst eine ganz bestimmte Achse annimmt, die senkrecht zur Ebene des Kräftepaars liegt, und nun nachweist, daß das dem Kräftepaare äquivalente Drehungsmoment unabhängig ist von der Lage des Kräftepaars in der Ebene. Es ist bei der Behandlung des Kräftepaars empfehlenswert, erst die Bewegung eines zwangsläufig bewegten Körpers zu betrachten und erst dann zu untersuchen, unter welchen Umständen man den Zwang aufgeben kann.

Es möge (Fig. 1) die schraffierte Fläche einen Körper darstellen, welcher um die Achse A drehbar ist. In den Punkten B und C mögen zwei gleich große Kräfte K wirken, von denen die im Sinne der wachsenden Winkel im Punkte C angreifende Kraft positiv, die andere in B angreifende negativ gerechnet werden möge. Man kann nun den Angriffspunkt jeder einzelnen Kraft auf der Angriffslinie (der Kraft-richtung) beliebig verlegen. Fällt man daher von A aus auf die Angriffslinien das Lot ADE , bei dem $AD = a$, $DE = r$ gesetzt werden möge, so kann man die Drehungsmomente der beiden Kräfte einzeln ausrechnen und zur Berechnung ihrer Gesamtwirkung addieren. Das Gesamtmoment sei M . Dann ist $M = K(a+r) - Ka = Kr$.

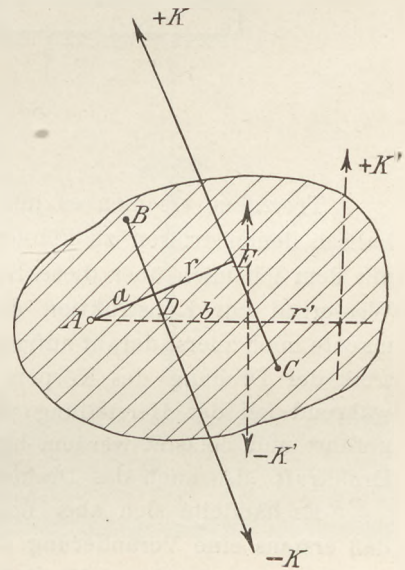


Fig. 1.

Hieraus folgt, daß das Gesamtmoment nur von der Größe der Kräfte und dem senkrechten Abstände ihrer Angriffslinien abhängt, daß es dagegen von a , dem Abstände der Achse von einer der Angriffslinien, unabhängig ist. Läßt man demnach zwei Kräfte $+K'$ und $-K'$, deren Angriffslinien den Abstand r' haben, auf denselben Körper wirken, so ist das Gesamtmoment dieser beiden Kräfte $K'r'$ genau so groß, wie Kr , wenn sowohl $K = K'$, als auch $r = r'$ ist, unabhängig davon, ob nun die Achse von der Angriffslinie der einen Kraft den von a verschiedenen Abstand b hat.

Behält man bei dieser Ableitung die Achse A vorläufig fest bei [sie möge durch die Art der Lagerung des Körpers bestimmt, also z. B. geradezu als feste Achse, wie die Achse eines Rades ausgebildet sein], so hat der Begriff des Kräftepaares für die Schüler durchaus nichts Absonderliches, ebensowenig, wie die Unabhängigkeit des Momentes von der Lage des Paares, denn der Schüler wird auf die Frage nach der Veränderung der einzelnen Momente leicht antworten, daß jedes einzelne Moment bei Verlegung des Kräftepaares, z. B. um die Strecke x senkrecht zu A , um denselben Betrag Kx zunehmen (oder abnehmen) wird, daß also das Gesamtmoment deshalb, weil das eine Mal Kx positiv, das andere Mal negativ zu rechnen ist, unverändert bleibt.

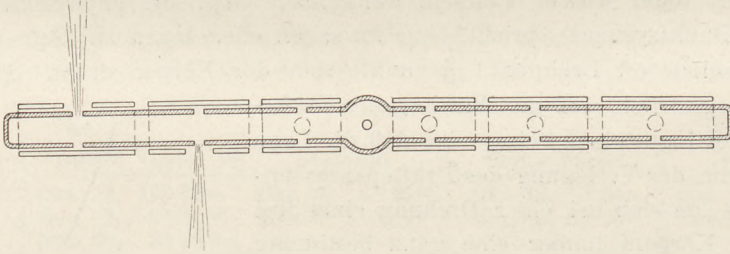


Fig. 2.

Trotzdem erschien es mir wünschenswert, diese Unabhängigkeit auch physikalisch demonstrieren zu können. Einer Anregung von Herrn Keferstein folgend, mit dem ich mich über diese Begriffe oft unterhalten habe, habe ich das Segnersche Wasserrad zur Konstruktion des folgenden Apparates benutzt. Herr Keferstein machte mich zuerst darauf aufmerksam, daß im Segnerschen Wasserrade die Drehkräfte trotz der Drehung des Körpers immer dieselbe Richtung zum Körper beibehielten, während bei der Herstellung von Drehkräften durch Schnüre, die über eine Rolle geführt und belastet werden, bei jeder Drehung des Körpers sich sofort der Arm der Drehkraft, also auch das Drehmoment ändert.

Es handelte sich aber noch darum, das Segnersche Wasserrad so umzubauen, daß erstens eine Veränderung des Kräftepaares nach Lage und Größe möglich war, und daß man zweitens die Größe des Drehungsmomentes messen konnte. Die Veränderung des Kräftepaares ist dadurch ermöglicht, daß der untere Querarm des Segnerschen Wasserrades mit einer größeren Anzahl einzelner Bohrungen von möglichst genau gleicher Größe versehen wurde, die man nach Belieben öffnen und schließen kann. Fig. 2 zeigt das untere Querrohr im Grundriß. Es befinden sich auf jedem Arm des Querrohres beiderseits je 3 Bohrungen, von denen jede den Durchmesser von 1 mm hat. Die Bohrungen stehen sich paarweise genau gegenüber, und jedes Paar hat von dem nächsten den Abstand 5 cm. Über jeden der Arme sind 3 Hülsen geschoben, die das Rohr eng umschließen aber doch drehbar sind. Jede Hülse hat gerade an der Stelle, wo sich die Bohrungen befinden, ein Loch von ca. 3 mm Durchmesser. Wenn die Hülsen so gedreht sind, daß sich die Löcher

oben befinden, so sind alle Bohrungen des Wasserrades geschlossen, und es fließt, abgesehen von einigen Tropfen, die sich durchdrängen, kein Wasser aus. Wenn man aber die Hülsen so dreht, daß sich die Löcher gerade über den Bohrungen befinden, so kann dort das Wasser ausfließen. In Fig. 2 ist dieses für die zwei ersten Bohrungen von links angedeutet. Das ausströmende Wasser erzeugt also durch Rückwirkung ein linksdrehendes Kräftepaar mit dem Arme 5 cm. Die Größe der beiden Kräfte läßt sich aus der Druckhöhe des Wassers und der Höhe der Ausflußöffnung berechnen, gibt aber, wie gleich bemerkt werden mag, ein Resultat, das nicht besonders gut mit dem aus der Torsion des Aufhängedrahtes zu bestimmenden Drehmomente übereinstimmt. Offenbar treten hier infolge der dynamischen Wirkungen des ausfließenden Wassers oder auch infolge der Reibung an der engen Öffnung größere Störungen auf. Doch schadet das für den hier vorliegenden Zweck des Versuchs nichts. Nennt man das so hergestellte Kräftepaar „eins“, indem man die Größe der Kräfte „eins“ und auch den Arm „eins“ setzt, so kann man durch andere Wahl der Ausströmungsöffnungen dieses Kräftepaar „eins“ auf 5 verschiedene Arten sowohl rechts- als linksdrehend erzeugen.

Fig. 3 ist eine Abbildung des ganzen Apparates. Das Druckgefäß des Wasserrades ist aus Glas hergestellt und in der Mitte mit einer sichtbaren Marke versehen, um leicht den Zufluß so zu regeln, daß man stets dieselbe Druckhöhe behält. Durch die Mitte des Druckgefäßes geht die Aufhängungsachse, die auf dem Boden des Druckgefäßes durch einen Bügel befestigt ist, damit das Wasser ungehindert in das Druckrohr fließen kann.

Das obere Ende der Aufhängeachse ist zu einer Klemme umgestaltet, in welche ein Messingdraht von 0,4 mm Durchmesser und ungefähr 40 cm Länge eingespannt ist. Das andere Ende des Messingdrahtes ist in einer Klemme befestigt, die an einem horizontalen Querarm eines schweren Statives angebracht ist. An dasselbe Stativ ist das Wasserzuleitungsrohr angeschraubt, das unten in eine Schlauchtülle endet und oben so gebogen ist, daß das Wasser, das durch einen Schlauch zugeführt wird, in das Druckgefäß einfließt. Unterhalb des Segnerschen Wasserrades ist ein kreisrundes Gefäß aus Zinkblech mit breitem Rande aufgestellt. Ein Ausflußstutzen leitet durch einen Schlauch das verbrauchte Wasser ab. Der breite Rand des Auffangegefäßes

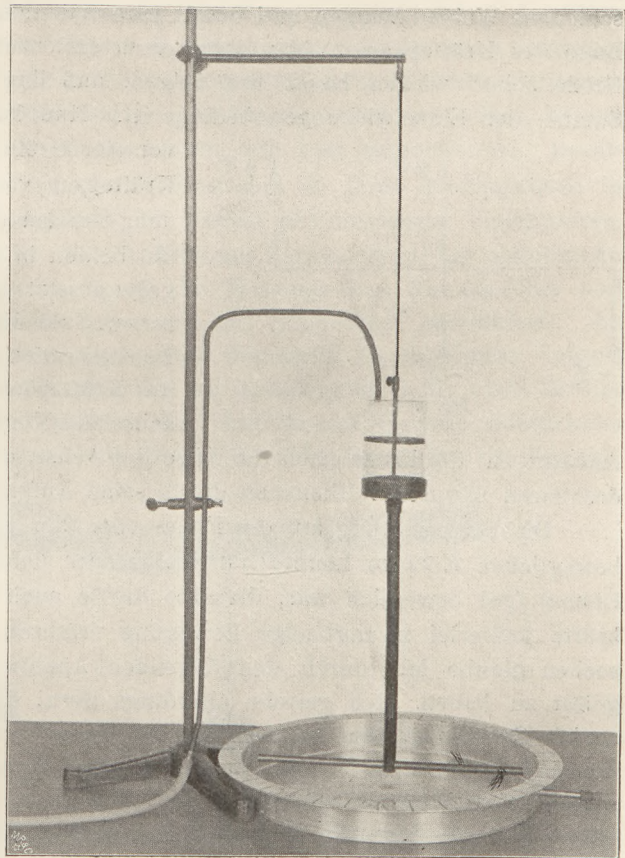


Fig. 3.

ist mit einer von 5 zu 5⁰ gehenden Kreisteilung versehen, an der man die Drehung des Wasserrades ablesen kann.

Wenn man nun Wasser zuströmen läßt und durch Öffnen zweier Bohrungen, wie in Fig. 2 angedeutet, das Kräftepaar „eins“ erzeugt, so wird der Apparat gedreht, aber die Torsion des Aufhängedrahtes verhindert eine fortgesetzte Drehung. Bei dem der Beschreibung zugrundegelegten Apparat wurde der drehbare Teil des Apparates um 60⁰ aus der Nulllage gedreht. Wendet man einen kürzeren oder dickeren Aufhängedraht an, so ist die Drehung geringer, während ein längerer oder dünnerer Draht eine größere Torsion zuläßt. Es ist nun sehr bequem, durch Drehen der Hülsen auf dem unteren Querrohr ein anderes Kräftepaar mit diesem zu vergleichen. Man kann, wie schon erwähnt, das Kräftepaar „eins“ auf zweimal 5 verschiedene Weise erzeugen und erhält jedesmal dieselbe Torsion unabhängig von der Lage des Kräftepaares. Man kann auch gleichzeitig mehrere Kräftepaare von der Größe „eins“ wirken lassen und zeigen, daß ihre gemeinsame Wirkung durch die Summe der Einzelwirkungen bedingt ist. Man kann zeigen, daß zwei Kräftepaare

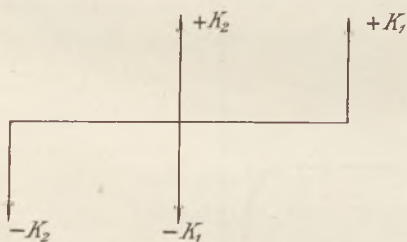


Fig. 3.

von der Größe „eins“ ersetzt werden durch ein Kräftepaar von der doppelten Armlänge nach dem Schema der Figur 4, indem sich einfach die beiden in demselben Punkte wirkenden entgegengesetzt gleichen Kräfte gegenseitig aufheben. So liefert der Apparat eine einfache Demonstration der Unabhängigkeit der Wirkung des Kräftepaares von seiner Lage zur Drehungsachse des Körpers, doch gibt er natürlich keine

Antwort auf die Frage nach der Lage der Achse, da bei dem Apparat die Achse des drehbaren Körpers vollkommen durch seine Aufhängung bedingt ist.

Die Beantwortung auf die Frage nach der Lage der Drehungsachse eines frei beweglichen Körpers konnte nur ein Körper liefern, der wirklich (innerhalb einer Ebene) frei beweglich war, derselbe durfte auch durch die Anbringung der Drehkräfte keinerlei zwangsläufige Bewegung erfahren. Nach vielen vergeblichen Versuchen glaube ich, durch den folgenden Apparat auch diese Frage experimentell gelöst zu haben. Ich gestehe allerdings gern, daß mir bisher noch kein Apparat so viele Schwierigkeiten bereitet hat, wie dieser, und daß auch, nachdem die Idee zu dem Apparate fertig vorlag, die Ausführung in allen einzelnen Kleinigkeiten noch manche Geduldsarbeit erforderte.

Der erste Versuch, einen freibeweglichen Körper herzustellen, bestand darin, einen Körper auf Wasser schwimmen zu lassen. Trotzdem ich als Wassergefäß ein solches von fast 2 qm Oberfläche verwandte, verhinderte die auftretende Kapillarkwirkung jeden Erfolg. Ein schwimmendes Brett frei in der Mitte zu halten, war einfach unmöglich. Auch eine weitere Vergrößerung des Wasserbeckens schien keine Aussicht auf Erfolg zu liefern, wenn man nicht zu solchen Dimensionen übergehen wollte, die praktisch unbrauchbar waren. Ich ging nun dazu über, ein Brett auf Stahlkugeln, wie sie in den Lagern der Fahrräder verwandt sind, zu legen. In der Tat war dieser Gedanke praktisch ausführbar. Auf eine horizontale Marmorplatte wurden die Stahlkugeln verteilt und dann das Brett darauf gelegt. Die Marmorplatte erwies sich aber zu unhandlich. Eine Spiegelglasplatte versprach besseren Erfolg, aber nun war es kaum möglich, die Platte so wagerecht zu lagern, daß nicht die Kugeln von selbst herunterrollten. Endlich überzog ich die Spiegelglasplatte mit

feinem Billardtuch, um eine geringe nach allen Richtungen gleiche Reibung zu erzeugen, und umgab sie mit einem Messingrand, der hoch genug war, das Abrollen der Kugeln zu hindern, aber nicht so hoch wie die Kugeln selbst, sodaß ein auf die Kugeln gelegtes Brett nicht durch den Rand an der Bewegung gehindert wird. So erhielt ich einen allseitig ohne Zwang in der Ebene freibeweglichen Körper. Die zweite Schwierigkeit war, ein Kräftepaar ohne Einführung eines Zwanges auf den Körper an beliebigen Stellen einwirken zu lassen. Auch dieses ist

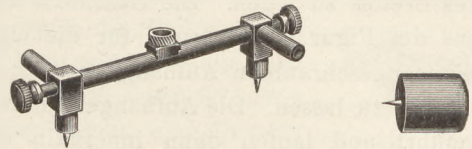


Fig. 5.

mir nach vielen Mühen gelungen. Ich benutze hier die Rückwirkung einer kleinen, nach der Form eines Kräftepaares gestalteten Kanone, die dann, geladen und in der Mitte entzündet, zwei Geschosse von gleicher Masse an verschiedenen Stellen nach entgegengesetzter Richtung abfeuert. Fig. 5 gibt eine Abbildung der Kanone in ihrer endgültigen Gestalt. Sie besteht aus einem starkwandigen Messingrohr, das an seinen beiden Enden in quadratische Messingklötze eingeschraubt und hart eingelötet ist. Rechtwinklig zur Rohrachse sind zwei andere Messingrohre in diese Messingklötze in entgegengesetzter Richtung hart eingelötet, in welche die Geschosse hineinpassen. In der Mitte des achsialen Rohres ist die Zündöffnung herausschraubbar angebracht. Die Bohrung des achsialen Rohres ist durch die Messingklötze durchgeführt und hier wieder durch zwei gut passende Schrauben mit Rändelkopf geschlossen. An der Unterseite der Messingklötze sind zwei spitze Stahlstifte eingeschraubt, mittels deren die Kanone durch einfachen festen Druck an irgend einer Stelle eines Brettes befestigt werden kann. Der in Fig. 5 rechts neben der Kanone liegende zylindrische Messingkörper mit Stahlspitze hat genau das gleiche Gewicht (Masse) wie die Kanone.

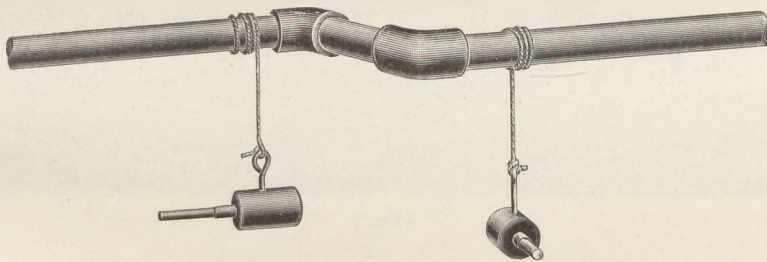


Fig. 6.

In Fig. 6 sind die Geschosse zu der Kanone abgebildet; es sind zylindrische Messingkörper von ungefähr 150 g Gewicht, die mit ihrem Ansatz genau in die Geschützrohre der Kanone passen. Die Geschosse sind mittels eines in die Geschosse geschraubten Hakens an starken Hanfschnüren aufgehängt und zwar so, daß beim Abschießen der Kanone nur ihre Masse, nicht aber ihr Gewicht in Wirksamkeit tritt. Der Grund für die abgebildete besondere Art der Aufhängung wird noch erklärt werden.

Fig. 7 zeigt den vollständigen Apparat. Man sieht hier, von einem Messingrahmen umgeben, die mit Billardtuch überzogene 100×40 cm große Spiegelglasplatte und auf derselben ein ganzes Groß kleiner Fahrradstahlkugeln gleichmäßig verteilt. In ungefähr der Mitte der Unterlage ruht auf den Stahlkugeln ein 20×25 cm großes Brett, auf dessen Unterseite eine nicht überzogene Spiegelglasplatte aufgeklittet ist. In die Mitte des Brettes ist ein kleiner Haken eingeschraubt, an dem man das ganze Brett aufhängen kann, um die Lage des Schwerpunktes (Massenmittelpunktes) nach-

zuweisen. Auf der linken Seite des Brettes steht die Kräftepaar-Kanone zum Abfeuern bereit. Auf der rechten Seite des Brettes steht der mit der Kanone gleich schwere Messingkörper, der dazu dient, den Massenmittelpunkt wieder in die Mitte des Brettes zu legen. Die Geschosse sind in die Kanone eingeladen. Man erkennt aus der Figur einen Grund für die eigentümliche Knickung des aus Gasrohren zusammengesetzten Aufhängestatives; nämlich den, die Aufhängeschnüre senkrecht hängen zu lassen. Die Aufhängeschnüre sind durch kleine Löcher in den Gasrohrarm geführt und laufen dann innerhalb der Gasrohre bis zu ihren Öffnungen an den Enden. Hier sind die Schnüre durch eingesetzte Korken mit Reibung festgehalten. So gelingt es leicht, die Länge der Aufhängeschnüre so zu regeln, daß die Geschosse vollkommen frei in den Geschützrohren hängen. Wird das Geschütz abgefeuert, so fliegen die beiden Geschosse heraus, die Kanone erfährt an beiden Geschützrohren

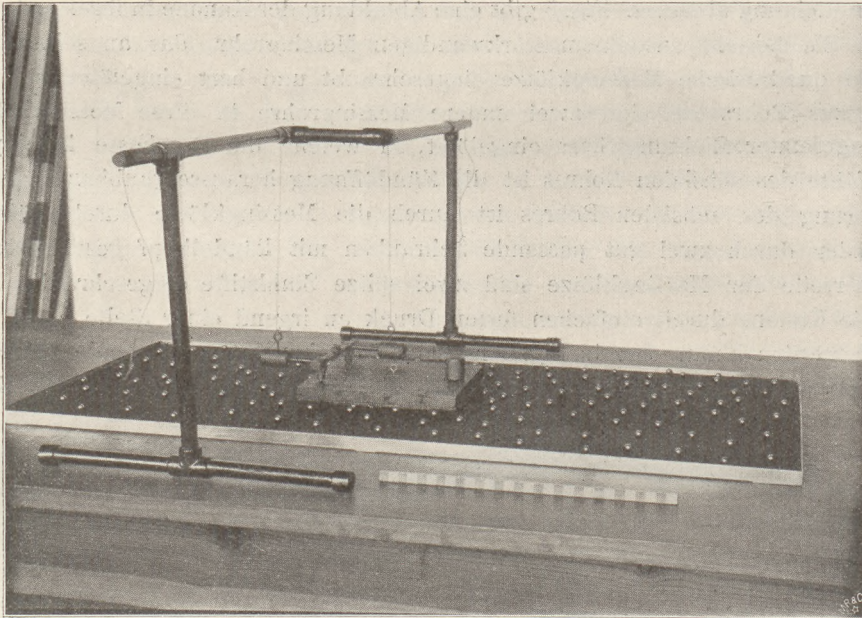


Fig. 7.

einen Rückstoß und erteilt so dem Brette, das in der Ebene vollkommen frei beweglich ist, eine durch ein Kräftepaar verursachte Drehung. Es ist nun ebenso einfach wie überraschend, daß die Drehungsachse unabhängig von der Stellung der Kanone auf dem Brette immer durch den Massenmittelpunkt geht. Es dreht sich das Brett ohne translatorische Bewegung um seinen Massenmittelpunkt.

Während wir die Drehung des Brettes beobachten, haben wir auf die Geschosse garnicht geachtet. Dieselben sind scheinbar verschwunden. Wir finden sie so, wie es Fig. 6 andeutet, oben an dem Stativ hängen. Durch den Stoß sind sie vorwärts geflogen und haben selbständig ihre Schnüre um die oberen Stativstangen gewickelt und sich selbst aus dem Gesichtsfelde entfernt. Die Entfernung der Geschosse, die bei den Versuchen zuerst immer wieder zurückflogen und die schöne Bewegung des Brettes mit der Kanone störten, hat mir viele experimentelle Schwierigkeiten bereitet, bis ich auf diese so einfache Idee der Entfernung verfiel, die sich durchaus bewährt hat.

Nachdem so die Wirkung eines Kräftepaares auf einen freibeweglichen Körper erfolgreich durch das Experiment untersucht war, lag es nahe, auch die Wirkung

einer Einzelkraft auf einen freibeweglichen Körper durch das Experiment zu prüfen. Hierzu brauchte ich nur eine einfache Kanone mit einem einzelnen Geschoß. Diese Kanone ist in Fig. 8 allein und in Fig. 9 geladen und zum exzentrischen Stoß vorbereitet auf dasselbe Brett auf derselben Stahlkugelunterlage aufgestellt abgebildet. Es bedarf nur des kurzen Hinweises, daß, wenn die Richtung des Rückstoßes durch den Massenmittelpunkt geht, eine rein translatorische Bewegung des Körpers resultiert, während beim exzentrischen Stoß, wie in Fig. 9, eine Doppelbewegung eintritt, nämlich erstens eine Drehbewegung um den Massenmittelpunkt und gleichzeitig eine translatorische Bewegung des Massenmittelpunktes selbst, doch gewinnt auch diese Tatsache an Verständnis, wenn man sich nicht nur auf ihre Mitteilung beschränkt, sondern die physikalische Demonstration der mathematischen Ableitung als Begleiter gibt. — Einen

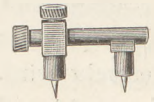


Fig. 8.

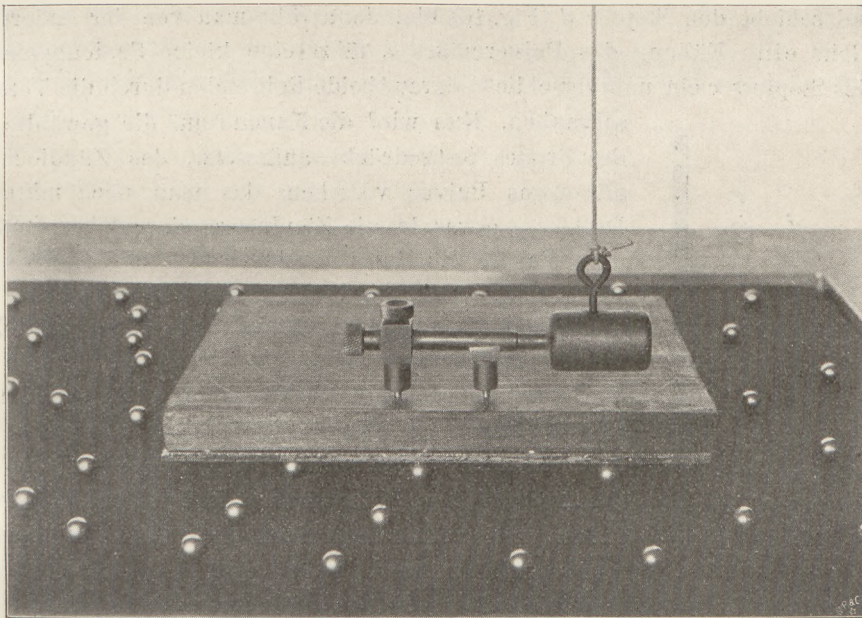


Fig. 9.

„Apparat zum Nachweis der Bewegung des Schwerpunktes, des Einflusses des Trägheitsmomentes, sowie der durch eine Momentankraft erzeugten Bewegung“ hat früher schon Prof. F. Neesen, Berlin, konstruiert. Siehe „Katalog Mathematischer Modelle, Apparate und Instrumente“, herausgeg. v. d. Deutschen Mathematiker-Vereinigung 1892.

In Fig. 10 sind noch einige kleine Hilfswerkzeuge abgebildet, die die Benutzung der beiden Kanonen erleichtern. *a* und *b* sind zwei kleine Pulvermaße und zwar ist *a* zur Füllung der Kräftepaarkanonen, *b* zur Füllung der einfachen Kanone bestimmt. Es kommt nämlich sehr genau auf die Wahl der Pulvermenge an, damit der Versuch ohne Störung genau nach Vorschrift verläuft, damit einerseits keinerlei Gefahr vorliegt, andererseits aber die erzeugte Drehung genügend groß ist. Auch würde bei zu schwacher Ladung das Geschoß nicht seine Aufhängung um das Gasrohr wickeln. *c* ist der sowohl für die Reinigung wie für die Ladung zu benutzende Stopfer. Das dicke Ende paßt in das Geschützrohr, das lange dünne Ende in die lange Bohrung der Drehkanone. Es müssen die Geschütze nach jedem Schusse mit Wasser ausgewaschen werden, weil sonst eine Verschmutzung durch den Pulver-

schleim eintritt. Bei der Reinigung sind die Verschlußschrauben und das Zündloch herauszunehmen. Nach dem Ausspülen mit Wasser trocknet man die Geschütze am besten durch Hindurchblasen von Luft, nachdem man die Geschütze über einem Bunsenbrenner schwach erwärmt hat. Der dünne Draht *e* dient zum Reinigen des herausgeschraubten Zündloches. *d* ist ein kleiner Stopfer, der beim Laden der Kräftepaarkanone bis an den Knopf von der einen Seite in das mittlere Rohr hineingesteckt wird, um zu bewirken, daß die Pulverladung gerade in der Mitte des Rohres liegt. *f* ist ein Eisendraht, dessen unteres Ende in der Bunsenflamme glühend gemacht wird und zum Abfeuern der Kanonen gebraucht wird.

Um einen Versuch mit der Kräftepaarkanone zu machen, schraubt man in die gereinigte und getrocknete Kanone das Zündloch ein, läßt aber die seitlichen Verschlußschrauben noch fort. In die eine verschraubbare Öffnung steckt man ein zu einer kleinen Kugel zusammengedrehtes Stückchen Seidenpapier von knapp 1 qcm Größe und schiebt den Stopfer *d* (Fig. 10) ein, dann füllt man von der andern Seite in das Rohr eine Füllung des Pulvermaßes *a*, führt eine kleine Seidenpapierkugel mittels des Stopfers *c* ein und verschließt darauf beide Rohrenden durch die Verschluß-

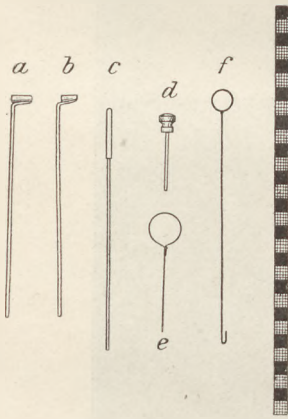


Fig. 10.

schrauben. Nun wird die Kanone auf die gewählte Stelle des Brettes festgedrückt aufgesetzt, das Zündloch wird mit etwas Pulver versehen, das man noch mittels des Drahtes *e* etwas in die Zündröhre einschieben kann, um eine sichere Zündung zu bewirken und das Gegengewicht (Fig. 5 rechts) wird auf die entgegengesetzte Seite des Brettes gesetzt, wenn man den Massenmittelpunkt wieder in die Mitte des Brettes haben will, doch kann man auch durch andere Stellung des Gegengewichts eine Verschiebung des Massenmittelpunktes bewirken. Zum Zeichen, daß der Massenmittelpunkt wieder in der Mitte des Brettes liegt, kann man das Brett an dem kleinen Haken in der Mitte aufhängen und zeigen, daß das Brett nun wagerecht hängt. Jetzt legt man das mit der Kanone versehene Brett auf die Stahlkugeln der genau wage-

recht liegenden Unterlage und führt die Geschosse in die Geschosröhre ein. Man hat darauf zu achten, daß beim Schusse sich die Aufhängeschnüre in der richtigen Weise um das Gasrohr wickeln, damit der Aufhängefaden sich beim Aufwickeln verkürzt. Jetzt macht man den Draht *f* in der Bunsenflamme glühend und berührt mit dem glühenden Ende das Pulver auf der Pfanne. Der Erfolg des Versuches ist schon vorher beschrieben.

In ähnlicher Weise wird die einfache Kanone (Fig. 8) behandelt, nur wird vor dem Füllen mit Pulver sowohl die Schraube mit dem Zündloch, wie die Verschlußschraube eingesetzt. Zum Füllen mit Pulver dient der kleine Pulverlöffel *b* (Fig. 10), zum Feststopfen des vor das Pulver gestopften Papierkügelchens wird das dicke Ende von *c* (Fig. 10) benutzt.

Die mathematische Ableitung dafür, daß bei Einwirkung eines Kräftepaares auf einen freibeweglichen Körper der Massenmittelpunkt die Achse bildet, ist elementar für den Fall durchführbar, daß die Masse des Körpers aus zwei isolierten, aber fest miteinander verbundenen Massen besteht, deren Ausdehnung vernachlässigt werden kann.

Es seien (Fig. 11) m_1 und m_2 zwei Massen, die durch eine widerstandsfähige

(d. h. elastische) Stange von der Länge a mit einander verbunden sind. Da für die durch ein Kräftepaar erzeugte Wirkung lediglich das Moment des Kräftepaares in Rechnung zu bringen ist, so können wir das Kräftepaar auf die Form $K \cdot a$ bringen, d. h., durch ein Kräftepaar ersetzen, das den Arm a hat, bei dem also die beiden Kräfte K_1 und K_2 unmittelbar an den Massen m_1 und m_2 senkrecht zu der Achse a angreifen.

Die beiden Kräfte K_1 und K_2 erteilen den beiden Massen m_1 und m_2 die Beschleunigungen γ_1 und γ_2 , welche bezw. durch die Gleichungen $K_1 = m_1 \gamma_1$ und $K_2 = m_2 \gamma_2$ mit einander verbunden sind. Da nun aber die beiden Kräfte K_1 und K_2 zu einem Kräftepaar gehören, so sind sie gleich, also ist auch $m_1 \gamma_1 = m_2 \gamma_2$. Es bewegen sich die beiden Massen infolge der ihnen erteilten Beschleunigungen in entgegengesetzter Richtung, senkrecht zu a , in dem Zeitelement Δt um die Strecken $s_1 = \frac{1}{2} \gamma_1 \Delta t^2$ und $s_2 = \frac{1}{2} \gamma_2 \Delta t^2$. Die Folge hiervon ist, daß auch die einzelnen Teile der festen (elastischen) Verbindung eine Ortsveränderung erfahren, teils in der Richtung von s_1 , teils in der Richtung von s_2 mit Ausnahme eines Punktes M , dessen Lage aus der Ähnlichkeit der beiden links und rechts von M liegenden Dreiecke berechnet werden kann. Nennt man die beiden durch M auf a gebildeten Ab-

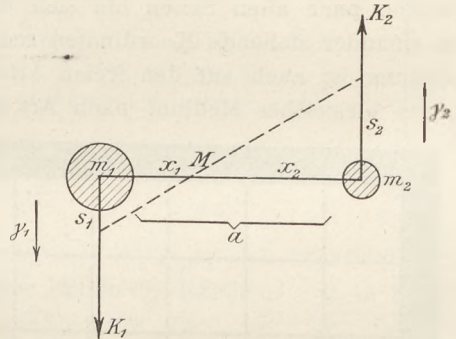


Fig. 11.

schnitte x_1 und x_2 , so folgt $x_1 : x_2 = s_1 : s_2$, oder durch Einsetzen der Werte von s_1 und s_2 $x_1 : x_2 = \frac{1}{2} \gamma_1 \Delta t^2 : \frac{1}{2} \gamma_2 \Delta t^2$, d. h. $x_1 : x_2 = \gamma_1 : \gamma_2$. Multipliziert man nun noch die beiden Vorderglieder der Proportion mit m_1 , die beiden Hinterglieder mit m_2 , so ergibt sich weiter $m_1 x_1 : m_2 x_2 = m_1 \gamma_1 : m_2 \gamma_2$. Da $m_1 \gamma_1 = m_2 \gamma_2$ ist, so folgt für die Bestimmung der Lage des Punktes M die Gleichung $m_1 x_1 = m_2 x_2$. Diese Gleichung ist aber nichts anderes als die Bestimmungsgleichung für den Massenmittelpunkt, der man gewöhnlich die Form gibt $x_1 : x_2 = m_2 : m_1$. Als Resultat ergibt sich, daß bei Einwirkung eines Kräftepaares auf zwei miteinander fest verbundene Massen während des Zeitelements Δt nur der Massenmittelpunkt der beiden Massen keine Bewegung erfährt. Daß bei fortgesetzter Wirkung des Kräftepaares infolge der festen (elastischen) Verbindung der ursprüngliche Abstand a der beiden Massen m_1 und m_2 stets wiederhergestellt wird, ohne daß der Massenmittelpunkt eine Ortsveränderung erfährt, folgt daraus, daß die elastische Verbindung elastische Kräfte hervorruft, die infolge des Prinzips der gleichen Aktion und Reaktion gleich groß sind, sodaß auch für diese Kräfte, die in der Richtung der Verbindung wirken, die Beschleunigungen γ'_1 und γ'_2 derselben Gleichung $m_1 \gamma'_1 = m_2 \gamma'_2$ genügen müssen. Diese Gleichung bestimmt ebenfalls den Massenmittelpunkt M der beiden bewegten Massen.

Ein neuer sehr einfacher Wellenapparat.

Von

Fred. J. Hillig, St. John's College, Toledo, Ohio, U. S. A.

Der in Fig. 1 abgebildete Apparat besteht aus einem Holzrahmen von $1,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, der auf einem Stativ in senkrechter Stellung gehalten wird. Innerhalb des Rahmens sind leichte, elastische Drahtspulen in gleichen Abständen von einander kreuzweise gespannt. 3 Spulen laufen horizontal, 11 vertikal. An den so entstehenden Schnitt-

punkten sind kleine Bleikügelchen von 1 cm Durchmesser angebracht, die mit den Drahtspulen zu einem zusammenhängenden, elastischen System verbunden sind. Außerdem gehören zu dem Apparat noch zwei verstellbare Glocken auf Stativ, ferner eine doppelte und zwei einfache Klemmleisten.

Anwendung des Apparates.

1. Veranschaulichung eines elastischen Mediums. Der Apparat stellt eine Schicht eines elastischen Stoffes dar. Die gleichschweren Bleikügelchen sind die Massenteilchen, die durch gleichstarke elastische Kräfte, hier durch die Spannungen der Drahtspulen zusammengehalten werden. Die elastischen Kräfte, welche in Wirklichkeit nach allen Seiten hin sich betätigen, sind im Apparat auf zwei senkrecht zu einander stehende Koordinaten reduziert (Parallelogramm der Kräfte!). Die Vorrichtung ist auch auf den freien Äther anwendbar, wenn wir uns diesen als homogenes elastisches Medium nach Art fester elastischer Stoffe vorstellen; wenn auch

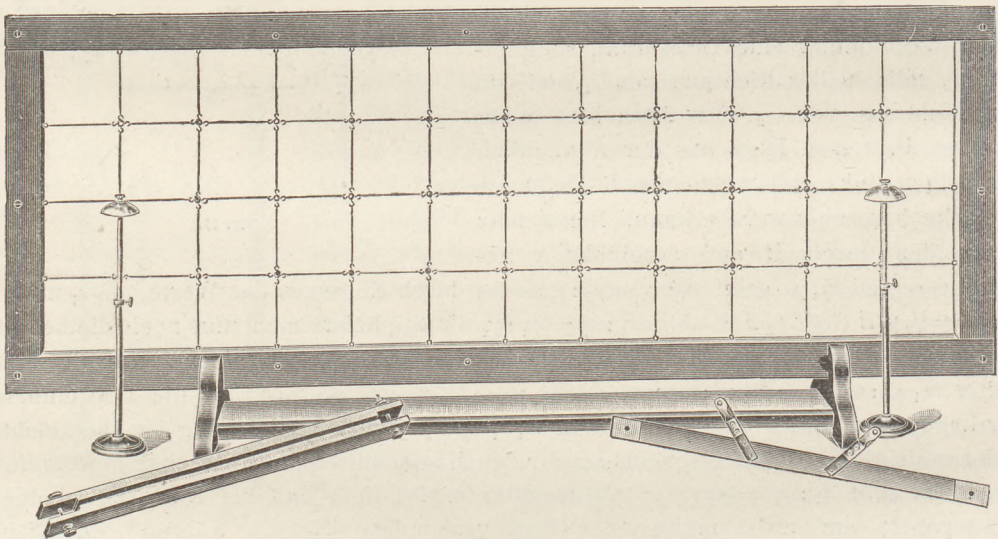


Fig. 1.

über die letzten Teilchen des Äthers nichts bekannt ist, so können wir doch den homogenen Stoff auf gewisse, gleichweit von einander abstehende Punkte reduziert denken, zwischen denen elastische Kräfte wirken. Ob und wie weit diese Vorstellung angesichts der neuesten Auffassung von der Lichtbewegung noch festzuhalten ist, bleibe dahingestellt. Jedenfalls ist auch nach Verlassen der älteren, rein elastischen Theorie die Analogie noch genügend, um die Lichterscheinungen am Apparate zu illustrieren.

2. Wellenbewegung im allgemeinen. Die Welle entsteht dadurch, daß ein rhythmisch sich wiederholender Anstoß sich von einer Stelle aus durch ein elastisches Medium ausbreitet. Wir gehen nun zur Demonstration über — und bezeichnen zur schnelleren Orientierung (Fig. 2) die Horizontalreihen mit A, B, C ; die Vertikalreihen mit 1, 2, 3, 4, etc.

Wenn man ein Kügelchen mit der Hand aus seiner Ruhelage bringt, so fühlt man eine dem Zuge entgegenwirkende Kraft, läßt man nach, so kehrt der Körper wieder in seine Ruhelage zurück (Elastizität). Berührt man nun zu gleicher Zeit die Kügelchen $A - 1$ und $B - 1$, sodaß sie nicht schwingen können, bringt $A - 1$ aus der Ruhelage und läßt es plötzlich los, so schießt es über die Ruhelage hinaus, kehrt

wieder zurück, u. s. w.; es schwingt hin und her und zwar in gleichen Zeitabschnitten, wie es der Anschlag an die dahinter aufgestellte Glocke hörbar macht (Rhythmische Bewegung).

Nachdem wir das etwa zitternde System beruhigt haben, zupfen wir nochmals das Kügelchen $A-1$, aber diesmal ohne andere zu berühren. Die nunmehrige Schwingung pflanzt sich auf alle Nachbartheilchen fort (Welle!).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A											
B											
C											

Fig. 2.

Nun wird gezeigt, daß dieselbe Schwingungsbewegung sich überträgt, und zwar mit Hilfe der Glocken. Man stellt zu beiden Enden des Rahmens (wie in Fig. 1) je eine Glocke so auf, daß sie anschlagen muß, wenn die Kügelchen senkrecht schwingen; aber nicht berührt werden, wenn die Schwingung wagerecht verläuft. Zu dem Zweck bringt man den Rand der Glocke nahe an die Kugel, jedoch etwas oberhalb derselben, sodaß er von der oberen Krümmung der Kugel etwa 3 mm absteht (Fig. 3). Schwingt nun die Kugel senkrecht, so schlägt sie beim Aufahren gegen die Glocke, schwingt sie aber wagerecht, so berührt sie dieselbe nicht.

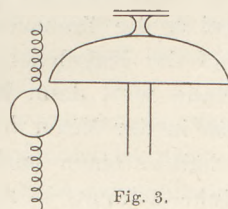


Fig. 3.

Zum Beweis nun, daß dieselbe Schwingungsart sich fortpflanzt, zupfe man die Kugel $B-1$ senkrecht. Beide Glocken ertönen; wagerecht: kein Anschlag. Sollte beim zweiten Versuch doch eine Glocke ertönen, so ist das ein Zeichen, daß die erste Wellenbewegung noch nicht zur Ruhe gelangt ist. Das System muß vor jedem neuen Versuch absolut beruhigt sein.

3. Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Dieselbe ist gleich in gleichen Medien. Man stellt die Glocken auf wie beim vorhergehenden Versuch, nämlich so, daß $B-1$ und $B-11$, wenn sie dieselbe Schwingung ausführen, anschlagen müssen. Nun zupft man $B-6$. Beide Glocken ertönen zu gleicher Zeit; also gleiche Zeit für gleiche Distanzen. Nun zupft man nach einander $B-5$, $B-4$, u. s. w.; die Glocken ertönen nicht mehr zu gleicher Zeit, die Zwischenzeiten werden immer größer. Man wiederholt den Versuch, indem man ganz schwache Schwingungen erzeugt; die Geschwindigkeit der Fortpflanzung ändert sich nicht mit der Amplitude der Schwingung. Bei diesem Versuch ist besonders darauf zu achten, daß der Abstand der Kugeln von den Glocken im richtigen Verhältnis zu der Schwingungsamplitude steht. Sind die Glocken zu nahe, so erhält man ein Gewirre von Anschlägen. Mit etwas Übung findet man leicht die Stellung, welche einen einmaligen Anschlag ergibt.

Den Versuch kann man für verschiedene Medien abändern, indem man die Kugeln der einen Hälfte mit Wachskügelchen beschwert.

4. Arten der Welle. Man zupft ein Kügelchen, etwa $B-1$, in der Richtung der Horizontalspirale. Die Bewegung pflanzt sich in der Schwingungsrichtung fort.

Wir haben eine Longitudinalwelle. Dann zupfe man das Kügelchen in der Richtung der senkrechten Spirale. Diesmal erhalten wir eine Welle, auf deren Richtung die Schwingung senkrecht steht: Transversalwelle. Es ist dies aber nicht die einzige Art, in der sich eine Transversalwelle hervorrufen läßt. Wir können z. B. die Schwingung senkrecht zur Ebene des Rahmens erfolgen lassen, oder auch unter einem spitzen Winkel, vorausgesetzt, daß die Schwingung senkrecht zu den Horizontalspiralen verläuft. Folgerung: Longitudinalwellen lassen sich nur in einer Weise erzeugen, d. i. in der Richtung der Welle; Transversalwellen in beliebiger Zahl, da beliebig viele Senkrechte zur Fortpflanzungsrichtung möglich sind.

Die Wasser- oder Gravitationswelle läßt sich auch ungefähr am Apparat veranschaulichen, wenn man den Rahmen horizontal legt. Doch muß darauf hingewiesen werden, daß der Vorgang sich mehr in der äußeren Erscheinung als der Natur nach mit der Wasserwelle deckt. Es sollte jedoch dieser Versuch deshalb nicht ausgelassen werden, weil an ihm die Begriffe: Wellenberg und Wellental, sich schön illustrieren lassen.

5. Reflexionen. Schon bei den früheren Versuchen fiel es auf, daß die Wellenbewegung, am Rahmen angekommen, nicht aufhört zu existieren, sondern in sich zurückkehrt. Wir beobachten nun, daß es dieselbe Wellenbewegung ist, und daß sie hin- und zurückfährt, bis endlich das ganze System zur Ruhe gelangt ist.

Der Versuch gelingt am schönsten, wenn man das Kügelchen $B - 1$ so zupft, daß es die Transversalwelle erzeugt, welche in der Ebene des Rahmens liegt, d. h., daß die Kügelchen lotrecht auf- und abschwinge. Das Hin- und Herwogen der Welle wird dann besonders klar, wenn man seinen Blick auf ein Kügelchen, z. B. das in der Mitte, $B - 6$, heftet. Jedesmal, wenn der Wellenzug durch die Mitte fährt, erhält es einen starken Ausschlag. (Glocke in die Mitte!) Ist das System wieder zur Ruhe gelangt, so zupfte man das mittlere Kügelchen, $B - 6$. Es wird dadurch der Ausgangspunkt von zwei Wellenzügen, die nach entgegengesetzten Seiten sich bewegen, und nach der Umkehr sich in der Mitte wieder treffen und dann ungehindert durch einander hindurchfahren. Da der Weg von Mitte zu Mitte nach beiden Seiten hin gleich ist, so treffen sich die Wellen in gleichen Phasen, somit wird der Ausschlag verdoppelt. Das mittlere Kügelchen zeigt das in überraschender Weise. In gleichen Zwischenpausen tritt der starke Ausschlag ein.

Zupft man irgend ein anderes Kügelchen, so treffen die Wellenzüge in der Mitte in ungleichen Phasen zusammen und ergeben die von der Interferenzlehre geforderten Resultate.

6. Die Interferenz mit Reflexion verbunden hat stehende Wellen zur Folge. Um das zu veranschaulichen, schrauben wir die Klemmleiste von doppelter Länge¹⁾ auf den Rahmen, so daß sie die Kügelchen der dritten Vertikalreihe verdeckt. Man hält am besten die Klemmleiste mit der linken Hand und drückt sie leicht zusammen, sodaß sie die Kügelchen gerade berührt. Nun zupft man, aber nicht ein Kügelchen, sondern die Spiralfeder zwischen $B - 1$ und $B - 2$, und zwar senkrecht zum Rahmen. Das kleine System links von der Klemmleiste schwingt zuerst und am stärksten, allein alsbald fängt auch das größere rechts an zu schwingen, jedoch nicht als Ganzes. Man wird bemerken, daß die Reihe $A - 6$, $B - 6$, $C - 6$, und $A - 9$, $B - 9$, und $C - 9$ ruhig bleiben, Knotenpunkte bilden, während die übrigen Gruppen Schwingungsbäuche darstellen (Zweite höhere Oktave). Verschiebt man die Klemm-

¹⁾ In Fig. 1 links abgebildet.

leiste, sodaß sie andere Vertikalreihen verdeckt, bezw. die Schwingungen dämpft, so erhalten wir andere stehende Wellen.

Schöne Interferenzerscheinungen und stehende Wellen kann man auch an Longitudinalwellen nachweisen, und zwar folgendermaßen: Man zupfe $B-5$ und $B-7$ zu gleicher Zeit und in entgegengesetzter Richtung in der Ebene des Rahmens, so bleibt $B-6$ längere Zeit nahezu unbewegt, während die Kugeln links und rechts lebhaft hin und her fahren. Zupft man dagegen $B-5$ und $B-7$ nach derselben Seite hin, so schlägt $B-6$ am stärksten aus.

7. Polarisation. Die doppelte Klemmleiste wird wieder aufgeschraubt. Versetzt man eines der Kügelchen links von der Klemmleiste in Schwingung, die in der Ebene des Rahmens senkrecht zum Tisch sich vollzieht, so verläuft die Welle ungehindert durch die Leiste hindurch zum anderen Ende des Rahmens und kehrt ebenso zurück. Zupft man dagegen senkrecht zum Rahmen und somit senkrecht zum Spalt der Klemmleiste, so wird die Welle an der Klemmleiste vernichtet. Die Welle wird nicht ganz unterdrückt, weil die Klemmleiste nur leise anliegt und etwas Schwingung ermöglicht. Fallen die Schwingungen unter einem Winkel von 45° auf die Spaltebene (Polarisationsebene), so geht die in dieser Ebene liegende Komponente durch die Klemmleiste hindurch, während die zu ihr senkrecht stehende unterdrückt wird. Schraubt man nun noch eine zweite Klemmleiste an (in Fig. 1 nicht abgebildet), welche wie ein Kamm die mittlere Kugelreihe zwischen ihre horizontalen Zinken faßt, so erhalten wir totale Auslöschung einer jeden Transversalwelle, die wir in der äußersten Gruppe links erregen mögen; was da im ersten, vertikalen Spalt (Polarisator) polarisiert wird, wird in den horizontalen Spalten der zweiten Klemme (Analysator) ausgelöscht. Man zupfe nun auch eine Kugel in der Längsrichtung des Rahmens, die Welle geht ungehindert durch beide Leisten hindurch: Longitudinalwellen können nicht polarisiert werden!

8. Prinzip von Huygens, Beugung. — Ebenso wie der erste schwingende Ausgangspunkt, so überträgt auch jedes andere später von der Wellenbewegung erfaßte Teilchen seine Schwingungsphasen rings an seine Umgebung und wird so der Ausgangspunkt von sich erweiternden Kugelwellen.

Die Polarisationsklemmleisten werden abgenommen und dafür die einfache (Fig. 1 rechts) mit den beiden Metallarmen in der Mitte aufgeschraubt. Die Kugeln $A-6$ und $C-6$ werden zwischen die Klemmen der beiden Metallarme gebracht, sodaß sie nicht schwingen können. Wir haben jetzt zwei elastische Systeme, die nur durch die Kugel $B-6$ mit einander in Verbindung stehen. Zupfen wir nun irgend eine Kugel links von der Leiste, so tritt die Bewegung durch den „Spalt“ bei $B-6$. Wir machen dabei folgende Beobachtung: Die Kugel $B-6$ wird zum Ausgangspunkt einer kreisförmigen Wellenbewegung, denn nicht bloß $B-7$, $B-8$ u. s. w. schwingen, sondern auch $A-7$, $C-7$ u. s. w. Die Wellenbewegung geht um die Ecke! — Die Schwingungsbewegungen im zweiten Felde sind schwächer als im ersten, sie rühren eben bloß von dem schwingenden Elementarteilchen $B-6$ her, während die im ersten Feld sich vollziehenden Schwingungen von allen anderen Teilchen mitveranlaßt werden. Der Unterschied ist auch nachweisbar durch die Glocken. Bei diesem Versuch ist es wichtig, daß man den ersten Ausschlag eines Kügelchens gleich nach dem Durchgang der Bewegung durch $B-6$ erfaßt, da unmittelbar nachher die Bewegung von allen Seiten zurückkommt und ein Gewirre von sich kreuzenden Wellen entsteht. Die letztere Erscheinung hat jedoch auch insofern ihren Vorteil, daß man daran das Prinzip von diffuser Reflexion (diffuses Tageslicht, Schall in einem geschlossenen Raum) illustrieren kann.

Aus dem bisher Gesagten geht zur Genüge hervor, daß und wie man andere Begleiterscheinungen der Wellenbewegung an dem Apparat beobachten und darstellen kann. Da eben der Apparat nichts anderes ist als ein System elastisch verbundener Teilchen, so ist jede in demselben auftretende Bewegungserscheinung eine eigentliche Wellenerscheinung, die der Untersuchung wert ist.

Der Apparat wird vom Präzisionsmechaniker Max Kohl in Chemnitz in schöner Ausführung hergestellt.

Ein Apparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents durch Reibung.

Von

Dr. W. Hesse in Hannover.

Um den ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie im Unterricht herzuweisen, benutze ich einen Apparat, den ich unter Zuhilfenahme einiger in der physikalischen Sammlung vorhandenen Instrumente selbst angefertigt habe. Die wesentlichen Teile desselben sind das Kalorimeter mit selbsttätigem Rührer und Thermometer, der Reiber mit Elektromotor und Tourenzähler, sowie die Vorrichtung zum Messen der in Wärme umgewandelten Arbeit.

Das Kalorimeter besteht aus einem dünnwandigen, zylindrischen Messinggefäß, das außen poliert ist und daher geringe Wärmestrahlung zeigt. Zum Schutz gegen Wärmeleitung ist es von einem wenig größeren, in der Figur 1 punktiert angedeuteten, innen mit Stanniol überzogenen Zylinder aus Pappe umgeben. Von oben taucht in das Messinggefäß ein in $\frac{1}{100}$ Grade geteiltes, abgekürztes Quecksilberthermometer und ein Rührer, beide an den Deckel der Papphülle fest anschließend, aber durch weitere Öffnungen des Kalorimeters, sodaß eine geringe Drehung des letzteren um seine vertikale Achse nicht gehindert wird. Der Rührer besteht aus einem dünnwandigen, senkrecht gestellten Messingrohr von 8 cm Länge und 2 cm Weite, in dem durch einen kleinen Motor eine senkrechte Achse in schnelle Drehung versetzt werden kann. Diese trägt eine Windung einer Schraubenfläche und treibt bei ihrer Drehung das Wasser des Gefäßes beständig durch das Rohr, wodurch eine sehr gleichmäßige Bewegung des Inhaltes bewirkt wird (nach Berthelot).

In das Kalorimeter ist von unten her konachsal ein 2 cm weites, nahtloses Messingrohr fest eingebaut. $2\frac{1}{2}$ cm vom oberen Ende ist es geschlossen, oberhalb dieser Stelle mit Ausschnitten versehen und an der oberen Fläche des Kalorimeters befestigt, unten ragt es 2 cm aus dem Boden des Gefäßes heraus und trägt einen wagerechten Hebelarm aus Holz, an dessen freiem Ende die der Reibung entgegenwirkende, eine Drehung des Kalorimeters verhindernde Kraft angreift. In dieses Messingrohr paßt eine im Querschnitt S-förmige Feder von 10 cm Breite, die gegen die obere Verschlussfläche des Rohres stößt und $\frac{1}{2}$ cm kürzer ist, als der im Messinggefäß befindliche geschlossene Teil des Rohres. Jeder Flügel und das obere Ende der genannten Feder sind mit einem festen Tuchgewebe überzogen, das durch die Feder gegen die Innenwand des Rohres gepreßt wird und so eine von der Spannung der Feder abhängige Reibung bewirkt. Alle Teile des Rohres, an welche das Tuch gedrückt wird, sind auf der anderen Seite von Wasser bespült, das oben und unten ca. $\frac{3}{4}$ cm über diese Teile hinausreicht. Die Feder ist konachsal am oberen Ende einer vertikalen Eisenachse befestigt, die vermittelt Schnurrolle und Riemen von

einem Elektromotor ($\frac{1}{15}$ PS.) gedreht werden kann. Die Umdrehungszahl mißt ein Tourenzähler, der aus einem alten Wecker hergestellt ist. Die Übertragung geschieht wie beim Kilometermesser eines Fahrrades.

Zum Messen der Kraft benutzte ich zuerst wie Puluje (Müller-Pouillet, Lehrb. d. Ph. II, 2, S. 490) eine feste Rolle mit Schnur und Wagschale, habe sie aber aus praktischen Gründen durch folgende Einrichtung ersetzt. Ein zweiarziger Hebel, dessen Arme 10 cm lang sind und einen Winkel von 90° bilden, ist an einer auf dem Grundbrett befestigten Säule so angebracht, daß der Angriffspunkt des vertikalen Arms mit dem Angriffspunkte des am Kalorimeter befestigten Armes in derselben Horizontalen liegt und 35 cm von ihm entfernt ist. Beide Punkte sind durch Stahlhaken, die an Stahlschneiden angreifen, und durch einen dünnen Eisendraht miteinander verbunden. Am Endpunkte des andern Arms hängt eine Wagschale zum Auflegen von Gewichten. Durch ein an diesem Hebel angebrachtes Gewicht ist der Schwerpunkt so gelegt, daß bei unbelasteter Wagschale ein am vertikalen Arm befindlicher und über einer Skala spielender Zeiger auf 0 steht, daß eine Verminderung des Gewichtes der Wagschale um 5 g oder ein Zug am andern Arm in horizontaler Richtung von derselben Größe erforderlich ist, um die in der Figur gezeichnete Mittellage hervorzubringen, und schließlich ein Zug von 10 g die äußerste Lage nach der andern Seite hin bewirkt. Ich habe diese Einrichtung getroffen, da die Reibung größeren und geringeren Schwankungen unterliegt, deren Betrag sofort an der Skala abgelesen werden kann, während bei der festen Rolle ein beständiges Zuliegen und Wegnehmen von Gewichten erforderlich ist, sodaß die Größe der Reibung nicht so genau bestimmt werden kann.

Zur Ermittlung des Wärmeäquivalents ist einerseits die aufgewandte Arbeit, andererseits die entwickelte

Wärmemenge zu messen. Wird der Motor angestellt, so sucht die Drehungsachse durch den Reiber das Kalorimeter mitzunehmen, und es werden nun so viel Gewichte auf die Wagschale des Winkelhebels gelegt, daß der Zeiger möglichst die Mittellage einnimmt. Das aufgelegte Gewicht, vermehrt um den an der Skala abgelesenen Betrag, gibt die Größe der Kraft p an, die zur Überwindung der Reibung erforderlich ist. Bei einer Umdrehung des Reibers würde der Angriffspunkt dieser Kraft, wenn er nicht festgehalten würde, einen Weg $= 2c\pi$ zurücklegen, wo c die Länge des Hebelarms ($= 25,25$ cm) bedeutet, also ist die bei einer Umdrehung geleistete Arbeit $= 2c\pi \cdot p$ und die gesamte Arbeit bei n -Umdrehungen $= 2n\pi c P$,

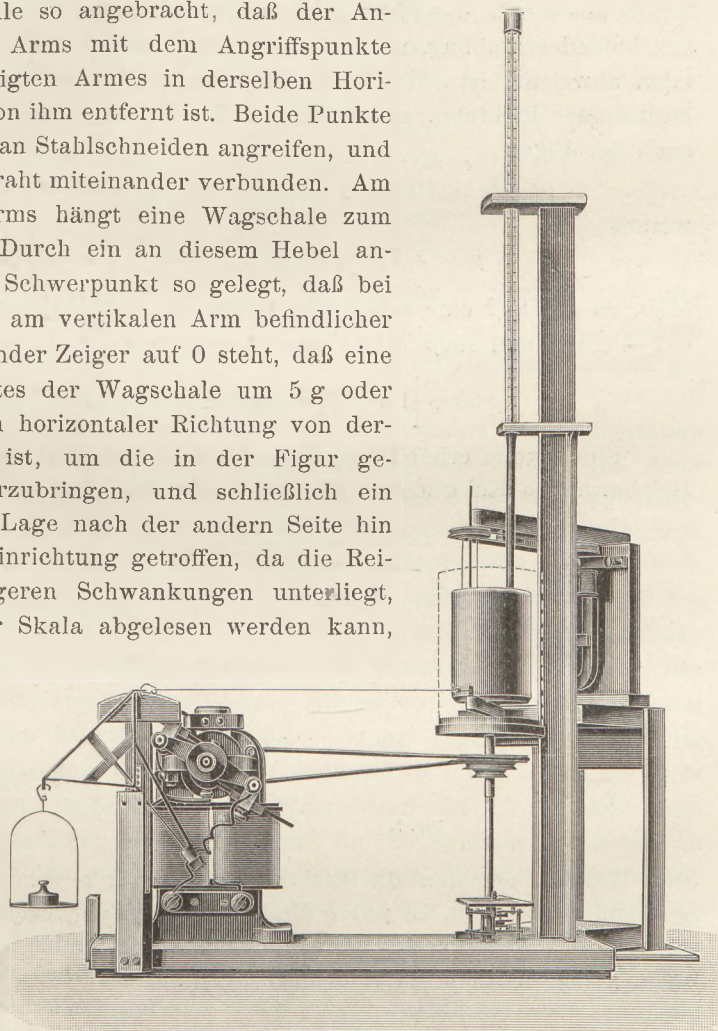


Fig. 1.

wenn unter P der Mittelwert der Reibung verstanden wird. Um diesen Wert zu finden, habe ich zuerst nach 100 Umdrehungen, dann nach 300, 500 u. s. w. die Größe der Reibung abgelesen und aus allen diesen Beobachtungen das Mittel genommen.

Legt man stets so viel Gewichte auf, daß der Zeiger in der Nähe der Mittellage (5 g) sich befindet, so sind keine Korrekturen erforderlich, andernfalls sind die einzelnen Beobachtungen noch um einen kleinen Betrag zu vermindern.

Versteht man (Fig. 2) unter α den Winkel, um den jeder Arm (a) des Winkelhebels aus der in der Figur punktiert gezeichneten Mittellage gedreht ist, positiv bei zunehmender Reibung, unter β den Winkel, um den der Faden (b) von der Horizontalen abweicht, ist x die Größe der Kraft, die den Hebelarm des Kalorimeters in horizontaler Richtung, senkrecht auf der Drehungsachse des Hebels, festhält, so ist nach der Figur

$$p \cdot a \cos \alpha = \frac{x}{\cos \beta} a \cos (\alpha + \beta),$$

woraus

$$p = x (1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta) \quad \text{und} \quad x = p (1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta)$$

folgt, da $\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta$ eine sehr kleine Größe ist. Berücksichtigt man ferner, daß $b \sin \beta = a (1 - \cos \alpha)$ und $\sin \beta = \operatorname{tg} \beta$ gesetzt werden kann, so ist

$$x = p \left[1 + \frac{a}{b} (1 - \cos \alpha) \operatorname{tg} \alpha \right] = p \left[1 + \frac{a}{b} (\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha) \right].$$

Eine zweite erheblichere Korrektur ist erforderlich, weil der Faden (b) auf dem Hebelarm des Kalorimeters (c) nur in der Mittellage senkrecht steht. Bezeichnet δ

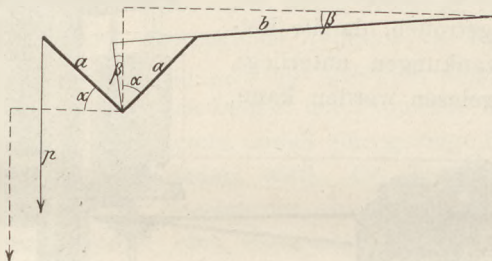


Fig. 2.

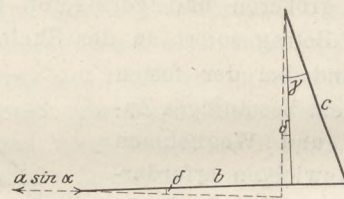


Fig. 3.

den Winkel, um den die Richtung der Kraft x von der am Kalorimeterarm angreifenden abweicht, ist γ der Winkel, um den der Kalorimeterarm aus der Mittellage gedreht ist, wieder positiv gerechnet bei zunehmender Reibung, so ist das Drehmoment der Kraft p am Hebelarm c (Fig. 3)

$$D = \frac{x}{\cos \delta} c \cos (\gamma - \delta) = x c (\cos \gamma + \sin \gamma \operatorname{tg} \delta)$$

und da in Bezug auf die Verschiebungen der Angriffspunkte aus der Mittellage $a \sin \alpha = c \sin \gamma$ und ferner $b \operatorname{tg} \delta = c (1 - \cos \gamma)$ gesetzt werden kann, so ist $\sin \gamma \operatorname{tg} \delta = \frac{a}{b} \sin \alpha (1 - \cos \gamma)$ und $\cos \gamma + \sin \gamma \operatorname{tg} \delta = 1 - (1 - \cos \gamma) (1 - \frac{a}{b} \sin \alpha)$ also

$$D = p c \left[1 + \frac{a}{b} (\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha) \right] \left[1 - (1 - \cos \gamma) (1 - \frac{a}{b} \sin \alpha) \right].$$

Mit $2n\pi$ multipliziert, gibt dieser Ausdruck die gesamte in Wärme umgewandelte Arbeit an. Setzen wir $\frac{a}{b} (\operatorname{tg} \alpha - \sin \alpha) = A$ und $-(1 - \cos \gamma) (1 - \frac{a}{b} \sin \alpha) = B$, so ist unter Vernachlässigung der kleinen Größen zweiten Grades statt p bei der Be-

rechnung der Arbeit $p(1 + A + B)$ zu setzen. Da bei meinem Apparat ein Skalenteil, der einem Gramm entspricht, = 6 mm, $a = 100$ mm und $b = 350$ mm ist, so ergibt sich folgende Korrektionsstabelle:

Skalenteil	A	B	A + B
0	- 0,0042	- 0,0073	- 0,0115
1	- 0,0021	- 0,0046	- 0,0067
2	- 0,0009	- 0,0026	- 0,0035
3	- 0,0003	- 0,0012	- 0,0015
4	0	- 0,0003	- 0,0003
5	0	0	0
6	0	- 0,0003	- 0,0003
7	+ 0,0003	- 0,0012	- 0,0009
8	+ 0,0009	- 0,0026	- 0,0017
9	+ 0,0021	- 0,0046	- 0,0025
10	+ 0,0042	- 0,0071	- 0,0029

Die Korrektion beträgt also zwischen den Skalenteilen 3, 5 und 7 weniger als 0,1 %, steigt nach 10 hin bis auf 0,3 % und nach 0 hin bis auf 1,2 %. Da bei sorgfältigen Beobachtungen eine Genauigkeit von 0,1 % zu erzielen ist, so sind gegebenenfalls die betreffenden Korrektionen anzubringen.

Bei der Bestimmung der Wärmemenge spielt der Wasserwert des Kalorimeters mit Zubehör eine große Rolle. Wenn auch die Wassermenge 800 g wiegt und somit den Wasserwert des Gefäßes etc. erheblich überwiegt, so bringt doch eine Ungenauigkeit von 0,8 g schon die oben als Grenze angegebene Unsicherheit von 0,1 % hervor. Durch Rechnung habe ich den Wasserwert folgendermaßen festgestellt.

Das Messinggefäß wiegt 211 g, hat also bei einer spezifischen Wärme des Messings von 0,094 einen Wasserwert von 19,8 g. Der in der Papphülle befindliche Teil des Rührers besteht aus 28 g Messing, hat also einen Wasserwert von 2,6 g. Das Quecksilbergefäß des Thermometers hat bei einer Länge von $10\frac{1}{2}$ cm und einem Durchmesser von 1 cm einen Wasserwert von 3,7 g, wozu wegen der übrigen im Kalorimeter befindlichen Glasmasse noch 1,4 g zu addieren ist. Der im Kalorimeter steckende Teil der Achse mit Reiber hat einen Wasserwert von 5,6 g, doch kann dieser Wert nur zu $\frac{2}{3}$ in Rechnung gestellt werden, da die Reibung der Achse an ihrem oberen Lager, das fast den ganzen Druck des gespannten Riemens auszuhalten hat, eine Temperatursteigerung des Reibers von etwa $\frac{1}{3}$ der Temperaturerhöhung des Kalorimeterinhalts hervorbringt, was aus Messungen, bei denen nur die Achsenreibung hervorgerufen wurde, hervorgeht. Durch Verlegen der Riemenscheibe nach dem unteren Lager ließe sich diese geringe Unsicherheit beseitigen, aber ich habe noch keine Zeit gefunden, diese Änderung des Apparates, die wieder andere Änderungen und Unbequemlichkeiten im Gefolge hat, vorzunehmen. Da jedoch diese Unsicherheit m. E. höchstens $\frac{1}{10}$ % betragen kann, ist sie für einen Demonstrationsversuch belanglos; für genauere Messungen kann sie auf die angegebene Art vermieden werden. Der Wasserwert des Kalorimeters ist also unter Berücksichtigung der Achsenreibung einschließlich 800 g Wasser = $800 + 19,8 + 2,6 + 5,1 + 3,7 = 831,2$ g.

Die Temperaturerhöhung läßt sich nach der bekannten Régnaultschen Korrektionsmethode leicht und genau bestimmen, wenn man dafür sorgt, daß während des Versuches die äußeren Verhältnisse dieselben bleiben.

Es dürfte zweckmäßig sein, von einem Versuche die Beobachtungszahlen und die Berechnung hier folgen zu lassen, und zwar wähle ich einen, bei dem die Reibung

ziemlich schwankte, damit man sieht, daß auch dann noch ein gutes Resultat herauskommt.

1904, März 17.

Vorperiode		Hauptperiode					Nachperiode	
Zeit	Temperatur	Touren	Reibung in g	Korrektion	Reibung in g	Korrektion	Zeit	Temperatur
	14,23°							
6 ^h 7 ^m	+ 1,606°	100	120 + 2	- 0,4	127 + 3,7		6 ^h 24 ^m	+ 4,750°
8	1,607	300	+ 2,5	- 0,3	+ 3,3	- 0,1	25	4,767
9	1,609	500	+ 4,6		+ 2,8	- 0,3	26	4,765
10	1,611	700	+ 7,5	- 0,2	125 + 3,8		27	4,761
11	1,612	900	125 + 4,2		+ 3,5		28	4,756
12	1,615	u. s. w.	+ 5,5		+ 3,2	- 0,2	29	4,750
13	1,616		+ 6,1		+ 2,9	- 0,2	30	4,744
			+ 7,0	- 0,1	+ 2,7	- 0,3	31	4,737
			+ 7,5	- 0,2	120 + 5,9		32	4,729
			130 + 2,5	- 0,3	+ 4,4		33	4,721
			+ 2,6	- 0,3	+ 4,0		34	4,713
			+ 2,4	- 0,3	+ 3,7		35	4,707
			+ 2,2	- 0,4	+ 3,3	- 0,1	36	4,697
			127 + 4,3		+ 3,4	- 0,1	37	4,690
			Schluß der Reibung um 23 ^m 30 ^{sek.}				Umdrehungen 5556.	

Aus den Beobachtungen der Vorperiode ergibt sich eine minutliche Änderung von + 0,0017 und eine Anfangstemperatur um 6^h 13^m 30^{sek.} von 1,617°. Die Nachperiode beginnt um 6^h 30^m, da von diesem Zeitpunkt an die minutliche Änderung wieder konstant wird. Sie beträgt im Mittel - 0,0077. Als genauesten Wert der Nachperiode kann man den um 6^h 33^m abgelesenen ansehen, da er das Mittel aus den 3 vorhergehenden und folgenden ist. Addiert man zu ihm den in 9^{1/2}^m erfolgten Verlust von $0,0077 \cdot 9\frac{1}{2} = 0,073$, so erhält man als Endtemperatur um 23^m 30^{sek.} 4,794°. Der durchschnittliche Verlust in der Minute während der Reibung ist $(-0,0017 + 0,0077) : 2 = -0,003$, also hat während des ganzen Versuchs ein Verlust von $0,003 \cdot 10 = 0,030$ stattgefunden. Daraus ergibt sich eine Temperaturerhöhung von $4,794 - 1,617 + 0,030 = 3,207°$ und eine Wärmemenge von $3,207 \cdot 831,2$ g kal.

Als durchschnittlich aufgewendete Kraft findet man 0,1281 kg, und da 5556 Umdrehungen der Achse stattgefunden haben, als gesamte Arbeit

$$5556 \cdot 0,1281 \cdot 2 \cdot 0,2525 \cdot \pi \text{ mkg.}$$

Die auf eine große Kalorie verwandte Arbeit oder das Wärmeäquivalent ist also

$$= \frac{5556 \cdot 0,1281 \cdot 0,505 \cdot \pi \cdot 1000}{3,207 \cdot 831,2} \text{ mkg} = 423,6 \text{ mkg.}$$

Die sechs andern mit demselben Reiber angestellten Versuche ergaben

$$425,9 \quad 425,0 \quad 423,2 \quad 421,9 \quad 425,6 \quad 423,8.$$

Das Mittel aus diesen 7 Beobachtungen ist 424,1 mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0,4$. Diese Zahl ist nach Rowland um 1,8 zu erhöhen, um die Temperatur auf die absolute Skala umzurechnen. Es würde sich dadurch der Wert 425,9 ergeben, der für die Breite von Hannover und eine Temperatur von ca. 17° C. gilt. Er stimmt genau mit dem in Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik II, 2, S. 503 angegebenen überein. Die Resultate schwankten zwischen 421,9 und 425,9. Ich glaube, daß die Grenzwerte noch enger aneinander rücken werden, wenn die Achsenreibung am oberen Lager, die von der wechselnden Spannung des Riemens abhängt, beseitigt ist.

Für die Kollegen, die sich, mit ähnlichen Hilfsmitteln versehen, den Apparat ebenfalls selbst anfertigen wollen, bemerke ich, daß man auch noch auf einfachere Weise zum Ziele kommen kann. Statt des selbstgemachten Tourenzählers benutzte ich zuerst eine mit der Drehungsachse durch Schnur und Scheibe verbundene Sirene, aus deren Angaben ich die Umdrehungszahl der Achse berechnete. Den Reiber stellte ich zuerst einfach dadurch her, daß ich die Drehungsachse am oberen Ende mit 2 Lagen Tuch umgab und dementsprechend ein engeres Messingrohr verwendete. Statt des Winkelhebels benutzte ich zuerst Schnur und Rolle, und der Wärmeschutz bestand aus einem Tuchüberzuge. Die Resultate waren größeren Schwankungen unterworfen, lieferten aber immerhin einen angenäherten Wert. Vielleicht läßt sich die Reibung auch dadurch hervorbringen, daß man an der Achse oben eine horizontale Scheibe anbringt, diese mit einem Reibkissen versieht und hierauf das Kalorimeter setzt. Da der Druck des Kalorimeters, den man durch angehängte Gewichte vergrößern könnte, stets derselbe wäre, was bei einer Feder nicht in demselben Maße der Fall ist, würde die Reibung auf diese Weise vielleicht recht gleichmäßig sein, sodaß man auch mit einer guten Rolle bei der Bestimmung der Kraft auskäme.

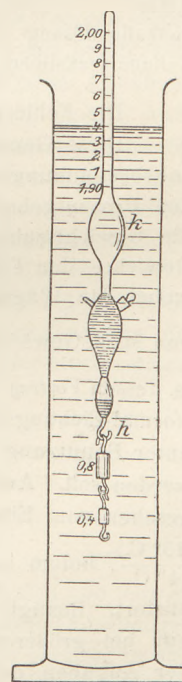
Ein Differential-Aräo-Pyknometer.

Von

H. Rebenstorff in Dresden.

Der im folgenden beschriebene Apparat ist für die genaue Bestimmung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten geeignet, bei denen diese Zahl 2,0 nicht überschreitet. Er ersetzt als eine Art Universalinstrument den aus etwa 20 Spindeln bestehenden Aräometerersatz, der zu exakteren Bestimmungen innerhalb der angegebenen Grenzen nötig ist, und hat außer anderen Vorzügen die Eigenschaft, nur eine geringe Flüssigkeitsmenge zu erfordern. Dem Lehrer kann der Apparat bei der vorbereitenden und Laboratoriumsarbeit als Präzisionsaräometer dienen; seine Vorführung im Unterricht gibt Gelegenheit zur Einübung des Archimedischen Prinzips, sowie zur Besprechung der Vorzüge und Nachteile der einzelnen Methoden der Dichtebestimmung, die ein doch auch für die Praxis vorbereitender Unterricht nicht außer acht lassen wird.

Unterhalb des Schwimmkörpers *k* (s. Fig.), der den Aräometerstengel trägt, befindet sich das Pyknometergefäß von etwa 30 ccm mit eingeschliffenem Stopfen zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeit. Hängt man keines der beigegebenen, mit 0,1, 0,2, 0,4, 0,8 bezeichneten 4 Messinggewichte an das Häkchen *h*, so gibt die Tiefe des Einsinkens in destilliertem Wasser von 15° das zwischen 1,9 und 2,0 gelegene spez. Gewicht an. Hat man eine leichtere Flüssigkeit in das Pyknometergefäß gebracht, so ragt das Instrument mit einem Teile des Schwimmkörpers aus dem Wasser. Je nach Erfordernis wird alsdann der Apparat durch Anhängen von einem oder mehreren der Gewichte für die betreffende Flüssigkeit geeignet. Marken am Schwimmkörper *k* machen längeres Suchen unnötig; meistens ist übrigens die ungefähre Flüssigkeitsdichte ja bekannt. Zieht man von der Ablesung die auf den benutzten Anhängengewichten angegebene Zahl ab, so hat man das spez. Gewicht. Hat man z. B. das Pyknometergefäß mit Akkumulatorensäure gefüllt und sinkt der Apparat nach Anhängen des Gewichtes 0,8 bis 1,9875 ein, so ist 1,1875 das spez. Gewicht der Säure.



Die Theorie des Apparates ergibt sich nach dieser Gebrauchsanweisung von selbst. Zur Anfertigung der Anhängewichte wird das Instrument leer, sowie nach Einfüllen von Wasser in das Pyknometergefäß gewogen. Es ergebe sich hieraus, daß letzteres p g Wasser von 15° aufnehmen kann. Die Gewichte werden nun so abgeglichen, daß sie in Wasser $0,1 p$, $0,2 p$ u. s. w. g wiegen. Durch ihre Benutzung wird also dem Instrumente soviel an Gewicht hinzugefügt, als wenn die Flüssigkeit im Pyknometer um $0,1 p$, $0,2 p$ u. s. w. g schwerer geworden wäre, d. h. ein um $0,1$, $0,2$ u. s. w. größeres spez. Gewicht erlangt hätte.

Das Einfüllen der Flüssigkeit geschieht mittels einer Pipette oder eines engen Trichterchens; das Entleeren beschleunigt man durch Einblasen von Luft durch ein gebogenes Röhrchen. Ein Reinigen und Trocknen mit Alkohol und Äther umgeht man, indem man mehrmals mit einigen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit vorspült. Natürlich dürfen beim Einsenken des Apparates keine Luftblasen an ihm haften bleiben. Einen weit herausragenden Aräometerstengel, der vorher eingetaucht war, befreie man vor der endgültigen Ablesung durch Abwischen von adhätierenden Wassertropfen.

Bezüglich der Genauigkeit der Bestimmungen sei vorausgeschickt, daß der lang gearbeitete Stopfen einen sehr gleichmäßigen Sitz hat. Wägungen des wiederholt mit Wasser gefüllten Apparates stimmten bis auf weniger als ein mg überein. Bei einem viele Stunden dauernden Verweilen des Aräometers in Wasser bleibt die Tiefe des Eintauchens bei konstanter Temperatur ungeändert, selbst wenn das Pyknometergefäß eine so leichte und lösliche Flüssigkeit wie Äther enthält. Folgende Vergleichsbestimmungen gestatten ein Urteil über die Genauigkeit:

Flüssigkeit	Aräo-Pyknometer	Pyknometer	Differenz	
Wasser	1,0000	—	0,0000	(Dr. Göckel)
Wasser-Alkohol-Gemisch	0,9232	0,9235	0,0003	-
Wasser-Schwefelsäure-Gemisch	1,4870	1,4863	0,0007	-
Petroläther	0,6962	0,6960	0,0002	(Rebenstorff)
Äther	0,7205	0,7209	0,0004	-
Jodkaliumlösung	1,5282	1,5284	0,0002	-
Kaliumquecksilberjodidlösung	1,9824	1,9823	0,0001	-

Die Fehlergrenze liegt demnach unter 0,001.

Diese Genauigkeit der Angaben des Apparates kann nur dann ohne weiteres für Gehaltsbestimmungen von Lösungen völlig ausgenutzt werden, wenn die spez. Gewichte in der den Prozentgehalt ergebenden Tabelle sich ebenfalls auf 15° beziehen; außerdem müssen die Gewichtszahlen der Tabelle eigentlich relative Gewichte sein, d. h. das Verhältnis der Gewichte der Flüssigkeit zum Gewicht der gleich großen Wassermenge von 15° angeben, wobei die Wägungen mit Messinggewichten bei Normaldruck geschahen. Dieses System von spez. Gewichten bezeichnet man nach Göckel durch die Apparatenmarke $\frac{15^{\circ} \text{ C.}}{15^{\circ} \text{ C.}}$ (76),

(s. dessen Vortrag beim internationalen Kongress für angewandte Chemie in Berlin 1903). Die deutsche Normal-Eichungs-Kommission bringt dieses System auch für Apparate in Anwendung, wenn unter Benutzung von Dichtigkeitstabellen von der Dichte zu Prozentangaben übergegangen werden soll. Aus den Angaben des Apparates erhält man die wahren spez. Gewichte (abgesehen vom Einfluß der Luftdichte bei der Wägung), also die spez. Gewichte des Systems $\frac{15^{\circ} \text{ C.}}{4^{\circ} \text{ C.}}$, indem man sie mit dem spez. Gewicht des Wassers bei 15° , d. h. mit 0,99913 multipliziert. Bezüglich der Reduktion auf Wägung im luftleeren Raume ist zu bemerken, daß nur bei größeren Werten des spez. Gewichtes die betreffende Korrektur die Genauigkeit der Angaben des Apparates etwas übersteigt. Die bezügliche Tabelle Göckels (a. a. O.) kann man zusammenziehen in die Formel $d' = 0,9988 d + 0,0012$, welche aus dem beobachteten spez. Gewichte d das auf Wägung im luftleeren Raume reduzierte spez. Gewicht d' berechnen läßt. Es ist vielleicht interessant, daß die französische Regierung die Instrumente

nach den so zu berechnenden Werten, also nach dem System $\frac{15^{\circ} \text{ C.}}{4^{\circ} \text{ C.}}$ (0) einstellt. Auch das System $\frac{15^{\circ} \text{ C.}}{15^{\circ} \text{ C.}}$ (0) wird von manchen Chemikern benutzt (vgl. C. N. Riiber, *Chemikerztg.* 1903, No. 9).

Zur Ausnutzung der Genauigkeit des neuen Apparates wird man ein Urteil über das Maß der Sorgfalt besitzen wollen, die man auf das Innehalten der Meßtemperatur 15° anzuwenden hat. Von den Ergebnissen von Berechnungen, die teilweise durch Beobachtungen bestätigt wurden, sei folgendes angeführt. Enthält das Pyknometergefäß eine verdünnte wässerige Lösung, die also die geringe Wärmeausdehnung des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur besitzt, so gibt der Apparat das spez. Gewicht bei 18° um einen Teilstrich (0,001) zu hoch, bei 11° um ebensoviel zu niedrig an. Man ersieht daraus, in welchem nur geringen Grade die Temperatur der in das Pyknometer zu bringenden Flüssigkeit, sowie diejenige des Wassers im Aräometerzylinder sich 15° anzunähern hat. Befindet sich im Pyknometergefäß eine konzentriertere wässerige Lösung (Dichte d etwa gleich 1,3, Ausdehnungskoeffizient α gleich 0,0003), so wird es für schnelles Arbeiten noch günstiger. Bei 19° sind die Angaben um 0,0005 zu groß, unter 10° um ebensoviel zu niedrig. Für zahllose organische Flüssigkeiten (z. B. Alkohol, $d = \text{ca. } 0,8$, $\alpha = \text{ca. } 0,001$) sind die Angaben bei 18° um 0,001 zu gering, bei $12,5^{\circ}$ um 0,001 zu groß. Etwas mehr ist bei Flüssigkeiten wie Äther ($d = \text{ca. } 0,7$, $\alpha = 0,0016$) auf Innehaltung der Meßtemperatur zu achten; die Angaben des Apparates sind hier schon bei $16,5^{\circ}$ um 0,001 zu gering, bei $13,5^{\circ}$ um ebensoviel zu groß. Der verhältnismäßig geringe Einfluß von Temperaturabweichungen beruht darauf, daß in manchen Fällen die Wirkungen der abweichenden Temperatur der Pyknometerflüssigkeit und des Wassers im Zylinder sich fast aufheben, stets aber einander entgegenarbeiten.

Hervorheben möchte ich noch die größere Sicherheit der mit dem Apparate ausgeführten Dichtebestimmung bei leicht verdampfenden Flüssigkeiten. Besonders bei diesen ist es wünschenswert, daß die in das Pyknometergefäß gebrachte Flüssigkeit eine etwas unter 15° gelegene Temperatur besitze. Einige beim Eingießen überlaufende Tropfen stellen diesen Zustand gewöhnlich ohne weiteres her. Hält man den unteren Teil des beschickten Apparates dann einige Zeit in Wasser von 15° , so steigen feine Tröpfchen unter Anhebung des Glasstöpselchens empor, das gleich darauf wieder völlig dicht sitzt (vgl. oben). Auch wenn sich dies nach dem Einsetzen des Apparates in das Wasser des Aräometerzylinders wiederholt, hat man keinen Meßfehler zu befürchten. Es gleicht sich vielmehr die Temperatur in einer in Anbetracht des meist großen Ausdehnungskoeffizienten erwünschten Weise besser aus, als beim Wägen in offenen Gefäßen nach anderen Bestimmungsmethoden.

Der Apparat wird im physikalisch-chemischen Institut des Herrn Dr. Göckel in Berlin W., Königgrätzerstr. 19 aus Normalglas hergestellt und kostet mit genau abgeglichenen Gewichten und Präzisionsteilung 25 M. Zylinder mit Ausguß zum Schwimmenlassen des Apparates werden für 2,50 M. dazu geliefert. Das Pykno-Aräometer steht unter Musterschutz.

Eine virtuelle stereoskopische Täuschung.

Von

Prof. Dr. Paul Czermak in Innsbruck.

In dieser Zeitschrift ist ein Versuch beschrieben worden¹⁾, welcher zu den von Roget, Plateau, Faraday und Emsmann in den 30er Jahren beobachteten optischen Täuschungen gehört. Nachdem diese interessanten Versuche schon etwas in Vergessenheit geraten zu sein scheinen und auch ein Moment, welches bei denselben in hervorragender Weise zum Aus-

¹⁾ „Ein optischer Versuch“ von A. Berget. Zeitschr. f. phys. chem. Unterr. VII. Jahrg., S. 30 u. Buletinal de Scin. Fiz. dix Bucuresci-Romania II. No. 1—2; 1893.

drucke kommt, nirgends besonders hervorgehoben ist, so möchte ich im folgenden etwas ausführlicher auf dieselben zurückkommen.

Es ist mir nämlich vor einigen Jahren auch diese optische Täuschung aufgefallen und erfuhr ich damals bei einer Umfrage, daß dieselbe wenig bekannt war. Trotzdem sah ich damals von einer Mitteilung ab, weil ich meinte, daß mir in der Literatur neuere Besprechungen entgangen seien. Nun finde ich doch, daß seit den oben zitierten Arbeiten diesem Phänomen wenig Aufmerksamkeit zugewandt wurde. In Helmholtz' physiologischer Optik sind diese Versuche wohl erwähnt, aber nur kurz nach den alten Originalien besprochen.

Ich will daher zunächst diese in einer zusammenfassenden Weise in Erinnerung bringen, dann die neueren mir darüber bekannten Arbeiten erwähnen und zum Schlusse die von mir gefundenen Ergänzungen geben.

Roget²⁾ beobachtete zuerst, daß ein rasch dahinrollendes Rad, wenn es gut beleuchtet ist und man dasselbe durch ein Gitter hindurch betrachtet, eigentümliche feststehende Kurven auf seiner Fläche zeigt. Er erklärt dies so, daß er zuerst annimmt, das Rad rotiere, ohne sich fortzubewegen, und die Gitterstäbe werden horizontal verschoben. Dann kann man auch noch eine Speiche und einen Stab des Gitters betrachten. Diese beiden Linien ergeben bei ihrer Bewegung eine Reihe von Schnittpunkten, welche eine bestimmte Kurve bilden. Ist die rotierende Speiche stark beleuchtet, so erzeugt sie infolge des Nachwirkens ihres Lichteindruckes auf die Netzhaut eine schleierartige Scheibe, auf welcher die Schnittpunkte mit dem verdeckenden Gitterstabe als dunkle Kurve erscheinen. Je nach der ursprünglichen Lage der Speichen und des Stabes wird die Form der Kurve verschieden sein. Sind die beiden Bewegungen gleichförmig, so müssen sich immer, wenn die Speichen und Stäbe in dieselben relativen Lagen zurückgekehrt sind, dieselben Kurven ergeben, daher scheinen diese fest zu stehen. In Fig. 1 sind solche Kurven dargestellt. Roget hat dieselben sowohl geometrisch konstruiert, als auch die Gleichungen derselben aufgestellt.

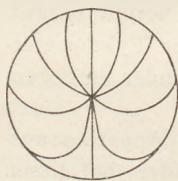


Fig. 1.

J. Plateau³⁾ kommt in seiner Arbeit über die Dauer des Lichteindruckes im Auge auf diese Erscheinung zurück und führt ein zweites Beispiel an, wo man eine solche Erscheinung sehr auffällig beobachten kann. Ein Zahnrad mit Zähnen, welche senkrecht zur Radebene stehen, also ein sogenanntes Stirn- oder Kamhrad, gibt bei einer Beobachtung mit der Blickrichtung in der Radebene zwei Zahnreihen, welche in entgegengesetzter Richtung laufen. Man sieht dann bei rascher Rotation zwischen denselben eine feststehende Zahnreihe. Dies ist auch derselbe Fall, welchen A. Berget im VII. Jahrgange dieser Zeitschrift bespricht. Als drittes Beispiel führt Plateau zwei entgegengesetzt rotierende, hintereinander aufgestellte Zahnräder an. Diese ergeben bei gemeinsamer Rotationsachse ein feststehendes Rad mit doppelt so viel Speichen oder Zähnen, bei verschiedenen Drehachsen keine geradlinigen Speichen, sondern Kurven.

Hierauf verallgemeinert er die Erscheinung, indem er folgenden Satz ausspricht: „Denkt man sich zwei helle Kurven in zwei parallelen Ebenen befindlich und eine jede derselben mit einer beträchtlichen und gleichförmigen Geschwindigkeit um eine auf ihrer Ebene senkrecht stehende Achse gedreht, und zwar so, daß die Geschwindigkeit der einen ein genaues Multiplum von der der andern ist, so wird das Auge, welches sich vor dem Systeme befindet, in der Mitte des Schleiers, welcher gewissermaßen durch die Bewegung beider Linien gebildet wird, das unbewegliche Bild einer dritten Kurve erblicken, die dunkler ist als der Grund, auf welchem sie erscheint.“

Dieses krummlinige Spektrum ist der Ort der scheinbaren Durchschnittspunkte der in Bewegung befindlichen Kurven.“

²⁾ Phil. Trans. 1825 u. Übersetzung in Pogg. Ann. Bd. 81, S. 93.

³⁾ „Über einige Eigenschaften der vom Lichte auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke“ von J. Plateau. Pogg. Ann. Bd. XX, 1830, S. 304—332.

Er führt auch schon an, daß, wenn die Drehgeschwindigkeiten wenig von einem Multiplum abweichen, die Kurven langsam in andere übergehen, resp. in den einfachen Fällen der Speichen und Zähne eine langsame Drehung ausführen. Diese Drehungen sind Schwebungen sozusagen und kann aus denselben auf den Geschwindigkeitsunterschied geschlossen werden. Ebenso berechnete er spezielle Kurvenformen und schließt auch aus der gegebenen fixen und der einen rotierenden Kurve auf die Form der zweiten rotierenden Kurve, woraus die sogenannten Anamorphosen entstehen. Er sagt: „Man kann so als feststehendes Bild irgend eine Figur nehmen, z. B. den Kopf eines Menschen, ein Wort u. s. w., alsdann erhält man durch Konstruktion oder Rechnung eine ungestaltete Figur, die, wenn sie gleichzeitig mit der gegebenen Kurve umgedreht wird, ein vollkommen regelmäßiges Bild hervorbringt.“

Poggendorf bringt dann im XXII. Bd. seiner Annalen vom Jahre 1831 ein Referat über einen Aufsatz von Faraday „Über eine besondere Klasse von optischen Täuschungen“ (Journ. of the Royal Institut. Vol. I, p. 205), in welchem nur der schon von Plateau beschriebene Spezialfall der in parallelen Ebenen auf gemeinsamer Achse rotierenden Räder beschrieben ist. Es wird auch ein Apparat besprochen, mit welchem man die Fälle der gleichen und entgegengesetzten Rotation bequem ausführen kann.

Zehn Jahre später kam Emsmann⁴⁾ auf diese Erscheinung zurück, indem er an den glänzenden Meridianen eines rotierenden Abplattungsmodells die Plateauschen Kurven beobachtete. Es liegt ja hier derselbe Fall vor wie bei dem Kammrade, indem die vorderen Meridiane nach der einen, die rückwärtigen nach der andern Seite sich bewegen, und durch die Verdeckungspunkte entstehen die obigen Kurven. Emsmann bezweifelt nur die Erklärung, welche Roget, Plateau und Faraday gegeben haben, da er anführt, daß die Kurven stets in der Farbe des Hintergrundes erscheinen. Diesen Irrtum bespricht noch A. Kurz⁵⁾ und führt eine Beobachtung an zwei großen Schwungrädern in einer Maschinenhalle an.

Ich beobachtete auch zuerst an einem glänzenden Messingringe, welcher mit einem Stiele versehen war, sodaß man ihn um einen Durchmesser drehen konnte, bei passender Beleuchtung in der Mitte der durch die Rotation erzeugten Kugel einen dicken schwarzen Faden, und zwar gerade an der Stelle der Rotationsachse. Es ist dies die Erscheinung von Emsmann, jedoch nur mit einem Meridian beobachtet. Diese Kurve entging Emsmann, weil er die metallene Rotationsachse beibehielt und in diese fällt immer die mittelste Kurve, hier eine Gerade.

Was aber dabei sehr auffällt, ist die Lage dieser Geraden im Raume. Sie erscheint nämlich ganz körperlich als Durchmesser der Rotationsfigur und so deutlich, daß es den Eindruck eines in der Kugel gespannten schwarzen Bandes macht.

Es liegt also hier eine stereoskopisch optische Täuschung vor und tritt dieses Moment bei den meisten früher erwähnten Erscheinungen hinzu. Dieser Umstand findet aber nirgends, soviel ich ersehen konnte, eine Erwähnung, obwohl er von gewisser Bedeutung ist. Die Plateauschen Kurven sind ja für jedes Auge verschieden und können daher Anlaß zu einer stereoskopischen Verschmelzung geben, wenn die Verschiedenheit nicht zu groß ist. Bei dem einfachen Falle eines rotierenden Ringes fällt die Verdeckungskurve als Rotationsachse der Kugel für jedes der beiden Augen an dieselbe Stelle und wird daher sofort als Stereoskopbild aufgefaßt, indem die Augen auf diesen Durchmesser hin konvergieren. Bei dem Plateauschen Kammrade und den Faradayschen Doppelrädern sind die für jedes Auge erhaltenen Kurven auch nur wenig voneinander verschieden, sodaß sie leicht zu einem Stereoskopbilde vereinigt werden können. Sie ergeben auch fast immer ein zwischen den bewegten Zähnen oder Speichen liegendes räumliches Gebilde. Nur bei schiefer Ansicht auf die Doppelräder

⁴⁾ „Optische Täuschung, welche sich an dem Abplattungsmodelle zeigt, sobald dieses durch die Schwungmaschine in Bewegung gesetzt wird“ von Dr. Emsmann. Pogg. Ann. Bd. LXIV, 1845, S. 326—332.

⁵⁾ „Über optische Erscheinungen, welche durch zwei rasch sich drehende Körper hervorgerufen werden“ von A. Kurz. Pogg. Ann. Ergänzungsbd. V, 1871, S. 653—655.

verschwindet der stereoskopische Effekt, da sind die Kurven stärker gekrümmt und weichen besonders in der Nähe der Nabe für jedes Auge stärker voneinander ab.

Diese Art von stereoskopischen Bildern hat aber eine gewisse Eigentümlichkeit, indem ja die einzelnen Punkte der beiden Kurven, welche bei der stereoskopischen Vereinigung auf identische Netzhautstellen fallen, gewiß nicht zu gleicher Zeit entstehen. Man hat also zwei Teilbilder eines Stereoskopbildes, welche nur durch das Nachdauern des Lichtreizes auf die Netzhaut zu stande kommen und trotzdem einen räumlichen Eindruck machen. Zu einer solchen Art von Stereoskopbildern gehören auch die von F. August⁶⁾ beobachteten Erscheinungen. August ließ einen glänzenden Stab senkrecht zu seiner Längsrichtung rotieren und beobachtete den Ort der Reflexpunkte einer fernen Lichtquelle. Dieser ergibt sich als eine glänzende Kurve sechsten Grades, welche auch für jedes Auge etwas verschieden ist. Auch hier wird der kontinuierliche Eindruck durch das Nachdauern des Lichtreizes auf die Netzhaut hervorgebracht und es treten ebenfalls öfters stereoskopische Effekte auf, welche zu einer räumlichen Kurve Anlaß geben. August glaubte darin einen Beweis gegen die Brückesche Theorie des binokularen Sehens zu finden.

Nachdem in dieser Art von Stereoskopbildern Effekte vorliegen, welche keinem räumlichen Objekte entsprechen und uns nur ein solches vortäuschen, habe ich dieselben virtuelle stereoskopische Täuschung genannt.

Um alle diese Verhältnisse besser beobachten zu können, hatte ich mir vor sechs Jahren folgenden Apparat gemacht, welcher auf eine Zentrifugalmaschine gesteckt werden kann.

In einer Scheibe *B* (Fig. 2) mit senkrechtem Zapfen *z* sind fünf Löcher angebracht, in welche abwechselnd zwei glänzende Stäbe *S*₁ und *S*₂ gesteckt werden können. Zwei Löcher

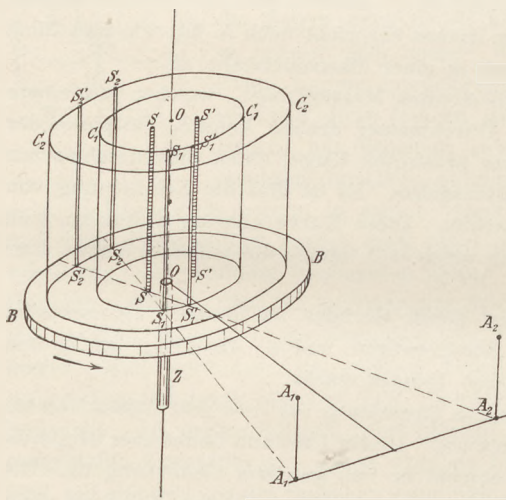


Fig. 2.

sind diametral und äquidistant vom Scheibenzentrum gebohrt, das dritte auf demselben Durchmesser aber etwas näher zum Zentrum und die zwei übrigen Löcher liegen auf einem beliebigen Radius mit den zwei vorher benützten Abständen. Man kann so die zwei glänzenden Stäbe in alle möglichen hier in Betracht kommenden Lagen zueinander und zur Rotationsachse bringen. In der Zeichnung sind diese fünf Löcher nicht alle angeführt, sondern nur zwei, welche den allgemeinen Fall repräsentieren. Die in *A*₁ und *A*₂ befindlichen Augen sehen nun bei rascher Drehung der Vorrichtung zunächst zwei schleifige Zylinder *C*₁ und *C*₂, welche durch den Glanz der Stäbe *S*₁ und *S*₂ hervorgebracht werden und innerhalb derselben aber zwei dunkle Stäbe *S* und *S*'

die eine ganz bestimmte und fixe Lage im Raume einnehmen. Das Zustandekommen dieser Erscheinung ist sehr leicht verständlich und ist die Konstruktion für den Stab *S* angedeutet. Daß in der symmetrischen Lage *S*' auch ein Bild entstehen muß, ist selbstverständlich.

Wir wollen aber die Konstruktion des allgemeinen Falles an einem Grundrisse Fig. 3 besprechen. *B* ist hier wieder die im Sinne des Pfeiles rotierende Scheibe, *S*₁ *S*₂ sind die glänzenden Stäbe, welche die Zylindermäntel *C*₁ *C*₂ erzeugen, und *A*₁ *A*₂ die beobachtenden Augen. Für das Auge *A*₁ wird an der Mantelfläche *C*₂ ein dunkler Streifen entstehen, wenn die Stäbe in die Stellung *S*₁ *S*₂ gekommen sind. Schlägt man sich mit dem senkrechten Abstände *O**p* der Sehne *S*₁ *S*₂ einen Kreis σ vom Zentrum *O* aus, so wird die Tangente, an den-

⁶⁾ „Über eine neue Art stereoskopischer Erscheinungen“ von F. August. Pogg. Ann. Bd. CX, 1860, S. 582–593.

selben von A_1 aus gezogen, diese Stellung angeben. Der Punkt p muß aber auch auf einem Kreise K_1 liegen, welchen man über $O A_1$ als Durchmesser schlägt.

Hat sich die Scheibe um den Winkel 2α weiter gedreht, so kommt die Sehne in die Richtung $S_1' S_2' A_2$, sodaß jetzt für das zweite Auge der dunkle Streifen auftritt. Diese Lage erhält man wieder, sowohl durch die Tangente an dem kleinen Kreis σ von A_2 aus oder durch den Kreis K_2 , welchen man über $O A_2$ als Durchmesser schlägt. Da nun die Augen nach den Richtungen $A_1 S_1 S_2$ und $A_2 S_1' S_2'$ hin konvergieren, so wird in S das räumliche Bild des dunklen Stabes S entstehen. Zieht man von den Punkten A_1 und A_2 zwei Gerade zum Zentrum O , so bilden diese auch den Winkel 2α und es müssen daher die Punkte $A_1 A_2 O$ und S auf einem Kreise K liegen. Für die symmetrische Lage, wenn der Stab S_2 den Stab S_1 verdeckt, ergibt sich ebenso die Stelle S' des zweiten dunklen Stabbildes.

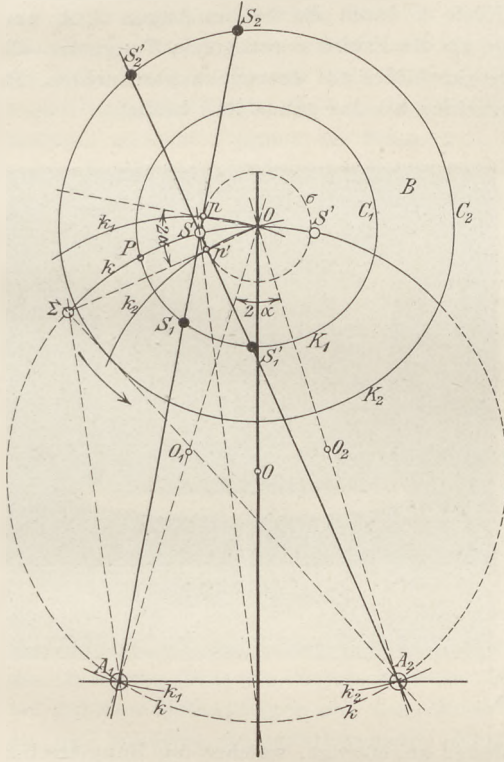


Fig. 3.

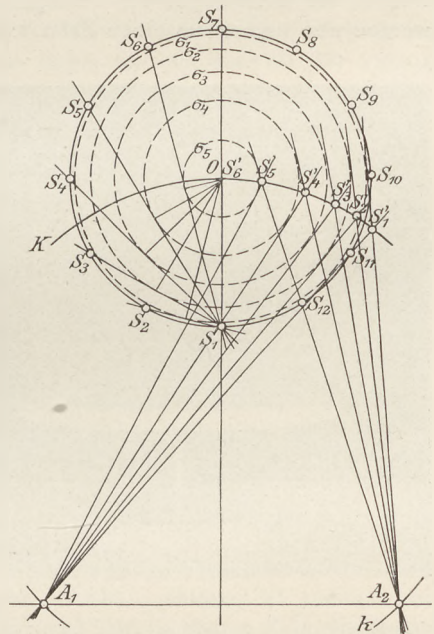


Fig. 4.

Man wird daher am kürzesten so konstruieren. Sind zwei beliebige Lagen der Stäbe $S_1 S_2$ auf der Scheibe gegeben, so bestimmt man sich den senkrechten Abstand der durch die zwei Punkte $S_1 S_2$ gegebenen Geraden vom Zentrum O , schlägt mit demselben den kleinen Kreis σ und zieht von A_1 und A_2 die Tangenten an ihn. Der Schnittpunkt der Tangenten ist S und dieser muß noch auf einem durch das Zentrum O und die beiden Augen $A_1 A_2$ geschlagenen Kreis liegen.

Hält man daher die Lage des einen Stabes S_2 fest und läßt S_1 alle möglichen Abstände zwischen ihm und dem Stabe S_2 auf der Scheibensehne durchwandern, so ergeben diese alle denselben Bildpunkt S . Läßt man aber die Sehne alle möglichen Abstände vom Zentrum O einnehmen, so liegen alle zugehörigen Punkte S auf dem Stücke der Peripherie des Kreises K zwischen O und Σ .

Hier sind die Stäbe als sehr dünn vorausgesetzt, dann sind es auch die Schattenbilder. In Wirklichkeit werden sich aber dieselben in der Dicke unterscheiden, und zwar wird das Bild S_1 dicker als S_2 erscheinen; die Dauer des Verdeckens muß ja für das erstere Bild eine längere sein als für das zweite. Nimmt man eine bestimmte Dicke für die Stäbe an, so kann man auch die scheinbare Dicke der Bilder konstruieren, was aber hier zu weit führen würde.

Eine andere kleine Variante läßt sich noch anbringen, wenn man an den einen Stab irgend eine kleine Schablone an der Außenseite befestigt, z. B. die Silhouette einer Maus, so erscheint auf dem Stereoskopbilde auch in entsprechender Verschmälerung diese Figur auf dem einen Schattenbilde.

Hat man den Versuch von Plateau mit dem Kan.nrade vorliegen, so ergibt auch die obige Konstruktion die Lage und die Zahl der Zähne des fixen Bildes.

In Fig. 4 ist so ein Rad (Scheibe) mit 12 (allgemein n) äquidistanten Zähnen (resp. Stäben) an der Peripherie angenommen.

Man wird einen Stab S_1 mit allen andern verbinden und so alle Sehnen bekommen, deren senkrechte Abstände vom Zentrum O die zur Konstruktion nötigen Kreise σ ergeben. Es sind dies notwendigerweise 11 (allgemein $n-1$), wobei hier das Zentrum als Kreis mit dem Radius Null mitzählt. Schlägt man den Kreis K durch die beiden Augen A_1, A_2 und das Zentrum O , so werden die von einem Auge an die Kreise σ gezogenen Tangenten die Punkte der fixen Zähne $S_1' \dots S_{n-1}'$ des Stereoskopbildes auf demselben abschneiden. Es werden also immer um einen Zahn weniger erscheinen als das ganze Rad besitzt.

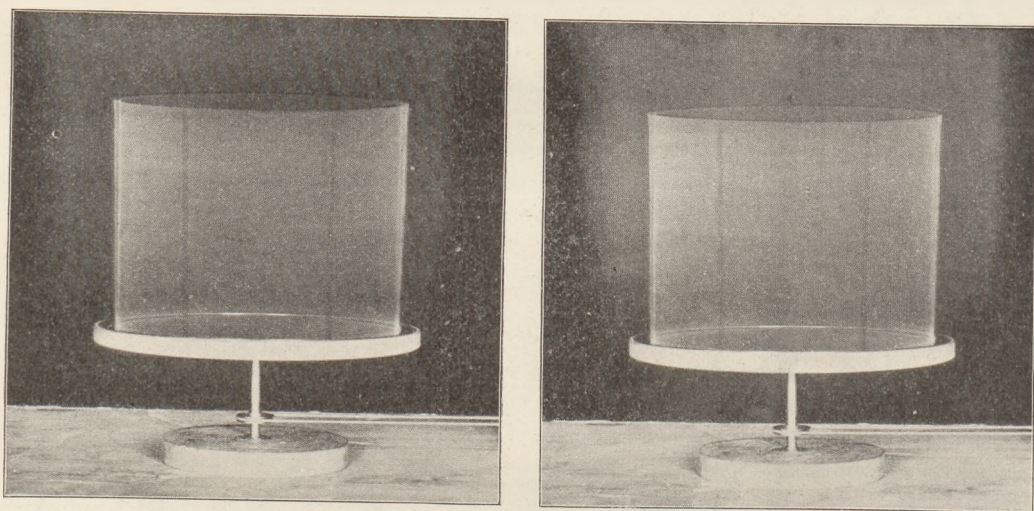


Fig. 5.

Schließlich habe ich noch ein größeres Modell angefertigt, welches die Haupterscheinungen auch für ein größeres Auditorium sichtbar macht. Es gelingt mit Hilfe desselben, auch die Erscheinung zu photographieren, sodaß man im strengen Sinne eigentlich von keiner Täuschung sprechen kann. Bei dem Modelle ist die Scheibe mit einem Spiegel bedeckt, sodaß die Stäbe noch ihre Verlängerung nach der andern Seite im Spiegelbilde erhalten. Fig. 5 zeigt eine solche photographische Aufnahme, welche, im Stereoskope betrachtet, die Verhältnisse am Originale genau wiedergibt.

Innsbruck im April 1904.

Zur Theorie des Schenkellebers.

Entgegnung von A. Weinhold in Chemnitz.

Herr STEINBRINCK bekämpft in einem Aufsatz mit der obigen gleichen Überschrift (*diese Zeitschr., Septemberheft, S. 279 ff.*) die alte sogenannte Luftdrucktheorie des Hebers; vergl. meine Bemerkung im *Maiheft d. J., S. 153*.

Natürlich fällt es mir nicht ein, die Tatsache, daß ein Heber auch ohne Luftdruck fließen kann, zu deren bequemer Demonstration ich eben den Vakuumheber (*Maiheft, S. 152*) konstruiert habe, bestreiten zu wollen — daß der Oberflächendruck eine mehr als barometer-

hohe Flüssigkeitssäule zu tragen vermag, war, beiläufig bemerkt, schon BOYLE bekannt; siehe GEHLERS *Phys. Wörterbuch Bd. 1, S. 886*.

Luftdruck einerseits, Oberflächendruck und Zusammenhang der Flüssigkeit andererseits können zusammen, aber auch getrennt den Heber in Gang halten; letztere beiden wirken bei der luftfreien Flüssigkeit des Vakuumhebers; der Luftdruck allein wirkt, wenn man eine zusammenhanglose Flüssigkeit, nämlich ein schweres Gas, z. B. Kohlendioxyd, aus einem höherstehenden Glase in ein tieferstehendes durch einen Heber befördert — ich weiß nicht, ob dieser Versuch beschrieben ist; jedenfalls ist er so einfach anzustellen und so selbstverständlich, daß es keiner besonderen Beschreibung bedarf.

Die Streitfrage kann nur sein, ob beim Heber schlechthin, also beim gewöhnlichen Heber der Luftdruck oder der Flüssigkeitszusammenhang das Wesentliche ist.

Ich gestehe zunächst, daß ich den von Herrn STEINBRINCK gemachten Unterschied zwischen statischer und dynamischer Wirkung einer Kraft hier überhaupt nicht verstehe; ich kann im vorliegenden Falle nur unterscheiden zwischen einer Kraft, die eine Arbeit leistet, und einer Kraft, die keine Arbeit leistet. Eine Arbeit, nämlich die Überwindung der Reibung und der Trägheit der Flüssigkeit, leistet beim Heber nur die Schwere der Flüssigkeit; die Arbeit des Luftdrucks (Volumen der beförderten Flüssigkeitsmenge mal spezifischem Druck der Atmosphäre) ist auf beiden Seiten des Hebers gleich groß und entgegengesetzt, im ganzen also Null. Will man von einer Arbeit des Flüssigkeitszusammenhangs sprechen, so kann diese nur in der (faktisch unmerklichen) Ausdehnung und Wiederzusammenziehung der Flüssigkeit bestehen, diese hat also auch den Gesamtwert Null. Die Gesamtarbeit des Oberflächendrucks ist ebenfalls Null, wenn der äußere Heberschenkel in ein Gefäß mit Flüssigkeit taucht, sodaß zwei ebene Flüssigkeitsflächen vorhanden sind; fließt die Flüssigkeit aus dem äußeren Schenkel frei aus, so ist die Gesamtarbeit des Oberflächendrucks sogar negativ. (Bei Versuchen unter dem Rezipienten einer Luftpumpe spielt auch der Dampfdruck der Flüssigkeit eine Rolle, aber keine andere als sonst der Luftdruck.)

In vielen Fällen praktischer Verwendung des Hebers enthält die Flüssigkeit kleine Luftblasen, die die Wirkung des Hebers tatsächlich ebensowenig stören, wie kleine in der Flüssigkeit aufgeschwemmte starre Teilchen, die die Heberwirkung aber sofort vernichten würden, wenn nur Oberflächendruck und Flüssigkeitszusammenhang wirkten, so bei Wein, Bier und häufig auch bei Wasser. Sind nicht Luftbläschen von vornherein vorhanden, so entstehen sie oft durch Ausscheidung der in der tropfbaren Flüssigkeit gelösten Luft infolge des im oberen Teile des Hebers herrschenden kleineren Drucks — bekanntlich sammelt sich bei größeren Heberanlagen auf diese Weise allmählich soviel Luft im oberen Teile des Hebers an, daß zunächst ein unterbrochener Heber¹⁾ entsteht und daß sie schließlich die Wirkung des Hebers aufhebt und künstlich entfernt werden muß, wenn nicht die Flüssigkeit so rasch fließt, daß sie die ausgeschiedene Luft fortspült.

Enthält die mit dem Heber zu befördernde Flüssigkeit, wie Quecksilber oder ausgekochtes Wasser, nicht Luft in merklicher Menge gelöst, so versagt der Heber, sobald seine Höhe das normale Maximum übersteigt, unter gewöhnlichen Umständen doch noch, und zwar nicht nur, wenn man ihn anzusaugen versucht, sondern auch, wenn man anfangs die beiden unteren Enden verschließt, den Heber durch eine oben angebrachte Öffnung füllt, diese

¹⁾ Herrn Steinbrinck scheint der Terminus technicus „unterbrochener Heber“ nicht bekannt zu sein; er ist schon sehr alt; in Gehlers *Phys. Wörterbuch Bd. 5. Abt. 1 (1829), S. 128* ist er als bekannt vorausgesetzt; die dort speziell beschriebene (auch wohl als Springbrunnenheber bezeichnete) Form habe ich schon in der ersten Auflage meiner „Vorschule“ mitaufgeführt; dabei habe ich auch hingewiesen auf die Verwandtschaft des unterbrochenen Hebers mit dem Aeolus (Carey Lea, *Chemical news 1863. Bd. 7. S. 37 u. 38*), dem Vorläufer der Sprengelpumpe (*Journ. of chem. soc. 1865. 2. Bd. 3, S. 9* und *Dingl. polyt. Journ. 1867, Bd. 184. S. 122*) und Bunsenpumpe (*Ann. d. Chem. u. Pharm. 1868, Bd. 148. S. 277*). Als unterbrochener Heber ist ein Heber zu bezeichnen, der im oberen Teile einen Luftraum von solcher Größe enthält, daß dadurch eine Niveaudifferenz im Innern des Hebers entsteht — wäre im oberen Teile eines weiten Hebers eine Luftblase von solcher Größe vorhanden, daß sie den Querschnitt nur zum Teil erfüllt, so wäre der Heber noch kein unterbrochener.

Öffnung dann dicht verschließt und nun die unteren Enden öffnet — ein Teil der an der Innenwandung verdichteten Luft nimmt Gasform an, und die aller kleinste Blase bewirkt das Versagen des Hebers, sobald kein Luftdruck mehr ihrer Ausdehnung entgegenwirkt.

(Ein einigermaßen rasch fließender Heber kommt selbst dann nicht außer Gang, wenn er in seinem oberen Teile eine kleine Undichtheit hat, wie es sehr leicht vorkommt, wenn man einen Heber aus zwei durch einen kurzen Kautschukschlauch verbundenen Glasröhren herstellt; die eindringenden Luftbläschen werden von der Flüssigkeit mit fortgespült — hier kann man berechtigterweise von einer dynamischen Wirkung der bewegten Flüssigkeit reden; ein derartiger Heber, beiderseits in gleich hoch stehende und demgemäß ruhende Flüssigkeit tauchend, würde sich allmählich entleeren.)

Wenn Herr STEINBRINCK die Anordnungen, die er in Fig. 1 und 2 abbildet, nicht als Heber anerkennen will, so setzt er sich mit dem allgemeinen Gebrauch in Widerspruch. In jedem gewöhnlichen Heber sind Luftmengen vorhanden, mögen es sichtbare Blasen oder Bläschen, gelöste oder an den Wandungen verdichtete Mengen sein, und immer ist es der Luftdruck, der sie verhindert, sich so weit auszudehnen, daß sie die Heberwirkung aufheben. Wollte man Herrn Steinbrinck folgen, so dürfte man keinen der im wirklichen Gebrauch befindlichen Heber mehr als Heber bezeichnen, sondern nur noch den Vakuumheber und den Überheber, also zwei Dinge, die durch ihren Namen als dem Jahrhunderte alten Heber ähnlich, aber als mit ihm nicht identisch bezeichnet werden sollten, Vorrichtungen, die praktisch nie verwendet werden, die sofort außer Gang kommen, wenn die geringste harte Erschütterung ihrer Wand erfolgt, und die endlich nicht annähernd die Höhe vertragen, die sie nach der bedeutenden Größe des Oberflächendrucks vertragen sollten.

Beiläufig sei bemerkt, daß der Vergleich der Heberwirkung mit dem Herausgleiten eines quecksilbergefüllten Kautschukschlauches aus einer Glasröhre aus zwei Gründen ganz und gar unzulässig ist; erstens hat der Schlauch eine sehr bedeutende Formelastizität, während einer Flüssigkeit der Zusammenhang gar keine, der Oberflächendruck nur eine geringe Formelastizität erteilt; zweitens gleitet der Schlauch aus einer Röhre gerade dann leicht heraus, wenn er den lichten Querschnitt derselben nicht ganz ausfüllt, während für das Fließen des Hebers die völlige Erfüllung des Querschnitts unerlässlich ist.

In allen den äußerst zahlreichen Fällen praktischer Verwendung des Hebers behält der alte Erfahrungssatz, daß der höchste Punkt des Hebers¹⁾ nicht höher über dem Flüssigkeitsspiegel liegen darf, als der Flüssigkeitshöhe entspricht, die der Luftdruck zu tragen vermag — soll man nun diesen Satz und seine einfache Begründung im Unterricht verwerfen, weil man unter ganz ausnahmsweisen, künstlich herbeigeführten Umständen einmal eine heberartige Vorrichtung auch durch den Oberflächendruck in Gang erhalten kann?

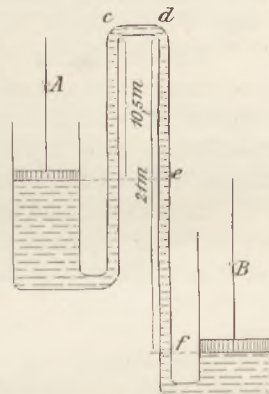
Hält man es für unerlässlich, das Vorhandensein von Zusammenhang und Oberflächendruck der Flüssigkeit beim Heber zu berücksichtigen, so muß man folgerichtig auch bei allen anderen Vorrichtungen, bei denen es sich um ein Zusammenwirken von tropfbaren und gasigen Körpern handelt, erwähnen, daß die genannten inneren Kräfte mitvorhanden sind und sich von zwei Seiten her in ihrer Wirkung aufheben; ebenso müßte man in der ganzen Hydrostatik das Vorhandensein des Luftdrucks berücksichtigen und nachweisen, daß seine Gesamtwirkung gewöhnlich Null ist, anstatt ihn für gewöhnlich zu vernachlässigen und nur einmal an einem besonders gewählten Beispiele, etwa beim Verkehrtschwimmer, zu erläutern, daß er doch eine gewisse Rolle spielt.

Die pädagogische Seite der Frage anlangend, bin ich nach wie vor der Meinung, daß der alten Luftdrucktheorie der Vorrang gebührt; dabei kann man recht wohl, wenn der Unterricht nicht ganz elementar ist, auch den Zusammenhang und den Oberflächendruck der Flüssigkeiten mitbesprechen, wie ich es selbst immer getan habe beim Versuch mit dem Quecksilberheber unter dem Rezipienten der Luftpumpe; für wichtiger aber halte ich beispielsweise die Erläuterung der Wirkung des Oberflächendrucks beim Nichtausfließen einer Flüssig-

¹⁾ Streng genommen die Höhe des höchsten Punktes der unteren Innenwandfläche; die obere Innenwand darf höher liegen.

keit aus engen, abwärtsgekehrten Gefäßmündungen (Pipette u. dergl., siehe meine „Demonstrationen“, III. Aufl., S. 163; IV. Aufl., S. 186), welche Erscheinung hier und da mit dem wenig besagenden Ausdruck abgetan wird, daß in der engen Öffnung Luft und Flüssigkeit nicht nebeneinander vorbeigehen können.

Auf S. 281 unter c) ersetzt Herr STEINBRINCK den Oberflächendruck durch eine 10 000 Atmosphären betragende Kolbenbelastung und folgert dann, daß in dem Punkte *c* der zugehörigen Figur 4*) ein Druck von 10 000 Atmosphären, im Punkte *d* ein Druck von 9999 Atmosphären herrscht; dagegen ist nichts von prinzipieller Bedeutung einzuwenden¹⁾, wenn man sich die zwischen *c* und *d* befindliche Wassermenge einstweilen als unbeweglich vorstellt. Ganz unhaltbar aber ist die Behauptung, daß der (von links nach rechts wirkende) Überdruck durch die Kohäsion von rechts nach links übertragen werde; ebensogut könnte man von der Lokomotive einer Zahnradbahn, die einen Wagen bergauf schiebt, behaupten, sie werde von dem Wagen gezogen. Im einen, wie im anderen Falle handelt es sich nirgends um einen Zug, sondern überall um einen Druck; bei der schiebenden Lokomotive überwindet der größere Druck derselben den kleineren Druck des Wagens; in dem STEINBRINCK'schen Falle hebt der Druck rechts $\frac{2}{10\,001}$, links $\frac{1}{10\,001}$ des von außen auf das Wasser wirkenden Druckes auf; eine Fortpflanzung findet aber nirgends durch die Kohäsion des Wassers statt, sondern nur durch die Expansion desselben, die ja in dem stark gepreßten Wasser überwiegen muß.



Denkt man sich zwischen *c* und *d* zwei oder mehrere reibungslose, aber dicht schließende Kolben angebracht, die ohne merkliche Adhäsion aneinanderliegen (sie könnten an den einander zugewendeten Seiten konvex sein), so kann von einem Zuge natürlich gar keine Rede sein, und doch bleiben die Druckverhältnisse ganz dieselben wie ohne diese Kolben.

Selbst beim Vakuumheber handelt es sich bei den Teilen des Wassers, die oberhalb der freien Niveaufläche liegen, nur um eine relative Dehnung des Wassers gegenüber dem Zustande an der Oberfläche; an dieser aber haben wir immer noch den sehr bedeutenden Oberflächendruck; auch der Vakuumheber fließt infolge einer Druckwirkung. Fehlt der Oberflächendruck, ist nämlich die höher liegende Kugel des Vakuumhebers ganz gefüllt, so fließt er nicht, und erschüttert man ihn in diesem Zustande, so löst sich nicht das Wasser von der Kugelwand, sondern es zerreißt an der höchsten Stelle des Hebers.

Ein Heber mit ungleich langen Schenkeln, in umgekehrter Stellung mit starren, dicht schließenden, reibungslosen Kolben gefüllt, müßte sich beim Aufrichten ebenso nach der Seite des längeren Schenkels entleeren, wie es ein mit Flüssigkeit gefüllter tut, wenn nur das Gewicht der Kolben im kürzeren Schenkel etwas kleiner wäre als das Produkt aus Heberquerschnitt und spezifischem Atmosphärendruck.

Natürlich läßt sich ein derartiger Heber nicht wirklich herstellen; bei passender Wahl der Abmessungen entleert sich aber auch ein mit Stahlkugeln gefüllter, gläserner Heber beim Aufrichten nach der Seite des längeren Schenkels.

Ein Glasrohr von 3,3 mm lichter Weite ist so gebogen, daß die beiden geraden, parallelen Schenkel durch ein halbkreisförmiges Bogenstück von 16 mm Krümmungshalbmesser verbunden sind; die geraden Stücke sind 38 mm bzw. 450 mm lang. (Die Biegung des Rohres muß unter ganz schwachem Einblasen von Luft sehr sorgfältig so gemacht

*) *Ann. d. Redaktion.* Wir bringen behufs leichteren Verständnisses die Fig. 4 aus dem Aufsatz des Herrn Steinbrinck hier nochmals zum Abdruck.

¹⁾ Unrichtig sind die Zahlenwerte von 10,5 und 21 m für Wassersäulen von 1 und 2 Atmosphären Druck; die „Atmosphäre“ als Druckeinheit ist entweder ein Druck von 1 kg pro Quadratcentimeter, wie man in der Dampfmaschinenlehre gewöhnlich rechnet, oder ein Druck von der Größe des Normaldrucks (760 mm Quecksilber); wählt man, was vielfach bequem ist, die erste Bedeutung, so ist die entsprechende Wasserhöhe 10 m; wählt man die zweite Bedeutung, so ist die Wasserhöhe $10\frac{1}{3}$ m.

werden, daß der gekrümmte Teil sich weder verengt noch erweitert; im ersten Falle würden die Kugeln geklemmt werden; im zweiten würde zuviel Luft an den Kugeln vorbeiströmen.) Quer über die Mündung des kürzeren Schenkels ist ein dünner Kupferdraht gespannt, der den Zutritt der Luft nicht merklich abhält, aber ein Herausfallen der Kugeln hindert. Durch den längeren Schenkel werden 55 Stahlkugeln (Kugellagerkugeln) von 3,2 mm Durchmesser eingefüllt; 20 derselben füllen den kurzen geraden Schenkel und die Hälfte der Krümmung, 35 kommen in die andere Hälfte der Krümmung und in den längeren Schenkel. Wird der Heber rasch aufgerichtet, so entleert er sich prompt und vollständig durch den längeren Schenkel, indem der Luftdruck die Kugeln aus dem kurzen in den langen Schenkel hinübertreibt.

Die Vorrichtung würde noch besser wirken, wenn die Kugeln viel weniger als 0,1 mm Spielraum im Heberrohre hätten; doch würde es sehr schwer fallen, ein so genau passendes Glasrohr zu beschaffen und ohne Veränderung des lichten Querschnitts zu biegen; schon die Beschaffung eines Rohrs mit 0,1 mm Spielraum erfordert die Auswahl aus einem nicht zu kleinen Vorrat käuflicher Röhren und ziemliche Geschicklichkeit beim Biegen.

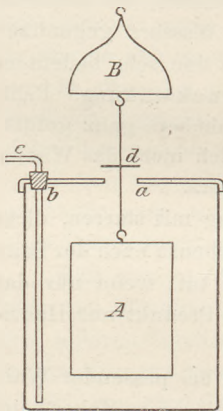
Stahlkugeln sind keine Flüssigkeit, der Luftdruck aber wirkt auf sie in derselben Weise wie auf eine tropfbare und auf eine elastische Flüssigkeit; beim Heber mit Kohlendioxyd wie bei dem mit Stahlkugeln wirkt er allein, und auch beim Heber mit tropfbarer Flüssigkeit ist er das Wesentliche.

Kleine Mitteilungen.

Bestimmung der Dichte von Kohlendioxyd nach dem Archimedischen Prinzip.

Von N. S. Drenteln in St. Petersburg.

Apparat. Ein hohler, luftdicht verlöteter, leichter Blechzylinder *A* (Fig.), von ungefähr 10 cm Höhe und 8 cm Durchmesser (also ca. $\frac{1}{2}$ Liter Volumen) wird mittels eines oben angebrachten Hähchens an die „abgekürzte“ Schale *B* einer Wage angehängt. Der Zylinder befindet sich in einem zylindrischen Glasgefäße (Elementengläse) von solchen Dimensionen,



daß rings um den Blechzylinder ein 2–3 cm breiter Raum nachbleibt. Das Glas hat einen Blechdeckel mit zwei Öffnungen: *a* (ca. 5 mm) zum Durchführen des Aufhängedrahtes, und ganz am Rande eine zweite Öffnung (*b*), die mit einer Dille versehen ist; in diese kommt eine durch ein Stückchen Gummischlauch (Gummipfropfen) eingesetzte rechtwinklig gebogene Glasröhre zu stehen, deren unteres Ende fast bis zum Boden des Gefäßes reicht. Zweckmäßig ist es, an das obere Ende (*c*) ein bewegliches, d. h. durch ein kurzes Stück Gummischlauch befestigtes, Glasröhrchen anzufügen. An dem Aufhängedraht ist ein Querstäbchen *d* angelötet, welches ein zu tiefes Sinken der Schale verhindert. Damit aber andererseits der Zylinder *A* bei den Ausschlägen des Wagebalkens nicht an den Deckel stößt, werden unter die andere Schale einige Holzblöcke gelegt. Das Ganze muß so angeordnet sein, daß die Ausschläge genügend begrenzt werden, sodaß

nämlich der Zeiger beiderseits sich nicht weiter als etwa 5 Skalenteile vom Nullpunkt entfernt. Damit werden etwaige zu kräftige die Beobachtung störende Stöße vermieden.

Man benutze eine Wage, die bei 100 g Belastung 1 Zentrigramm angibt. Durch Beobachtung der Ausschläge kann man an einer solchen Wage meist noch Milligramme annähernd abschätzen.

Beobachtung: Nachdem der Blechzylinder sorgfältig tariert worden, leitet man in das Glas Kohlendioxyd (aus einem Kippschen oder ähnlichen anderen Apparate) und ermittelt durch Auflegen von Gewichtsstücken auf die Schale *B*, um wieviel der „Gewichtsverlust“ des Zylinders in CO_2 größer ist als in Luft. Da das Volum des Zylinders aus seinen Dimensionen berechnet werden kann, und 1 ccm gewöhnlicher atmosphärischer Luft im Mittel 1,2 mg wiegt, so findet man leicht die Dichte des Kohlendioxyds verglichen mit der der Luft. Zwei sorgfältige Versuche ergaben 1,50 und 1,52.

Der Apparat ist für physikalische Schülerübungen bestimmt, kann aber auch für Vorlesungsdemonstrationen dienen, falls man über genügende Zeit (etwa eine halbe Stunde) verfügt¹⁾.

Die Heilsche Thermosäule „Thermotor“.

Von Prof. P. Spies in Posen.

Die auf der Naturforscherversammlung in Cassel von der „Elektrotechnischen Werkstätte“ in Darmstadt ausgestellte Thermosäule ist seit kurzem in den Handel gebracht. Auf Grund einer Anzahl von Versuchen, die ich mit dem Apparat anstellte, kann ich sagen, daß er seine Vorgänger weit übertrifft und endlich die für Laboratorien ohne Zentralanschluß so lange erwünschte Stromquelle zum Laden von Sammlern darstellt.

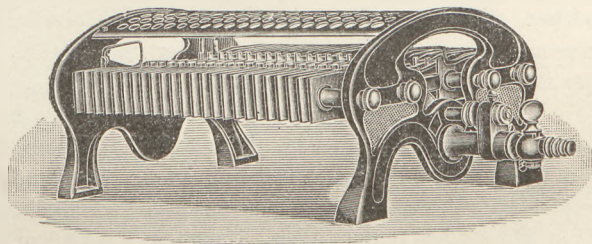
Der Konstruktion des Apparates durch A. HEIL, ging eine umfangreiche Neubestimmung der thermoelektrischen Kräfte von Elementen und Legierungen voraus, aus der sich u. a. ergab, daß die bisher vorliegenden Messungen dieser Größe selbst für die reinen Metalle Anspruch auf unbedingte Zuverlässigkeit nicht machen können. Von den untersuchten Legierungen stehen in der Spannungsreihe am weitesten voneinander ab Konstantan (60 Cu, 40 Ni) und Antimon-Zink; von den Legierungen der letzteren Art ist merkwürdigerweise am wirksamsten eine Mischung im ungefähren Verhältnis der Atomgewichte, nämlich 100 Sb, 57 Zn. Bei einer Temperaturdifferenz der Lötstellen des so gebildeten Thermoelements von etwa 500° beträgt die EMK 0,130 Volt. Sie ist hiernach etwa zweieinviertelmal so groß wie die der Kombination Antimon-Wismut (0,057). Die EMK für das Element Konstantan-Eisen, das in Drahtform zu Temperaturmessungen so bequem anwendbar ist, beträgt nur 0,04 Volt für dieselbe Temperaturdifferenz.

Die mechanische Festigkeit der günstigen Antimon-Zinklegierung ist sehr gering und kaum gleich der des Hutzuckers. Geringe Zusätze von Eisen und Kobalt steigern die Festigkeit bedeutend; die hierbei auftretende geringe Abnahme der EMK wird durch eine gleichzeitige Abnahme des Widerstandes ausgeglichen.

Eine eigentümliche Anordnung ist zum Zwecke einer guten Wärmezufuhr zur Lötstelle getroffen worden. Da Konstantan die Wärme etwa 25 mal, Antimonzink etwa 200 mal schlechter leitet als Kupfer, so findet die Wärmezufuhr durch diese Substanzen hindurch nach der Berührungsfläche nur unvollkommen statt. HEIL verschmilzt deshalb ein Stück silberbelegtes Kupfer mit der Lötstelle der beiden Legierungen, jedoch so, daß es aus der Schmelzstelle ein wenig herausragt. Dieser hervorragende Teil wird von dem Flämmchen des Gasbrenners umspült und leitet die aufgenommene Wärme in das Innere der Lötstelle hinein. Die Kühlung der anderen Lötstellen findet in der auch früher vielfach üblichen Weise durch angesetzte Kupferplatten statt.

Von Interesse ist noch eine Gasregulierung, die die Warm-Enden vor zu starker Erhitzung schützen soll. Es ist nämlich oberhalb der erhitzten Lötstellen ein Eisenstab durch den Apparat geführt. Das eine Ende ist fest gelagert, während das andere, durch die Wärmeausdehnung vorgeschoben, gegen einen Winkelhebel drückt. Der zweite Arm des letzteren legt sich gegen eine Membran, unterhalb deren das Gas seinen Weg nimmt. Dieser Durchgang für das Gas wird demnach selbsttätig mehr oder weniger verengt.

Der „Thermotor“ wird in zwei Größen gebaut. Die Figur stellt die kleinere Ausführungsform dar²⁾, deren EMK 3 Volt beträgt. Der größere Apparat hat die doppelte



¹⁾ *Ann. der Redaktion:* Das oben angegebene Verfahren ist zuerst von E. Lommel in den *Ann. d. Physik N. F.* Bd. 27 (1886) S. 144 unter dem Titel: „Aerostatische Wage zur Bestimmung der spezifischen Gewichte der Gase“ beschrieben worden. Doch wird die erneute Vorführung mit besonderer Hinsicht auf den Unterricht sicher nicht unwillkommen sein.

²⁾ Preis 120 M; der größere Apparat kostet 180 M.

Elementenzahl und darum auch die doppelte EMK. Der innere Widerstand beträgt 0,75 bzw. 1,5 Ohm, sodaß sich bei Kurzschluß für beide Größen ein Strom von 4 Amp. ergibt. Die Überlegenheit des größeren Apparates tritt nur hervor, wenn der äußere Stromkreis Widerstand oder elektromotorische Gegenkraft enthält, also z. B. beim Laden von Stromsammlern. Der kleinere Apparat gestattet nur das Laden einzelner, bzw. parallel geschalteter Zellen und gibt hierbei 1,3 bis 1,5 Amp. (nach obigem $\frac{3-2}{0,75}$ Amp.). Diese Stromstärke ist für Schullaboratorien durchaus hinreichend, zumal das Laden ohne dauernde Aufsicht erfolgen kann. Der Gasverbrauch stellt sich auf etwa 90 (bzw. 180) Liter pro Stunde, sodaß sich eine Zelle von 20 Amp-Stunden Kapazität mit einem Aufwande von höchstens 1,5 cbm Gas laden läßt.

Nicht ohne Interesse ist folgender Versuch. Wenn die Säule kalt ist, schicke man, etwa mit Hilfe einer Sammlerzelle, einen Strom hindurch. Wegen der Peltierwirkung ruft dieser Strom eine Gegenkraft hervor, die seine Stärke bald vermindert und auch nach Abschalten der Zelle einen Strom entgegengesetzter Richtung zu erzeugen vermag.

Für die Praxis.

Chemische Kleinigkeiten. Von Dr. F. Küspert in Nürnberg.

1. Zwei Versuche zum Bunsenbrenner. Bekanntlich ist es unmöglich, den kurzen Bunsenbrenner einer Gasglühlichtlampe, nach Abnahme der Zylinderkrone mit Stifträger, anzuzünden, ohne daß er sofort zurückschlägt. Daß dies nur durch die geringe Länge des Brennerrohres, nicht durch allzu reichliche Luftzufuhr bedingt ist, läßt sich zeigen, indem man einen entsprechend weiten Korkbohrer, der im Satz immer zur Hand sein dürfte, aufsteckt. Es entsteht eine gute Flamme mit blauem kegelförmigen Kern.

Die Beeinflussung der Flammengröße durch die Luftzufuhr kann ebenfalls am Gasglühlicht gezeigt werden. Man hantiert ohne Zylinder und Strumpf, aber mit Zylinderkrone. Die aus dem Drahtnetz herausbrennende unruhige Flamme wird ruckweise größer, wenn man ein Luftloch nach dem anderen mit den Fingern verschließt. Da sich das Spiel bis zur Erzielung der leuchtenden Flamme viermal wiederholt, natürlich auch beim Wegziehen der Finger in umgekehrter Reihenfolge nochmal eintritt, so dürfte der Versuch eindringlicher wirken als der an der Bunsenlampe des Experimentiertisches. Zu dem kommt, daß er an einem Gegenstand ausgeführt wird, der, weil täglich gebraucht, von vorneweg das Interesse der Schüler in höherem Maße weckt.

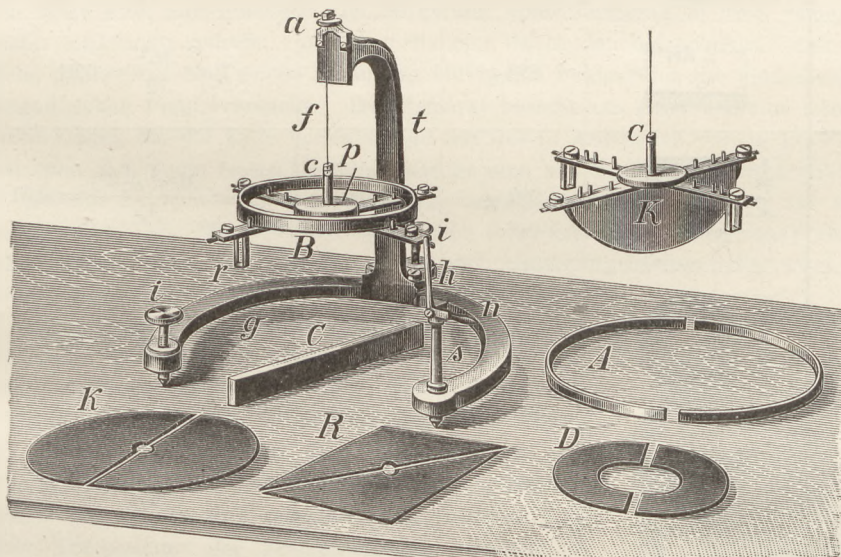
2. Daß die Auflösungs geschwindigkeit bzw. die Reaktionsfähigkeit ein und desselben Stoffes verschieden ist, je nach dem amorphen oder krystallinen Zustand desselben, läßt sich leicht am kohlen sauren Kalzium zeigen. Man benötigt hierzu Kalkwasser, Kalkmehl (feinstgemahlenes Urkalkpulver, wie es aus dem Fichtelgebirge z. B. verfrachtet wird) und ein Fläschchen künstliches Selterwasser. Nachdem die Fällbarkeit des Kalkwassers durch eine Portion Selterwasser und die glatte Wiederauflöslichkeit des Niederschlags bei vermehrtem Zusatz des Fällungsmittels gezeigt ist, wird der Vergleich zwischen dem präzipitierten Kalziumkarbonat und dem krystallinen Stoff, wie folgt, durchgeführt. In ein Spitzglas gießt man zunächst Kalkwasser, füllt dies mit Selterwasser und läßt den Niederschlag absitzen. Mittlerweile bringt man in ein zweites Spitzglas nach dem Augenmaß ebensoviel Kalkspatpulver, als der Bodensatz im ersten ausmacht, und füllt unter Umrühren mit Selterwasser auf. Hernach wird von dem Bodensatz des ersten Glases abgegossen und dieser ebenfalls mit dem kohlen sauren Wasser behandelt. Sofern nicht durch das wiederholte Öffnen der Selterwasserflasche allzuviel Kohlen säure entwichen ist, wird man das verschiedene Verhalten der beiden Karbonatformen an sich schon beobachten können, indem von der amorphen mehr, unter Umständen alles in Lösung geht, während das Volum der krystallinen Form sich nicht merkbar ändert. Ausschlaggebend jedoch für die Menge des Gelösten ist das Verhalten der filtrierten Lösungen beim Kochen, wobei sich herausstellt, daß die vom amorphen Karbonat herrührende ganz bedeutend trüber wird als die andere. Das Selterwasser hat vor dem gasförmigen Kohlendioxyd den Vorzug rascherer Wirksamkeit.

Berichte.

I. Apparate und Versuche.

Apparat zur Lehre vom Trägheitsmomente. Von H. HARTL. Der Apparat besteht aus einem gußeisernen Gestell, an welchem eine aus feinstem Stahl hergestellte Blattfeder f befestigt ist. An dem unteren Ende dieser Feder ist, leicht aushebbar, ein Achsenkreuz angehängt, dessen vier Arme mit verschiedenen Stiften versehen sind, die den aufzulegenden Versuchskörpern als Stützen dienen. Zwei kreisrunde Metallscheiben p sind für gewöhnlich an dem Zylinder c zentral aufgelegt.

Die ganze Vorrichtung bildet ein Torsionspendel. Dieses wird in Schwingungen versetzt, indem man es etwa um 180° oder 360° aus seiner Ruhelage verdreht und in dieser Lage durch den Sperrhebel h , der vor den Endstift i eines Armes des Achsenkreuzes eingestellt wird, zunächst festhält. Ein leiser Schlag auf den wagrechten Arm n des Winkelhebels macht dann das Pendel frei, das nun zu schwingen beginnt. Es ist zweckmäßig, zuerst zu zeigen, daß die Dauer einer Schwingung dieselbe ist, ob das Pendel mit einer halben oder einer ganzen Verdrehung zu schwingen beginnt. Die Schwingungsdauer beträgt 29 Sekunden.






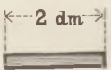
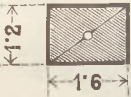

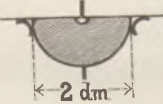
Wenn man nun das Achsenkreuz durch irgend welche Massen belastet, so erhöht sich das Trägheitsmoment, während die bewegende Kraft, die Torsionsspannung der Feder, dieselbe bleibt. Infolge des erhöhten Trägheitsmomentes wird daher die Schwingungsdauer des Pendels größer werden. Als Versuchskörper dienen Ringe und Platten, die diametral durchschnitten sind, damit man sie auf das Achsenkreuz auflegen kann, ohne dieses aus der Aufhängung herausheben zu müssen.

Es wird nun zuerst ein Ring A vom Gewichte 98 g und dem Halbmesser $r = 1$ dm auf das Achsenkreuz gelegt. Die Formel $T = Mr^2$ ergibt, da die Masse $M = 0,098 : 9,8 = 0,01$ und $r = 1$ ist, $T = 0,01$. Der Versuch zeigt eine Schwingungsdauer von 41 Sekunden, also die beträchtliche Verzögerung von 12 Sekunden.

Dieselbe Schwingungsdauer ergibt sich auch bei dem Ringe B (in Fig. 1 auf dem Achsenkreuze liegend). Dieser Ring wiegt 196 g, hat also die Masse $M = 0,02$ und einen Durchmesser $= d\sqrt{2}$ dm, sodaß wieder $Mr^2 = 0,01$ ist.

Genau die gleiche Schwingungsdauer von 41 Sekunden zeigt sich aber auch, wenn irgend ein in der untenstehenden Tabelle angeführter Versuchskörper auf das Achsenkreuz gelegt wird, wodurch experimentell erwiesen ist, daß alle diese Körper dasselbe Trägheitsmoment besitzen wie die Ringe, daß also auch ihr Trägheitsmoment $= 0,01$ ist. Und da die betreffenden, in der fünften Reihe der Tabelle angegebenen Formeln für das Trägheits-

moment ebenfalls den Wert 0,01 ergeben, so ist damit die Richtigkeit dieser Formeln experimentell bestätigt.

No.	Versuchskörper	Gewicht	Masse M	Formel
1		98 g	0,01	$T = Mr^2 = 0,01$
2		196 g	0,02	$T = Mr^2 = 0,01$
3		196 g	0,02	$T = \frac{Mr^2}{2} = 0,01$
4		294 g	0,03	$T = \frac{Ml^2}{12} = 0,01$
5		294 g	0,03	$T = \frac{M(a^2 + b^2)}{12} = 0,01$
6		174,8 g	0,016	$T = \frac{5}{8} Mr^2 = 0,01$
7		392 g	0,04	$T = \frac{Mr^2}{4} = 0,01$

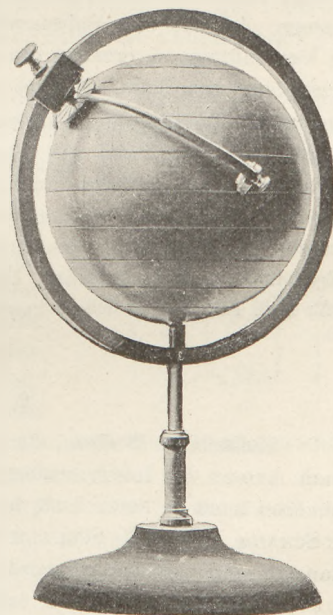
Zu den in dieser Tabelle angegebenen Versuchen sei bemerkt, daß der in Versuch 4 verwendete Stab in die Rähmchen eingelegt wird, die an dem einen Arme des Achsenkreuzes angebracht sind. Hervorgehoben sei der Versuch 7. Hier werden die beiden Hälften einer Kreisscheibe vom Gesamtgewichte 392 g ($M = 0,04$) und dem Halbmesser $r = 1$ mittels zweier an dem zweiten Arme des Achsenkreuzes befindlicher Klemmfedern so angebracht (siehe auch Fig. 1, rechts oben), daß nicht das polare, sondern das äquatoreale Trägheitsmoment auftritt, für welches die Formel $T = \frac{Mr^2}{4}$ gilt. Wir erhalten $T = 0,01$ und demgemäß wieder eine Schwingungsdauer von 41 Sekunden. Legen wir jedoch dieselbe Kreisscheibe wagrecht auf das Achsenkreuz, so kommt jetzt das polare Trägheitsmoment $T = \frac{Mr^2}{2} = 0,02$ zur Geltung, und das Pendel zeigt, dem größeren Trägheitsmomente entsprechend, eine bedeutend größere Verzögerung, die sich in der Schwingungsdauer von 50 Sekunden ausspricht. Umgekehrt wird, wenn wir die Scheibe aus dem Versuche 3 in äquatorealer Lage anbringen, das Trägheitsmoment $T = \frac{Mr^2}{4}$ nur 0,005 betragen, was sich durch die geringere Schwingungsdauer von 35 Sekunden ausdrückt.

Von Wichtigkeit ist noch der Nachweis, daß das Trägheitsmoment um Ma^2 wächst, wenn man von einer Schwerpunktsachse auf eine im Abstände a befindliche parallele Achse

übergeht. Zu dieser Nachweise werden die für gewöhnlich zentral auf das Achsenkreuz aufgelegten beiden Scheiben p benutzt, deren jede 49 g wiegt, also die Masse 0,005 besitzt. In dieser Lage schwingen die beiden Scheiben um ihre Schwerpunktsachse. Wenn man nun die Scheiben aus der Mitte wegnimmt und um die an dem Achsenkreuze im Abstände $a = 1$ dm angebrachten kurzen Bolzen legt, so schwingt jetzt jede derselben um eine im Abstände $a = 1$ von ihrem Schwerpunkte entfernte Parallelachse. Es muß daher das Trägheitsmoment jeder Scheibe nach obigem Satze um $Ma^2 = 0,005$ zugenommen haben, was eine Gesamterhöhung des Trägheitsmomentes um 0,01 ergibt. Daß dies wirklich der Fall ist, zeigt sich daraus, daß das Pendel wieder eine Schwingungsdauer von 41 Sekunden besitzt. Es ist also auch jener wichtige Satz experimentell erwiesen.

Der Apparat wird von der Firma W. J. Rohrbecks Nachfolger in Wien I, Kärntnerstr. für 75 Kronen (64 Mark) geliefert. Vergl. auch die Beiträge zur Experimentalphysik unter Mitteilungen aus Werkstätten, im vor. Heft S. 317. *Wiener Vierteljahrsberichte VIII, Heft 2.*

Demonstration der Drehung der Horizonte verschiedener Breiten infolge der Drehung der Erde. Für diesen Zweck hat der Schulrat Prof. W. SCHMIDT einen Apparat konstruiert und in den *Vierteljahrsber. des Wiener Vereins z. F. d. ph. u. ch. U. VIII, No. 9* beschrieben. Der Apparat zeigt aufs anschaulichste die Zerlegung einer Drehung in zwei andere um zwei zueinander senkrechte Achsen, von denen die eine durch den betrachteten Punkt der Kugeloberfläche geht. (Auf eine solche Zerlegung stützt sich bekanntlich die einfachste Erklärung des Foucaultschen Pendelversuchs.) Der Apparat besteht aus einer um eine lotrechte Achse drehbaren Kugel, die die Erde vorstellt, und auf der in Abständen von je 15° Parallelkreise gezogen sind. An einem festen Meridiankreis ist eine um ihre Scheitellinie drehbare, von 10° zu 10° geteilte Horizontscheibe verschiebbar angebracht, sodaß sie sich auf verschiedene Breiten einstellen läßt. Sie stellt den natürlichen (oder scheinbaren) Horizont eines beliebigen Ortes der Erdoberfläche dar. Von ihr gehen nach entgegengesetzten Seiten zwei Quadranten aus, deren Enden durch eine Feder an die Kugel ange-drückt sind. Diese Enden können sich also nur auf dem größten Kreise bewegen, der senkrecht zu dem durch den Ort gehenden Kugeldurchmesser steht; dieser Kreis stellt den wahren Horizont des Ortes oder vielmehr dessen Schnitt mit der Erdoberfläche dar. Versetzt man die Kugel in Umdrehung um ihre vertikale Achse, so werden die Enden des Quadranten mitgenommen, können aber nur eine Komponente der Drehbewegung, nämlich die längs des angegebenen größten Kreises annehmen. Diese Komponente ist, wie man bei Betrachtung eines Äquatorpunktes leicht erkennt, gleich der Erddrehung ω multipliziert mit dem Sinus der Breite φ . Gelangt das Quadrantenende mit dem Fortschreiten der Drehung in kleinere Parallelkreise, so ist zwar deren Weggeschwindigkeit geringer, dafür verkleinert sich aber der Winkel, den der angegebene größte Kreis mit den Parallelkreisen bildet, und für den höchsten Punkt fällt die Bewegung des Quadranten mit der des entsprechenden Parallelkreises zusammen, dessen Breite das Komplement zu der des Beobachtungsorts ist, sodaß die Weggeschwindigkeit ebenfalls $\omega \sin \varphi$ wird. So läßt sich einsehen, daß bei gleichmäßiger Drehung der Kugel auch die Drehung der Quadranten und somit des Horizontes eine gleichmäßige ist. Ebenso ändert sich das Azimut aller über einem Horizont aufgehenden Sterne um denselben Betrag. Die Azimutänderung der aufgehenden Gestirne, d. h. die wagerechte Drehung des Horizonts, zeigt das Foucaultsche Pendel dadurch an, daß es dieselbe nicht mitmacht. — Der Apparat wird von Lenoir und Forster in Wien IV Waaggasse 5 ausgeführt und für K. 38 geliefert.



P.

Das Saitengalvanometer. Einige Anwendungen des in dieser Zeitschrift (XVII 101) beschriebenen Instruments gibt W. EINTHOVEN in den *Ann. der Physik* 14, 182 (1904). Dasselbe eignet sich besonders gut zur Messung des durch leitend gemachte Luft entstehenden Stromes, was sonst meist mit Hilfe eines Elektrometers ausgeführt wurde. Das Instrument war gleichzeitig mit einem Widerstand von 1 Megohm in den Stromkreis einer Batterie von 60 Volt eingeschaltet; der Kreis war durch eine Luftschicht von 2 cm Dicke zwischen Kondensatorplatten unterbrochen. Brachte man nun pulverförmiges Urantrioxyd zwischen die Platten, so wurde die Luft leitend, und das Galvanometer zeigte einen konstanten Ausschlag von 2,5 mm. Befand sich zwischen den Kondensatorplatten ein Radiumpräparat, so erhielt man bei einer Spannung von 2 Volt einige cm Ausschlag; bei 40 Volt hatte man denselben Erfolg schon, wenn das Präparat 1 m entfernt gehalten wurde. Die in dem ersten Versuch gemessene Stromstärke war $5 \cdot 10^{-11}$ Amp., woraus sich der Widerstand der Luftschicht zwischen den Platten zu $60 \text{ Volt} / 5 \cdot 10^{-11} \text{ Amp.} = 1,2 \cdot 10^{12} \text{ Ohm}$ berechnet. In derselben Weise ließ sich ein Isolationswiderstand bis $6 \cdot 10^{13} \text{ Ohm}$ bestimmen. Auch die durch atmosphärische Elektrizität erzeugten schwachen Ströme ließen sich beobachten, wenn man das eine Ende der Saite mit einer im Freien in die Luft weit hinausgehaltenen Spiritusflamme, das andere mit der Erde in Verbindung brachte.

Außer zur Messung schwacher Ströme eignet sich das Saitengalvanometer auch, um kleine Elektrizitätsmengen und schnelle Schwankungen einer geringen Spannung und eines schwachen Stromes anzuzeigen. Bei schwacher Spannung der Saite ist ihre Anfangsgeschwindigkeit proportional der Stromstärke. Ein Strom von 10^{-9} Amp. braucht nur eine $\frac{1}{200}$ Sek. anzuhalten, um einen Ausschlag von 0,1 mm hervorzurufen; dadurch kann eine Elektrizitätsmenge von $5 \cdot 10^{-12}$ Amperesekunden angezeigt werden. Bei nicht zu stark gespannter Saite ist der Ausschlag für einen schnellen Stromstoß unabhängig von der Spannung der Saite. Die große Empfindlichkeit für eine kleine, schnell hindurchgeleitete Elektrizitätsmenge macht das Saitengalvanometer besonders geeignet, als Ersatz für ein Elektrometer zu dienen. Ist das eine Saitenende mit der Erde, das andere mit einem isolierten Rheostaten in Verbindung, so erzeugt ein geriebener Hartgummistab in der Nähe des Rheostaten einen Ausschlag der Saite. Nähern und Entfernen des Stabes gibt Ausschläge nach entgegengesetzten Richtungen, Aufhören der Bewegung sofortige Rückkehr zum Nullpunkt. Verbindet man die Saite mit einem Telephon, so wird sie durch die durch einen Ton erzeugten Induktionsströme in Schwingungen versetzt und das Saitenbild erscheint als breites Band. Hierbei werden auch Obertöne sichtbar. Ein Mikrophon verstärkt die Wirkung außerordentlich. Der Verf. verspricht sich von dem Saitengalvanometer viel auf dem Gebiet der physiologischen Forschung. Der Aktionsstrom eines Nerven als Folge eines einfachen Reizes läßt sich deutlich sichtbar machen und scharf registrieren. Schk.

2. Forschungen und Ergebnisse.

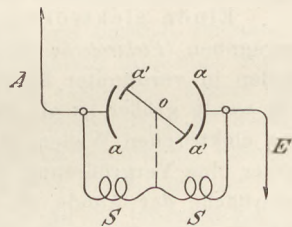
Elektrische Wellen. Zur Demonstration elektrischer Drahtwellen bringt man nach Arons die Lecherschen Drähte in eine Vakuumröhre; nach Coolidge wird das Aufleuchten auch in freier Luft bei sehr dünnen Drähten (von etwa 0,1 mm Dicke) sichtbar. Wie R. SCHAUM und F. A. SCHULZE mitteilen, kann man das Leuchten durch fluoreszierende Substanzen sehr verstärken, sodaß die Erscheinung für ein großes Auditorium sichtbar wird. (*Ann. d. Physik* 13, 422; 1904). Man bringt dazu die durch ein Kapillarrohr geschützten Drähte in eine mit Chininsulfat gefüllte Glasröhre oder legt Pappstreifen, die mit Chininsulfat-Gelatine oder Baryumplatincyannür bestrichen sind, an die Drähte an. Zur Demonstration im Auditorium änderten die Verff. die Blondlot-Lechersche Anordnung so ab, daß die Drähte in einer Vertikalebene lagen. Längere Wellen sind für die Beobachtung geeigneter als kurze. Ein Elektroskop wird in der Nähe eines Bauches schnell entladen, in der Nähe eines Knotens behält es die Ladung. Ebenso ist nur an den Bäuchen erhöhte Kondensation eines Dampfstrahls und Ozonbildung, letztere durch Jodkaliumstärke, nachweisbar. Die Erscheinungen

sind durch Ionisation der Luft durch Spitzenentladung zu erklären; sie sind nur bei dünnen Drähten zu beobachten.

Wie C. GUTTON mitteilt, wirken auch die gewöhnlichen Hertz'schen Wellen auf einen phosphoreszierenden Schwefelcalciumschirm, sodaß dieser als Resonator benutzt werden kann. (*C. R. CXXXVIII 963; 1904*). Die von einem Blondlotschen Erreger erzeugten Wellen wurden durch zwei 9 m lange Drähte zu zwei kleinen Antennen von 4 cm Länge, die in der Brennpunktlinie eines parabolisch-zylindrischen Zinkspiegels lagen, geleitet, von diesem nach einem zweiten gleichen Spiegel reflektiert und in dessen Brennpunktlinie auf einem phosphoreszierenden Schirm konzentriert. Die Distanz der Brennebenen betrug 1 m. Die oszillierenden Funken wurden mit einer Hertz'schen Maschine erzeugt. Oszillator und Spiegel waren in getrennten Zimmern, auch wurde kein Rühmkorff benutzt, da das Geräusch und das variable Magnetfeld auch auf den Schirm wirkt (*d. Ztschr. XVII 164*). Sobald die Wellen erzeugt waren, wurde der Schirm heller. Ein zwischen die Spiegel gebrachtes Drahtgitter brachte die Helligkeit des Schirmes auf ein Minimum, wenn die Drähte parallel, auf ein Maximum, wenn sie senkrecht zu der Richtung der elektrischen Kraft standen. Auch die Reflexion der elektrischen Wellen von einem ebenen Spiegel ließen sich in dieser Weise beobachten. An Stelle des Phosphoreszenzschirms konnte auch ein schwach erleuchteter Streifen matten Glases benutzt werden. — Die Beobachtungen GUTTONS über die Wirkung elektrischer Wellen auf schwach erleuchtete Objekte dürften denselben Bedenken unterliegen wie die analoge Wirkung der Blondlotschen „N-Strahlen“ (*d. Ztschr. XVII 168*).

An Stelle des Fritters benutzte TISSOR das Bolometer als Empfänger elektrischer Wellen (*C. R. CXXXVI 362; CXXXVII 846 (1903)*). Dasselbe bestand in der Hauptsache aus zwei reinen Platindrähten von 20μ Durchmesser, die sich in den Zweigen einer Wheatstonschen Brücke befanden. Die Empfindlichkeit reichte aus, um die thermische Wirkung der Wellen bis zu 40 km Entfernung zu messen. Gegenüber der Kohärerwirkung zeigten sich erhebliche Unterschiede. Die Erscheinungen der Resonanz waren bei Benutzung des Bolometers besonders deutlich zu beobachten. Zur Herstellung der Syntonie bei der Funkentelegraphie dürfte daher das Bolometer geeigneter sein als der Fritter, der hauptsächlich nur auf den Stoß der Wellenfront reagiert.

Diesen Fehler des Fritters teilt ebenfalls nicht ein anderer Empfänger, dessen Prinzip V. KARPEN angibt (*C. R. CXXXVIII 489; 1904*). Zwischen zwei zylindrischen vertikalen Armaturen a (s. Fig.) befindet sich an einem Kokonfaden aufgehängt eine dünne Aluminiumnadel, die aus zwei metallisch verbundenen zylindrischen Teilen a' besteht. Die Entfernung zwischen a und a' betrug 4 mm, der Kokonfaden war 3 cm lang. Die Armaturen sind mit einer Drahtrolle S von passender Selbstinduktion verbunden; T geht zur Erde, A ist eine Antenne. Wird letztere der elektrischen Wellen getroffen, so werden die Enden des Apparats einer wechselnden Potentialdifferenz unterworfen, deren Periode die der Wellen ist. Die Nadel dreht sich dann so um o , daß die Kapazität des Systems vergrößert wird. Hören die Wellen auf, so kehrt die Nadel in ihre Gleichgewichtslage zurück. Die Ablenkungen werden mit Spiegel und Skala beobachtet.



Nach früheren Beobachtungen BRANLYS entsteht ein empfindlicher Fritter durch den Kontakt einer Oxydschicht mit einem Metall (*d. Zeitschr. XV 230*). Dasselbe hatte fast gleichzeitig M. HORNEMANN gefunden, der einen geglühten und wieder abgekühlten Eisenkontakt besonders wirksam fand. Derselbe Verf. untersuchte weiterhin den Einfluß elektrischer Bestrahlung auf einen heißen Oxydkohärer. (*Ann. der Physik 14, 129; 1904*). Als besonders geeignet erwies sich dabei der Kontakt Kupferoxyd-Blei. Auf einem Kupferblech, das durch eine Flamme erhitzt werden konnte, lag das hakenförmige Ende eines Bleistreifens; das Blei wurde mit dem negativen, das Kupfer durch ein Galvanometer mit dem positiven Pol eines Elements von geringer E.M.K. verbunden. Am Blei befand sich ferner ein Fangdraht, am Kupfer eine Erdleitung. Das Kupferblech wurde erhitzt, bis sich eine Oxydschicht

bildete, dann abgekühlt und nun die Bleispitze hinaufgelegt. Bei erneuter Erhitzung des Kupfers geht Strom durch den Kontakt, und die Galvanometernadel zeigt einen Ausschlag von 20–60°. Wird der Kontakt jetzt von elektrischen Wellen getroffen, so geht der Ausschlag durchschnittlich um 8° zurück; beim Aufhören der Bestrahlung erhält er wieder die alte Größe. Der heiße Oxydkohärer wirkt also wie eine Schäfersche Platte als „Antikohärer“, d. h. sein Widerstand nimmt bei Bestrahlung zu (*d. Zeitschr. XV 39*). Das war jedoch nur der Fall bei Einwirkung schwacher Funken. Bei sehr kräftiger elektrischer Bestrahlung wirkte der Fritter wie eine Branlysche Röhre und mußte durch Klopfen entfrittet werden.

Ging der Strom nicht vom Kupfer zum Blei, sondern umgekehrt vom Blei zum Kupfer, so wurde bei elektrischer Bestrahlung eine geringe Zunahme des Nadelausschlages beobachtet. Dieses führt zu der Erklärung der Wirkung des heißen Oxydkohäers. Danach wäre es der vom Kupfer zum Blei gehende Thermostrom, dessen E.M.K. durch elektrische Wellen geschwächt wird. Im ersten Falle, wo Thermostrom und Elementstrom gleichgerichtet sind, wird die Schwächung des Thermostroms einen Rückgang der Nadel, im zweiten Falle, wo beide entgegengerichtet sind, einen größeren Ausschlag bewirken. Die Veränderung des Thermostroms dürfte auch zur Erklärung der Beobachtungen von Guthe (*d. Zeitschr. XV 40*) dienen können.

Einen messenden Detektor für elektrische Wellen beschreibt L. HEATHCOTE WALTER (*Physikalische Ztschr. 5, 269; 1904*). Der Apparat beruht auf der Tatsache, daß, wenn Schwingungen längs eines magnetischen Drahtes verlaufen, der seinerseits unter dem Einfluß eines magnetischen Drehfeldes steht, die Hysteresis außerordentlich wächst. Die Schwingungen erzeugen einen oszillierenden Zirkularmagnetismus, der sich der variablen longitudinalen Magnetisierung superponiert. Eine Spule aus feinem isolierten Stahldraht mit Bifilarwicklung ruht auf Edelsteinzapfen und ist senkrecht zur Ebene der Windungen drehbar; sie ist in Petroleum oder dickeres Mineralöl gebettet. Die Spule befindet sich in einem Drehfeld, dem zu folgen sie durch eine Gegenfeder verhindert wird. Die Beobachtung erfolgt durch einen auf der Spulennachse befestigten Spiegel. Ist das Drehfeld in Tätigkeit, so ist eine stetige Ablenkung vorhanden, und man bringt den Lichtzeiger auf eine Nullstellung der Skala. Treffen elektrische Wellen auf die Spule, so erhält man einen Ausschlag in derselben Richtung; hören die Schwingungen auf, so kehrt die Spule in die Nullstellung zurück. Durch geeignete Proportionen der Spulenteile kann das Instrument jede gewünschte Empfindlichkeit erhalten. Die Ausschläge sind der Intensität der Schwingungen proportional.

Einen elektrolytischen Detektor für elektrische Wellen hat W. SCHLÖMLICH angegeben (*Elektrotechn. Ztschr. 24, 959; 1903*). Eine kleine Zelle mit Platin- oder Goldelektroden in verdünnter Säure wird von einem schwachen Strom durchflossen, dessen E.M.K. nur wenig größer ist als die E.M.K. des Polarisationsstroms der Zelle: wird eine solche Zelle von elektrischen Wellen getroffen, so zeigt ein in den Stromkreis eingeschaltetes Galvanometer eine Vergrößerung des Stromes an. Die Verstärkung ist um so größer, je kleiner die Oberfläche der Anode ist, während es auf Form und Größe der Kathode nicht ankommt. Wie M. REICH in der *Physikal. Ztschr. (5, 338)* mitteilt, läßt sich eine feine Anode in der Weise herstellen, daß man einen dünnen Platindraht in einer Kapillarröhre einschmilzt und ihn dann an einer stark erwärmten Stelle zu großer Feinheit auszieht; das Glasstück wird dann an geeigneter Stelle durchbrochen. FESSENDEN, der fast gleichzeitig mit Schlömilch einen ähnlichen Detektor hergestellt hat, erklärt die Wirkung aus einer durch Erwärmung hervorgerufenen Verringerung des Widerstandes (*El. Ztschr. 24, 589; 1015*). Andere Beobachtungen sprechen gegen diese Annahme. So fand REICH, daß der Strom unter geeigneten Bedingungen leicht bis auf den 10fachen Wert ansteigt, während der Widerstand selbst bei Siedetemperatur der Säure nicht auf den zehnten Teil sinken kann (*Physikal. Ztschr. 5, 338; 1904*). ROTHMUND und LESSING fanden, daß auch bei Benutzung von unterphosphoriger Säure in der Zelle stets eine Stromverstärkung eintritt, während bei Bolometerwirkung, infolge des bei höheren Temperaturen negativen Temperaturkoeffizienten der Leitfähigkeit jener Säure, eine Abnahme des Stromes eintreten müßte (*Ann. d. Physik 15, 193; 1904*). Die Wirkung des

Schlömilchschen Wellendetektors kann daher, wie REICH aus verschiedenen Beobachtungen folgert, nur auf einem Depolarisationsvorgang beruhen. Ein Versuch DIECKMANNs bestätigt diese Ansicht (*Phys. Ztschr.* 5, 529). Bringt man in die empfindliche Zelle unten Kupfersulfatdarüber Kochsalzlösung, so wirkt die Zelle als Kohärer, sobald die feine Elektrode (hier aus Kupfer) sich nur in der Salzlösung befindet; taucht dieselbe aber in die Kupfersulfatlösung, sodaß eine Polarisation nicht eintritt, so sinkt die Stromstärke bei Bestrahlung, die Zelle wirkt als „Antikohärer“.

Aus den sehr eingehenden Untersuchungen von ROTHMUND und LESSING ergab sich, daß bei kleineren Spannungen die Spitze sowohl Anode als Kathode sein kann, wenn auch die Wirkung in letzterem Falle schwächer ist. Die chemische Natur der abgeschiedenen Produkte war nicht ausschlaggebend; die Zelle konnte die verschiedensten Flüssigkeiten enthalten, auch die Elektrode braucht nicht Platin zu sein. Bei gleichen Elektrolyten geht die Empfindlichkeit mit der Leitfähigkeit parallel. Die Wirkung tritt schon bei den geringsten polarisierenden Kräften ein und zwar ist es nicht nur eine Vermehrung der Stromstärke, sondern auch eine Verminderung der Spannung. Auch gewöhnliche Elemente, deren eine Elektrode aus einer feinen Spitze besteht, zeigen bei Reizung durch elektrische Wellen eine Verstärkung des Stromes und gleichzeitige Erhöhung der Spannung.

Zur genaueren Erklärung der Erscheinung dient ein Versuch von REICH. Derselbe ließ eine nicht oszillatorische Entladung eines Kondensators auf die Zelle einwirken und fand den Galvanometerauschlag nur klein, wenn die Entladung in der Stromrichtung der Zelle, dagegen groß, wenn sie in umgekehrter Richtung erfolgte. Hier tritt gewissermaßen nur eine halbe Welle in Aktion. Trifft eine ganze Welle die Spitze, so wird, wie ROTHMUND und LESSING ausführen, die anodische Komponente die Zelle leicht passieren und einen Teil des an der Elektrode angesammelten Wasserstoffs oxydieren und so eine Depolarisation bewirken, die kathodische Komponente dagegen wird bei Erhöhung der vorhandenen Polarisation gar nicht oder nur zum Teil durchgehen. Die Zelle verhält sich hiernach den Wellen gegenüber wie eine Zelle mit Aluminiumelektrode gegen Wechselstrom, der so nach Grätz in Gleichstrom umgewandelt werden kann.

Versuche über elektrische Doppelbrechung, welche namentlich von Righi, Mack und Bose angestellt wurden (vgl. d. Ztschr. X 149 und XII 98), hat F. BRAUN von einem anderen Gesichtspunkte aus wiederholt (*Phys. Ztschr.* 5, 199; 1904). Er sagte sich, daß eine Doppelbrechung auftreten müsse, wenn in einem Dielektrikum Teilchen eines anderen Dielektrikums von anderer (etwa größerer) Dielektrizitätskonstante und von nach verschiedenen Richtungen verschiedener Ausdehnung gleichmäßig verteilt und parallel zueinander orientiert sich befinden. Beide Dielektrika sind isotrop und ihr Gemisch muß sich den in Betracht kommenden Wellen gegenüber wie ein homogener Körper verhalten. Denkt man sich die Teilchen des zweiten Dielektrikums als rechtwinklige Parallelepipeda, so werden diese in einem homogenen elektrischen Felde drei bevorzugte Einstellungsrichtungen erhalten, je nachdem eine der drei Kanten den Kraftlinien parallel ist. Es gibt dann auch drei verschiedene Dielektrizitätskonstanten des Systems, die größte dann, wenn die längsten Kanten den Kraftlinien parallel sind, das System also die stabilste Lage hat. Zur Herstellung eines solchen Systems benutzte BRAUN ein Gitter aus feuerfesten luftgetrockneten Backsteinen ($6 \times 12 \times 24$ cm). Das Gitter war 1,1 m im Quadrat und bestand aus 11 Gitterstäben von 6 cm Breite, getrennt durch ebenso breite Luftschlitze. Die Wellen wurden nach Righischer Art in einem zylindrischen Hohlspiegel erzeugt und in einem ebensolchen vom Resonator aufgefangen. Für die halbe Wellenlänge von 34 cm verhielt sich das Backsteingitter wie eine homogene doppeltbrechende Masse. Besonders deutlich zeigte sich das, wenn man mehrere Gitter hintereinander setzte. Befand sich der Oszillator unter 45° gegen die Vertikale (erster Quadrant), so verließen die Schwingungen das Gitter von $2\frac{1}{2}$ Backsteindicken nahezu zirkular; bei drei Backsteindicken war die große Achse der Schwingungsellipse im zweiten Quadranten. Bei 6 Gittern war die austretende Schwingung noch im zweiten Quadranten, bei 8 bis 9 Gittern war sie wieder zirkular, bei 10 Gittern war sie

wieder in den ersten Quadranten zurückgedreht. Die Differenz der Brechungsexponenten beider Wellen ist etwa 0,22, größer als die Differenzen des ordinären und extraordinären Strahls für Licht im Kalkspat (0,17). Dementsprechend verschieden waren auch die Dielektrizitätskonstanten für Luft allein und für die Backsteingitter. Die BRAUNschen Ergebnisse berühren sich sowohl mit den oben angeführten Versuchen über elektrische als auch mit den Majorana-Schmausschen Versuchen über magnetische Doppelbrechung. Indes betreffen die ersteren keine isotropen Medien; bei den letzteren ist ebenfalls nicht nachgewiesen, ob die suspendierten Teilchen nicht selbst schon doppelbrechend sind. BRAUN glaubt dagegen den Nachweis geführt zu haben, daß man aus isotropen dielektrischen Mitteln ein Mittel herstellen kann, das die Eigenschaften der Doppelbrechung zeigt.

Schk.

Untersuchungen mit flüssiger Luft. Eine indirekte Methode zur Bestimmung der Temperatur flüssiger Luft beschreiben U. BEHN und F. KIEBITZ (*Ann. d. Physik* 12, 421; 1903.) Da das spezifische Gewicht einer Mischung von flüssigem Stickstoff und Sauerstoff von 0,791 bis 1,131 variiert, während die Temperatur sich nur um $13,3^{\circ}$ (von $-195,7^{\circ}$ bis $-182,4^{\circ}$) ändert, so kann man die Temperatur durch Messung des spez. Gewichts flüssiger Luft bestimmen. Hierzu benutzen die Verf. einen Satz von Glasschwimmern, deren spezifisches Gewicht vorher in Wasser-Alkoholmischungen von bekannter Dichte bestimmt war. Die leichteren Schwimmer wurden nun in ein mit frischer flüssiger Luft gefülltes Vakuumgefäß hineingeworfen und sanken zunächst zu Boden. Nahm beim Verdampfen des Stickstoffs das spezifische Gewicht der Flüssigkeit zu, so kamen sie nacheinander in die Höhe. Dann wurde jedesmal eine Probe der Flüssigkeit auf ihren Sauerstoffgehalt untersucht und hieraus auf Grund der von Baij angegebenen Werte über die Änderung der Temperatur mit dem Sauerstoffgehalt der flüssigen Luft die betreffende Temperatur ermittelt.

Zur Erzeugung hoher Vakua für die chemische Destillation fällte E. ERDMANN den Destillationskolben mit Kohlendioxyd und brachte ein damit verbundenes kleines Kölbchen in ein mit flüssiger Luft gefülltes Weinholdsches Gefäß. (*Berl. Chem. Ber.* 1903, S. 3456). Das Kohlendioxyd kondensiert sich in dem Kölbchen sehr schnell, und der Destillationskolben ist in kurzer Zeit evakuiert. Das Kohlendioxyd wurde im Kippschen Apparat durch Marmor und Salzsäure hergestellt und durch Schwefelsäure und Chlorcalcium getrocknet. Außer mit dem Kohlensäureentwicklungsapparat war der Destillationskolben noch mit einer Wasserstrahlpumpe in Verbindung, durch die der Druck bis auf etwa 20 mm herabgebracht wurde; beim Eintauchen des Kölbchens in flüssige Luft sank der Druck in einer Minute bis auf 0,2 bis 0,3 mm. Das Einleiten des Kohlendioxyds und die Evakuierung wurde mehrmals wiederholt. Der niedrigste Druck, den der Verf. so erhielt, betrug 0,026 mm. Das Kühlgefäß, das nötig war, um das in dem Gesamtraum von 1,3 l. verteilte Gas zu kondensieren, hatte nur 10 ccm Inhalt. Hat man den gewünschten niederen Druck erreicht, so kann man ruhig destillieren, ohne daß sich der Druck ändert. Bei Vermeidung aller Kautschukverbindungen ließ sich in derselben Weise leicht ein Kathodenlichtvakuum herstellen.

Weitere Versuche, die E. ERDMANN in Verbindung mit F. BEDFORD anstellte, führten zu einem Verfahren, um chemisch reinen flüssigen Sauerstoff herzustellen (*a. a. O.* Jg. 1904, S. 1184). Durch Fraktionieren flüssiger Luft gelang das nicht, ebenso nicht mit dem aus chlorsaurem Kali entwickelten Sauerstoff. Dagegen erwies sich der aus Kaliumbichromat und Wasserstoffsperoxydlösung hergestellte Sauerstoff als sehr geeignet. Im Kippschen Apparat wurden Krystalle von Kaliumbichromat mit einer Mischung von alkoholfreier Wasserstoffsperoxydlösung und Schwefelsäure übergossen; Bedingung für reine Sauerstoffdarstellung ist, daß der Apparat vollkommen luftdicht schließt und daß jede Spur von Luft aus ihm verdrängt wird. Ein mit dem ersten verbundener zweiter Kippscher Apparat diente dazu, um den ersten ohne Luftzutritt neu füllen zu können. Der entwickelte Sauerstoff wurde in Schwefelsäure und Phosphorsäureanhydrid getrocknet und in einen Kolben geleitet, der sich in einem mit flüssiger Luft gefüllten Gefäß befand und mit einer Wasserstrahlpumpe und einem Barometerrohr verbunden war. Die Analyse ergab, daß der in dieser Weise hergestellte Sauerstoff bis 99,9 Prozent davon enthält, während durch Fraktionierung

flüssiger Luft höchstens 96,1 Prozent erhalten wurden. Der Siedepunkt betrug — 181,8°, die Dampftension betrug bei — 192,5° 231 mm.

Als Grund, warum die Luft so sorgfältig abgehalten werden mußte, erwies sich der Umstand, daß flüssiger Sauerstoff unterhalb seines Siedepunktes ein sehr energisches Absorptionsmittel für Stickstoff ist. Ein in den Sauerstoff geleiteter Stickstoffstrom wurde so lange aufgenommen, bis der Sauerstoff damit gesättigt war. Genauere Bestimmungen ergaben, daß der flüssige Sauerstoff bei — 191,5° nach vollständiger Sättigung das 458fache seines Volumens oder 50,7 Prozent seines Gewichtes an Stickstoff aufgelöst hatte. Mit der Stickstoffaufnahme sank der Siedepunkt des flüssigen Sauerstoffs bis auf — 188,8°, blieb aber immer höher als die Temperatur des Kühlbades (— 191,5°). Auch siedender Sauerstoff nahm noch erhebliche Mengen Stickstoff auf.

Die Löslichkeit des Stickstoffs in flüssigem Sauerstoff hat nach E. ERDMANN einen erheblichen Einfluß auf die Zusammensetzung und Temperatur der „flüssigen Luft“ (S. 1193). Diese erwies sich als viel stickstoffreicher, wenn sie noch 5—10 Minuten im Hampsonschen Apparat blieb, als wenn sie ständig abfloß. Die Temperatur der flüssigen Luft schwankte zwischen — 194,5° und — 191°, der Sauerstoffgehalt zwischen 28 und 57 Proz. Reines Sauerstoffgas würde sich bei Atmosphärendruck bei — 182° zu verflüssigen beginnen, da dann die Tension dem Atmosphärendruck gleich ist. Ein Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff verflüssigt sich erst, wenn die Tension des flüssigen Sauerstoffs niedriger wird als der Partialdruck des Sauerstoffgases in der Mischung. Der Verflüssigungspunkt wurde in einer solchen Mischung zu — 189,3° bestimmt (berechnet — 188,35°). Das Analoge gilt für Luft, deren Sauerstoff sich erst bei — 195,5° verflüssigen kann. Daher verflüssigt sich Luft nicht, wenn sie durch einen auf — 193° abgekühlten Kolben geleitet wird. Das geschieht sofort, wenn der Kolben flüssigen Sauerstoff enthält, der den Stickstoff absorbiert und dadurch den Partialdruck des Sauerstoffs erhöht. Die niedrigste vom Verf. gemessene Temperatur der flüssigen Luft betrug — 194,5°.

Schk.

Die dielektrische Kohäsion der Gase. Von E. BOUTY (*C. R. CXXXVI 1646, CXXXVII 741 [1903]; CXXXVIII 616 u. 1691 [1904]*). Der kritische Wert des elektrischen Feldes, unterhalb dessen ein Gas zwischen zwei Kondensatorplatten isolierend, oberhalb dessen es leitend ist (*diese Zeitschr. XIV 238*), wurde von BOUTY auch bei verschiedenen Temperaturen bestimmt. Der Kondensator und der mit verdünntem Gase gefüllte Ballon befanden sich in einem elektrisch erwärmten Bade, worin Temperaturen bis 190° erzeugt wurden; für tiefe Temperaturen wurde der Raum mit den Apparaten durch flüssige Luft bis auf — 100° abgekühlt. Die Masse des Gases in dem Ballon war während der Versuche konstant. Die Messungen wurden ausgeführt mit Luft, Wasserstoff, Kohlensäure, Argon und verschiedenen Gasgemischen. Es zeigte sich, daß die dielektrische Kohäsion eines Gases bei konstantem Volumen zwischen — 100° und + 200° sich nicht um $\frac{1}{100}$ ihres Wertes ändert. Diese Unveränderlichkeit der dielektrischen Kohäsion mit der Temperatur entspricht der gleichen Unveränderlichkeit des Brechungsexponenten bei konstantem Volumen. Nimmt man hierzu noch die mit dem Brechungsexponenten durch die bekannte Beziehung verknüpfte Dielektrizitätskonstante, so dürfte damit die Zahl der physikalischen Gaskonstanten, die bei unverändertem Volumen von der Temperatur unabhängig sind, erschöpft sein. In der Ionentheorie nimmt man an, daß die disruptive Entladung beginnt, sobald die positiven Ionen in dem Felde eine Geschwindigkeit erhalten, die ausreicht, um die neutralen Moleküle zu ionisieren. Bei konstantem Volumen sind die mittlere Weglänge der Ionen und ihre unter der Wirkung eines konstanten Feldes erhaltene Geschwindigkeit unveränderlich. Aus den Versuchen würde hiernach hervorgehen, daß die geringste lebendige Kraft, die ein Ion zur Ionisierung eines neutralen Moleküls braucht, unabhängig ist von der Temperatur.

Weiterhin untersuchte BOUTY die dielektrische Kohäsion des Argons und seiner Gemische. Dem Verf. war dazu von Moissan mehr als ein Liter Argon zur Verfügung gestellt worden. Die dielektrische Kohäsion ist auffallend klein, sogar viel kleiner als die des Wasserstoffs. Dagegen bewirken die geringsten Spuren eines fremden Gases

eine merkliche Zunahme der Kohäsion, eine größere als sie aus dem Mischungsgesetz sich ergeben würde. Man erhält dadurch für die Reinheit des Argons eine Kontrolle, die an Empfindlichkeit mit der Spektralanalyse zu vergleichen ist. Die dielektrische Kohäsion der reinsten vom Verf. untersuchten Argonprobe war zwischen Drucken von 16 und 32 cm Hg 6,8 mal geringer als die des Wasserstoffs und 14 mal geringer als die der Luft. Die Abhängigkeit des kritischen Feldes vom Druck war in jenem Intervall eine andere als oberhalb oder unterhalb jener Drucke; bei 16 cm Druck scheint eine Diskontinuität vorhanden zu sein, die mit dem Auftreten der roten Linien im Spektrum des Argons unterhalb 16 cm Druck zusammenhängen dürfte. Die stille Entladung ist in reinem Argon anders gefärbt, als wenn nur einige Tausendstel Kohlensäure zugesetzt sind; gleichzeitig werden die blauen und violetten Argonlinien schwächer, und Kohlensäurebanden erscheinen. Je mehr die dielektrische Kohäsion zunimmt, umso mehr ändert sich das Spektrum. Alle anderen mit Argon gemischten Gase zeigten ähnliche Erscheinungen. Der geringe Widerstand, den Argon, ein einatomiges Gas, der stillen elektrischen Entladung entgegensetzt, und das rasche Anwachsen dieses Widerstandes bei den geringsten Spuren von Verunreinigungen sind neue, für die Ionentheorie sehr beachtenswerte Tatsachen. Zur Erklärung derselben müßten die Untersuchungen auch auf andere einatomige Gase ausgedehnt werden.

Am nächsten liegt hier die Untersuchung des gesättigten Quecksilberdampfes, die der Verf. ebenfalls vorgenommen hat. Um jede Spur der Leitfähigkeit des Ballons auszuschließen, wurde statt des Glases ein von Heraeus in Hanau bezogener Quarzballon von 250 ccm Inhalt benutzt. Die dielektrische Kohäsion des Quecksilberdampfes war 354, d. h. nur 0,85 von der der Luft. Berücksichtigt man die große Dichte des Quecksilberdampfes, so ist die dielektrische Kohäsion bemerkenswert klein, was eine erste Annäherung zwischen Quecksilber und Argon darstellt. Die stillen Entladungen waren in reinem Quecksilberdampf glänzend hell; wurde eine geringe Menge Kohlensäure oder Wasserstoff zugefügt, so wurde das Licht blau und viel weniger lebhaft. Die dielektrische Kohäsion der Gemische war merklich höher, als sie nach der Regel der Mittel berechnet wurde, doch war die Abweichung weniger bedeutend als bei den Argongemischen. Bei einer Mischung von Argon mit Quecksilberdampf verhielt sich dieser wie ein mehratomiges Gas, und die dielektrische Kohäsion war enorm viel größer, als sie nach der Regel der Mittel berechnet wurde. *Schk.*

Eigentümliche Strahlungserscheinungen. Viele Substanzen erhalten, wie J. BLAAS und P. CZERMAK angeben, bei kräftiger Besonnung an ihrer Oberfläche die Eigenschaft, photographische Platten zu schwärzen (*Phys. Ztschr.* 5, 36; 1904). Die Erscheinung zeigt Papier, namentlich braungelbes Packpapier; schreibt man darauf vor der Besonnung mit Tinte, so erscheinen auf der photographischen Platte die hellen Schriftzüge auf dunklem Grunde. Ähnliches zeigen Holz, Stroh, Schellack, Leder, Seide, Baumwolle, nicht dagegen Glas und Metalle (außer Zink). Je länger die Besonnung, um so stärker ist die Wirkung; blaue und violette Gläser lassen die erregende Wirkung der Sonnenstrahlen besser durch als andersfarbige. Der Verf. nennt die Wirkung „photechisch“, Licht zurückhaltend. Die Erregung geht durch Papier und Holz hindurch, sodaß auch die Rückseite photechisch wird; starke Erwärmung vernichtet sie. Blankes oder amalgamiertes Zink besitzt die photechische Eigenschaft sehr stark, besonders, wenn es mit einer dünnen Glycerinschicht bedeckt und mit einem Pulver, am besten Ruß, überzogen wird. Von den photechischen Stoffen geht eine diffuse Strahlung aus, die dem blauen Spektralgebiet angehört und an spiegelnden Flächen reflektiert wird. Wie Versuche mit Jodkaliumstärkepapier zeigten, ist die Wirkung an die Okklusion von Ozon an der Oberfläche der Präparate gebunden. Damit stehen im Einklang die Versuche von Richarz und Schenck über Lumineszenzerscheinungen durch Ozon (*d. Ztschr.* XVII 236). Eine solche konnte hier zwar nicht nachgewiesen werden, ist aber vielleicht nur zu schwach.

Auch bei der von Grätz genauer untersuchten Strahlung des Wasserstoffsuperoxyds (*d. Ztschr.* XVI 164) spielt nach O. STÖCKERTS Meinung das dabei vorhandene Ozon eine wesentliche Rolle (*Natw. Rdsch.* 1904, S. 358). Allerdings ist auch ein Unterschied insofern vorhanden, als Ozon die Luft leitend macht, was bei Wasserstoffsuperoxyd nicht beobachtet

wurde. STÖCKERT suchte durch Eindampfen des Wasserstoffsuperoxyds den wirksamen Stoff zu isolieren und erhielt einen harzigen aktiven Rückstand. Der harzige Bestandteil wurde auf die Herstellung des Wasserstoffsuperoxyds in hölzernen Bottichen zurückgeführt; harzfreies Wasserstoffsuperoxyd war ebenfalls aktiv, gab aber als Rückstand ein gänzlich unwirksames weißes Pulver. Sobald aber dem Wasserstoffsuperoxyd künstlich Harz zugeführt wurde, war der Rückstand wieder wirksam. Schließlich stellte sich heraus, daß harzhaltiges Kiefernholz durch Bestrahlung mit Wasserstoffsuperoxyd aktiv gemacht werden konnte und auf einer photographischen Platte ein gutes Bild aller in ihm enthaltenen Harzadern erzeugte. Von dem Wasserstoffsuperoxyd scheint hiernach außer der Strahlung noch eine Emanation auszugehen, die alle von ihr getroffenen Körper, z. B. auch die Behälter, in denen die Aufnahmen erfolgten, photographisch wirksam macht. Inwieweit alle diese Wirkungen mit einer Ozonbildung zusammenhängen, werden weitere Versuche lehren müssen. *Schk.*

Magnetokathodenstrahlen. Außer den gewöhnlichen Kathodenstrahlen, die sich im Magnetfelde um das Feld wenden, hat BROCA eine zweite Art von Strahlen beobachtet, die den Kraftlinien folgen (*C. R. CXXVI. 736 und 823*). Wenn man eine breite zylindrische Vakuumröhre schräg in ein gleichförmiges oder konvergentes Feld bringt, so sieht man gleichzeitig das den Kraftlinien folgende Bündel und auf der Wand die fluoreszierende Spur der in Schneckenwindungen verlaufenden gewöhnlichen Strahlen. Nach VILLARD beobachtet man die Strahlen am besten in reinem Sauerstoff, den sie glänzend gelb erleuchten (*C. R. CXXVIII, 1408; 1904*). Man unterscheidet dann sehr scharf das gewundene und das den Kraftlinien folgende Bündel. Diese letzteren Strahlen, die der Verf. nach der Art ihrer Bildung **Magnetokathodenstrahlen** nennt, entstehen — unter sonst gleichen Bedingungen — bei einer geringeren Potentialdifferenz als die gewöhnlichen Kathodenstrahlen; ihr Erscheinen bestimmt einen Spannungssturz an den Elektroden und infolgedessen eine merkliche Schwächung, ja sogar vollständige Unterdrückung der eigentlichen Kathodenstrahlen. Die Haupteigenschaften beider Strahlenarten sind wesentlich verschieden. Die Magnetokathodenstrahlen werden durch das Feld nicht nur gerichtet, sondern auch bewegt. Wenn man die Emission einengt, indem man neben die Kathode ein Diaphragma mit kleiner Öffnung bringt, so kann man bei genügend starkem Felde eine Emission durch diese Öffnung hindurch erhalten; selbst die Fluoreszenz auf dem Glase und besonders die Lumineszenz des von den Strahlen durchlaufenen Gases verstärken sich mit der Intensität des Feldes. Durch besondere Versuche wurde festgestellt, daß die Magnetokathodenstrahlen keine elektrische Ladung besitzen. Dazu eignete sich die Methode des Faradayschen Zylinders, in den man durch einen Magneten zuerst die gewöhnlichen Strahlen, dann durch Richten der Röhre die Magnetokathodenstrahlen hineinleitet. Im ersten Falle beobachtet man eine augenblickliche Divergenz der Goldblättchen, die mehreren Hundert Volt entspricht; dagegen ist die Divergenz absolut Null beim Hineinleiten der Magnetokathodenstrahlen. Bringt man ein dünnes Bündel Magnetokathodenstrahlen in ein elektrisches Feld, so beobachtet man im Gegensatz zu den gewöhnlichen Strahlen eine Ablenkung senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien. Der Sinn der Ablenkung ändert sich mit dem des elektrischen oder magnetischen Feldes: geht die Richtung des letzteren von rechts nach links, so sieht ein Beobachter, der in der elektrischen Krafrichtung hinunterblickt, die Strahlen sich im Sinne des Uhrzeigers drehen. Die Größe der elektrischen Abweichung ist umso größer, je schwächer das erzeugende Magnetfeld ist; das ist ganz analog dem, was für die magnetische Ablenkung der gewöhnlichen Kathodenstrahlen gilt. So sind die Eigenschaften der Magnetokathodenstrahlen umgekehrt wie die der gewöhnlichen: das elektrische Feld wirkt auf die ersteren wie das magnetische Feld auf die letzteren und umgekehrt. *Schk.*

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Die Relativität aller Bewegung und das Trägheitsgesetz. In den *Annalen d. Naturphilosophie III 381* macht H. KLEINPETER einige Bemerkungen zu dem viel erörterten Gegen-

stand, auf die wir eingehen, namentlich weil auch das Verhältnis des kopernikanischen zum ptolemäischen Weltsystem zur Sprache kommt. Gemäß seinen früheren Veröffentlichungen (insbesondere „zur Formulierung des Trägheitsgesetzes“ im *Archiv f. system. Phil.* VI 461; 1900) stellt sich der Verfasser auf den Standpunkt gänzlicher Ablehnung einer absoluten Bewegung. Mit den zu Gunsten der letzteren aufgestellten Argumenten Höflers (in den Studien z. gegenw. Phil. d. Mechanik, 1900) macht er es sich aber allzu bequem, wenn er den von Höfler betonten Unterschied zwischen „denkbar“ und „erkennbar“ als „gegenstandslos“ bezeichnet und die Behauptung aufstellt, die Bewegung sei, weil nur in relativem Sinn „definierbar“, auch nur als relative „denkbar“; denn „definierbar“ und „denkbar“ sind nicht identische Begriffe. Über die Relativität der rotatorischen im Vergleich mit der der translatorischen Bewegung sagt der Verfasser, daß die Analogie zwischen beiden nicht so groß sei, als es auf den ersten Anblick hin vermutet werden könnte. Dies komme daher, daß als Substrat der letzteren ein bloßer Punkt betrachtet werden könne, während einer Drehung nur ein Punktsystem fähig sei. Betrachte man von einem dritten Ort aus die Bewegung zweier Punkte gegeneinander, so werde es unter Umständen möglich sein, von der Bewegung beider Punkte gegen den Standort des Beobachters abzusehen und der Beobachter werde tatsächlich nur die relative Bewegung beider Punkte wahrnehmen, wobei es ganz gleichgültig sei, auf welchen dieser Punkte die Bewegung bezogen werde. Anders bei der rotierenden Bewegung. Für einen außerhalb stehenden Beobachter sei die Sachlage durchaus nicht die gleiche, je nachdem ob sich der Körper, etwa ein Kreisel, gegen die Umgebung dreht, oder aber die Umgebung gegen den Kreisel. „Denn jetzt wird man sagen müssen, daß im Falle der Drehung des Kreisels die einzelnen Punkte desselben relative Bewegungen gegeneinander haben [?], die Punkte der Umgebung aber nicht; im Falle der Drehung der Umgebung dagegen bewegen sich die Punkte derselben gegeneinander, nicht aber die Punkte des Kreisels.“ Es sei daher nicht zu erwarten, daß ein Kreisel im leeren Raum aus Mangel eines Bezugskörpers seine Eigenschaften verlieren oder eine Ölkugel in einem sich drehenden Medium eine Abplattung erfahren würde (wie man auf Grund einer Bemerkung Machs schließen zu müssen geglaubt hat). Indessen erscheint es bei diesen Betrachtungen des Verfassers doch inkonsequent, daß er außer dem rotierenden Körper noch das Auge des Beobachters, also einen Bezugskörper, zu Hilfe nimmt. Wir erkennen in diesen Versuchen nur das vergebliche Bemühen des Relativismus, sich aus seinen selbstgesponnenen Netzen zu befreien. —

Was das Trägheitsgesetz betrifft, so stellt der Verfasser als dessen eigentlichen Sinn „die Möglichkeit hin, ein Koordinatensystem so zu definieren, daß in Bezug auf dasselbe das Trägheitsgesetz von allen Körpern gilt, ausgenommen jene, wo die Abweichung durch Annahme von Kräften zu erklären möglich ist“. Der Sinn des Foucaultschen Pendelversuchs sei dann einfach der, . . . „daß in Bezug auf ein mit der Erde mitrotierendes Koordinatensystem das Trägheitsgesetz nicht besteht, wohl aber in Bezug auf ein im Vergleich zum Sternhimmel feststehendes gültig bleibt.“ Eine ähnliche Auffassung vertritt der Verfasser in Bezug auf das kopernikanische System: „Am besten — und auch für unterrichtliche Zwecke am geeignetsten — gibt man die Bedeutung des kopernikanischen Systems so an: Von der Erde aus gesehen, beschreiben Sonne und Planeten die bekannten, bez. näher anzugebenden komplizierten Bahnen; ein Beobachter außerhalb des Sonnensystems, etwa auf einer Fixsternwarte, sieht Erde und Planeten in Ellipsen um die Sonne kreisen. Dies erkannt zu haben, bildet das Verdienst von Kopernikus (bez. Kepler).“ Vortrefflich. Nur dürfte der Verfasser dann nicht kurz zuvor behaupten: „Heute ist das kopernikanische System das bei weitem einfachere; einen andern Vorzug hat es aber nicht.“ Denn es ist unzweifelhaft ein Vorzug des kopernikanischen Systems, daß es ein Koordinatensystem zu Grunde legt, das von den Vorgängen und den Kräften innerhalb des Sonnensystems nicht beeinflusst wird. Mit der Geltendmachung dieses Vorzuges — wenn er ihn auch noch nicht als Vorzug anerkennt — nähert sich der Verfasser bereits dem Standpunkt derer, die in dem kopernikanischen System nicht bloß eine praktisch zweckmäßige Transformation, sondern

auch einen Erkenntnisfortschritt erblicken. Er gesteht überdies zu, daß heut ein Festhalten an dem ptolemäischen System eine neue Physik erfordern würde, da die Tatsachen der Aberration und der Fixsternparallaxen mit ihm und den sonstigen Gesetzen der Physik [soll wohl heißen: und die sonstigen Gesetze der Physik mit ihm] nicht verträglich seien. P.

4. Unterricht und Methode.

Naturwissenschaftlicher Unterricht und philosophische Propädeutik. Die Frage der philosophischen Propädeutik ist im Jahre 1903 in drei Direktoren-Versammlungen Gegenstand der Besprechung gewesen, und zwar in den Provinzen Sachsen, Rheinprovinz und Pommern (*Verhandlungen der Direktoren-Versammlungen in den Provinzen des Königreichs Preußen, Bd. 65—67*). In allen dreien ist der Naturwissenschaft, insbesondere der Physik, ein beträchtlicher Anteil an der Aufgabe der Schule, in die Philosophie einzuführen, zuerkannt worden. Im besonderen wird in den Verhandlungen von Sachsen anerkannt, daß für die psychologische Unterweisung „die Physik und physiologische Vorarbeiten“ fruchtbar gemacht werden könnten; auch sei der Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften, sofern er philosophisch gebildet sei, nicht weniger geeignet zur Erteilung des philosophischen Unterrichts als der Lehrer des Deutschen. Noch umfassender wird in den Verhandlungen der Rheinprovinz die Bedeutung der Naturwissenschaft für die philosophische Vorbildung dahin formuliert, daß sie 1. die Bedingungen und Methoden der fortschreitenden Erkenntnis wie auch die Grenzen des Naturerkennens zum Bewußtsein bringt und 2. die physiologischen Grundlagen der Psychologie liefert. Der Korreferent, Direktor Schwertzell (Solingen), sagt u. a.: „Seitdem die Naturwissenschaft das Apriori in ihren Prinzipien und Methoden, die idealistische Natur ihrer letzten Grundbegriffe (Atom, Energie, Materie) anerkennt und keinen Schritt tut, ohne die Gültigkeit und Begrenzung ihrer Erkenntnisse zu prüfen, seit durch naturwissenschaftlich gebildete Philosophen (F. A. Lange) und „philosophisch gerichtete“ Naturforscher (Liebig, Helmholtz, Du Bois-Reymond, Mach, Hertz) die erkenntniskritische Besinnung zu ihrem Recht gekommen ist: seitdem hat die Naturwissenschaft aufgehört, reine Empirie zu sein, und ist eine echte „Geisteswissenschaft“ geworden, ja nach den Bemühungen praktischer Schulmänner . . . darf sie — ein verheißungsvolles Zeichen für den Schulfrieden — die Anerkennung ihres wahrhaft humanistischen Bildungswertes mit Fug und Recht fordern.“ Wir verzeichnen mit Genugtuung diese von philologischer Seite kommende Zustimmung zu der von Beginn der Zeitschrift an von uns verfochtenen Auffassung. Am ausführlichsten stellt ein Leitsatz der Verhandlungen in Pommern — herrührend von Direktor Graßmann (Stettin) — die vielfachen Beziehungen der Naturwissenschaft zur Propädeutik dar: „Leitsatz 13. Der naturwissenschaftliche Unterricht ist für die philosophische Unterweisung förderlich durch seine Beziehungen zur Logik, namentlich in den beschreibenden Naturwissenschaften auf dem Gebiet der Systematik; durch Einführung in die wissenschaftliche Methodenlehre, namentlich in der Physik durch Erörterung der Begriffe Induktion, Deduktion und Hypothese; durch Behandlung von metaphysischen Begriffen, wie Materie, Kraft, Bewegung u. s. w.; durch seine Anknüpfungspunkte an die Psychologie, namentlich in der Lehre von den Sinnesorganen; durch Hinweise auf die Geschichte der Philosophie; durch . . . die Schaffung einigender Gesichtspunkte innerhalb der einzelnen Naturwissenschaften; durch Unterordnung verschiedener Gebiete nach ihren Formen und Erscheinungen unter ein einheitliches Grundgesetz; sowie innerhalb der gesamten materiellen Welt durch Darbietung einer einheitlichen Anschauung auf mechanischer Grundlage und Absteckung ihrer Grenzen gegen das geistige Gebiet.“ Auch diese Versammlung erklärt, daß zwar die philosophische Unterweisung am besten mit dem Deutschen verbunden werde, nicht ausgeschlossen aber sei auch eine Verbindung mit einem anderen Unterrichtsgegenstand, etwa mit der Mathematik und den Naturwissenschaften. —

Auch mehrere Programmabhandlungen des letzten Jahres beschäftigen sich mit demselben Gegenstand. Eine kurze, enthusiastisch geschriebene Abhandlung von WALTER SCHMIDT, „Die philosophische Propädeutik im physikalischen Unterricht“ (*Düren, R.-G., 1904, Pr.-Nr. 574*), war ursprünglich als Bericht für die Direktoren-Versammlung der Rheinprovinz

verfaßt und hat dort großen Beifall gefunden. Nächst dem Feststellen der Tatsachen erkennt der Verfasser als eine Haupttätigkeit der Physik die Bildung neuer Begriffe, unter denen die allgemeinen am spätesten auftreten, wenn Verständnis und Bedürfnis natürlich herangewachsen sind; eine wichtige Aufgabe sei auch die Scheidung von Hypothese und Tatsache. „Zum Vertrauen auf die Autorität ist der Schüler durch jahrelangen sprachlichen und geschichtlichen Unterricht geneigt gemacht und kann zur Kritik durch keinen Unterricht besser als durch Physik erzogen werden.“ Mit Begriffen wie Substanz und Kausalität lenkt die naturwissenschaftliche Betrachtung schon in das Gebiet der Metaphysik hinüber, noch mehr durch die physiologischen Erörterungen der Akustik und Optik in das Gebiet der Psychologie. Damit ist eine beständige Anregung zu philosophischem Denken, eine Erweckung des Interesses für höhere Probleme gegeben. Der Verfasser schließt mit dem Wunsche, es möge endlich einmal der Versuch gemacht werden, im Sinne Bernhard Schwalbes „ein naturwissenschaftliches Gymnasium“ zu schaffen. —

Eine andere Abhandlung ist durch die Direktoren-Versammlung in Pommern veranlaßt: „Eine von der Naturerkenntnis ausgehende propädeutische Behandlung der Philosophie in der Schule“ von JOHANNES THIRDE (*Köslin, Kgl. Gymnasium, 1904, Pr.-Nr. 165*). Diese Schrift ist in hohem Grade der näheren Kenntnisnahme wert; sie geht darauf aus, „die Schüler über die heute sozusagen in der Luft liegende naturalistisch-materialistische Auffassung des Seins hinweg- und, soweit es irgend möglich ist, zu der vornehmlich von Kant herrührenden geistig-kritischen Betrachtung des Seienden hinzuführen, und zwar mit dem Endziel, damit zu einer Begründung der Ethik und zu einer bewußten Verinnerlichung der Lebensführung zu gelangen“. In dem vorliegenden ersten Teil der Abhandlung sind enthalten: 1. Eine Übersicht der Tatsachen der Naturforschung (Stellung der Erde und des Menschen im Weltall, Resultate der Geologie, Paläontologie, Biologie). 2. Die Widerlegung des Materialismus (Raum, Zeit, Kausalität als Formen des Geistes, die Welt als Erscheinung und Vorstellung). Da in der Programmbeilage nur ein Bruchstück gegeben werden konnte, wird die vollständige Abhandlung im Buchhandel veröffentlicht werden.

In diesem Zusammenhang sei endlich auf die Programm-Abhandlung von REINHOLD BIESE „Erkenntnisse und Lebensweisheit in Aphorismen“ hingewiesen (*Essen, Gymnasium, 1904, Pr.-Nr. 511*). Die Auswahl erstreckt sich von Anaxagoras bis Goethe, Bismarck, Helmholtz und Nietzsche; sie kann als willkommene Ergänzung propädeutisch-philosophischer Unterweisungen empfohlen werden.

Physikalische Handfertigkeitkurse an der Universität. In einer von E. Riecke herausgegebenen Schrift (vgl. S. 369) berichtet EMIL BOSE in Göttingen über die an der dortigen Universität eingerichteten Kurse in physikalischer Handfertigkeit. Diese Kurse sind vor einigen Jahren von W. Kaufmann ins Leben gerufen und dann von Herrn BOSE weitergeführt worden. Während bei dem gewöhnlichen physikalischen Praktikum die Apparate den Studierenden der Regel nach in gebrauchsfertigem Zustand übergeben werden, haben diese Kurse den Zweck, den Praktikanten eine gewisse Fertigkeit im Umgang mit den Apparaten zu verschaffen und sie in den Stand zu setzen, nötigenfalls kleine Reparaturen oder Abänderungen selbst auszuführen. Wer darauf angewiesen ist, mit einer recht bescheidenen Sammlung möglichst viel zu leisten, wird viel profitieren, wenn er mit den einfachsten Hilfsmitteln, Glasröhren, Korken, Strick- und Stopfnadeln, Siegellack und dergleichen etwas Brauchbares herzustellen vermag. In dem Handfertigkeitkurs wird sofort mit dem Bau irgend eines einfachen Apparats begonnen, daneben werden besonders Übungen im Glasblasen angestellt. Die Arbeiten werden so verteilt, daß jeder Teilnehmer im Laufe eines Semesters die wesentlichsten Arbeiten sämtlich auszuführen gelernt hat.

Die Liste der bisher hergestellten Apparate ist folgende. Aus der Mechanik: Skelett-Hebel nach Fr. C. G. Müller (*Zeitschr. XV*) — Parallelogramm der Kräfte mit 3 Federwagen — Halter für Pappschirme — Demonstrationsapparat zur Erdabplattung — Schiefe Ebene in Gestalt einer Klaviersaite für Fallversuche — Apparat für Gleichzeitigkeit von freiem Fall und Pendellänge (Edelmann) — Lissajoussches Pendel (Frick) — Koinzidenz zweier Pendel,

optisch sichtbar gemacht — Apparat für Boyle-Mariottes Gesetz — Modell der van der Waalschen Fläche — Nebenapparate zur Luftpumpe — Quecksilberluftpumpe nach Sprengel — Wassermanometer — offenes Quecksilbermanometer — Apparat für Plateaus Öltropfenversuch — Apparate für Seifenblasenversuche nach Boys.

Aus der Akustik: Dopplers Phänomen demonstriert — Apparat zur Demonstration longitudinaler Wellen (Rogets Spirale).

Aus der Wärmelehre: Kalorimeter — Apparat zur Demonstration der Ausdehnung fester Körper.

Aus der Optik: Apparate zum Nachweis des Reflexionsgesetzes, des Brechungsgesetzes, der Totalreflexion — Glastrog für Linsenversuche — Apparat für schnelle Brennweitenbestimmungen — Sonnenuhr.

Aus der Elektrizitätslehre: Wasserinfluenzmaschine — Demonstrationselektrometer — Papierlaterne zum Nachweis der Abhängigkeit der Spannung von der Größe der Oberfläche — Leyboldsche Tischklemmen — Kapillarelektrometer — Wandtafelbeleuchtung — Simonunterbrecher — Ampères Versuche — Erreger, Resonator, Hohlspiegel, Polarisationsgitter für Hertzsche Wellen — Blondloterreger für Drahtwellen — Modelle der verschiedenen Kommutatoren — Hochspannungskommutator.

An das Praktikum schlossen sich für die Teilnehmer des Kursus noch Übungen an, in denen die Apparate vorgeführt und Vorträge über damit zusammenhängende Themata gehalten wurden. —

In demselben Aufsatz macht der Verfasser Vorschläge für eine vorteilhaftere Einrichtung des physikalischen Unterrichts-Instrumentariums. Es liege zweifellos im Interesse des Unterrichts, eine Gruppe von möglichst gut zusammen passenden Grundapparaten zu haben, die so gewählt sein müßten, daß mit ihrer Hilfe alle notwendigen und grundlegenden Versuche angestellt werden können. Es sei auch empfehlenswert, Universalapparate zur Verfügung zu haben, die durch Austausch einzelner Teile oder Hinzufügung weiterer Stücke die Ausführung neuer wertvoller Versuche gestatteten. Dahin gehöre z. B. die Schwungmaschine, eine optische Bank in Form einer Dreikantschiene (von Langhoff) u. dergl. Um den Nutzen solcher Apparate zu steigern, sollten sie derart aneinander angepaßt sein, daß Stative und sonstige Teile die weiteste Vertauschungsmöglichkeit böten. [In einer Zusatzbemerkung verwahrt sich der Verfasser dagegen, daß er mit diesem Vorschlage auf solche Universal-Apparate wie die von Grimsehl — d. Heft, S. 382 — neuerdings verurteilten abziele; er stimme mit Grimsehl darin überein, daß jeder Apparat so einfach als möglich sein und nichts im Augenblick Überflüssiges enthalten solle.] Damit aber eine solche Einrichtung eines Universal-Instrumentariums möglich werde, müsse die Lehrmittelanschaffung selbst organisiert sein, wie sie auch schon früher von anderer Seite (Noack, Schwalbe) gefordert worden ist. Der Verfasser denkt an eine Zentralstelle, von der die Apparate geprüft und zur Anschaffung empfohlen werden. Durch daran anschließende Massenbestellungen würden die Preise der Apparate erheblich herabgesetzt werden, auch würde dadurch verhindert werden können, daß unzweckmäßige oder nur dem Spezialinteresse des Lehrers dienende Forschungsapparate angeschafft werden; endlich würden die Universitäten dadurch in den Stand gesetzt, unter Benutzung eines solchen Schulinstrumentariums die Vorbildung der künftigen Lehramtskandidaten in die Hand zu nehmen und Anleitung zur Ausführung von Schalexperimenten zu geben.

Ein Praktikum in physikalischer Handfertigkeit nebst einem besonders auf die Schalexperimente eingehenden Kursus an einem einfachen, gut gewählten Schulinstrumentarium würde in der Tat einen großen Fortschritt in der sachgemäßen Ausbildung der künftigen Physiklehrer bedeuten. Die Vorschläge des Verfassers verdienen daher die eingehendste Beachtung sowohl von seiten der Unterrichtsbehörden als auch der Universitätslehrer. P.

Ein Gymnasium mit wahlfreiem chemischen Unterricht in den oberen Klassen. „Der wahlfreie Unterricht in der Chemie am Köllnischen Gymnasium zu Berlin nebst Erläuterungen zu Rüdorff, Anleitung zur chemischen Analyse, 1. Teil“ ist der Titel einer Programmab-

handlung (*Progr.-No. 64, 1904*) von Dr. GUSTAV THÜRLING, in der zunächst die eigenartige Geschichte der genannten Anstalt behandelt ist. Wir können hier nur das auf den naturwissenschaftlichen Unterricht Bezügliche herausheben.

Das Kölnische Gymnasium ist in seiner früheren Gestalt als ein Vorläufer der jetzigen Berliner Realgymnasien anzusehen. Bei seiner Trennung vom „Berlinischen Gymnasium“, mit dem es 57 Jahre hindurch vereinigt war, erhielt es im Jahre 1824 einen Lehrplan, der für die wissenschaftliche Ausbildung derer dienen sollte, für die in ihrem späteren Berufe die Kenntnis der alten Literatur kein dringendes Bedürfnis war. Es wurden daher Naturwissenschaften, Mathematik und neuere Sprachen vorwiegend berücksichtigt, während andererseits die Möglichkeit geboten war, das Ziel des Gymnasiums zu erreichen; der Unterricht im Griechischen war wahlfrei. Diesem Lehrplan, der uns in der jetzigen Schulbewegung ganz modern anmutet, entsprach auch der gleichzeitig erteilte neue Titel „Kölnisches Realgymnasium“. In der Begründung des erwähnten, hauptsächlich von K. F. von Klöden mitbeeinflußten Lehrplanes spricht sich auch eine bemerkenswerte Erkenntnis von dem allgemeinen Wert naturwissenschaftlicher Bildung aus. Für die Chemie insbesondere, die zu den Hauptfächern zählte, war ein Unterricht bis in die oberen Klassen, verbunden mit praktischen Übungen, vorgesehen. Diese, mit nicht geringen Schwierigkeiten durchgeführte Verschmelzung zweier Richtungen wurde allmählich hinfällig, als die Berliner Realschulen (die jetzigen Realgymnasien) entstanden; und so wurde denn im Jahre 1868 die Anstalt, als sie in ihr jetziges Gebäude übersiedelte, ganz nach dem Schema der gewöhnlichen Gymnasien umgeformt, nur daß durch Einrichtung wahlfreier Kurse Gelegenheit geboten war, sich in gewissen Fächern der Realschule weiter auszubilden. Vor allem enthielt die neue Anstalt ein besonderes chemisches Auditorium und chemisches Laboratorium. So wird nun augenblicklich ein Unterricht in der Chemie erteilt, der sich ungefähr dasselbe Ziel setzt, wie der auf Realgymnasien. Von Obertertia an, wo ein Halbjahr lang lehrplanmäßig chemischer Unterricht gegeben wird, der für alle Schüler obligatorisch ist, wird in stetem Zusammenhange bis zur Prima einschließlich wahlfreier chemischer Unterricht erteilt, für den zusammen sechs wöchentliche Lehrstunden angesetzt sind, vier für den Klassenunterricht und zwei für die praktischen Übungen im Laboratorium. Dem gesamten Klassenunterricht liegt als Lehrbuch der „Leitfaden für den Unterricht in der Chemie und Mineralogie von O. OHMANN“, den praktischen Arbeiten im Laboratorium die „Anleitung zur chemischen Analyse von F. RÜDORFF“ zu Grunde. Der Verfasser zeigt dann an einer Frequenztafel, daß der wahlfreie Unterricht in der Chemie am Gymnasium tatsächlich ein Bedürfnis ist, und führt näher aus, wie in den einzelnen Semestern die Schüler mit analytischen Reaktionen beschäftigt werden. Hier wäre vielleicht in Erwägung zu ziehen, ob zu der analytischen Beschäftigung nicht noch andere praktische Arbeiten — abgesehen von Präparaten, die ebenfalls als Übungsstoff angeführt werden — nach Art der „Praktischen Übungen“ von Al. Smith (vergl. d. Zeitschr. XVII 312) hinzutreten könnten.

Im zweiten Teil der Abhandlung löst der Verfasser die verdienstliche Aufgabe, zu dem genannten Rüdorffschen Buche noch weitere, für Schüler sehr wünschenswert erscheinende Erläuterungen, hauptsächlich in Gestalt ausführlicher chemischer Gleichungen für die oft ziemlich komplizierten chemischen Prozesse, zu geben. Dieser Teil sei besonders denjenigen Fachgenossen empfohlen, an deren Anstalten nach Rüdorff gearbeitet wird.

Das Hauptverdienst der Arbeit sehen wir aber darin, daß der Verfasser von neuem die Aufmerksamkeit auf eine eigenartige gymnasiale Anstalt lenkt, an der strebsamen Schülern so schöne Gelegenheit geboten ist, sich chemische Kenntnisse auf praktischer Grundlage anzueignen. Es ist durchaus wünschenswert, daß diese Einrichtung nicht einzeln bleibe, und daß besonders da, wo es sich um die Neugründung oder den Umbau eines Gymnasiums handelt, stets neben dem physikalischen noch ein besonderes chemisches Auditorium und ein chemischer Arbeitsraum geschaffen werde — wie dies beispielsweise neuerdings beim Umbau des Berlinischen Gymnasiums zum Grauen Kloster in rühmlich anzuerkennender Weise geschehen ist.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

A. Winkelmann, *Handbuch der Physik*. Bd. IV, erste Hälfte, Elektrizität und Magnetismus I. Bearbeitet von L. Graetz und F. Auerbach. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1903. VI u. 384 S. M 12.

Die erste Auflage dieses Buches ist 1893 erschienen, und man kann es bei einem derartigen, auf einen immerhin nicht allzugroßen Kreis von Abnehmern berechneten Werke als einen Erfolg ansehen, wenn bereits nach einem Jahrzehnt eine neue Auflage nötig wird. Eine wesentliche Umarbeitung ist den Verfassern mit Recht unnötig erschienen; denn Auswahl, Anordnung und Behandlung des Stoffes machten das Buch bereits in der ersten Auflage zu einem durchaus modernen Hilfsmittel physikalischer Arbeit, welches sowohl als Nachschlagewerk über die wichtigeren Veröffentlichungen orientierte, als auch klare zusammenfassende Darstellungen bot. Daß bei der neuen Bearbeitung den gerade auf dem Gebiete der Elektrizität so bedeutenden Fortschritten der Wissenschaft Rechnung getragen wurde, versteht sich von selbst.

Der vorliegende Band umfaßt: Elektrostatik einschließlich Elektrisiermaschinen, Elektrometer, Dielektrika, bearbeitet von Graetz, galvanische Elemente, elektrische Ströme und ihre Messung von Auerbach und endlich Methoden der Widerstandsmessung und das Ergebnis derselben für metallisch leitende Körper, bearbeitet von Graetz.

In der Elektrostatik, die früher mit der Potentialtheorie begann, hat Graetz jetzt den Abschnitt „Grunderfahrungstatsachen“ vorangestellt. Wichtiger als diese an sich gerechtfertigte, aber immerhin äußerlich gebliebene Umstellung ist die Beschreibung neuerer Instrumente, so des Exnersehen, von Elster und Geitel abgeänderten Elektrometers und der nach Wimshurst benannten Influenzmaschine, die in der nächsten Auflage nach Holtz zu nennen sein wird. — Einschneidend sind hier vor allem die Änderungen in dem Abschnitt „Dielektrika“. Der Mosotti-Clausius'schen Theorie, die ja allerdings eine Reihe wichtiger Tatsachen richtig darzustellen gestattet, schließt sich eine ausführliche Darlegung der Faraday-Maxwell-Hertz'schen Theorie an; hier wird auch die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Wellenlänge, die elektrische Dispersion, sowie ihre Anomalie besprochen.

Die Methoden zur Messung der Dielektrizitätskonstanten und ihre Ergebnisse sind viel ausführlicher dargestellt, u. a. ist die Graetz'sche Kraftwirkungsmethode und die durch den Drudeschen Apparat ermöglichte Methode der Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen erörtert (hier ein Druckfehler: Seite 102, Abschn. 21 muß es heißen „Wurzel aus der Dielektrizitätskonstanten“).

Den ersten Abschnitt der Lehre vom elektrischen Strom nennt Auerbach nicht mehr „Berührungselektrizität“, sondern „galvanische Elemente“. Zur Sache selbst, also zur Frage der Berührungselektrizität nimmt er mit folgenden Worten Stellung: „Der historische und noch jetzt nicht überflüssige Name der El., welche in den galvanischen Elementen entsteht, ist Berührungs- oder Kontaktelektrizität. Es soll damit ausgedrückt sein, daß hier . . . kein Bewegungsvorgang wie Reibung . . . erforderlich ist, daß vielmehr die einfache statische Berührung genügt. Nach dem Energieprinzip kann nun freilich Berührung an sich, da sie keinen Energieinhalt hat, keine Energie, also auch keine Elektrizität erzeugen, und das führt eben unmittelbar auf die chemische Theorie. Für die Zwecke des vorliegenden Artikels genügt aber der Name und die Vorstellung der Berührungselektrizität vollständig.“ Später wird noch die Fechner-Helmholtz'sche Theorie der verschiedenen Anziehung der Körper auf die Elektrizität kurz erwähnt. Diese Darstellung in einem sonst sehr ausführlichen Buche kann wohl nicht als ausreichend angesehen werden. Vielmehr hätte ausgesprochen werden müssen, wie weit auch die Kontakttheorie dem Energiesatz gerecht wird, sobald zu ihr das Gesetz der Spannungsreihe hinzutritt; erst durch eine solche Darlegung wird auch die tiefere Bedeutung der Spannungsreihe klar. Ob man darum, wie dies bei den ausführlicheren Betrachtungen der ersten Auflage geschehen ist, die Kontakttheorie als die „näherliegende“ vorzieht, ist eine andere Frage; „weiter hergeholt“ ist die chemische Theorie nicht, da sie ja doch nach übereinstimmendem Urteil den weitaus größten Teil aller Erscheinungen erklärt. Da liegt es durchaus nahe, auch für die nicht völlig geklärten, aber anscheinend verwandten Vorgänge chemische Ursachen anzunehmen.

Bei der speziellen Betrachtung der Elemente sind naturgemäß die älteren Formen gegenüber neueren (z. B. dem Kupronelement) zurückgetreten; dies gilt besonders auch für den Abschnitt Normal-elemente. Für die Beurteilung eines Elementes ist mit Recht neben elmot. Kr. und Widerstand auch die Leistung mit herangezogen. Bei dem Abschnitt „Bestimmung der elmot. Kr.“ sind die älteren Kompensationsmethoden ausführlich behandelt, die Kompensationsapparate von Feußner und Raps hingegen nur erwähnt, was uns um so weniger gerechtfertigt erscheint, als auch bei dem Abschnitt

„experimentelle Eichung“ von Strommessern diese wichtige Methode nicht erläutert wird (allerdings ist Seite 311 die „Spannungsmethode“ erwähnt).

Im allgemeinen muß durchaus hervorgehoben werden, daß die neueren Apparate und Methoden zu ihrem Rechte kommen; dies gilt auch für Demonstrations- und Unterrichtsapparate, von denen z. B. das Knallgasmanometer von Bredig und Hahn und verschiedene Modelle der Wheatstoneschen Brücke erwähnt seien. Nicht minder ist die den physikalischen Unterricht betreffende Literatur berücksichtigt, wie denn überhaupt die gegen früher stark vermehrten Literaturangaben zur Erhöhung der Brauchbarkeit des Buches beigetragen haben. Sp.

Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen.

Von O. Behrendsen, E. Bose, E. Riecke, J. Stark und K. Schwarzschild, herausgegeben von E. Riecke. Leipzig, B. G. Teubner, 1904. 190 S. M 2.

Das Heft enthält einen Teil der Vorträge, die gelegentlich des letzten Ferienkursus in Göttingen Ostern 1904 gehalten worden sind. Der hervorragendste Beitrag ist der von E. Riecke über Grundlagen der Elektrizitätslehre mit Beziehung auf die neueste Entwicklung; er behandelt die Elektronentheorie, soweit sie der Rechnung zugänglich ist, und führt die Betrachtung bis zur Dissoziation des Radiums fort. Beachtenswert sind die beiden methodischen Bemerkungen, daß der Weg der historischen Entwicklung auch auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre der für den Unterricht beste sei, und daß, obschon die neueste Theorie nicht auf die Schule gehöre, doch der Ton des Unterrichts durch den Zusammenhang mit den neueren Bestrebungen werde beeinflußt werden. — O. Behrendsen legt die Notwendigkeit einer größeren Stundenzahl für den Physikunterricht an Gymnasien dar und spricht sich für einen Lehrgang der Oberstufe aus, der mit Mechanik beginnt und sich auf die Energetik aufbaut. In ersterer Beziehung haben die Lehrpläne von 1901 bereits die nötige Freiheit gewährt, in der zweiten dürfte vielmehr vor einem allzusehr ins Deduktive gehenden Gebrauch der Energetik zu warnen sein. — J. Stark stellt in einer Einleitung zu seinem Vortrag über moderne Strom- und Spannungsmesser einige allgemeine Forderungen über die Physik in der Schule auf, die völlig mit den stets in dieser Zeitschrift vertretenen Anschauungen zusammenstimmen: die Physik kein Memorierstoff; erst Induktion, dann Deduktion; für das allgemeine Prinzip Interesse und Verständnis aus der praktischen Anwendung; das Experiment sei praktisch und einfach; Anerkennung sowohl als Mittel seien von den Behörden zu fordern. Die neueren Bestrebungen für physikalische Schülerübungen scheinen dem Verf. nicht hinreichend bekannt zu sein, sonst würde er wohl keine Bedenken gegen deren obligatorische Einführung erheben. — E. Bose macht Mitteilungen über Kurse in physikalischer Handfertigkeit, worüber an anderer Stelle (dieses Heft S. 366) berichtet wird. — K. Schwarzschild macht höchst dankenswerte Vorschläge für astronomische Beobachtungen mit elementaren Hilfsmitteln, und zwar: für die Uhrkontrolle durch Beobachtung des Verschwindens der Sterne nach Olbers, die Bestimmung der Zeit aus korrespondierenden Sonnenhöhen, die Zeitbestimmung durch das Sonnenlot nach Hammer, die Zweifäden-Methode nach Harzer zur Bestimmung der Lage des Beobachtungsorts auf der Erdoberfläche, die photographische Ortsbestimmung, endlich Beobachtungen über Sternschnuppen und veränderliche Sterne.

Die Schrift ist ein höchst willkommenes Zeugnis des in Hochschulkreisen für unseren Unterricht sich regenden Interesses und auch aus diesem Grunde der Kenntnisnahme von seiten der Fachgenossen zu empfehlen. P.

Grundriss einer Geschichte der Naturwissenschaften, zugleich als Einführung in das Studium der grundlegenden naturwissenschaftlichen Literatur. Von Dr. Friedrich Dannemann. II. Band: Die Entwicklung der Naturwissenschaften. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 87 Abbildungen, einem Bildnis von Galilei und einer Spektraltafel. Leipzig, W. Engelmann, 1903. 450 S. M 10, geb. M 11.

Über dies Werk ist bereits nach dem Erscheinen der 1. Auflage in dieser Zeitschrift (*XIII* 298) ausführlich berichtet worden. Es ergänzt den ersten Band, der Abschnitte aus den Werken hervorragender Naturforscher enthält, aufs glücklichste durch zusammenfassende Darstellungen der Hauptabschnitte der Physik. Daß der Verfasser gründliche Quellenstudien gemacht hat, ist allenthalben aus dem genauen Eingehen auf wichtige Einzelprobleme zu erkennen. Die Lektüre des Buches ist ebenso belehrend wie genußreich und kann namentlich auch den Schülern der obersten Klassen durchaus empfohlen werden. P.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Nr. 140. Experimental-Untersuchungen über Elektrizität von Michael Faraday. XX.—XXIII. Reihe. Herausgeg. von A. J. von Oettingen. Mit 11 Figuren. 174 S. M 3. — Nr. 141. Über die Bestimmung einer elliptischen Bahn aus

drei vollständigen Beobachtungen von J. F. Encke. Über die Bestimmung der Bahn eines Himmelskörpers aus drei Beobachtungen von P. A. Hansen. Herausgeg. von J. Bauschinger. 162 S. M 2,50. — Nr. 142. Fünf Abhandlungen über absolute elektrische Strom- und Widerstandsmessungen von Wilhelm Weber und Rudolf Kohlrausch. Herausgeg. von Friedrich Kohlrausch. Mit 2 Bildnissen und 2 Figuren. 116 S. M 1,80. — Nr. 144. Johannes Keplers Dioptrik. Übersetzt und herausgeg. von Ferd. Plehn. Mit 43 Figuren. 114 S. M 2. — Nr. 145. Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs; Untersuchungen über aromatische Verbindungen. Von A. Kekulé. Herausgeg. von A. Ladenburg. Mit 2 Figuren und 1 Tafel. 89 S. M 1,40. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Die in Nr. 140 enthaltenen Experimentalreihen umfassen Faradays große Entdeckung des Diamagnetismus und der Magnekrystallkraft. — Die Abhandlungen von Encke und Hansen in Nr. 141 sind von vorwiegend mathematischem Interesse. — Den Mittelpunkt in Nr. 142 bildet der fundamentale Aufsatz von Weber und Kohlrausch (1856) über die Elektrizitätsmenge, welche bei galvanischen Strömen durch den Querschnitt der Kette fließt. Daß der Plan zu dieser Untersuchung von Kohlrausch stammt, wird vom Herausgeber in einer lesenswerten Einleitung klargelegt. Voraus gehen zwei Abhandlungen Webers über die Messung starker galvanischer Ströme bei geringem Widerstande nach absolutem Maß und über das elektrochemische Äquivalent des Wassers. Es folgen zwei andere Abhandlungen Webers über Messungen galvanischer Leitungswiderstände nach einem absoluten Maße, und zur Galvanometrie. Kurze Biographien der beiden Forscher sind beigegeben. Auch tritt der Herausgeber mit triftigen Gründen dafür ein, daß für die CGS-Stromeinheit der Name *1 Weber* eingeführt werde, da das Ampère, das hiervon den 10. Teil darstellt, sich in mancher Hinsicht als unzweckmäßig erwiesen hat. — Hoherfreulich ist, daß endlich in Nr. 144 eine deutsche Ausgabe der berühmten Dioptrik Keplers dargeboten wird. Man findet darin hauptsächlich die Gesetze der Brechung in Linsen und die Grundzüge der Lehre vom Sehen. Jedem Physiker wird die Lektüre dieser Schrift hohen Genuß gewähren. Der Herausgeber hat sich durch eine große Anzahl von Anmerkungen und durch Zufügung einer kurzen Lebensbeschreibung Keplers um die würdige Ausgabe des Werkes verdient gemacht. — Die erste der beiden Abhandlungen von Kekulé in Nr. 145 ist dadurch von Bedeutung, daß in ihr zuerst die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms ausgesprochen ist (1858). Die zweite Abhandlung enthält die epochemachenden Untersuchungen über die Rolle des Benzolkerns in der Konstitution der aromatischen Verbindungen. P.

Schödlers Buch der Natur. Dreiundzwanzigste, vollständig neu bearbeitete Auflage. III. Teil: Astronomie und Physik. 1. Abteilung: Astronomie. Von B. Schwalbe, beendet und herausgegeben von H. Böttger. Mit einem Lebensbild des Verfassers von E. Schwalbe. 170 Abbildungen und 13 Tafeln. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1904. 319 S. M 6, gebunden M 7.

Dies letzte Werk des unermüdelichen Bernhard Schwalbe ist infolge mannigfacher Hemmungen erst jetzt, mehr als drei Jahre nach dem Tode des Verfassers, zur Veröffentlichung gelangt. Es ist von H. Böttger pietätvoll durchgesehen und ergänzt und von dem Sohn des Verewigten mit einer kurzen biographischen Skizze versehen worden. Schwalbes Streben, naturwissenschaftliche Bildung in die weitesten Kreise zu tragen, fand in der Herausgabe dieser Bände eine willkommene Betätigung; er hat es auch verstanden, ohne den Charakter des Werkes zu ändern, es auf der Höhe der neueren Entdeckungen zu halten. Vorzügliche Tafeln, von denen die beiden Tafeln von Sternspektren nach H. C. Vogel besondere Erwähnung verdienen, erhöhen den Wert des Buches. Möge es im Sinn des Verfassers und des Herausgebers dazu beitragen, Freude an der Beobachtung der Natur und an der Erkenntnis ihrer Gesetze zu wecken. P.

Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkungen. Von F. Frankenhäuser. (Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiete der Elektrotherapie und Radiologie, Heft 2.) 50 S. Leipzig, Johann Ambr. Barth, 1904. M 1,20.

Eine gut geschriebene, zusammenfassende Darstellung unserer Kenntnisse von der Wärmestrahlung und ihrer Wirkungen auf den menschlichen Organismus. P.

Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Leonhard Weber. Mit 27 Figuren und 3 Tafeln. (Aus Natur und Geisteswelt, 55. Bändchen.) Leipzig, B. G. Teubner, 1904. 130 S. M 1, geb. M 1,25.

Das Büchlein ist aus Vorträgen hervorgegangen, die in Volkshochschulkursen gehalten worden sind. Eine etwas genauere Darstellung der Gesetze des Drachenflugs ist besonders lesenswert. P.

Das elektrische Bogenlicht. Seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen. Von Walther Biegon von Czudnochowski. Mit 14 Abbildungen und 42 Tabellen. I. Lieferung. 98 S. Vollständig in etwa 6 Lieferungen à M 3 bis 4. Leipzig, S. Hirzel, 1904.

Dies im Erscheinen begriffene Werk soll eine historisch-kritische Darstellung des Bogenlichts bieten, und es wird angesichts der innigen Beziehungen, die gerade bei diesem Gegenstand zwischen Wissenschaft und Technik bestehen, besonderes Gewicht auf die Behandlung der physikalischen Grundlagen gelegt. Demgemäß bringt schon die erste Lieferung u. a. klare und übersichtliche Auseinandersetzungen über Messung der Lichtstärken und über die neuerdings aufgestellten Strahlungsgesetze. Im Beginn der Einleitung sind interessante Daten zur Entdeckungsgeschichte des Bogenlichts zusammengestellt. Es geht daraus hervor, daß Ritter (1801) zuerst die Erscheinung beobachtet und daß Davy (1808) sie zuerst deutlich beschrieben und genauer untersucht hat. Das Werk kann wegen des reichen Stoffes und der geschickten Darstellung auch physikalischen Kreisen empfohlen werden. P.

Das Wesen der Kathoden- und Röntgenstrahlen. Von J. Stark. (Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiete der Elektrotherapie und Radiologie, Heft 1.) 29 S. Leipzig, Johann Ambr. Barth, 1904. M 0,80.

Die Schrift gibt eine den neuesten Forschungen gemäß Darstellung, in der u. a. auch die kinetische Energie des Thors, die Wirkungen elektrischer und magnetischer Feldkräfte auf den Kathodenstrahl und die Masse der Kathodenstrahlen elementarmathematisch behandelt werden. Dies, sowie die Darlegung über Masse und Elektrizität im Beginn der Schrift dürfte auch andere als ärztliche Kreise interessieren. P.

Die Erzeugung und die physikalischen Eigenschaften der Röntgenstrahlen. Von P. Spies. (Moderne ärztliche Bibliothek, Heft 8.) 45 S. Berlin, Leonhard Simion Nachf. M 1.

Die mit vierzehn Figuren versehene Schrift, aus der Feder eines erfahrenen Praktikers hervorgegangen, belehrt namentlich eingehend über Bau und Betrieb der Funkeninduktoren, ferner über die verschiedenen Unterbrecher und Röntgenröhren, sowie über die Entladungen in luftverdünnten Räumen und die Röntgenstrahlen. Selbstverständlich sind die Fortschritte auf diesem Gebiet aufs eingehendste berücksichtigt. P.

Chr. Scherlings Grundrifs der Experimentalphysik. 6. Aufl., für Schüler höherer Unterrichtsanstalten bearbeitet von H. Rühlmann. Mit 242 Abbildungen. Leipzig, H. Haessel, 1904. 267 S. geb. M 4,40.

Das Buch ist als Hilfsbuch für den Schüler gedacht und soll den Inhalt der Unterrichtsstunde in kurzer Form wiedergeben. Das Methodische tritt daher zurück, und wenn dennoch an einzelnen Stellen (z. B. in der Elektrizitätslehre) eine besondere Methode sichtbar wird, so liegt das, wie der Verf. zutreffend bemerkt, in der Natur der vorgetragenen Dinge. Der Stoff konnte dem Gesagten zufolge stark beschränkt werden, die Figuren sind meist als Skizzen behandelt, und zugleich ist damit gerechnet, daß in jedem geeigneten Fall ein Skizzieren der Versuchsanordnung von seiten der Schüler erfolgt. Wir haben es demnach mit einem Buch zu tun, das sich in wesentlichen Stücken der neueren Bewegung auf dem Gebiet der physikalischen Unterrichtsmethodik anschließt.

Im einzelnen ist namentlich die Elektrizitätslehre als ein besonders sorgfältig durchgearbeiteter Abschnitt zu bezeichnen; doch muß eine vorhergehende experimentelle Behandlung auf der Unterstufe vorausgesetzt werden, wenn der Unterricht nicht zu sehr ins Abstrakte gehen soll. In der Mechanik hätte es neueren Anschauungen mehr entsprochen, wenn Phoronomie und Dynamik getrennt worden wären. Die Definition der Momentankraft (S. 6) ist der Definition der kontinuierlichen Kräfte vorausgeschickt, was leicht Verwirrung hervorruft; es wäre wohl ratsamer, mit den letzteren zu beginnen und die Momentankraft (Stoßkraft) später nebenher zu behandeln. Auch die Definition der Masse leidet unter einer doppelten Einführung. Durch den Satz „das Kilogramm ist zugleich ein Maß für die Massen“ an einer Stelle (S. 5), wo kg nur als Kilogrammgewicht verstanden werden kann, wird das Verständnis des Massenbegriffes nicht gefördert, auch trägt der spätere Satz: „Masse ist das Verhältnis einer konstant wirkenden Kraft zu der Beschleunigung u. s. w.“ (S. 10) nicht zur Klärung bei, und vollends ist es unzureichend, wenn dann wieder (S. 12) gesagt wird: „Als Masseneinheit gilt die, welcher die Erdanziehung den Druck von 1 g gibt“. Hier dürfte wohl eine Umgestaltung der Darstellung am Platze sein. Die anderen Abschnitte sind im ganzen in der herkömmlichen Art behandelt, auf einzelne Vervollkommnungen einzugehen müssen wir uns versagen. P.

Elementarphysik mit Chemie für die Unterstufe wissenschaftlicher Anstalten. Unter besonderer Berücksichtigung der norddeutschen Lehrpläne im Verein mit Hugo Scheffler bearbeitet von Johann Kleiber. Mit mehr als 300 Figuren. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1904. 227 S. geb. M 2,50, ohne Chemie M 2.

Das vorliegende Lehrbuch für die Unterstufe ist aus den größeren Lehrbüchern des Verfassers durch Kürzung bzw. Ausscheidung von Stoff hervorgegangen. Die Darstellungsweise ist demzufolge die gleiche, sie zeichnet sich durch Kürze und durch geschickte übersichtliche Anordnung vorteilhaft aus. Dennoch ist das bei Herstellung dieser Unterstufe eingeschlagene Verfahren sehr bedenklich. Es ist anzuerkennen, daß die Verfasser an einigen Stellen Zufügungen und Änderungen im Hinblick auf den Zweck der Ausgabe vorgenommen haben, im wesentlichen bleibt diese doch ein Auszug aus dem größeren Buch. Es wird dadurch der Unterschied von Unter- und Oberstufe verwischt, es wird auf der Unterstufe fast alles schon berührt, was auf der Oberstufe vorkommt, nur flüchtiger, oberflächlicher — unexakter. Und überdies gehört eine ganze Reihe von Gegenständen nicht auf die Unterstufe, auch abgesehen von den Paragraphen, die die Verfasser selbst nur im Hinblick auf die aus U. II Abgehenden aufgenommen haben — eine meines Erachtens übel angebrachte Rücksicht, denn es gibt Bücher genug, aus denen sich diese Schüler, wenn sie wollen, belehren können; auch Gegenstände wie Elektromotor und Dynamo, Funkeninduktor, Telegraphie ohne Draht u. a. m. sind für die Unterstufe nicht geeignet. Nebenbei sei bezüglich des Elektromotors bemerkt, daß die hier gegebene, auch sonst in Lehrbüchern sich findende Erklärung doch nur ein künstlicher Notbehelf ist, der von dem eigentlichen Hergang ablenkt und die wahren Ursachen viel mehr verschleiert als enthüllt.

Ich gebe meinen Bedenken besonders deshalb Ausdruck, weil ich von Büchern wie das vorliegende eine Gefahr für die Erfüllung der Hauptaufgaben des physikalischen Unterrichts befürchte. Über der Fülle interessanter Tatsachen kommt die bildende Kraft dieses Unterrichts, die in der denkenden Durcharbeitung eines begrenzten Stoffes besteht, nicht zur Geltung. Diese Gefahr ist um so größer, als das Buch dem Lehrer die Sache so überaus leicht macht, er braucht nur Paragraph für Paragraph vorzunehmen und die vorgeschriebenen „hübschen“ Versuche zu machen, um ein beträchtliches Pensum fast mühelos zu absolvieren und sogar auf Grund des für den Gebrauch fertig gemachten Memorierstoffes scheinbar glänzende Resultate zu erzielen — es fehlt dann leider nur die geistige Arbeit, die an dem Stoff zu leisten gewesen wäre, und damit der Gewinn, den der physikalische Unterricht bringen soll. In diesem Zusammenhange darf auch nicht verschwiegen werden, daß sich in dem Buche eine ganze Reihe mangelhafter Formulierungen und unzulässiger Folgerungen findet, die nicht geeignet sind, der Klarheit des Denkens bei den Schülern Vorschub zu leisten. Als das erstaunlichste Beispiel dieser Art nenne ich nur die aus Ampères Theorie des Magnetismus gezogene, sogar durch Umrahmung hervorgehobene Folgerung: Es gibt keine Magnete.

Der chemische Anhang ist dem Charakter des Buches angepaßt, die Stoffauswahl im ganzen zweckmäßig, manches wie die Einbeziehung der Begriffe endothermisch und exothermisch bereits über die Grenzen der Unterstufe hinausgehend. (Die einzige als endothermisch angeführte Verbindung, das Quecksilberoxyd, ist überdies — exothermisch!) Auch in diesem Teil kommen mehrfach mangelhafte Formulierungen vor, so gleich im Beginn, im Anschluß an den (an spätere Stelle gehörigen) Versuch über die Verbrennungsprodukte einer Kerze, der eingerahmte Satz: „Ein Körper wird durch die Verbrennung schwerer“; und zu rasch wird daran die Folgerung angeschlossen: „Es muß demnach beim Verbrennen ein Stoff aus der Luft zum verbrannten Körper hinzugetreten sein“. Die Konstanz der Masse bzw. des Gewichtes muß ja gerade durch solche exakt durchgearbeiteten Versuche erst erwiesen werden. Alle schönen Versuche sind wertlos, wenn nicht bei den daraus zu ziehenden Folgerungen strenger zu Werke gegangen wird. Dies gilt besonders von den Anfangsversuchen, deren methodische Verwertung ja durch neuere Arbeiten genügend geklärt ist. P.

Propagation de l'électricité. Histoire et théorie par Marcel Brillouin. Paris, A. Hermann, 1904. VI u. 398 S. M 15.

Das Buch enthält Vorlesungen, die der Verf. in den Jahren 1901 und 1902 am Collège de France gehalten hat. Es behandelt nicht systematisch die gesamte Elektrizitätslehre, sondern wählt einzelne wichtige Kapitel aus, in denen die Forschungsergebnisse der maßgebenden Autoren entwickelt, teils auch durch eigene Untersuchungen des Verf. weitergeführt werden. Geschichtliche, theoretische und experimentelle Besprechungen wechseln daher mit einander ab. Die Darstellung ist klar und anregend, mehr für vorgeschrittene Leser als für Anfänger bestimmt.

Das erste Buch verbreitet sich über die Entstehung der Grundlehren des Galvanismus und behandelt der Reihe nach zunächst Cavendish, Oerstedt, Ampère, Davy, Barlow und Becquerel, dann mit besonderer Ausführlichkeit Ohm, endlich Kirchhoff, Clausius und Joule. Das zweite Buch betrachtet die Strömung im Raume. Die Näherungsmethode von Lord Rayleigh wird erörtert und auf die Längenkorrektur eines Widerstandsetalons angewandt. Darauf folgen einige Eigenschaften der Besselschen Funktionen und die Elektrizitätsfortpflanzung in Kabeln im Anschluß

an Lord Kelvin und Kirchhoff. Den Schluß bildet das elektrostatische Feld der Ströme. Das dritte Buch hebt wieder mit einem ausführlichen geschichtlichen Rückblick an: über die Entdeckung der Induktionsströme durch Faraday und über die Versuche von Lenz, Felici, Edlund und Matteucci. Daran schließt sich die Theorie der Induktionsströme und des Induktionsapparates mit Einschluß des Inhaltes der Abhandlung von Kirchhoff vom Jahre 1857 über die Bewegung der Elektrizität in Drähten. Hiermit ist der Übergang zum vierten Buche gegeben, das die Maxwellsche Theorie mit Rücksicht auf die Entdeckungen von Hertz zum Gegenstande hat. Die alte und die neue Theorie werden verglichen. Die Kräfte elektrischer Schwingungen werden unter der Voraussetzung, daß keine Dämpfung stattfindet, nach Hertz und unter der Annahme von Dämpfung nach Pearson und Lee diskutiert, auch die von den drei Autoren herrührenden Zeichnungen über den Verlauf und die Veränderungen der Kraftlinien mitgeteilt. Die beiden letzten Kapitel untersuchen die elektromagnetischen Schwingungen einer Kugel und eines Rotationsellipsoides.

Kurze Zeit nach Veröffentlichung seines Buches hat der Verf. einen Nachtrag herausgegeben, worin er die im letzten Kapitel an den Formeln von Abraham geübte Kritik auf einen von ihm verschuldeten Irrtum zurückführt und die beanstandeten Ergebnisse als richtig und in Übereinstimmung mit seinen eigenen anerkennt.

Paul Gerber, Stargard.

Lehrbuch der technischen Mechanik von Hj. Tallquist. I. Geometrische Bewegungslehre. Mechanik des materiellen Punktes. Statik der starren Körper. Dynamik der starren Körper. Verlagsaktiengesellschaft Helios, Helsingfors. C. Seidel, Zürich. XII und 750 S. M 16, geb. M 18.

Das Buch ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verf. seit einigen Jahren am finnländischen Polytechnikum in Helsingfors gehalten hat. Es ist ursprünglich in schwedischer Sprache erschienen. Zu der deutschen Ausgabe ist der Verf. durch Dr. A. Herzog, Professor der Mechanik am Polytechnikum in Zürich, dessen Vorlesungen z. T. benutzt sind, veranlaßt worden.

Die Einteilung des Stoffes ist angemessen und hält sich an das im allgemeinen Gebräuchliche. Nachdem im ersten Teile die Bewegung des geometrischen Punktes, die Bewegung von unveränderlichen geometrischen Punktsystemen und die Zusammensetzung und Zerlegung solcher Bewegungen vorausgeschickt ist, beginnt die eigentliche Mechanik mit der Betrachtung der Ruhe und der Bewegung des materiellen Punktes, um dann die Statik und die Dynamik der starren Körper eingehender zu behandeln. Die ebenen Kräftesysteme und die Reibung werden ganz besonder berücksichtigt. Aber auch die allgemeinen mechanischen Prinzipien sind über der technischen Tendenz des Buches nicht vergessen; im Gegenteil.

Was die Methoden anlangt, so halten die analytischen und die graphischen mit einander Schritt. Spezielle Anwendungen sind teils unmittelbar dem Zusammenhange, in den sie gehören, eingefügt, teils als Aufgaben den einzelnen Abschnitten angehängt. Die Aufgaben können wohl genügen, um die vorgetragenen Lehren einzuüben.

Paul Gerber, Stargard.

Mathematische Ableitung der Naturerscheinungen vom empirischen reinen Raume. Von Anton Balawelder. Wien, Karl Gerolds Sohn, 1903. VIII u. 109 S. M 4.

Wollte man eine Vorstellung von dem Inhalte dieses Buches geben, so müßte man ausführlich auf Einzelheiten eingehen. Am Ende aber wäre damit dem, der das Buch nicht kennt, und dem Buche selbst wenig gedient; denn es würde sich danach nicht leicht jemand versucht fühlen, es zu lesen. Daß ein abgeschlossener realer Raum inmitten eines unbestimmten Universums existiere, wird als erfahrungsmäßig feststehend angesehen; daraus werden die Eigenschaften dieses Raumes deduziert, die dann identisch mit den Naturerscheinungen sein sollen. Obgleich gelegentlich von den physikalischen und chemischen Kräften, von der Erde und den Sternen, von Pflanzen, Tieren und Menschen, von der gegenwärtigen und der zukünftigen Kultur die Rede ist, kommen doch vor lauter Atomen und Atomeigenschaften die Tatsachen nicht recht zum Worte.

Paul Gerber, Stargard.

Handbuch der Erdbebenkunde. Von August Sieberg. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1904. XVIII und 362 Seiten, 113 Abbildungen und Karten im Text. M 7,50.

Angesichts des Umstandes, daß durch die internationalen Vereinbarungen in neuester Zeit die Erdbebenforschung in ein neues Entwicklungsstadium getreten ist, und daß andererseits bei diesen Forschungen die Fachgelehrten der ausgedehnten Mitwirkung des Laienpublikums nicht entbehren können, ist es nur mit Zustimmung zu begrüßen, wenn der Versuch gemacht wird, in nicht zu umfangreicher Form eine Darstellung der seismischen Erscheinungen, ihrer Beobachtung und ihrer Ursachen, soweit sich nach den bisherigen Forschungen über diese etwas aussagen läßt, zu geben. Der Verfasser des vorliegenden Werkes hat dasselbe „an erster Stelle für den Laien bestimmt“, dem entspricht, daß sehr geringe Vorkenntnisse vorausgesetzt werden; der Verf. hofft aber auch

„dem Fachseismologen, namentlich im dritten bis fünften Abschnitte, das eine oder andere geboten zu haben, was ihm das Buch der Beachtung wert erscheinen läßt“. Das Werk soll ferner nicht nur ein Handbuch sein, welches bei zusammenhängendem Lesen in das Gebiet einführt, sondern es soll auch als Nachschlagebuch dienen, wenn man Auskunft über spezielle Fragen wünscht. Was zunächst den letzteren Punkt anbelangt, so ist nach Ansicht des Ref. dem Verfasser die Lösung dieser etwas heiklen Aufgabe recht gut gelungen, wenn man auch in mancher Hinsicht bezüglich der zweckmäßigen Anordnung des Stoffes etwas anderer Meinung sein kann. So ist es wohl, namentlich in Hinsicht auf den in der Hauptsache aus Laien bestehend gedachten Leserkreis etwas inkorrekt, die Unterschiede seismischer und anderer Erdbewegungen gleich am Anfange an a priori vorausgesetzten Seismometerdiagrammen zu erläutern, über deren Entstehungsweise noch garnichts gesagt ist. Das Buch zerfällt inhaltlich in: Einleitung, fünf Abschnitte und einen Anhang. Nachdem in der Einleitung eine Begriffsbestimmung gegeben, die verschiedenen Arten der Bodenbewegung besprochen und darauf die Entwicklung und Beschaffenheit des Erdkörpers behandelt ist (S. 9÷19), folgen im ersten Abschnitt — Die Erdbebenercheinungen (S. 19÷184) — Geographische Verteilung der Hauptschüttergebiete, Entstehung und Arten der Erdbeben, Erdbebenherde, Fortpflanzung, Stärke und Dauer der Erdbeben, Perioden der Bebenhäufigkeit, Wirkungen auf die Erdoberfläche, auf das Wasser und auf Baulichkeiten, Begleiterscheinungen; darauf in gleicher Weise behandelt die Seebeben (135÷160), endlich die Fernbeben (S. 160÷184). Der zweite Abschnitt (S. 185÷206) behandelt Die Bodenbewegungen außertellurischen Ursprungs, wie Mikroseismische Unruhe und Lotschwankungen, der dritte Abschnitt (S. 207÷256) Die Erdbebenmeßinstrumente, und zwar nach allgemeinen Bemerkungen der Reihe nach Seismoskope, Seismometer mit optischer Registrierung, Seismometer mit mechanischer Registrierung und Flutmesser. Im vierten Abschnitt (S. 256÷307) werden die seismologischen Untersuchungsmethoden erläutert, wie das Sammeln und Zusammenstellen des Beobachtungsmateriales, Bestimmung und Berechnung der Stoßzeiten, Lage des Epizentrums, der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, der Herdtiefe u. s. w. für Nah- und Fernbeben, endlich folgt im fünften Abschnitt (S. 307÷340) „Die Seismologie, ihre heutigen Bestrebungen und Einrichtungen“ mit bemerkenswerten Ausführungen über angewandte Seismologie. Besonders erfreulich ist die verhältnismäßig eingehende Berücksichtigung der Instrumente, denen 50 Seiten und 30 der 113 Abbildungen gewidmet sind, wo sich auch Ausführungen über die zweckmäßigste Anlage einer Beobachtungsstation, wie über die Bedienung der Instrumente und das Fixieren der Beobachtungskurven u. a. m. finden; nach Ansicht des Ref. wären aber hier doch noch einige kurze Angaben über ältere, wie auch Hinweise auf einige andere gegenwärtig im Gebrauch befindliche Instrumente recht am Platze gewesen, zumal verschiedentlich, z. B. in Tabelle LXVI (S. 310 u. 311), auch S. 327, andere, nicht in dem Buche besprochene Seismometer erwähnt werden. Die Abbildungen sind durchweg gut, vortrefflich ausgewählt und mit Ausnahme der allzu schematischen Fig. 93, zu der wenigstens noch ein Grundriß hätte gegeben werden können, zweckentsprechend; sehr wertvoll sind die zahlreichen und stets auch, was allgemeiner Nachahmung wert erscheint, den vollständigen Titel der betr. Arbeit enthaltenden Literaturangaben sowie die vielen Tabellen und Zusammenstellungen im Texte. Das Werk darf als eine schätzenswerte Bereicherung unserer wissenschaftlichen Literatur bezeichnet und den Physikern angelegentlichst zur Beachtung empfohlen werden. Ref. möchte schließlich nicht unterlassen zu erwähnen, daß das vorliegende Werk in Fraktur gedruckt ist, was heutzutage bei wissenschaftlichen Werken leider sehr selten.

W. Biegón von Czudnochowski.

Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlen-Technik. Von Ernst Ruhmer. Nebst einem Anhang: Kurzer Überblick über die Grundzüge der Röntgentechnik des Arztes von Dr. Carl Bruno Schürmayer-Hannover. Mit 338 Abbildungen und 4 Tafeln. VIII und 312 Seiten. Leipzig, Hachmeister und Thal, 1904. M 7,50, geb. 8,50.

Das Werk behandelt, wie schon die Überschrift andeutet, nahezu das gleiche Gebiet wie Donaths „Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen und ihr Gebrauch“, ein Vergleich mit diesem Buche liegt daher nahe; wenn man auch zugeben muß, daß in dem letzterwähnten manche Punkte etwas besser behandelt sind, so ist doch bei Berücksichtigung der Eigenart eines jeden der beiden Bücher ein allgemeines Urteil darüber, welches den Vorzug verdiene, nicht leicht zu geben. Das Buch behandelt in seinem Hauptteile in 15 Kapiteln der Reihe nach: Allgemeines über Induktoren, ihre Grundlagen und Bestandteile; physiologische Induktionsapparate; kleine Funkeninduktoren; große Funkeninduktoren; Unterbrecher für Gleich- und Wechselstrom; Stromquellen; Nebenapparate; Zusammenschaltung; Experimente mit Funkeninduktoren (nur 3 Seiten); Röntgenstrahlentechnik; Röntgeneinrichtungen; Preise vollständiger Röntgeneinrichtungen; Anwendung der Röntgenstrahlen;

Wechselströme hoher Frequenz und Spannung; Resonanzphänomene. Wie schon oben angedeutet, enthält der Hauptteil vieles, was man in gleicher Weise, z. T. sogar etwas besser in dem Buche von Donath findet, daneben allerdings auch mancherlei Neues vor allen Dingen dem Titel entsprechend über die Induktoren. Das Buch gibt zweifellos ein sehr schönes und vollständiges Bild von dem gegenwärtigen Zustande der Induktorenteknik, nur möchte Ref. dagegen Einspruch erheben, daß Bücher, die, wie das vorliegende, doch Anspruch auf ernste Berücksichtigung seitens der Fachkreise machen, durch eine Überzahl von in konstruktiver Hinsicht meist nichtssagenden Abbildungen nach Katalogklichees verunstaltet werden. Wozu z. B. 13 Ansichten von Schalttafeln (Kap. 7), 12 Ansichten von Apparatzusammenstellungen in Kap. 8 und noch 14 in Kap. 11? Abgesehen davon, daß die Abweichungen der einzelnen Anordnungen von einander sich vielfach mit durchaus genügender Klarheit im Texte, ohne Figur, angeben lassen, wären schematische Zeichnungen, die leider ziemlich dünn gesät sind, entschieden für den Leser wertvoller und dem Zweck des Ganzen angemessener.

Im medizinischen Anhang ist zunächst einige einschlägige Literatur angegeben, dann folgt nach einer kurzen Übersicht über die verwendete Methode ($\frac{1}{2}$ Seite) einiges über das „Wesen der Röntgenstrahlen“ (S. 251–259), was in Anbetracht der Unzulänglichkeit des Gebotenen besser weggelassen wäre. Sodann wird die Einrichtung des Arbeitsraumes und die Montage des Apparates besprochen, worauf die Röntgendiagnostik und Röntgentherapie behandelt werden. Hier finden sich auch manche oft recht interessante Mitteilungen, die größeren Kreisen wenig oder garnicht bekannt sein dürften, wie die über „Reaktionen und Röntgenverbrennungen“ (S. 295–298). Eine Erklärung der Tafeln, Sach- und Namenregister bilden den Schluß.

Ref. möchte sein Urteil dahin zusammenfassen, daß das angezeigte Werk vieles enthält, was für alle, die mit Induktoren praktisch zu tun haben, von Interesse ist und einen recht brauchbaren Überblick über die Induktoren der Gegenwart, ihre Nebenapparate und ihre Anwendung gibt.

W. Biegou v. Czudnochowski.

Grundriß der Physikalischen Chemie. Von Dr. J. Traube, Professor an der Technischen Hochschule Charlottenburg. Mit 24 Abbildungen. Stuttgart, Ferd. Enke, 1904. VIII u. 360 S. M 9

Der Verf. dieses neuen Lehrbuches nimmt unter den deutschen Chemikern und Physikern eine Sonderstellung ein; er ist stets seine eigenen Wege gegangen und hat die sonst wohl allgemein angenommenen Grundlagen der modernen Chemie nur mit Einschränkungen und Abänderungen akzeptiert. Daher erscheint es nicht verwunderlich, wenn sein „Grundriß“ ein ganz anderes Gesicht zeigt, als die übrigen neueren Lehrbücher der physikalischen Chemie, die Ref. an dieser Stelle angezeigt hat. — Das Buch ist keine Streitschrift; der Verf. bemüht sich vielmehr objektiv, die herrschenden Ansichten und seine eigenen nebeneinander zu behandeln. — Was Verf. in der Einleitung vom Leser sagt, daß er ihm zutraut, „das Hypothetische von dem empirisch Gewonnenen auseinander zu halten“, hat Verf. selbst nach dem Gefühl des Ref. nicht immer getan. Die Lehren vom Atomvolumen, Kovolumen (Innenraum, Außenraum und Zwischenraum) etc. scheinen dem Ref. soviel Hypothetisches und Willkürliches zu enthalten, daß sie kein genügend festes Fundament für einen Neubau der gesamten theoretischen Chemie abgeben. Die Neuschaffungen des Verf. sind gegenüber den alten Ansichten wohl nicht immer ein Fortschritt. So ist das harte und einseitige Urteil über Lothar Meyers periodisches System nicht gerechtfertigt, wenn das des Verf., das allerdings nur einen ersten Versuch darstellen soll, so unübersichtlich und — überraschend ist! Der Versuch einer neuen Lösungstheorie (Traube-Poynting) führt zu folgendem Resultat: jedes Molekül Nichtelektrolyt ist mit einem Molekül Wasser, jedes Molekül eines binären Elektrolyten (dissoziiert oder nicht) mit zwei Molekeln Wasser locker verbunden; diese Theorie wird jedoch die alte van't Hoff-Arrheniusche Theorie niemals ersetzen können, obwohl Ref. gegen deren Schwächen und Lücken nicht blind ist. Viele Einwände des Verf. richten sich gegen Überspannungen jener Theorie, die von ihren Anhängern längst als unzulässig erkannt sind. Da sich alles, was die Theorie aussagt, einzig und allein auf verdünnte Lösungen bezieht, und die Annahme, daß nur die Ionen reagieren, wohl nirgends mehr ernsthaft aufrecht erhalten wird, so ist eine Reihe von Einwürfen hinfällig. Bemerkungen wie die folgende, der Endwert der molekularen Gefrierpunktserniedrigung für verdünnteste, wässrige Lösungen zahlreicher Nichtelektrolyte sei entgegen der Theorie konstant, während das molekulare Leitvermögen solcher Stoffe gerade in großen Verdünnungen vielfach wachse, sind schlechthin indiskutabel. Die Ableitung der Rudolphischen Dissoziationsgleichung, die die Überlegenheit der Traube-Poyntingschen Lösungstheorie vor derjenigen von Arrhenius zeigen soll, erscheint mathematisch wie sachlich vollständig verfehlt. Das schwierige Problem, die Anomalien der starken Elektrolyte zu erklären, ist noch nicht ganz gelöst (Ansätze dazu sind vorhanden), aber solche „Er-

klärungen“ sind schädlich und nur geeignet, den guten Kern der bisherigen Theorien für Außenstehende ungenießbar zu machen.

Daß sich in dem Buche auch manche Stellen finden, wo schwierige Abschnitte der physikalischen Chemie sehr einfach und durchsichtig behandelt sind, sei hervorgehoben; indessen findet man häufig Zahlenangaben, die dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht mehr entsprechen. Der neuste Zweig der physikalischen Chemie, die Radiochemie, ist vorzüglich behandelt; Verf. berücksichtigt hier die neusten Publikationen. — Das Gesamturteil muß dahin gehen, daß das Buch nur mit Kritik benutzt werden darf und daher zur Einführung in die physikalische Chemie nicht empfohlen werden kann; wer sich schon länger mit dem Gebiete beschäftigt, wird von dem Buch mancherlei Anregungen erhalten.

W. Roth.

Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie in zwei Bänden. Von F. P. Treadwell, Professor am Polytechnikum in Zürich. I. Band. Qualitative Analyse. Mit 14 Abbildungen und einer Spektraltafel. 3. vermehrte und verbesserte Auflage. Leipzig und Wien. Franz Deuticke, 1904, 444 u. XVII S. M 8.

Es ist mit Genugtuung zu konstatieren, daß Treadwells vortreffliches Buch schon nach zwei Jahren neu aufgelegt werden mußte. Eine Fülle von kleinen Erweiterungen und Verbesserungen unterscheidet die neue Auflage von der vorigen; kleine Versehen sind ausgemerzt, einige neuere Arbeiten sind berücksichtigt worden, manche theoretisch und praktisch wichtige Einzelheiten, wie z. B. das Gleichgewicht zwischen Ammoniak und Magnesiumsalzen, sind ausführlicher behandelt. Im übrigen genügt es, auf die ausführlichere Besprechung der zweiten Auflage (*XV. J. 249*) hinzuweisen, da an dem Charakter und der Anlage des Buches nichts geändert ist.

W. Roth.

Elementare anorganische Chemie. Von JAMES WALKER, Professor der Chemie am University College Dundee. Mit Genehmigung des Verfassers ins Deutsche übersetzt von Margarete Egebrecht und Emil Bose, Privatdozent an der Universität Göttingen. Mit 42 in den Text eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1903. VII u. 326 S. Geheftet M 4,50, geb. M 5.

Das vorliegende Buch des auch in Deutschland bekannten Verfassers (*diese Zeitschr. XVII, 310*) soll die Lücke zwischen der Schule, in der der Zögling — was für englische, in neuerer Zeit aber einigermassen auch für deutsche Verhältnisse gilt — einfache chemische Tatsachen sozusagen selbst entdeckt hat, und der Universität, auf der er sich „plötzlich einer verwirrenden Menge von Einzelheiten gegenübergestellt“ sieht, ausfüllen. Daher bringt es „keinerlei Anweisungen für das praktische Arbeiten“, sondern stellt „allgemeine Grundsätze“ in den Vordergrund, die „den Studierenden befähigen werden, seine ersten Laboratoriumserfahrungen auf verschiedene Gebiete auszudehnen und scheinbar lose Tatsachen zu verbinden und aufeinander zu beziehen“. Das Buch will also im wesentlichen allgemeine Chemie lehren. Dementsprechend behandelt es in eingehender Weise die Grundtatsachen, als bestimmte Gewichtsverhältnisse, Reaktionstemperatur, Löslichkeit, Gasgesetze u. s. w.; auch die so wichtig gewordene Vorstellung positiver und negativer Radikale in Säuren, Basen und Salzen, sowie ihres Übergangs in Ionen beim Lösen erfährt eine ausführliche Besprechung. Weiter ist jedoch der Verf. in der Berücksichtigung der neueren Chemie nicht gegangen; so ist das Gesetz der Massenwirkung ausgeschlossen worden, wodurch allerdings leicht irrige Ansichten über umkehrbare Reaktionen (vergl. S. 97 u. 118) erzeugt werden können; ferner ist der Begriff der Energie nirgends erwähnt. Der „chemischen Philosophie“ will der Verf. im Anfangsunterricht keinen Platz gewähren; dieser soll nur „Realitäten“ bringen; infolgedessen ist die atomistische Hypothese völlig übergangen worden. — Außer den allgemeinen Betrachtungen enthält das Buch auch Belehrungen spezieller Art, die sich an bestimmte Stoffe, insbesondere an bestimmte Elemente, in der üblichen Weise anlehnen. Nach Vollständigkeit ist hier nicht gestrebt; auch technische Anwendungen sind meistens ausgeschlossen oder mindestens nur nach ihren Grundzügen behandelt worden. Dies verdient ebenso wie die stets sachkundige Hervorhebung des Wesentlichen volle Billigung; immerhin aber wäre es im Interesse der Schüler gewesen, die Grenzen ein wenig weiter zu stecken und beispielsweise ein so wichtiges Element wie das Silicium aufzunehmen. Im einzelnen finden sich manche Ungenauigkeiten: so wird (S. 36) als Verbrennungsprodukt des Eisens ausschließlich die Verbindung Fe_2O_3 genannt, die doch wohl nur untergeordnet neben Fe_3O_4 entsteht; ebenso wird die Elektrolyse des Wassers mehrfach zu wichtigen Schlüssen herangezogen, obgleich sie zuvor für einen Schein erklärt worden ist (vergl. S. 104, 136 u. 202); ferner ist die wiederholt vorkommende Behauptung (S. 205 u. s. w.), daß die Verbindungsgewichte „gewöhnlich auf Wasserstoff als Einheit bezogen“ werden, heutzutage wohl nicht mehr berechtigt. Im ganzen aber ist das durch klare, lebendige Darstellung und weises Maßhalten in der

Berücksichtigung des modernen Standpunkts ausgezeichnete Buch als eine wertvolle Bereicherung der pädagogischen Literatur zu bezeichnen, umsomehr, als auch die Übertragung ins Deutsche seitens der Übersetzer alles Lob verdient.

J. Schiff.

Über Wasserbegutachtung. Ein Vortrag von Dr. Adolf Jolles, Dozent am Technol. Gewerbemuseum in Wien. Leipzig und Wien, F. Deuticke, 1903. 29 S. M 1.

Der anregend geschriebene Vortrag ist allen, die sowohl einen Einblick in die moderne Wasseruntersuchung, die chemische und die biologische — Welch letztere mehr und mehr die Anerkennung ihrer Unentbehrlichkeit errungen hat — erlangen wie auch eine gewisse Kenntnis der damit für Industrie, Technik und Gemeindeverwaltung verknüpften Fragen gewinnen möchten, angelegentlich zu empfehlen.

O.

Anleitung zur Lötrohranalyse. Von Dr. K. Redlich, Dozent a. d. k. k. Bergakademie in Leoben. 2. Aufl. Mit 8 Abbild. Leoben, L. Nüßler, 1903. 32 S. M 1.

Das Büchlein, dessen 1. Aufl. hier nicht besprochen wurde, enthält eine knappe Zusammenstellung der wichtigsten Reaktionen der Lötrohranalyse, z. T. in fortlaufendem Text, z. T. in Tabellenform. Die kurzen Anweisungen sind klar und scharf und zeugen allenthalben davon, daß das Büchlein aus der Praxis hervorgegangen ist, für welche es auch bestimmt ist. Bei dem großen Wert umfangreicherer Lötrohrversuche für den Unterricht, d. h. für die praktischen Übungen, sei auch auf dies Büchlein angelegentlich hingewiesen.

O.

Anleitung zur vereinfachten Elementaranalyse für wissenschaftliche und technische Zwecke. Von Prof. Dr. M. Dennstedt, Dir. des chem. Staats-Labor. in Hamburg. Hamburg, E. Meißner, 1903. 44 S. M 1,20.

Die vom Verfasser ausgearbeitete Methode läuft auf nichts Geringeres als auf die völlige Beseitigung der für die Elementaranalyse üblichen komplizierten Gasöfen hinaus. Die Verbrennung wird hier im Glasrohr mit Hilfe des Sauerstoffstromes unter Verwendung von nur zwei bis drei Brennern vorgenommen. Als Kontaksubstanz wird platinierter Quarz verwendet, dessen Herstellung genauer beschrieben ist. Die überraschend einfache Methode gestattet die Untersuchung stickstofffreier und stickstoffhaltiger Körper sowie die gleichzeitige Bestimmung von Halogen und Schwefel. Die Vorteile bestehen in einer Ersparnis nicht nur an Material, sondern vor allem an Arbeit, während die gleiche Genauigkeit wie bei den anderen Verfahren gewährleistet wird. Die Schrift, der wir eine baldige zweite Auflage wünschen — in der die Methode gemäß ihrem Wert vielleicht in Einzelheiten noch mehr ausgearbeitet und durch mehr und besseres figürliches Material unterstützt sein könnte — sei hiermit angelegentlich empfohlen.

O.

Lehrbuch der anorganischen Chemie. Von Dr. H. Hildebrandt, Lehrer der Experimental-Chemie und chem. Technologie an der Kgl. Hüttenschule zu Duisburg. Mit 103 Fig. Hannover, Gebr. Jänecke, 1903. 201 S. M 3,20.

Das Buch ist vornehmlich für den Unterricht an technischen Fachschulen bestimmt. Die Anordnung des systematisch behandelten Stoffes ist nach dem periodischen System durchgeführt. Die chemische Technologie ist in weitgehender Weise berücksichtigt, wobei noch hinzukommt, daß eine große Zahl von Abbildungen der Ostschens Technologie entnommen sind; dagegen ist auf die chemischen Theorien und die allgemeine Chemie nicht in gleichem Maße Gewicht gelegt. Das sorgfältig gearbeitete Buch dürfte vielen, insbesondere Studierenden als willkommener Ersatz für die teuren großen Werke der Technologie zu empfehlen sein; doch muß darauf hingewiesen werden, daß der Schriftsatz außergewöhnlich klein ist, was bezüglich der etwaigen Verwendung als Schulbuch sehr ins Gewicht fällt.

O.

Die Zeitalter der Chemie in Wort und Bild. Von Dr. A. Stange. Leipzig, P. Schimmelwitz, 1903. 1. Lieferung. 42 S. M 1,50.

Die in der ersten Lieferung gebotenen zwei Abschnitte behandeln „Die ältesten Kenntnisse von der Materie“ und „Die philosophischen Anschauungen der Griechen und die Frage nach den Elementen“. Im ersten Abschnitt stützt sich der Verfasser hauptsächlich auf Plinius' *Historia naturalis*, und es werden in ansprechender Weise die mannigfachen technischen Kenntnisse der Alten geschildert. Im zweiten Kapitel (S. 35–42) wird die Ursache des Mangels der Naturbeobachtung bei den Alten im ganzen richtig — im Sinne der Helmholtz'schen Auffassung (vgl. *diese Zeitschr.* XVI 307) — wiedergegeben, doch sind hier die erzählenden Ausführungen etwas zu kurz und unbestimmt gehalten, um strengeren Anforderungen zu genügen. Das Buch will weiterhin „das Entstehen, die Entwicklung

und den jetzigen Stand der Chemie in Wort und Bild schildern“ — eine große Aufgabe. Soweit sich aus der einen Lieferung beurteilen läßt, wird das populär gehaltene, mit charakteristischen alten Holzschnitten versehene Buch vielfach Interesse finden; es wird sich voraussichtlich auch zur Anschaffung seitens der Schülerbibliotheken eignen. O.

Naturlehre für gewerbliche Lehranstalten. a) Physik mit 156 Fig. 2. Aufl. b) Chemie mit einem Anhang über Gesteinskunde und bautechnische Nebenmaterialien; mit 14 Fig. Von F. Körner, Prof. a. d. Staatsgewerbeschule in Reichenberg. Wien u. Leipzig, F. Deuticke, 1904. 76 bzw. 57 S. Geb. Kr 1,50 bzw. 1,20.

Das physikalische Bändchen gibt eine klare und kurzgefaßte Übersicht über die Grunderscheinungen aller Gebiete. Die mannigfachen praktischen Hinweise, sowie die instruktiven Figuren tragen mit dazu bei, daß das Buch seinem Zwecke, als Lehrmittel an bautechnischen Schulen zu dienen, gut angepaßt erscheint. Ähnliches gilt von dem chemischen Bändchen, nur können wir uns nicht mit der Einführung einverstanden erklären, da sogleich mit Molekül und Atom begonnen wird (S. 1) und den ersten chemischen Versuch (S. 1) die Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure bildet. O.

Programm-Abhandlungen.

Astronomischer Unterricht im Freien. II. Bericht, die Schuljahre 1902/3 und 1903/4 umfassend. Von AUREL KIEBEL. S.-Abdr. aus dem Jahresbericht des Gymnasiums Mies (Böhmen) 1904. 16 S.

Der Verfasser hat mit aner kennenswerter Hingabe und Ausdauer die astronomischen Beobachtungen mit seinen Schülern fortgesetzt (vergl. *diese Zeitschr.* XV 312). Das Fernrohr wurde im Schuljahr 1902/3 an 1 Nachmittag und 23 Abenden, in 1903/4 an 10 Vormittagen, 5 Nachmittagen und 27 Abenden gegen den Himmel gerichtet. Beobachtet wurden: das Fortschreiten der Lichtgrenze auf dem Mond an aufeinanderfolgenden Abenden; die Sichelgestalt der Venus; die verschiedene Größe des Mars; die Monde des Jupiter; der Ring des Saturn; Sonnenflecke (im Jahr 1904). Über weitere Beobachtungen an Sonne und Fixsternen soll später berichtet werden. Von einer Seite, die man für sachverständig halten sollte, sind diese Übungen geringschätzig beurteilt worden. (*Gymnasium, Januar 1903*.) Wir sprechen hierüber unser lebhaftes Bedauern aus. Begreiflich ist es, daß manche Fachkollegen solchen Beobachtungen abgeneigt sind; nicht begreiflich aber und nicht zu rechtfertigen ist, daß Bedenken erhoben werden, wenn Andere diese Übungen veranstalten. Wir sind der Meinung, daß solche Bemühungen, die Schüler zu einer unmittelbaren Befassung mit der Natur selbst hinzuführen, die unbedingtste Zustimmung und die allseitigste Förderung verdienen und daß für die Erreichung dieses Zieles weder Kosten noch Mühe gescheut werden sollten. In demselben Jahresbericht sind auch mehrere Aufstiege beschrieben, die der Verfasser seit 1899 mit Schülern ausgeführt hat, um die Abhängigkeit des Luftdrucks von der Seehöhe zu beobachten. P.

Über den Einfluß der Bewegung der Körper auf die Fortpflanzung der Wirkungen im Äther. Von Prof. Paul Gerber. Städt. Realschule in Stargard i. P. Ostern 1904. 28 S. Pr.-Nr. 181.

Im Anschlusse an seine Abhandlung von 1902 (*diese Zeitschr.* XV 380) behandelt der Verfasser hier eins der schwierigsten und neuerdings viel erörterten Probleme, das man bereits zu den Grenzproblemen rechnen muß, insofern auch nach den Darlegungen des Verfassers keine Aussicht zu sein scheint, daß sich unsere Kenntnisse vom Äther sehr erweitern werden. Wie der Verfasser zeigt, rührt ein Teil der Schwierigkeiten und Widersprüche in der bisherigen Behandlung des Problems daher, daß man dem Äther von vornherein Masse und Beweglichkeit zusprechen zu müssen geglaubt hat. Es wird nun untersucht, wieviel sich ohne diese Voraussetzung über die Ausbreitung der Wirkungen im Raum ausmachen läßt. Es läßt sich auch dann noch von einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ätherzustände sprechen, und zugleich ergibt sich, daß beim Durchgang der Wirkungen durch bewegte Körper die Bewegung dieser Körper nur auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in seinem Innern, nicht auf die Geschwindigkeit nach dem Verlassen des Körpers von Einfluß ist, daß aber, wenn bewegte Körper Wirkungen aussenden, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Richtung ihrer Bewegung um ihre eigene Geschwindigkeit vermehrt oder vermindert wird. Die hier angestellten theoretischen Betrachtungen stimmen darin, ohne daß es der Annahme von Masse oder Beweglichkeit des Äthers bedarf, mit den Ergebnissen der zahlreichen in dieser Richtung angestellten Versuche überein, die der Verfasser einer eingehenden kritischen Besprechung unterzieht. Auch die Aberration des Lichts gehört in diesen Zusammenhang, sie zeigt, daß die Erde der Lichtbewegung keine wahrnehmbare Geschwindigkeitskomponente hinzufügt. Der Verfasser kommt zu dem Schluß, daß man; den Äther als ein Reales, aber auch als ein von allem Körperlichen Verschiedenes anzusehen habe

er sei zwar das Verbindende zwischen den Körpern, das die Wirkung des einen auf den andern Vermittelnde, aber Wirkungen selbst fänden nur zwischen Körpern statt, und es sei angezeigt, den Ursprung der Erscheinungen wieder mehr in den Körpern selbst, als in Wechselwirkungen zwischen Körper und Äther zu suchen.

Die Abhandlung ist ein wertvoller Beitrag zur Klärung der den Äther betreffenden Fragen und verdiente wohl an einer mehr als ein Schulprogramm in die Öffentlichkeit tretenden Stelle allgemeiner zugänglich gemacht zu werden. P.

Die Entwicklung des physikalischen Unterrichts an unsern höheren Schulen. Teil II. Von Franz Pahl. Städt. R.-G. zu Charlottenburg. 1904. Pr.-Nr. 111 (nicht 112a).

Dieser zweite Teil der verdienstlichen Arbeit (vergl. *diese Zeitschr.* XVI 58) behandelt das achtzehnte Jahrhundert und gibt in lebensvoller Darstellung ein Bild davon, wie die Physik im modernen Sinne in unsern höheren Schulen Eingang fand. Bemerkenswert ist die Wendung zum Experimentellen, die in diesem Jahrhundert hervortritt, und der Nachdruck, der auf die Mathesis applicata gelegt wird. Für die Einführung der Physik bestand eine „wirtschaftliche Notwendigkeit“, die mit unwiderstehlicher Kraft sich Geltung verschaffte. Der Verfasser kennzeichnet den Einfluß der Franckeschen Richtung und die Denkschrift von Tschirnhauss (1700), in der zuerst „allerhand nützliche experienzien“ gefordert werden. Am Pädagogium Franckes zu Glaucha (1720) waren bereits praktische Übungen im Glaschleifen und Zusammensetzen optischer Apparate eingerichtet! In dem damaligen Lehrbuch, Wolfs „Auszug aus den Anfangsgründen aller mathematischen Wissenschaften“, sind sieben Kapitel der Physik gewidmet. Das Pädagogium Franckes wurde vorbildlich für viele Gymnasien, an denen die Physik wenigstens in der obersten Klasse Aufnahme fand. Noch mehr zur Geltung kam die Physik an den Realschulen, besonders durch Silberschlag, den Nachfolger Heckers an der Berliner Realschule, über dessen „zwölf Versuche“, d. h. Gruppen von Versuchen, ausführlich berichtet wird. Auch ein „Normalverzeichnis“ von 50 Nummern ist bereits in dieser Schrift mitgeteilt. Interessant ist auch, was bezüglich der Wiederholung der Versuche Otto v. Guericques zur Hundertjahrfeier der Regensburger Versuche mitgeteilt wird, sowie ein Kabinettschreiben Friedrichs des Großen von 1779, worin der Eifer Silberschlags lobend anerkannt wird, „den Unterricht in Physik und Mathematik, diesen vorzüglichen Zweigen der menschlichen allgemein nützlichen Kenntnisse, immer mehr zu erleichtern und zu vervollkommen“. Auch der Staatsminister von Zedlitz hatte von der Physik eine hohe Meinung und räumte ihr auf der obersten Stufe des Gymnasiums 2 Stunden wöchentlich (neben nur 2 Mathematikstunden) ein. Preußen steht hinsichtlich der Einführung der Physik allen deutschen Ländern voran; im Beginn des 19. Jahrhunderts finden wir bei fast allen namhaften höheren Lehranstalten 2 Stunden Physik in Prima angesetzt. — Zum Schluß stellt der Verfasser noch den Inhalt eines der bedeutendsten unter den damaligen Lehrbüchern der Physik, der Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben und Lichtenberg, eingehend dar, wobei namentlich auf die sogen. allgemeinen Eigenschaften und deren Zusammenhang mit der alten aristotelischen Behandlungsart ein interessantes Streiflicht fällt. Auch begegnet man bei der Besprechung des Kondensators schon dem Begriff des „Elektrizitätsgrades“. Die ökonomischen Schwierigkeiten, die sich einem experimentellen Betrieb des Physikunterrichts entgegenstellen, spielten auch damals schon eine bedeutsame Rolle.

Der Schluß der Arbeit, die Darstellung des physikalischen Unterrichts im 19. Jahrhundert, soll Ostern 1906 erscheinen. P.

Ausgewählte Kapitel aus der Physik des menschlichen Körpers. Von Franz Bertheau. Realschule vor dem Lübecker Tore zu Hamburg. 1903. Pr.-No. 838. 32 S.

Von dem Satze ausgehend, daß man die Physiologie des menschlichen Körpers als angewandte Physik und Chemie betrachten könne, stellt sich Verfasser hauptsächlich die Aufgabe, die Anwendungen verschiedener Gesetze der Physik bei verschiedenen Organen des menschlichen Körpers zu untersuchen. Es werden demgemäß in der Schrift der Schwerpunkt und die verschiedenen Arten des Gleichgewichts (wie sie z. B. bei gewissen Gerätturnübungen auftreten), das Gesetz der Trägheit (beim Stolpern), das Parallelogramm der Kräfte, die Festigkeit der Knochen und die Statik des Knochengewebes, der zwei- und einarmige Hebel, das Pendel, die Geschwindigkeit (bei der Blutbewegung und Nerven-erregung), der Arbeitsbegriff, das Energiegesetz, das Archimedische Prinzip (beim Gehirn), Druckpumpe, Luftdruck und Adhäsion (beim Hüftgelenk), Osmose, Druck des Blutes, Schalleitung durch die Knochen, das Cortische Organ als Klavier, die Dampfmaschine, das mechanische Wärmeäquivalent, das Carnot-Clausius'sche Prinzip, Nerven und Telegraphendrähte, Elektrizität der Nerven und Muskeln und schließlich das Auge als Camera obscura und als elektrisches Organ behandelt; sieben charakteristische Figuren und ein ausgiebiges Literaturverzeichnis erhöhen den Wert der Ausführungen. Wenn auch einzelne Anwendungen mehr der Vollständigkeit halber herangezogen erscheinen (z. B. das Parallelo-

gramm der Kräfte beim Muskeltonus), so ist doch das Ganze eine überaus verdienstliche Arbeit. Sie hat zudem aktuelle Bedeutung. Der Verfasser tritt zwar nicht den Fragen näher, wieviel von dem gebotenen biologischen Stoffe im Physikunterricht wirklich verwendet werden könne oder solle, und ob diese Dinge mehr nur dem systematischen Lehrgange eingeordnet werden oder mehr als Ausgangspunkte der Betrachtung dienen sollen. Diese wichtigen Fragen sind aber inzwischen verschiedentlich behandelt worden und stehen z. T. noch im Mittelpunkt der Diskussion. Die vorliegende Arbeit steht ihrem Inhalte nach mit diesen Fragen in enger Beziehung und liefert jedenfalls vorzügliches Material zur Beurteilung derselben. Auch aus diesem Grunde sei die Arbeit der Beachtung warm empfohlen.

O.

Das Gymnasial-Pensum der Chemie, eine didaktische Studie. Von O. Nitsche. Kgl. Gymnasium zu Kiel, 1903. 25 S. 8°. Progr. Nr. 326.

Die kleine Schrift, die in unverändertem Abdrucke auch im Buchhandel (Kiel, R. Cordes) erschienen ist, bietet eine möglichst gedrängte Stoffzusammenstellung des Gymnasialpensums, ohne nähere Beschreibung der vorgenommenen Versuche, vor allem auch ohne irgend eine Abbildung. Man kann es nicht als einen glücklichen Anfang des Lehrganges bezeichnen, daß als allererster Versuch die sog. „Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom“, als zweiter die Selbstoxydation der fremdartigen Elemente Natrium und Kalium und als dritter die Zersetzung des Wassers durch diese Metalle vorgenommen wird. Einfachere Versuche dürften für die erste Einführung vorzuziehen sein. Auch ist es zu beanstanden, daß sich an den erstgenannten Versuch sogleich die Angabe schließt: der Sauerstoff unterhält also das Brennen lebhafter als „die atmosphärische Luft, die nur zu einem Fünftel aus Sauerstoff besteht“; die Angabe ist hier nur Gedächtnisbelastung, sie mußte entweder an dieser Stelle unterbleiben oder es mußte ein Versuch über das Mengenverhältnis einsetzen. Zu beanstanden ist ferner, daß gleich auf Seite 1 ohne nähere Einführung oder Begründung von Atom und Molekül gesprochen wird, wobei sich noch die Frage anschließt „Unterschied zwischen Atom und Molekül?“ Es ist doch wohl mit Recht zu erwarten, daß für diese wichtigen Begriffe, sofern sie überhaupt so frühzeitig herangezogen werden, gerade der Leitfaden — er mag so gedrängt sein, wie er wolle — klare Definitionen gibt. Im übrigen findet sich in der Schrift Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor, Schwefel und weitere wichtige Elemente, ferner die Zersetzung von Salzen und das Gesetz der Erhaltung der Kraft abgehandelt, wobei der Verfasser im einzelnen Sachkenntnis und im Zusammendrängen des Stoffes ein unzweifelhaftes Geschick beweist. Nur können wir — das soll bei dieser Gelegenheit prinzipiell ausgesprochen werden, ohne dieser besonderen Arbeit zu nahe treten zu wollen — derartige gekürzte Stoffzusammenstellungen, von denen schon mehrere in der chemischen Literatur vorliegen, ohne daß sie zu irgendwelcher allgemeineren Anerkennung durchdrangen, überhaupt nicht für ausreichend erachten, um der Chemie dasjenige Interesse bei den Schülern zu sichern, das in verschiedener Hinsicht so erwünscht und notwendig ist. Wenn auch die erste Weckung dieses Interesses durchaus dem Unterricht obliegt, so ist doch für die weitere Pflege desselben ein ausführlicheres und im Zusammenhang geschriebenes Buch erforderlich, das, gemäß der großen Schwierigkeit des dem Schüler ganz neuen Lehrgegenstandes, alle Vorteile, die mit der Anschaulichkeit zusammenhängen, wahrnimmt, also besonders auch Abbildungen von Apparaten, Versuchsanordnungen u. s. w. mit verwertet.

O.

Versammlungen und Vereine.

Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften.

(Versammlung zu Halle a. S. am 24.—26. Mai 1904.)

Die Sitzungen fanden in den Räumen des neuen Seminargebäudes der Universität statt. In der Eröffnungssitzung am 24. Mai wurden Begrüßungsansprachen von den Herren Direktor Schotten, Prov.-Schulrat Beyer, Universitätsrektor Prof. Stammer, Stadtschulrat Brendel gehalten, auf die der Vorsitzende Prof. Pietzker erwiderte. Daran schlossen sich die Vorträge von E. Grimsehl „über den Betrieb der Physik als Naturwissenschaft“ und M. Nath „über die Bildungsaufgaben der Mathematik innerhalb des Lehrplans der höheren Schulen“.

Aus dem Vortrage von E. GRIMSEHL sollen in nachstehendem nur einige Hauptpunkte zur Kenntnisnahme für weitere Kreise herausgehoben werden. Der Vortragende gab der Überzeugung Ausdruck, daß sich für die Physik auch im Rahmen der bestehenden Lehrpläne Zeit gewinnen lasse, wenn man den Physikunterricht nicht erst dann beginne, wenn Physik auf dem Stundenplan steht. Das Kind bringe bereits allen Naturerscheinungen ein reges Interesse entgegen, dem solle man dadurch entgegenkommen, daß man im Anschauungsunterricht der untersten Klassen bereits auch physi-

kalische Tatsachen heranziehe. Die jetzt gebräuchlichen Anschauungsbilder seien allerdings für diesen Zweck ungeeignet, da sie physikalische Dinge selten und dann in der Regel unrichtig darstellten. Auf der Mittelstufe könnten im biologischen Unterricht unbedenklich auch einfache physikalische und chemische Vorgänge behandelt werden, und ebenso könne auch in der Geographiestunde zur Erläuterung klimatischer Verhältnisse Physik getrieben werden. Sache des eigentlichen Physikunterrichts sei es, die so gesponnenen einzelnen Fäden zu einem zusammenhängenden Gewebe zu verflechten.

Hinsichtlich des Gebrauchs von Apparaten stellte der Vortragende als obersten Grundsatz auf: „dort wo ein physikalischer Vorgang ohne Apparat vorgeführt werden kann, ist die Benutzung eines Apparates zu verwerfen“, und erläuterte dies an einer Anzahl von Beispielen (Bestimmung des Gewichts der Luft, Wärmeleitungsvermögen fester Körper, freier Fall u. a.). Wo aber Apparate gebraucht würden, sollten diese möglichst einfach und übersichtlich sein. Zu verwerfen seien aus diesem Grunde die Universalapparate, und nicht minder die blendenden Experimente. Das Aufbauen einer Versuchsanordnung vor den Augen der Schüler verhalte sich zur Benutzung einer fertigen Zusammenstellung wie die Entwicklung einer geometrischen Figur zur Benutzung einer vorher an die Tafel gezeichneten. Auch das Projizieren bringe eine große Gefahr für den Unterricht mit sich; es sei in vielen Fällen vorteilhafter, die Schüler gruppenweise an den Apparat herantreten zu lassen; durch eine Projektion werden sie noch mehr von der Natur entfernt, als es ohnehin schon durch den Apparat geschieht.

Die Mathematik sei als Hilfsmittel unentbehrlich, aber der Schüler werde durch mathematische Ableitungen niemals einen Einblick in die Natur gewinnen. In der Formel liege der Hauptvorteil, aber auch die Hauptgefahr der Anwendung der Mathematik. Wichtiger als die Entwicklung der Formel sei die genaue Festlegung des Tatsachenmaterials und die gewissenhafte Untersuchung, welche Voraussetzungen gemacht werden müßten, um den Naturvorgang in das mathematische Gewand zu kleiden. Die aus der Formel sich ergebende Begriffsbildung müsse vollständig durchgeführt werden, der Schüler müsse die Formel gewissermaßen physikalisch fühlen und verstehen. Die Anwendung der entwickelten Formeln zum Auflösen von Aufgaben solle man vollständig in die Mathematikstunde verlegen. Die unmittelbar an einen Versuch sich anschließenden Aufgaben seien durchweg einfach zu lösen; mathematische Spitzfindigkeiten, von denen manche Buchaufgaben voll sind, kämen in der Natur garnicht vor.

Endlich empfahl der Vortragende, namentlich auf der Oberstufe die Beziehungen zu den andern naturwissenschaftlichen, insbesondere den biologischen Gebieten zu pflegen und so Fühlung zu behalten wie mit der unbelebten so auch mit der belebten Natur. Als wünschenswert bezeichnet der Vortragende, daß nicht nur der Mathematiker das Privileg des Physikunterrichts genieße, sondern daß auch die Vertreter der übrigen Naturwissenschaften zur Erteilung des Physikunterrichts bis in die obersten Klassen herangezogen werden möchten, natürlich unter der Voraussetzung, daß sie dem Unterricht völlig gewachsen seien. —

In der mathematischen Abteilung sprach Graßmann (Halle) über Modelle für die Konstruktion verschiedener krummer Linien und Flächen; Böttcher (Leipzig) zum Satz des Eudoxos; Geißler (Charlottenburg) über die anschauliche Darstellung des Zusammenhanges zwischen den Kegelschnitten durch die unendliche Kegelschnittkugel. — In der naturwissenschaftlichen Abteilung sprachen Löwenhardt (Halle) über die Begrenzung des chemischen Lehrstoffes, und Oels (Halle) über das Zeichnen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Über den Vortrag von Löwenhardt wird noch ein besonderer Bericht folgen.

Am 25. Mai fand in allgemeiner Sitzung die Diskussion über den Vortrag von Grimsehl statt. Die von der Versammlung angenommenen Thesen haben folgenden Wortlaut: 1. Die Aufgabe des physikalischen Unterrichts besteht darin, die physikalischen Begriffe und Gesetze an der Hand der in der belebten und unbelebten Natur stattfindenden Vorgänge zu entwickeln. — 2. Es ist wünschenswert, im Anschauungsunterricht für die Unterstufe auch physikalische Vorgänge aus dem natürlichen Anschauungs- und Ideenkreise der Kinder zu besprechen und in angemessenem Umfange durch wahrheitsgetreue Anschauungsbilder zur Darstellung zu bringen, damit die natürliche Neigung der Kinder zur Beobachtung physikalischer Naturerscheinungen nicht vollständig vernachlässigt und unterdrückt wird. 3. Die im naturwissenschaftlichen Unterricht behandelten Lebenserscheinungen an der Pflanze und am Tier sind an passenden Stellen durch einfache physikalische Experimente zu erläutern. 4. Der Unterricht in der Erdkunde sowie in der Mineralogie bietet Gelegenheit zur Behandlung der für die Gebirgsbildung und für die klimatologischen Erscheinungen wichtigen Naturvorgänge aus der Physik der unbelebten Natur. 5. Die Besprechung physikalischer Vorgänge im naturgeschichtlichen und erdkundlichen Unterricht soll der systematischen Behandlung des Stoffes im eigentlichen physikalischen Unterricht nicht vorgreifen, vielmehr

nur das Material vermehren, das in diesem Unterricht systematisch zusammenzufassen ist, und das Bedürfnis nach solch systematischer Zusammenfassung bei den Schülern erwecken und steigern. 6. Im physikalischen Unterricht soll bei der experimentellen Behandlung der zur Darstellung eines Naturvorganges verwandte Apparat stets als nebensächlich gegenüber der Erscheinung selbst zurücktreten. 7. Die Mathematik ist im Physikunterricht als Hilfswissenschaft zu behandeln. Sie hat hier vorzugsweise den Zweck, das beobachtete Tatsachenmaterial zu ordnen, aus physikalischen Hypothesen sichere Schlüsse zu ziehen und einem Naturgesetz eine möglichst einfache und präzise Fassung zu geben. 8. Die Behandlung physikalischer Aufgaben mit schwierigen mathematischen Entwicklungen ist der Mathematikstunde zuzuweisen. 9. Der physikalische Unterricht hat auf allen Gebieten Anschluß zu suchen an die in der freien Natur stattfindenden Vorgänge.

In der darauf folgenden Abteilungssitzung sprach Poske (Berlin) über die Schwingkraft; die Veröffentlichung des Vortrages wird später erfolgen. — Grimschl (Hamburg) führte eine Reihe neuer von ihm angegebener Apparate und Modelle vor: Apparat zur Bestimmung der Wellenlänge des Lichtes; einfaches Fernrohrmodell; Spektralapparat und Reflexgoniometer; Augenmodell; Apparat für den Satz von der Projektion der Kräfte; Apparat für das Trägheitsmoment. — Wetekamp (Schöneberg-Berlin) sprach über naturwissenschaftliche Lehrmittel, insbesondere Anschauungstafeln.

Am 26. Mai fand in allgemeiner Sitzung die Diskussion über die von Herrn Nath aufgestellten Thesen statt. Hierbei gingen in Bezug auf die Frage, ob und wie weit die Infinitesimalanalysis Gegenstand des Unterrichts auf den höheren Schulen sein könne, die Ansichten auseinander. — Ferner kam zur Annahme ein Antrag Presler: Es ist wünschenswert, daß auch an den Technischen Hochschulen, wo dies nicht bereits geschehen ist, ein Studienplan für die Studierenden der Mathematik aufgestellt werde. — Bezüglich der Absicht der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, auf der diesjährigen Versammlung Unterrichtsfragen zur Erörterung zu bringen, wird beschlossen, der Vorstand möge die geeigneten Schritte tun, um den Lehrern der exakten Fächer an den höheren Schulen einen angemessenen Einfluß auf die Verhandlungen der Naturforscherversammlung zu sichern.

76. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Breslau 1904.

I. Allgemeine Sitzungen.

In der 1. allgemeinen Sitzung am Montag, den 19. September wurden nach den üblichen Begrüßungsansprachen die folgenden beiden Vorträge gehalten: Prof. ROUX (Halle a. S.): „Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft.“ — Dr. GAZERT (Berlin): „Die deutsche Südpolarexpedition.“

In der 2. allgemeinen Sitzung am Freitag, den 23. September sprach Prof. EUGEN MEYER (Charlottenburg) über: „Die Bedeutung der Verbrennungskraftmaschinen für die Erzeugung motorischer Kraft.“ Große Kolbendampfmaschinen verwandeln 13 bis 15 Prozent der in der Kesselkohle vorhandenen Wärme in Nutzarbeit; bei den kleinen Kolben-Dampfmaschinen erreicht man oft nur 3–4 Prozent, doch ist es gelungen, durch Anwendung überhitzter Dämpfe die Ausnutzung auch bei kleineren Maschinen bis zu 15 Prozent zu erreichen. Bei den Dampfturbinen, die sich in größeren elektrischen Zentralen gut bewährt haben, ist die Ausnutzung der Wärme nicht wesentlich größer, doch werden durch einfachere Konstruktion, da nicht erst eine hin- und hergehende Bewegung in Drehbewegung verwandelt zu werden braucht, die Anlagekosten und der Verbrauch an Schmieröl kleiner und die Regulierfähigkeit größer. Es ist unwahrscheinlich, daß die Ökonomie der Dampfmaschine noch wesentlich gesteigert werden kann, da die geringe Ausnutzung der Wärmeenergie des Dampfes bei der praktisch zulässigen Kesselspannung durch thermodynamische Gesetze begründet ist.

In den Gasmotoren, in denen die Verbrennungsgase gasförmiger Brennstoffe und der durch Vergasung von Petroleum, Benzin und Spiritus hergestellten brennbaren Gase unmittelbar zur Bewegung des Kolbens benutzt werden, kann eine höhere Ausnutzung der Wärme erreicht werden. Die besten Gasmotoren liefern bis zu 32 Prozent Nutzarbeit, wenn man das Gasluftgemisch vor der Explosion stark verdichtet; doch ist dieser Verdichtung durch die Festigkeit der Materialien der Maschine eine Grenze gesetzt. Da aber die gewöhnlichen gasförmigen Brennstoffe wesentlich teurer sind als Kesselkohle, so würde der Vorteil der besseren Wärmeausnutzung durch den hohen Preis der Brennstoffe aufgehoben, wenn es nicht gelungen wäre, billigere Brenngase, die sog. Generatorgase, direkt aus der Kohle herzustellen. Großgasmotoren werden besonders in den Eisenhüttenwerken benutzt, wo die aus den Hochöfen strömenden Gichtgase direkt als Brennmaterial für die Gasmotoren verwandt werden. So ist es gelungen, mit dem aus einem Hochofen von 200 Tonnen täglicher Eisen-

produktion entströmenden Gichtgase Gasmotoren von 5000 bis 6000 Pferdestärken in Betrieb zu setzen, während man früher, wo man die Gichtgase unter Dampfkesseln verbrannte, nur 2500 Pferdestärken erreichte. Wenn es gelingen sollte, direkt aus gewöhnlicher Kesselkohle brauchbares Gas für Gasmotoren zu erzeugen, und wenn es dann ferner gelingen sollte, die Gasturbine zu konstruieren, in welcher also die Verbrennungsgase ähnlich wie der Dampf in der Dampfturbine zum Betriebe derselben verwandt werden könnten, so würde dadurch die Überlegenheit der Verbrennungskraftmaschinen über die Dampfmaschinen auf allen Gebieten gesichert sein.

Dann folgten die Vorträge von Prof. HABERLANDT (Graz) über: „Die Sinnesorgane der Pflanzen“ und Prof. RHUMBLER (Göttingen) über: „Zellenmechanik und Zellenleben“. Hierauf erfolgte der Schluß der Versammlung durch Prof. Chiari (Prag). Letzterer machte noch die Mitteilung, daß die nächstjährige Versammlung in Meran stattfinden würde.

II. Gesamtsitzung beider Hauptgruppen

am Donnerstag, den 22. September.

Die Tagesordnung für diese Sitzung lautete: „Bericht und Debatte über den naturwissenschaftlich-mathematischen Unterricht an den höheren Schulen.“

In der Sitzung erstatteten zunächst die Herren K. FRICKE (Bremen), F. KLEIN (Göttingen), FR. MERKEL (Göttingen) und LEUBUSCHER (Meiningen) Bericht, worauf mehrere Vertreter von Vereinen und einige Einzelredner ihre Ansichten in der Debatte klarlegten. Die Wahl einer zwölfgliedrigen Kommission zur weiteren Bearbeitung der Fragen war das Resultat der Sitzung.

Berichte. Prof. K. FRICKE (Bremen): „Die heutige Lage des naturwissenschaftlich-mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen.“ Ausgehend von den im Jahre 1901 aufgestellten Hamburger Thesen, die gegen die Ausschließung des biologischen Unterrichts von den oberen Klassen der höheren Schulen Stellung nehmen, und von den entsprechenden Beschlüssen der vorjährigen Naturforscherversammlung in Cassel hebt Redner hervor, daß nicht Fachbildung und einseitige mathematische oder naturwissenschaftliche Bildung an den höheren Schulen beabsichtigt sei. Vielmehr solle die mathematisch-naturwissenschaftliche Schulung im Rahmen einer allgemein menschlichen Geistesbildung, wie sie für das Verständnis der heutigen Kultur und für die Mitarbeit an ihrer Weiterentwicklung erforderlich sei, erstrebt werden.

Es folgt ein Rückblick auf die Entwicklung unserer höheren Schulen, den wir hier übergehen. Im Jahre 1902 kamen im Deutschen Reiche auf 482 Gymnasien nur 131 Realgymnasien und 69 Oberrealschulen. Selbst zu den technischen Berufskreisen mußten noch 73% der Studierenden auf altsprachlichen Gymnasien vorgebildet werden. Durch die Bevorzugung des Sprachunterrichts auf allen unseren höheren Schulen wird eine einseitige und falsche Auslese begünstigt, indem der Auffassung Vorschub geleistet wird, als ob alle Wissenschaft aus Büchern gelernt werden müsse. Die Fähigkeit der vorurteilsfreien Beobachtung und des selbständigen Urteils wird nicht genügend gepflegt. Vor allem wird nur die arbeitsame Mittelmäßigkeit begünstigt, während selbständige Charaktere, die sich dem grammatischen Zwange nicht fügen, ausgeschaltet werden. Der Redner geht dann in einzelnen ein auf die Bedeutung der Mathematik für die exakte logische Schulung, auf ihre Beziehungen zu den Naturwissenschaften, insbesondere zur Physik. Die Wichtigkeit der Chemie für das wirtschaftliche Leben der Gegenwart, besonders aber der biologischen Wissenschaften für die allgemeine Bildung wird begründet. Die Geologie als selbständiges Unterrichtsfach und schließlich ein engerer Anschluß des geographischen Unterrichts an den naturwissenschaftlichen wird gefordert. Auf den Gymnasien sind diese Fächer nur kärglich oder gar nicht, auf den Realgymnasien nur spärlich bedacht, namentlich hat sich an dem Reformrealgymnasium zeitweilig die Tendenz gezeigt, den naturwissenschaftlichen Unterricht zurückzudrängen. Nur an den Oberrealschulen wird unseren Fächern eine größere Ausdehnung gewährt. Da aber diese Schulen das geringste Maß der Berechtigungen haben und ihre Zahl nur klein ist, so kommt der Lehrgang nur wenigen zu gute. Auch an den Oberrealschulen fehlt der biologische Unterricht in den oberen Klassen. Daß der biologische Unterricht auch in den Oberklassen eingerichtet werden kann, ergibt sich aus dem Hinweis auf den Lehrplan der preußischen Realschulen vor 25 Jahren und durch einen Vergleich mit den österreichischen Schulen.

Der Redner geht zum Schlusse noch ein auf die wissenschaftliche und methodische Ausbildung des Lehrerstandes an den Universitäten und auf die Fortbildung der Lehrer durch Ferienkurse. Wenn auch die methodische Durcharbeitung des Lehrstoffes vorwiegend in den Händen der Lehrerschaft selbst liegt, so ist die Föhlung mit der Hochschule auch in dieser Hinsicht, besonders im Interesse der Heranbildung von Lehramtskandidaten, sehr erwünscht. Das gedeihliche Zusammenarbeiten von Universität und Schule, das dem philologischen Unterricht schon lange zu gute kommt, möge auch auf mathematisch-naturwissenschaftlichem Gebiete verwirklicht werden.

Prof. F. KLEIN (Göttingen): „Neue Tendenzen auf mathematisch-physikalischer Seite.“ Nach einigen einleitenden Worten über die Vorgeschichte der zur Verhandlung stehenden Unterrichtsfragen weist Redner auf die im Anschluß an die Göttinger Ferienkurse von 1904 gemachten Publikationen hin: 1. F. Klein, „Über eine zeitgemäße Umgestaltung des mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen“ (mit Aufsätzen von F. Klein und E. Götting), 2. E. Riecke, „Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen“ (mit Aufsätzen von O. Behrendsen, E. Bose, E. Riecke, J. Stark und K. Schwarzschild), 3. Fr. Schilling, „Über die Anwendungen der darstellenden Geometrie, insbesondere der Photogrammetrie“. Diese Publikationen, von denen die beiden ersten fertig vorliegen, sind eigens als Vorbereitung für die Breslauer Besprechung gedacht. Ihr Inhalt wird daher als bekannt vorausgesetzt. Hinsichtlich des Eifers, mit dem von den Vertretern der einzelnen Wissenschaften die Forderungen für die Schulpläne bei den Regierungen gestellt werden, bezeichnet Redner die Tätigkeit der Alt- und Neuphilologen als vorbildlich, da diese ihre Forderungen stets mit großer Tatkraft und großem Geschick durchzusetzen wissen.

In dem Spezialbericht über den mathematischen Unterricht führt der Vortragende aus, daß die Abneigung gegen die Mathematik in ausgedehnten, auch naturwissenschaftlichen Kreisen mehr die Methode als die Sache trifft, da man die bildende Wirkung des logisch-mathematischen Unterrichts allgemein anerkennt. Die Methode des mathematischen Unterrichts und auch die Unterrichtsziele sind seit 30 Jahren wesentlich andere geworden, indem an Stelle der dogmatischen Methode die genetische getreten ist, welche an das Auffassungsvermögen der Schüler unmittelbar anknüpft. So wird auch die Entwicklung der Raumvorstellung durch Konstruktion und Zeichnung der Figuren vermittelt. Die Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen und sonstigen Anwendungen, sowie historischer und philosophischer Argumente belebt den Unterricht. Die Mathematik muß den allgemeinen Bildungszwecken der Schule eingeordnet und nicht als isoliertes Wissensgebiet betrachtet werden. Der Begriff der Elementarmathematik hat sich im letzten Jahrhundert verschoben, es sind mancherlei Zweige neu hinzutreten, die zum Verständnis der modernen Kultur dringend erforderlich sind. Trotzdem hält Redner es für möglich, daß der mathematische Unterricht verwandte Unterrichtszweige entlastet, indem die Behandlung physikalischer Aufgaben in die Mathematikstunden verlegt wird; vom geographischen Unterrichtsstoff kann der mathematisch-astronomische Teil ebenfalls von der Mathematik übernommen werden. Doch gebietet diese Vermehrung des Unterrichtsstoffes, daß man an der bisherigen Unterrichtsstundenzahl festhält, resp. sie da restituiert, wo sie beeinträchtigt ist.

In Betreff des physikalischen Unterrichts hebt Redner die Schwierigkeiten hervor, die aus dem fortwährenden Anwachsen des Lehrstoffes entstehen. Wenn die ganze Stadt von elektrischen Bahnen durchzogen ist, verlangt man mit Recht, daß der Physikunterricht nicht nur die Gesetze der elektrischen Ströme, sondern auch ihre Anwendung auf das praktische Gebiet der Kraftübertragung eingehend berücksichtigt. Wenn alle Zeitungen Mitteilungen über das Radium bringen, kann auch der Physiklehrer nicht davon schweigen. Man muß die neuen Entdeckungen theoretischer und praktischer Art im Unterricht berücksichtigen. Ebenso erweitert sich das Gebiet des physikalischen Unterrichts durch die immer enger werdende Verbindung mit den Nachbarwissenschaften, besonders mit der Chemie und der Physiologie. Zwar läßt sich dadurch Zeit gewinnen, daß man minder wichtige Kapitel, die früher zu dem ständigen Unterrichtsschatz gehört haben, entweder ganz beseitigt, wie z. B. die allgemeinen Eigenschaften und manche Vorgänge aus der Elektrostatik, oder doch vereinfacht und mehr sachgemäß behandelt, wie z. B. die sogenannten einfachen Maschinen. Auch dadurch, daß man den Stoff an einen systematischen Gedankengang anreicht, z. B. an den der Energetik, läßt sich Zeit gewinnen. Endlich kann durch Einführung propädeutischer Kurse in den mittleren Klassen die Stoffmenge der Oberklassen entlastet werden. Eine weitere Schwierigkeit erwächst dem physikalischen Unterricht dadurch, daß ausreichende Experimente den Unterricht begleiten müssen. Dieses bedingt wieder die Beschaffung genügender Sammlungen und geräumiger Arbeitszimmer, welches nur mit großem Geldaufwande möglich ist. Redner berührt dann noch die Frage der physikalischen Schülerübungen, von deren Wichtigkeit er überzeugt ist. Die größte Schwierigkeit für den physikalischen Unterricht liegt aber in der geringen Stundenzahl, die trotz des anwachsenden Lehrstoffes an den Gymnasien seit 75 Jahren auf nur zwei Stunden in den oberen Klassen beschränkt geblieben ist. Daß trotzdem die gesunde Entwicklung auf der ganzen Linie eingeleitet ist, beweist besonders die Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht; es handelt sich nur mehr darum, auch von seiten allgemeinerer Kreise Unterstützung zu finden. Die voraussichtlichen Folgen dieser Entwicklung sind für den physikalischen Unterricht an den Hochschulen: die einleitenden Vorlesungen werden höher einsetzen können, zumal gleichzeitig geeignete mathematische Vorbildung zur Verfügung gestellt sein wird.

Darauf behandelt der Redner die Frage der Lehrerbildung und sonstige wissenschaftliche Prämissen der Lehrertätigkeit. Während es sich bei der wissenschaftlichen Vorbildung der späteren

Hochschullehrer in erster Linie um wissenschaftliche Vertiefung, für den Volksschullehrer um enzyklopädische Bildung handelt, ist für den späteren Oberlehrer der mittlere Weg einzuschlagen. Der Oberlehrer soll lernen, wissenschaftlich zu forschen, aber er soll auch zugleich eine hinreichende Übersicht über seine Lehrfächer erlangen. Die Hochschule ihrerseits muß die Forderung aufstellen, daß die mathematisch-physikalischen Studien in der Hauptsache von den allgemein naturwissenschaftlichen abgetrennt werden. Diese Forderung steht mit dem Wunsche der Schulverwaltungen, Kandidaten mit möglichst vielseitiger Fakultas zu haben, denen man Stunden der verschiedensten Art ohne weiteres zuweisen kann, in direktem Widerspruch; doch müssen die Schulverwaltungen dazu bewogen werden, daß der mathematisch-physikalische Unterricht einerseits und der biologische Unterricht andererseits durch besondere Lehrkräfte erteilt wird. Die Vorlesungen und Übungen für Lehramtskandidaten an der Universität bedürfen ebenfalls stetiger erneuerter Verbesserungen und Berichtigungen. So ist es notwendig, daß die für den Lehrerberuf vorzubildenden Kandidaten schon auf der Universität mit der Herstellung und Handhabung einfacher Schulapparate bekannt gemacht werden. Redner hält es noch für wünschenswert, daß die Ausbildung der Lehramtskandidaten auch auf den technischen Hochschulen ermöglicht wird. Ferner muß es dem in praxi stehenden Lehrer möglich gemacht sein, sich selbständig wissenschaftlich zu beschäftigen und weiterzubilden. Er muß sich immer wieder über die neuen Fortschritte seiner Wissenschaft orientieren können. Die jetzt an mehreren Orten eingeführten Ferienkurse sind diesem Bedürfnisse entsprungen, doch genügen sie hierzu nicht. Wünschenswert ist die Einrichtung regelmäßiger Urlaubssemester.

Redner schloß mit einem Appell an die Schulbehörden, die einsetzende Entwicklung auf jede Weise zu unterstützen und mit den für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht notwendigen Mitteln, die im Vergleich zu anderen notwendigen Ausgaben des Staatslebens gering sind, nicht zu kargen. Es sei bedauerlich, daß gerade für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer den Behörden vielfach die sachgemäß vorgebildeten Mitglieder fehlen. Ferner werde an alle Mitglieder der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte der Appell gerichtet, ihr Interesse und ihre Unterstützung diesen wichtigen Fragen zuzuwenden, deren Bedeutung für den Konkurrenzkampf der Nationen noch beleuchtet wird. Auch erhofft Redner in dem angegebenen Sinne ein gemeinsames Vorgehen des Vereins deutscher Ingenieure mit der Naturforscherversammlung.

Prof. F. MERKEL (Göttingen): „Wünsche, betreffend den biologischen Unterricht.“ Redner weist hin auf die von M. Verworn herausgegebene Schrift: „Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an höheren Schulen“ (mit Beiträgen von W. Detmer (Jena), R. Hertwig (München), M. Verworn (Göttingen), H. Wagner (Göttingen), J. Wagner (Leipzig), J. Walther (Jena)). Für den biologischen Unterricht stellt Redner zwei Hauptforderungen auf:

1) Alle Schüler, die auf den Besitz einer allgemeinen Bildung Anspruch machen, sollen beobachten lernen, vor allem diejenigen, welche Naturwissenschaften studieren wollen; 2) Alle Schüler höherer Bildungsanstalten sollen einen Begriff von den wichtigsten Funktionen des menschlichen Körpers erhalten.

Die den Kindern eigentümliche gute Beobachtungsgabe verkümmert an unseren Schulen unter dem Einflusse verkehrter Unterrichtsmethoden. Bei dem jetzigen Unterrichtsbetriebe geht den Schülern das, was sie an biologischen Kenntnissen auf der Unterstufe und Mittelstufe gelernt haben, auf der Oberstufe wieder verloren, darum muß der biologische Unterricht durch alle Klassen durchgeführt werden, es müssen also die Verhältnisse, wie sie vor 1879 auf unseren höheren neunklassigen Schulen bestanden haben, wiederhergestellt werden. Der biologische Unterricht fordert eine beschränkte Behandlung, aber nicht völlige Außerachtlassung der Systematik; aber der Unterricht darf nicht durch das Reglement eingeschränkt werden, da es nicht darauf ankommt, ob der Schüler etwas mehr zoologische, oder etwas mehr botanische Kenntnisse hat. Die ausgesprochene Forderung der Ausdehnung des biologischen Unterrichts auf alle Klassen bezieht sich ebensosehr auf den gymnasialen Lehrplan, wie auf den der Realanstalten, da der zukünftige Theologe und Jurist noch mehr gezwungen ist, sich die Kenntnisse der Biologie auf der Schule zu erwerben, wie der Mediziner und der Naturwissenschaftler, welche beide später in ihren Fachstudien noch Gelegenheit haben, das Versäumte nachzuholen.

Die Lehre vom Bau des menschlichen Körpers muß auf der Schule eingehend behandelt werden, weil die Kenntnis der biologischen Vorgänge viel Mißbrauch der Jugendkraft, die durch übermäßigen Sport, Alkoholgenuß u. s. w. geschädigt wird, verhütet, und weil sowohl Offiziere, wie Gewerbetreibende, die mit biologischen Kenntnissen ausgerüstet sind, zu einer vernünftigen Behandlung ihrer Untergebenen befähigt werden.

Zum Schluß befürwortet Redner noch die Anstellung von Schulärzten, welche allein berufen wären, an den oberen Klassen den anthropologischen Unterricht zu erteilen, insbesondere auch die Lehre von den Funktionen der Sexualorgane darzulegen.

Prof. LEUBUSCHER (Meiningen): „Schulhygienische Erwägungen.“ Die gesundheitlichen Zustände an unseren höheren Schulen haben sich in den letzten Jahren nur insofern gebessert, als die Schulräume besser geworden sind, doch ist die Hygiene des Unterrichts auf den höheren Schulen nur wenig gebessert worden. Redner spricht sich für die Anstellung von Schulärzten aus, eine Einrichtung, die schon in 200 Gemeinden für Volksschulen besteht, während in höheren Schulen, außer in Sachsen-Meiningen, der Heimat des Redners, an den höheren Schulen keine Schulärzte angestellt sind. Die Untersuchungen über den Gesundheitszustand der Schüler in Sachsen-Meiningen haben besonders drei Gesundheitsstörungen bei den Schülern höherer Schulen ergeben: 1. Kurzsichtigkeit (Sexta 10—30%, Prima 52—83%), 2. Zirkulationsstörungen, 3. Allgemeine nervöse Störungen (Kopfschmerz u. s. w.). Wenn auch die Schule nicht in allen Fällen an diesen Störungen Schuld hat, da oft die Lebensweise der besseren Kreise, aus denen die Schüler höherer Schulen stammen, keineswegs einwandfrei ist, so ist doch ein schädlicher Einfluß der Schule, namentlich hinsichtlich der Kurzsichtigkeit und der nervösen Störungen, zweifellos. Die Menge des zu bewältigenden Lehrstoffes und die Größe der geistigen Anspannung im Unterricht mag unerlässlich sein, doch müssen bei der Aufstellung des Stundenplanes die Erfahrungen der Hygiene berücksichtigt werden. Redner fordert: Verkürzung der Stunden, Verlängerung der Pausen, Beseitigung des Nachmittagsunterrichts und fortlaufende Beobachtung des Gesundheitszustandes der Schüler. Der Stundenplan muß unter Mitwirkung des Schularztes gemacht werden, welchem neben der Überwachung des Gesundheitszustandes der Schüler auch die Aufgabe zufällt, die abgehenden Schüler über die Funktionen der Sexualorgane und über die sexuellen Gefahren aufzuklären.

Diskussion. Prof. F. PIETZKER (Nordhausen): Redner berichtet als Vorsitzender des „Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften“ über die früheren Beschlüsse des Vereins, besonders auch über die in diesem Verein früher, zuletzt Pfingsten in Halle a. S., gehaltenen Referate über den mathematischen und den physikalischen Unterricht. Redner drückt seine Freude darüber aus, daß auch auf dem Breslauer Naturforschertage den Lehrern Gelegenheit geboten sei, ihre Meinungen und ihre Erfahrungen im Unterrichte mitzuteilen, da er noch in Halle die Befürchtung gehabt habe, daß in Breslau nur einseitig die Forderungen der Hochschulen ausgesprochen würden. Mit der Frage, ob der biologische Unterricht bis in die oberen Klassen auszudehnen sei, hat sich der Verein schon vor zwei Jahren in Düsseldorf eingehend beschäftigt und die Frage für Realanstalten bejaht, auch im vorigen Jahre ist in Breslau derselbe Gegenstand verhandelt. In Halle ist besonders zum Ausdruck gekommen, daß der physikalische Unterricht ein lebendiger wird, welcher sich auf die Naturerscheinungen stützt, und daß dieser Unterricht nicht nur als Anwendung der Mathematik behandelt werden dürfe. Die Frage, ob die Infinitesimalrechnung an den Realanstalten eingeführt werden soll, ist noch in Halle mit annähernd gleicher Stimmenzahl abgelehnt. Redner schließt mit dem Wunsche, daß die heutigen Verhandlungen eine gedeihliche Entwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts herbeiführen möchten.

Prof. v. BORRIES (Charlottenburg): Als Vertreter des Vereins deutscher Ingenieure erklärt Redner die jetzt auf den höheren Schulen gebotene mathematisch-naturwissenschaftliche Vorbildung als ungenügend, sowohl für den technischen Beruf, wie besonders für die allgemeine Bildung. Die unzulängliche Bildung macht sich mehr noch als im technischen Studium, welches selbst die Gelegenheit bietet, mangelhafte Vorbildung auszugleichen, auf anderen Gebieten geltend, so s. B. in der Rechtspflege, in der Verwaltung, in der Volkswirtschaft. Der Ingenieur macht diese Erfahrung oft zu seinem eigenen Schaden. Daher verlangt der Verein deutscher Ingenieure auch keine besondere Vorbildung für sein Fach, sondern eine möglichste Einheitlichkeit der allgemeinen Bildung, bei der aber dem mathematisch-physikalischen Unterricht ein viel größerer Wert beizulegen ist, als das jetzt geschieht. Es sei wünschenswert, daß auf unseren höheren Schulen die Anfangsgründe der Differential- und Integralrechnung gelehrt werden.

Frau Dr. LYDIA RABINOWICZ (Charlottenburg) sprach im Auftrage des Schlesischen Frauenverbandes und der fortschrittlichen Frauenvereine. Sie verlangt einen biologischen Unterricht ebenso wie für die höheren Knabenschulen, auch für die höheren Mädchenschulen. Es wird eine Eingabe der beiden Vereine verlesen, in welcher auf die große Unkenntnis der Frauen und Mädchen der höheren Stände in der Hygiene hingewiesen wird. Diese Unkenntnis wird zur Quelle zahlreicher Fehler und Mißgriffe im Haushalt, in der Krankenpflege und in der Kinderzucht. Die Kenntnis der Gesundheitspflege kann sich aber nur aufbauen auf eine gründliche Kenntnis und ein genügendes Verständnis der biologischen Vorgänge, deshalb muß der biologische Unterricht für höhere Mädchenschulen dringend gefordert werden.

Prof. E. GRIMSEIL (Hamburg) berichtet, daß auf den neunstufigen Realanstalten Hamburgs schon seit ihrem Bestehen Differential- und Integralrechnung getrieben wird, und daß dieser Unter-

richt sich als außerordentlich erfolgreich erwiesen hat. Es können manche Gebiete der bisherigen Elementarmathematik fortfallen, die von geringerem bildenden und praktischen Werte sind, und so kann für die Infinitesimalrechnung Zeit gewonnen werden. Übrigens ist die Mehrbelastung der Schüler hierdurch keineswegs groß, da mit diesen Hilfsmitteln manche mathematische Entwicklungen, z. B. die Reihenentwicklungen, wesentlich leichter durchzuführen sind, als ohne dieselben. Der Begriff des Differentialquotienten ist in der Physik an vielen Stellen, z. B. zur genaueren Definition der Geschwindigkeit und Beschleunigung, unentbehrlich. Die physikalischen Berechnungen und Ableitungen können mit größerer Schärfe in kurzer Zeit ausgeführt werden, wenn dieses mathematische Hilfsmittel zur Verfügung steht, als ohne dasselbe. Redner hebt dann noch den großen bildenden Wert der physikalischen Schülerübungen hervor, die ebenfalls in Hamburg eingerichtet sind. Die Schülerübungen leiten die Schüler in hervorragendem Maße zu eigenen Beobachtungen an; die Schüler lernen hier, wie sie auch in der freien Natur auf physikalische Vorgänge zu achten haben. Einem physikalisch gebildeten Menschen ist der Begriff der Langeweile unbekannt, da die ihn umgebende Natur genug des Lehrreichen und Interessanten bietet, um seinem Geiste stets nützliche Beschäftigung zu geben.

Prof. J. CLASSEN (Hamburg) hebt als Vertreter des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg die Notwendigkeit hervor, daß die den biologischen verwandten Fächer der Einführung des biologischen Unterrichts in den Oberklassen behilflich sein müßten. Obwohl selbst Physiker, tritt er der Annahme seiner Kollegen entgegen, daß die Physik durch die Ausdehnung des biologischen Unterrichts geschädigt werden könne.

Prof. J. WAGNER (Leipzig) will seine Wünsche betreffs des chemischen Unterrichts in der zu wählenden Kommission zum Ausdruck bringen.

Direktor F. ARCHENHOLD (Treptow) behauptet, daß die astronomischen Kenntnisse der Oberlehrer so gering seien, daß sie vielfach die Venus nicht vom Jupiter unterscheiden können, deshalb besuchen sie auch mit ihren Schülern keine Sternwarte, weil sie fürchten müßten, sich vor ihren Schülern zu blamieren! Er fordert, daß den Lehrern Gelegenheit gegeben wird, sich ein Semester auf der Sternwarte auszubilden. Ferner wünscht Redner, daß der Unterricht mehr im Freien erteilt wird, weil dieses auch die Bildung des Raumbegriffes mehr fördert, als der Unterricht im geschlossenen Zimmer. Endlich erinnert er an die leuchtenden Beispiele privater Unterstützung des höheren Bildungswesens in Amerika und in anderen Ländern. Es möge eine Kommission damit beauftragt werden, auch in Deutschland zur Hergabe privater Mittel für Unterrichtszwecke Propaganda zu machen.

Oberschulrat REBMAN (Karlsruhe): Mit einem Danke an die Vertreter der Universitäten, daß sie sich mit warmem Interesse der Frage des höheren Schulwesens angenommen hätten, leitet Redner seine Ausführungen ein. Die in den Verhandlungen heute vielfach ausgesprochenen, meist sehr stark divergierenden Wünsche lassen sich nur vereinigen, wenn die Reform des Unterrichts nicht von unten auf, d. h. nach den Bedürfnissen der einzelnen Lehrfächer, sondern von oben her, von den Unterrichtsverwaltungen, durchgeführt wird. Man muß einer Vermehrung des Unterrichtsstoffes und besonders der Unterrichtsstunden entgegenreten, vielmehr hat man damit zu rechnen, daß später die Anzahl der Unterrichtsstunden zu vermindern ist. Die Verbesserung der Methode ist eine Redensart, die stets dann ausgesprochen wird, wenn ein neuer Unterrichtsstoff eingeführt werden soll. Man muß bei der Aufstellung der Lehrpläne nicht die Ausnahmefälle der hervorragenden Lehrkräfte, welche auch mit geringer Stundenzahl große Ziele erreichen, im Auge haben, sondern den Durchschnittslehrer und die von ihm zu bewältigenden Lehrstoffe. —

Nach Schluß der Debatte nimmt die Versammlung, auf Vorschlag von Prof. F. Klein, eine Resolution an, die den Vorstand mit der Einberufung einer zwölfgliedrigen Kommission beauftragt, in welcher die Interessenkreise nach allen Richtungen möglichst gleichmäßig vertreten sind. Für diese Kommission sind folgende Herren in Aussicht genommen: Prof. Leubuscher (Meiningen), Prof. Verworn (Göttingen), Prof. K. Fricke (Bremen), Prof. Kräpelin (Hamburg), Prof. F. Pietzker (Nordhausen), Oberlehrer B. Schmid (Zwickau), Prof. F. Klein (Göttingen), Prof. F. Poske (Berlin), Prof. v. Borries (Charlottenburg), Prof. Duisberg (Elberfeld); ferner als Mitglied des wissenschaftlichen Ausschusses der Naturforscherversammlung Direktor H. Schotten (Halle) und Prof. E. Gutzmer (Jena), der zum Vorsitzenden der Kommission ausersehen ist.

Die Kommission soll auf der Naturforscherversammlung nach zwei Jahren eingehend über ihre Tätigkeit und ihre Maßnahmen berichten.

Die vorgeschlagene Kommission wurde dann diesen Vorschlägen gemäß in der Vorstandssitzung der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte eingesetzt.

E. Grimschl.

Mitteilungen aus Werkstätten.

Apparate nach H. Hartl.

Angefertigt vom Mechaniker Julius Antusch in Reichenberg, Deutschböhmen.

1. Ein Keilmodell. Auf einem gußeisernen Gestelle sind der Rollenträger t und die starke Blechplatte B angebracht. Diese trägt zwei äquilibrirte Winkelhebel h und k , von denen der letztere feststeht, während die Achse des ersteren in einem Schlitz O verschoben werden kann. Die Winkelhebel tragen bei a und b leicht drehbare Rollen. Behufs Anstellung der Versuche hängt man zunächst an den von den Bögen h und k ausgehenden Schnüren die Lasten Q an, wobei die Hebel auf zwei Anschlagstiften ruhen, die ihre Bewegung begrenzen. Sodann wird der Keil zwischen den Rollen eingesetzt und mit Hilfe eines vom Haken i ausgehenden, um die Rolle r gelegten Fadens durch ein Gegengewicht äquilibrirt. Hierauf wird die zur Erhaltung des Gleichgewichtes erforderliche Kraft P in Form von Scheibengewichten auf den Rücken des Keiles aufgelegt. Die Belastungen Q wirken, durch die gleicharmigen Winkelhebel unverändert übertragen, von den Rollen senkrecht gegen die Seiten des Keiles, der nur im Gleichgewichte bleibt, wenn P und Q den entsprechenden Abmessungen des Keiles proportional sind. Wenn man nach hergestelltem Gleichgewicht z. B. P um ein Scheibengewicht vermindert oder vermehrt, so zeigt sich sofort das „Zurückspringen“, bezw. das Eindringen des Keiles, da die Rollen eine sehr geringe Reibung, also eine große Empfindlichkeit des Apparates bedingen.

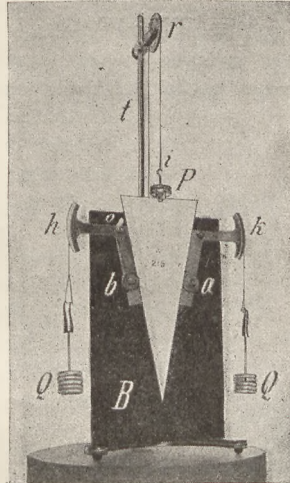


Fig. 1.

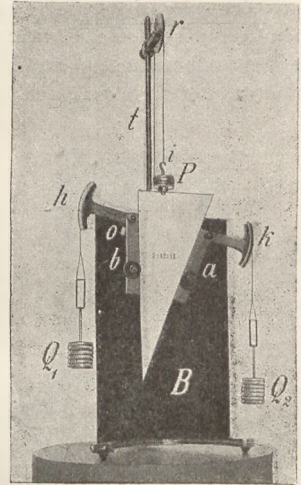


Fig. 2.

An diesem Modell kann endlich auch durch bloßes Anziehen der an den beiden Rollen a und b befindlichen Schrauben eine Festlegung der Rollen bewirkt und dadurch die rollende in gleitende Reibung verwandelt werden. Dann zeigt sich sofort, um wieviel die zum Eintreiben des Keiles erforderliche Kraft größer ist, als die, die bloß das Zurückspringen des Keiles verhindert. Der Wert der theoretischen Gleichgewichtskraft liegt zwischen jenen beiden Kräften.

Dem Apparate sind zwei gleichseitige Keile (1:2 und 2:5) und ein einseitiger Keil (5:12:13) nebst Äquilibrirgewichten beigegeben. Bei dem Versuch mit dem ungleichseitigen Keile muß der Winkelhebel h an dem oberen Rand des Schlitzes O eingestellt werden (Fig. 2). Der Apparat zeichnet sich durch große Empfindlichkeit, sehr bequeme Handhabung und durch die, den praktischen Keilanwendungen entsprechende Anordnung aus. Der Preis beträgt 80 Kronen (M 68,40).

2. Ein Ausflußapparat. Dieser hierneben abgebildete Apparat kann mittels der verschiedenen daran anzubringenden Ansätze nicht nur zu messenden Versuchen über Ausflußmengen und Ausflußgeschwindigkeiten aus Seiten- und Bodenöffnungen, sondern auch zur Darstellung des hydraulischen Druckes in Röhrenleitungen bei verschiebbarer Querschnittsverengung, zum Nachweise des Reaktionsdruckes und seiner Abhängigkeit von der Ausflußöffnung und der Druckhöhe, endlich auch zum Nachweise der Gesetze des schiefen Wurfs verwendet werden. Fig. 3 zeigt die letztgenannte Anwendung

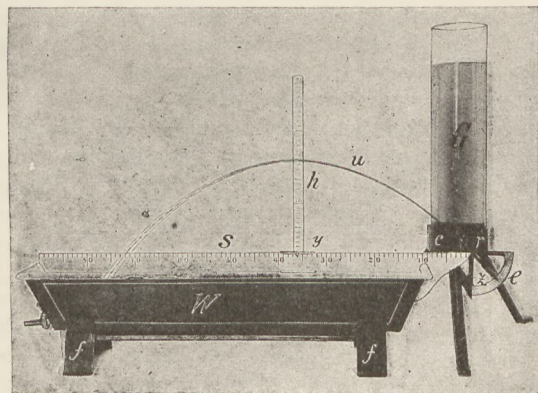


Fig. 3.

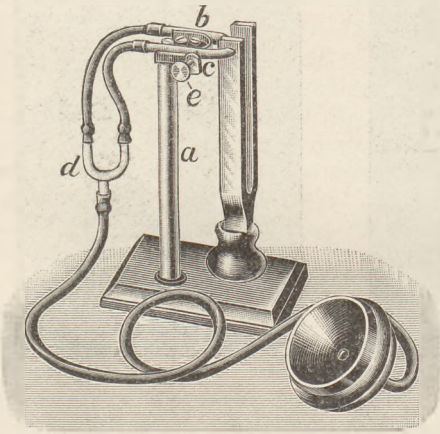
Fig. 3 zeigt die letztgenannte Anwendung

des Apparates, wozu noch bemerkt sei, daß auch die aus den Formeln für die Wurfweite w und die Wurfhöhe h folgende Gleichung $w:h = 4 \cotg \alpha$ durch den Apparat ziemlich scharf nachgewiesen werden kann. Preis mit allem Zubehör 165 Kronen (141 M).

Interferenzapparat für Schallwellen.

Von Meiser & Mertig, Dresden-N, Kurfürstenstraße 27.

Bei den bisher bekannten Apparaten zur Vorführung der Interferenz von Schallwellen war entweder, wie bei der Quinckeschen Röhre, das erreichbare Tonminimum sehr wenig erkennbar, oder man mußte seine Zuflucht zu den Staubfiguren oder ähnlichen Hilfsmitteln nehmen. Mit dem hier zu beschreibenden Apparate gelingt es indessen, ein sehr deutlich hervortretendes Tonminimum zu erhalten, bezw. vollständiges Auslöschen der zur Interferenz gelangenden Wellen zu erzielen. An dem im Verhältnis 1:5,5 abgebildeten Apparate sind die Schenkel b und c der Gabelröhre d so zu beiden



Seiten des einen Stimmgabelschenkels (Ton a_1) angeordnet, daß in die Öffnungen Schallwellen von $\frac{1}{2}$ Phasendifferenz gelangen, die sich hinter d vereinigen und zur Interferenz kommen. Zum bequemen Beobachten der Interferenzerscheinung ist ein langer Schlauch mit Hörmuschel angebracht. Das Rohr e ist durch eine feingängige Schraube e empfindlich einstellbar, sodaß man leicht, während die Gabel tönt, auf das Minimum einstellen kann. Bei guter Einstellung ist, wenn die Gabel stark tönt, die Oktave deutlich hörbar. Tönt die Gabel schwächer, so tritt vollständiges Auslöschen des Tones ein, der aber beim Zusammendrücken des eines Schlauches sofort wieder zu hören ist. — Auch ein Gegenversuch ist ausführbar.

Ersetzt man an dem vorher eingestellten Apparate den einen Schlauch der Gabelröhre durch einen anderen, der um $\frac{1}{2}$ Welle (ca. 39 cm) länger ist, so findet keine Interferenz mehr statt, denn an der Vereinigungsstelle besteht keine Phasendifferenz mehr; beim Zusammendrücken eines Schlauches wird jetzt der Ton schwächer. — Der Preis des Apparates ist 16,50 M.

Korrespondenz.

Antwort auf Herrn KUHFAHLs Entgegnung in Heft V, S. 318.

Ich habe Herrn Professor KUHFAHL, von einer falschen Voraussetzung ausgehend, Unrecht getan. Die falsche Voraussetzung bestand darin, daß ich den unter „Versuche mit einfachen Mitteln“ beschriebenen Versuch als Demonstrationsversuch ansah, der in der Schule an der Stelle vorgeführt werden sollte, wo vom hydrostatischen Auftrieb gehandelt wird. Da an dieser Stelle im Unterricht vom Luftdruck noch nicht die Rede ist, meinte ich, der Versuch sollte den Schülern ohne Hereinziehung des Luftdruckes erläutert werden. Da bei der Erläuterung eines Schulversuches doch auch die Vorgänge bei der Vorbereitung berücksichtigt werden müssen, ist eine Erklärung ohne Hereinziehung des Luftdruckes unmöglich. Hätte Herr KUHFAHL den Versuch in der von ihm zuletzt angegebenen Form (mit der Gummiplatte) beschrieben, so wäre meine irrümliche Auffassung ausgeschlossen gewesen. Da sich bei der ursprünglich angegebenen Form des Versuches hydrostatischer und hydrodynamischer Auftrieb nicht trennen lassen, wollte ich den Versuch als Demonstrationsversuch für den letzteren in Anspruch nehmen. Dabei verstehe ich unter hydrodynamischem Auftrieb den Auftrieb, den das ausströmende Wasser ausübt. Daß bei dem Versuch der Druck des strömenden Wassers eine Rolle spielt, geht daraus hervor, daß der Trichter nicht nur gehoben, sondern meist auch nach der Seite verschoben wird. Will man eine Verschiebung des Trichters nach einer bestimmten Richtung erzielen, so braucht man nur auf der der gewünschten Richtung entgegengesetzten Seite den Trichter etwa auf ein Stück Draht aufzusetzen oder über den Rand der Gummiplatte ragen zu lassen, um so auf dieser Seite das Ausströmen des Wassers zu erleichtern. Gg. Heinrich.

Berichtigung. Im Bericht über Lichttelefonie u. s. w. in Heft 5 ist auf S. 308 Zeile 4 zu lesen 1,5 km statt 15 km.

Astronomische Tafel für 1905. Von der mit Heft I des neuen Jahrgangs erscheinenden Karte „Die scheinbaren Bahnen der beweglichen Gestirne im Jahre 1905“ von M. Koppe, nebst Anleitung zu ihrem Gebrauch, werden von der Verlagsbuchhandlung bereits in der zweiten Hälfte des Dezember Exemplare abgegeben. Der Preis beträgt für 1 Exemplar nebst Text einschließlich Porto M 0,40, für 10 Exemplare M 3,—, für 20 Exemplare M 5,50 und ist der Bestellung beizufügen.

Sonderhefte der Zeitschrift. Von den Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft gelangen im November zur Ausgabe: Heft 3. Der naturwissenschaftliche Unterricht — insbesondere in Physik und Chemie — bei uns und im Auslande. Von Prof. Dr. K. T. Fischer in München. 72 S. mit 16 Abbildungen. M 2.— Heft 4. Wie sind die physikalischen Schülerübungen praktisch zu gestalten? Von H. Hahn in Berlin. 67 S. mit 17 Abbildungen. M 2.—

Bei der Redaktion eingegangene Bücher und Schriften.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1903, dargestellt v. d. deutschen physikal. Gesellschaft. 59. Jahrg., III. Abt.: Kosmische Physik, red. von R. Assmann, Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. 581 S. — **O. Lehmann**, J. Fricks Physikalische Technik. 7. vollkommen umgearbeitete u. stark vermehrte Aufl. I. Band, 1. Abt. Mit 2003 Abbildungen und einem Bildnis J. Fricks. Verlag w. v., 1904. XXIII u. 630 S. — **O. Lehmann**, Flüssige Krystalle, sowie Elastizität von Krystallen im allgemeinen, molekulare Umlagerungen und Aggregatzustandsänderungen. Mit 483 Fig. und 39 Tafeln. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1904. 234 S. — **Adolf F. Weinhold**, Physikalische Demonstrationen. 4. verb. und umgearb. Aufl. I. Lieferung, 320 S., M 9, vollst. in 3 Lieferungen. Leipzig, Quandt & Händel, 1904. — **A. Höfler**, Physik mit Zusätzen aus der angewandten Mathematik, Logik und Psychologie und mit 230 physikalischen Leitaufgaben. Mit 981 Abb. und 12 Tafeln. XXXI u. 966 S. M 15. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904. — **A. Höfler**, Naturlehre für die Oberstufe der Gymnasien u. s. w. Mit 459 Abb. und 9 Tafeln. XIII u. 407 S. Geb. M 5. Verlag wie vor., 1904. — **Haus Mayer**, Die neueren Strahlungen. 2. unveränderte Aufl. Mähr. Ostrau, R. Papauschek, 1904. 65 S. — **C. Marti**, Die Wellenkräfte der strahlenden Planetenatmosphären. Nidau, Druck von E. Weber, 1904. 23 S. und Tabellen. — **K. Weidlich**, Wann und warum sehen wir Farben? Ein Beitrag zur Farbenlehre. Leipzig, Druckerei von J. J. Weber, 1904. 44 S. M 2.— **W. Ostwald**, Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, elementar dargestellt. Mit 3 Fig. 4. Aufl. Leipzig, W. Engelmann, 1904. 223 S. M 7.— **H. W. Backhuis Roozeboom**, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkt der Phasenlehre. 2. Heft. Mit 149 Abbild. und 2 Tafeln. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1904. 467 S. M 12,50. — **O. Jensch**, Telegraphie und Telephonie ohne Draht. Mit 156 Fig. Berlin, Julius Springer, 1904. 214 S. M 5, geb. M 6.— **J. M. Eder**, Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1904. XVIII. Jahrg. Mit 189 Abb. und 29 Kunstbeilagen. Halle a. S., W. Knapp, 1904. 659 S. M 8.— **H. Hager**, Das Mikroskop und seine Anwendung. 9. stark vermehrte Aufl., herausgegeben von C. Mez. Mit 401 Fig. Berlin, Julius Springer, 1904. 392 S. — **O. Schmeil** und **W. B. Schmidt**, Sammlung naturwissenschaftlich-pädagogischer Abhandlungen. I. Band, enthält 9 Abhandlungen von Mühlberg, Schlee, Schönichen, Binder, Gunthart, Norrenberg, Claussen, Remus, Ludwig. Leipzig, B. G. Teubner, 1904. M 8.— **A. Gille**, Philosophisches Lesebuch in systematischer Anordnung. Halle a. S., Buchhandl. d. Waisenhauses, 1904. 148 S. M 2, geb. M 2,50. — **Sammlung Götschen**: H. Baur, Chemie der Kohlenstoffverbindungen, 4 Bändchen, 156, 160, 157, 134 S.; Oskar Schmidt, Metalle (Anorgan. Chemie, Teil II) 130 S.; Otto Röhen, Maßanalyse, mit 14 Fig., 88 S. Sämtlich bei G. J. Götschen, Leipzig 1904, je M 0.80.

Sonder-Abdrücke: Einheitliche Formelzeichen, Bericht des techn. Ausschusses des elektrotechnisch. Vereins. S.-A. E. T. Z., 1904, Heft 13 u. 32. — Elektrizitätszerstreuung und Radioaktivität. Von H. Geitel. S.-A. Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik, 1904. — Über Eigenschaften der Kolloidmembran. Von H. Rebenstorff. S.-A. Abh. d. naturf. Ges. Isis in Dresden 1904. — Die Funkentelegraphie, ihre Grundlagen, ihr Wesen und ihre Verwendung. Von H. Renfer. S.-A. Jahresbericht der Handelsakademie St. Gallen, 1904. — Die Veranschaulichung der Funkentelegraphie mittels des Schneiderschen Kohärers. Von G. Partheil, Selbstverlag der elektrotechn. Fabrik von Ferd. Schneider in Fulda. — Der physikalische Unterricht auf der Unterstufe. Von E. Grimsehl. S.-A. Die Lehrmittel der deutschen Schule, 1904, No. 2—4.

Himmelserscheinungen im Dezember 1904 und Januar 1905.

♿ Merkur, ♀ Venus, ☉ Sonne, ♂ Mars, ♃ Jupiter, ♄ Saturn, ☾ Mond, 0^h = Mitternacht.

	Dezember						Januar						
	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29	
♃	AR	18 ^h 6 ^m	18.35	18.59	19.13	19.10	18.48	18.20	18. 5	18. 6	18.20	18.41	19. 6
	D	- 26 ^o	- 25 ^o	- 24 ^o	- 23 ^o	- 22 ^o	- 21 ^o	- 20 ^o	- 20 ^o	- 21 ^o	- 22 ^o	- 22 ^o	- 22 ^o
♀	AR	19 ^h 30 ^m	19.56	20.21	20.46	21.10	21.34	21.57	22.19	22.40	23. 1	23.22	23.41
	D	- 24	- 23	- 22	- 20	- 18	- 16	- 14	- 12	- 10	- 7	- 5	- 2
☉	AR	16 ^h 46 ^m	17. 8	17.30	17.52	18.14	18.37	18.59	19.21	19.42	20. 4	20.25	20.46
	D	- 22	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 23	- 22	- 21	- 20	- 19	- 18
♂	AR	12 ^h 35 ^m	12.45	12.56	13. 6	13.16	13.26	13.36	13.46	13.55	14. 5	14.14	14.23
	D	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	- 9	- 10	- 11	- 12	- 12
♃	AR		1.17		1.17		1.18		1.20		1.24		1.29
	D		+ 7		+ 7		+ 7		+ 7		+ 8		+ 8
♄	AR	21 ^h 16 ^m						21.27					
	D	- 17						- 16					
☉	Aufg.	7 ^h 55 ^m	8. 2	8. 7	8.10	8.13	8.14	8.13	8.11	8. 7	8. 3	7.57	7.50
	Unterg.	15 ^h 45 ^m	15.44	15.44	15.45	15.48	15.52	15.57	16. 4	16.11	16.19	16.28	16.37
☾	Aufg.	5 ^h 18 ^m	10.18	12.35	14.43	19.24	0.31	6.30	9.53	11.46	14.51	20.59	2. 7
	Unterg.	15 ^h 12 ^m	19.27	—	5. 6	9.45	12.15	15.17	20.23	0.37	5.56	9.25	11.51
Sternzeit im mittl. Mittg.		16 ^h 55 ^m 16 ^s	17.14.59	17.34.42	17.54.25	18.14. 8	18.33.50	18.53.33	19.13.16	19.32.59	19.52.41	20.12.24	20.32. 7
Zeitgl.		- 9 ^m 22 ^s	- 7.11	- 4.50	- 2.23	+ 0. 6	+ 2.33	+ 4.55	+ 7. 7	+ 9. 5	+ 10.47	+ 12.10	+ 13.14

Mittlere Zeit = wahre Zeit + Zeitgleichung.

Mondphasen in M.E.Z.	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Dez. 7, 4 ^h 47 ^m Jan. 5, 19 ^h 17 ^m	Dez. 14, 23 ^h 7 ^m Jan. 13, 21 ^h 11 ^m	Dez. 22, 19 ^h 1 ^m Jan. 21, 8 ^h 14 ^m

Planetensichtbarkeit	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn	
im Dezember	um die Mitte des Monats abends im SW für einige Minuten sichtbar	als Abendstern bis zu 3 Std. lang sichtbar	bis 5 ¹ / ₂ Std. vor Beginn der Dämmerung sichtbar	abends und nachts zuletzt noch 8 ¹ / ₄ Std. lang sichtbar	zuletzt nur noch 2 Stunden lang abends im SW sichtbar	
im Januar	in den letzten 3 Wochen morgens im SO bis zu 1 ¹ / ₂ Std. lang sichtbar	die Dauer der Sichtbarkeit steigt bis auf 3 ³ / ₄ Std.	die Dauer der Sichtbarkeit wächst auf 5 ³ / ₄ Std.	nach Sonnenuntergang 8 bis 5 ³ / ₄ Std. lang sichtbar	der Planet verschwindet geg. Ende d. Monats in den Strahlen der Sonne	
Phänomene der Jupitermonde	Dez. 1	19 ^h 28 ^m 23 ^s II A.	Dez. 23	17 ^h 44 ^m 59 ^s I A.	Jan. 15	18 ^h 1 ^m 22 ^s I A.
	5	17 21 21 III E.	26	16 36 24 II A.	16	22 3 20 II E.
	19	0 58 III A.	30	19 40 47 I A.	17	17 38 26 III E.
	7	19 24 30 I A.	Jan. 2	19 13 22 II A.	19	11 7 III A.
	8	22 4 43 II A.	6	21 36 36 I A.	22	19 57 5 I A.
	12	21 24 8 III E.	9	19 26 7 II E.	24	21 40 46 III E.
	23 2 31 III A.		21 50 31 II A.		23 12 25 III A.	
	14 21 20 16 I A.		13 23 32 22 I A.		29 21 52 46 I A.	

Sternbedeckungen für Berlin:

Dez. 20, γ Tauri	Eintr.: 19 ^h 12 ^m , 6 M.E.Z., Q = 100 ^o ;	Austr.: 20 ^h 16 ^m , 8 M.E.Z., Q = 229 ^o
21, β Tauri	0 ^h 41 ^m , 3	1 ^h 18 ^m , 7
α Tauri	4 ^h 24 ^m , 8	44 ^o ;
5 ^h 7 ^m , 2		308 ^o
Jan. 25, β Virginis	1 ^h 53 ^m , 5	132 ^o ;
3 ^h 0 ^m , 5		276 ^o .

Veränderliche Sterne:

Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.		Datum	M.E.Z.	
Dez. 4	19 ^h	ζ Gemin.-Min.	Dez. 15	18 ^h	δ Cephei-Min.	Dez. 27	20 ^h	δ Cephei-Max.
4	20 ^h 11 ^m	Algol-Min.	15	23 ^h	ζ Gemin.-Min.	31	20 ^h	δ Cephei-Min.
7	17 ^h 0 ^m	Algol-Min.	24	21 ^h 54 ^m	Algol-Min.	Jan. 16	20 ^h 25 ^m	Algol-Min.
9	20 ^h	ζ Gemin.-Max.	27	18 ^h 43 ^m	Algol-Min.	19	17 ^h 14 ^m	Algol-Min.
11	18 ^h	δ Cephei-Max.						

Dr. F. Koerber.